

*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

№ 3

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2011

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.М. Зейнуллин, канд. эконом. наук

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Перевод на казахский язык:

А.М. Бажиева

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 3 (62)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

Адрес редакции: 050022, Алматы,
пр. Абая, д. 32, к. 415, 420
Телефон: (7272) 55-84-06
E-mail: caspian_almaty@mail.ru
<http://www.kazhydromet.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 типографии ИП «Престиж Центр».

г. Астана, ул. Байтурсынова, 72. Тел.: (7172) 566-226; 566-541

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

А.В. Чередниченко Прогноз потребления Казахстаном озоноразрушающих веществ	7
О.Е. Семенов Скорость частиц и профиль расхода массы песка в пограничном слое ветропесчаного потока	30
Р.М. Илякова, С.А. Долгих Анализ повторяемости почвенной засухи на основе индекса Палмера	50
Л.А. Ерисковская, Н.Е. Касаткин, К.Г. Макаревич Основные характеристики погоды и режима ледника ЦентральныйТуйыксу в Северном Тяньшане в 2006...2010 гг.	66
О.С. Галаева, О.Е. Семенов Ветровой перенос песка в Приаралье	73
Т.Д. Агаев Изучение условий формирования «облачных улиц» над Кавказско-Каспийским регионом, по данным аэрокосмической информации	86
Ж.К. Наурызбаева Климатические характеристики осадков и температуры воздуха на территории южного и юго-восточного Казахстана в теплый период	95
Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова К истории познания природы водолеяных селей	102
Э.А. Турсунов Размыв русла р. Или возле поселка Баканас	112
К.Т. Нарбаева, Г.К. Исмаилова, Марс Т. Нарбаев, Т.И. Нарбаев Методика расчета донных скоростей открытого потока	118
С.М. Романова Характеристика гидрохимического режима рек северного склона Иле Алатау в 2010 году. Сообщение 2. Органические и биогенные вещества в воде	125

А.С. Абрамов	
О связи между загрязнением рек и загрязнением воздушного бассейна г. Алматы	132
А.Н. Даулбаева	
Распространение оксида углерода в зависимости от ветрового режима г. Алматы	138
С.Д. Магай	
Рациональное природопользование и влияние водных мелиораций на природную среду	144
Б.В. Шкуринский	
Медико-природное районирование Западно-Казахстанской области .	150
К.Т. Сапаров	
Гидронимы и характеристика рек Павлодарской области.	160
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
К.Е. Байедилов, Г.Н. Баспакова	
О состоянии окружающей среды г. Алматы за девять месяцев 2011 г.	171
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
В.С. Чердниченко	
О.Е. Семенов «Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь»	178
ХРОНИКА	
Х.А. Ахмеджанов (к 90-летию со дня рождения)	182

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

A.V. Cherednichenko	
Forecast of consumption of substances destroying ozone by Kazakhstan. .	7
O.E. Semenov	
Particles' speed and the profile of sand mass discharge at the boundary layer of the wind sand flow.	30
R.M. Ilyakova, S.A. Dolgikh	
The analysis of repeatability of a soil drought on the basis of Palmer index.	50
L.A. Eriskovskaya, N.E. Kasatkin, K.G. Makarevich	
Climate basic characteristics and regime Central Tuyksu Glacier at the Northern Tyan' Shan' in 2006 ... 2010.	66
O.S. Galayeva, O.E. Semenov	
Winds carry of sand at the Aral Region.	73
T.D. Agayev	
Study of the conditions of a «cloud streets» formation over the Caucasus-Caspian Region, according to aerospace information.	86
Zh.K. Naurozbayeva	
Climatic characteristics of precipitation and air temperature in the territory of south and southeast of Kazakhstan in a warm period.	95
B.S. Stepanov, R.K. Yafyazova	
To history of an ice-water flow knowledge	102
JA.A. Tursynov	
Channel scour of the Ili River at a settlement Bakanas.	112
K.T. Narbayeva, G.K. Ismailova, Mars T. Narbayev, T.I. Narbayev	
Technique of a bed speeds account of an open flow	118
S.M. Romanova	
The chemical regime characteristic of the Northern Slope Ile Alatau Rivers. Message 2. Organic, biogenic substances in water.	125
A.S. Abramov	
On the relationship between air pollution at the Almaty City and rivers ...	132

A.N. Daulbayeva	
Distribution carbon monoxide depending on the wind regime at the Almaty City	138
S.D. Magay	
Environmental management and influence of soil improvement to the environment	144
B.V. Shkurinskiy	
Natural medical zoning of West Kazakhstan Region	150
K.T. Saparov	
Hydronymus and characterization of the Pavlodar Region rivers.	160
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
K.E. Bayedilov, G.N. Baspakova	
About environment of the Almaty City for nine months of the 2011.	171
CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY	
V.S. Cherednichenko	
O.E. Semenov «Introduction in experimental meteorology and climate sandy storms »	178
CHRONICLE	
Kh.A. Akhmedzhanov (to 90-anniversary).....	182

УДК 551.510.534(574).621.594

**ПРОГНОЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ КАЗАХСТАНОМ
ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Доктор геогр. наук А.В. Чередниченко

В статье рассматриваются тенденции потребления озоноразрушающих веществ в Казахстане. Приведены несколько сценариев потребления секторами озоноразрушающих веществ до 2015 г. Что ожидает в ближайшем будущем эти сектора, при условии ратификации Приложений Монреальского Протокола.

С момента ратификации Монреальского протокола [17] Казахстаном прошло более 10 лет, возложив на себя добровольные обязательства по сокращению потребления озоноразрушающих веществ, перед страной остро встала проблема, какие вещества можно использовать, какой срок и какие варианты развития холодильной отрасли подходят для Казахстана. Кроме того, в рамках выполнения обязательств по Монреальскому протоколу необходим строгий учет тех веществ, которые импортируются для использования в промышленности, транспорте и других секторах [20, 21, 27, 28]. В случае, если Казахстан собирается жестко соблюдать мероприятия по Монреальскому протоколу, то необходим четкий, выполнимый план по постепенному отказу от запрещаемых хладагентов, в первую очередь речь идет о веществах Приложения С, и использования более приемлемых хладонов [19, 22].

Современная отчетность о потреблении переходных веществ должна стать основой для глубокого анализа ситуации на внутреннем рынке страны, в области хладагентов [16, 18]. Произведенный анализ данных необходим как основа национальной стратегии при планировании и осуществлении мероприятий, направленных на уменьшение потребления озоноразрушающих веществ (ОРВ).

Такой подход даст возможность без существенного ущерба внутри секторов осуществлять переоборудование с целевой финансовой помощью, если она будет предусмотрена. Кроме того, это даст возможность планирования – как необходимой меры для экономии ресурсов, времени и средств [25].

В этом случае мы можем рассчитывать как на краткосрочные мероприятия для тех секторов, где это возможно, например, частичное ис-

пользование переходных веществ, а затем и замена оборудования, и полным отказом от их использования. Или долгосрочными перспективами внутри определенных секторов – запретить использование переходных веществ и помочь перейти на другое оборудование [25].

Выполнение подобных работ позволяет: во-первых, подвергнуть внутреннему анализу данные предоставляемые в Секретариат, осуществить сравнение рядов, обратить внимание на возможные недостатки, например, систему сбора исходной информации.

Во-вторых, рассмотренные сектора потребления хладагентов могут существенным образом быть сгруппированы или поделены, согласно международным требованиям и методикам [8, 13, 26, 30].

В третьих, это дает возможность ответить на вопрос о выполнении или не выполнении обязательств перед международным сообществом [18, 28], а, соответственно, оценить действия осуществляемых мероприятий в рамках сокращения потребления внутри секторов, а может быть и других программ, имеющих косвенное отношение к изучаемому вопросу. Более того, при оценке последствий мероприятий, есть возможность корректировки этих действий, а при необходимости – в их усилении или отмене, т.е. это отражает оценку целесообразности. В руках государственного регулирования это очень гибкий механизм управления.

При любом планировании встает вопрос – как будет развиваться отрасль в будущем? Для ответа на него необходимы прогнозы. В задачу автора входил расчет прогноза потребления ОРВ в Казахстане. Была сделана оценка потребления до 2015 г., рассматривая, таким образом, краткосрочные перспективы. Однако это дает возможность оценить и действие долгосрочных мер по сокращению потребления.

Прогноз был осуществлен по предлагаемым сценариям двух организаций – это Стокгольмский институт холода, названный нами Шведский сценарий [4]. Второй сценарий был предложен группой технической и экономической оценки ООН – его назвали сценарий TEAP [23]. Кроме того был разработан еще и Базовый сценарий [16, 19, 20], который основывался на реализации национальных программ, учитывающих специфику страны, ее территорию и другие не менее важные факторы.

Сегодня для Казахстана является актуальным использование переходных веществ (Приложение С), в качестве краткосрочной альтернативы [3, 9, 17,]. Однако мы не должны забывать, что к 2030 в лучшем случае 2040 году необходимо будет полностью отказаться от использования всех

озоноопасных веществ, в том числе и переходных (за исключением бромистого метила, так как его потребление в договоре оговаривается особо). По этой причине уже сейчас надо предусматривать оборудование, которое будет устанавливаться на предприятиях, стадионах, развлекательных центрах [2, 3, 4, 14]. Оно должно иметь долгосрочные перспективы использования, так как, когда придет срок профилактики, необходимо будет пере-заправка каким либо веществом, приемлемым Монреальским договором к этому сроку.

Необходимо учитывать и тот факт, что предлагаемые сценарии, это не жесткий график потребления страной и ее отраслями ОРВ, это корректируемый год от года план мероприятий, которые ведут к сокращению потребления переходных веществ. Очень много факторов может влиять на реальный уровень потребления ОРВ в конкретной стране. Это и финансовый климат, современное экономическое состояние страны, финансовый потенциал, количество населения, кадровый потенциал, техническая обеспеченность, уровень образования и другие факторы. Мы не принимаем во внимание форс мажорные обстоятельства, такие как: наводнения, землетрясения, тайфуны и прочие неприятности, которые могут существенным образом отразиться на плане действий по сокращению потребления ОРВ.

Особый вопрос – это поддержка проектов, которые будут реализовываться в рамках сценариев, всеми государственными службами, в первую очередь контролирующими органами. От качества и тщательности выполнения обязанностей будут зависеть сроки выполнения программ, их внедрение в разные сферы хозяйствования, а главное – отношение народонаселения к проводимым мероприятиям. Создание благоприятного, по возможности климата вокруг этого вопроса позволит решить многие проблемы без лишней задержки во времени.

Шведский сценарий. Этот сценарий был рекомендован к реализации Стокгольмским институтом холода [4, 16, 25]. Сегодня Швеция одна из первых в мире, досрочно отказалась от применения на своей территории как основных ОРВ, так и переходных веществ. Это был ряд мероприятий, которые удалось реализовать без особого ущерба для экономики, проблем с нелегальным импортом, нарушения деловой активности и социальных проблем. В основном программа делает акцент на стратегическое планирование, некоммерческие проекты, вовлечение в сотрудничество государственных структур, ответственных за защиту озонового слоя.

В основе мер по сокращению потребления ОРВ предполагается повторное использование хладагентов, что позволит сократить рыночный спрос на новые хладагенты и экономит финансовые резервы страны, кроме того, уменьшается опасность возникновения нелегального импорта [4, 14, 16]. Координация действий поставщиков оборудования, сервисных служб и конечных пользователей, менеджмент рынка и рациональная организация процесса отказа от Переходных веществ в соответствии с графиком – основополагающие моменты в Шведском сценарии.

Одним из основных шагов предлагаемых Стокгольмским экологическим институтом, является лицензирование сервисных служб, укрепление их планового режима, что должно привести к уменьшению утечек хладагента в атмосферу и сокращению количества аварийных вызовов. Экономия за счет снижения числа поломок, потребления энергии и потерь продуктов с избытком перекроет затраты на более частое обслуживание [4, 14, 16].

Для успешного выполнения перехода на новые хладагенты необходимо активное участие правительственных организаций. Неспособность дать рынку достаточную мотивацию, может вызвать серьезные проблемы, особенно в нестабильном обществе. Особое место здесь должна занимать разъяснительная работа, которая покажет, к каким отрицательным последствиям может привести нехватка хладагентов и зависимость от нелегального импорта.

Основным стержнем всей политики по снижению использования ОРВ в конкретной стране является идея о том, чтобы сделать меры по снижению утечек в атмосферу ОРВ привлекательными с экономической точки зрения. При этом нельзя проявлять чрезмерную поспешность при переходе на ГХФУ (Гидрохлорфторуглерод). В этом случае минимизируется риск производственных диспропорций в результате резкого сокращения производства и потребления ХФУ (хлорфторуглерод).

Швеция страна, имеющая опыт реализации подобных программ, не только у себя, но и в других странах. Так, в частности, подобный проект был осуществлен на Филиппинах, при участии шведских специалистов и консультантов [4, 27]. Однако этот сценарий является достаточно жестким в плане реализации, он требует очень слаженной работы государственных служб, отказа от сервисного обслуживания устаревшего оборудования, и на первой стадии значительных инвестиций. В дальнейшем предполагается жесткое уменьшение потребления переходных веществ, или отказ от

них вовсе, в краткосрочной перспективе, и применение оборудования с озонобезопасными заменителями, которые не попадают под действие Монреальского протокола.

Сценарий ТЕАР. Этот сценарий сокращения потребления ОРВ был представлен Группой экспертов по техническому обзору и экономической оценке (ТЕАР), совместно с Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) в соответствии с предложениями Монреальского протокола и Рамочной конвенцией [23, 27].

Меры, предлагаемые ТЕАР, применимы для всех секторов и могут быть достигнуты посредством:

- улучшения мер защиты от утечки веществ;
- уменьшения загрузки веществ в оборудование (для переходных веществ);
- рекуперации и рециркуляции или уничтожения веществ по окончании срока жизни;
- повышения использования альтернативных веществ с сокращенным или пренебрежимо малым потенциалом глобального потепления;
- использование беспропеленовых технологий.

Всесторонняя оценка охватывает как прямые выбросы, так и косвенные, связанные с энергетикой, аспекты полного жизненного цикла, а также здоровья, безопасности и последствий для окружающей среды.

Сравнительные экономические анализы имеют важное значение для определения экономически эффективных вариантов сокращения. Однако они требуют единого комплекса методов и предположений (например, методология ценообразования, временной период, будущие экономические условия, границы системы). Разработка упрощенных стандартизированных методологий позволит производить улучшенные сравнения в будущем.

Сценарий потребления основывается на потенциале сокращения ОРВ по секторам в реальные сроки. В сценарии предусматривается рост объема производства. Основные сектора, которые рассматривает ТЕАР следующие: бытовое холодильное оборудование; коммерческое холодильное оборудование; мобильное кондиционирование воздуха (куда входит транспортное холодильное оборудование), промышленное холодильное оборудование; стационарное кондиционирование воздуха; вспенивающие производства. Отдельно оговариваются медицинские аэрозоли, побочная продукция, связанная с ОРВ и системы противопожарной защиты [23, 27].

В качестве мер по сокращению рассматривается:

- регламентирование (например, стандарты технических характеристик, сертификация, ограничения, утилизация в конце срока службы);
- экономические рычаги: налогообложение, финансовые стимулы и возмещение средств, затраченных на переоборудование;
- добровольные соглашения: промышленные партнерства и осуществление руководящих принципов эффективной политики.

Поскольку в сценарии предусматривается рост объема производства, соответственно ожидается рост потребления переходных веществ, благодаря резкому увеличению использования холодильного оборудования.

Базовый сценарий. В базовом сценарии при прогнозировании потребления ОРВ авторы опирались на Государственные программы Республики Казахстан, такие как:

- государственная программа развития сельских территорий Республики Казахстан на 2004...2010 годы;
- транспортная стратегия Республики Казахстан до 2015 года;
- стратегия «Казахстан – 2030»;
- стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003...2015 годы;
- государственная программа реформирования и развития здравоохранения Республики Казахстан на 2005...2010 годы.

В первую очередь это было вызвано тем, что дальнейший рост ВВП будет определяться перспективами внедрения государственных программ, гарантиями Правительства, а, соответственно, поддержания многих секторов экономики инвестициями на переоборудование. Основной идеей было связать рост ВВП и потребление Переходных веществ. Кроме того, в качестве основного предиктора при построении этого сценария являлся Монреальский протокол и перспективы его реализации в Казахстане. Опираясь на литературные источники, мы также исследовали ситуацию на внешнем рынке [5-8, 15-21]. Нами было учтено стремление многих развитых стран прекратить производство и потребление переходных веществ раньше срока, оговоренного Монреальским протоколом и его поправками.

Хочется подчеркнуть, что базовый сценарий, по мнению автора, является самым вероятным из всех предложенных вариантов. Это связано с тем, что сценарий максимально приближен к местным реалиям, завязан на экономических показателях, каким является ВВП.

Кроме того, хочется отметить, что такой подход не нов, в свое время в рамках такой же исследовательской темы в 2004 году был предложен метод использования ВВП и роста потребления ОРВ. Здесь для прогноза уровня потребления ОРВ был рассчитан коэффициент корреляции и затем, построен график зависимости между уровнем потребления ОРВ и значениями ВВП, который приведен на рис. 1 [15].

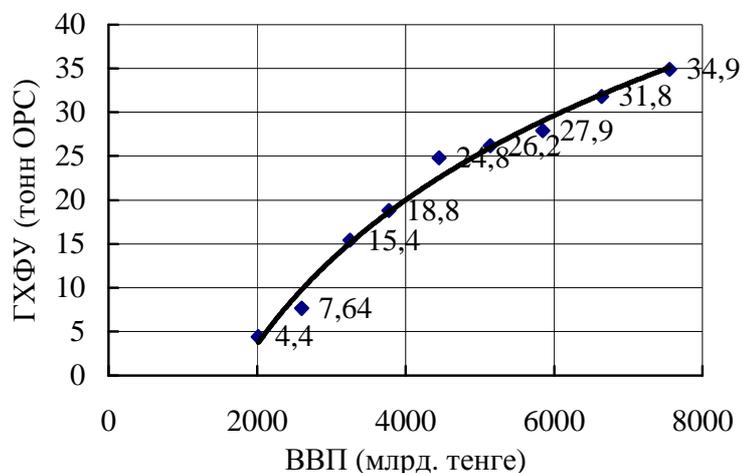


Рис. 1. Функциональная зависимость между уровнем потребления ГХФУ и значениями ВВП на период 2004...2007 гг.

Далее были выполнены расчеты уровня потребления ОРВ на период 2004...2007 гг.

Таблица
Значения уровня потребления ОРВ на период 2004...2007 гг.

	Год			
	2004	2005	2006	2007
ВВП, млрд. тенге	5138	5850	6640	7557
Потребление ОРВ, тонн ОРС	26,2	27,9	31,8	34,9
Реальный уровень потребления по статистическим данным (тонн ОРС)	58,3	46,4	79,9	61

К сожалению, можно констатировать, что предложенный прогноз не совсем оправдался, так как уровень потребления значительно отличается от спрогнозированного. Хочется отметить, что это не является плохим результатом, так как спрогнозировать рост потребления ОРВ не просто. Такие задачи всегда имеют границы допуска, и чем прогнозируемый срок больше, тем и границы должны расширяться. Накопленный опыт дает нам

возможность более подготовлено подойти к задаче и попробовать решить ее более точно.

Динамика количества потребляемых озоноразрушающих веществ в Казахстане

Прежде чем перейти непосредственно к описанию прогноза потребления ОРВ, необходимо рассмотреть их динамику за последнее время. На эти оценки во многом можно опираться при прогнозировании, такие данные дают возможность оценить уровень потребления в прошлом, даже для веществ, которые сейчас уже не могут потребляться. Однако уровень спроса в секторах остается почти таким же и это нам дает возможность примерно оценить верхнюю границу потребления ОРВ [11, 12, 25]. Понятно, что тип применяемых веществ меняется, однако необходимость в них не уменьшается (при условии, только, что мы полностью не сменили оборудование на более современное) [29].

На рис. 2 можно видеть динамику потребления ОРВ с 1998 по 2007 гг. Рисунок очень показательно демонстрирует нам реализацию Монреальского протокола на территории Республики Казахстан. В первую очередь четко видно, что начиная с 2004 года, Республика перестала потреблять ОРВ Приложений А и В. Хотя процесс для Казахстана на переходные вещества затянулся, тем не менее он осуществляется. В оригинале мы должны были отказаться от этой группы веществ еще 1996...1998 годах. Однако период становления экономики, переход на новые экономические ориентиры не дал возможности уложиться в указанные сроки [25].

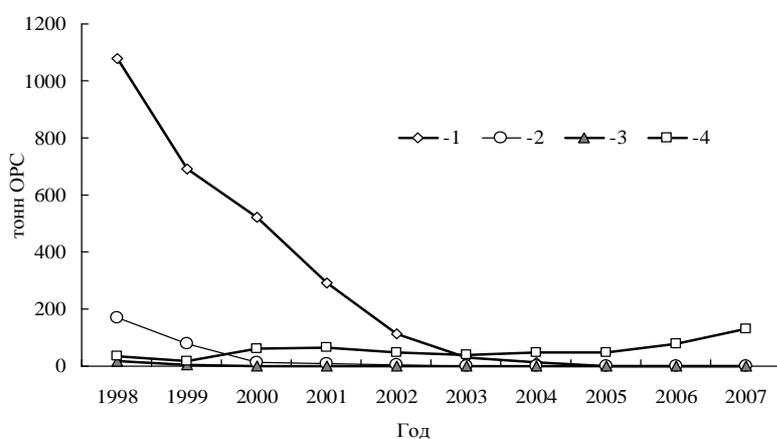


Рис. 2. Объем потребления озоноразрушающих веществ в Казахстане за 1998...2007 гг. 1 – ОРВ Приложения А группы 1; 2 – ОРВ Приложения А группы 2; 3 – ОРВ Приложение В; 4 – ОРВ Приложения С и Е.

Рисунок наглядно демонстрирует, как менялась ситуация за последние десять лет на рынке ОРВ. Кроме того, рисунок показывает, что изменилось с момента отказа от ОРВ Приложений А и В в 2004 году. Можно видеть, что роль переходных веществ, начиная с 2000 года начала расти. Однако, даже после полного отказа от применения упомянутых веществ резкого спроса на вещества Приложения С не происходит. Это может быть связано с множеством причин, в первую очередь с проблемами технического характера. Сегодня, к сожалению, нет такого вещества, которое могло бы полностью заменить во всех секторах, фреоны 11 и 12. Не зная техникоэксплуатационных характеристик новых веществ, многие фирмы не определились окончательно с выбором.

Во-вторых, за время экономических реформ в девяностые годы, многими предпринимателями закупалась новая техника, которая уже изначально была заряжена переходными веществами, а, кроме того, соответствовала международным требованиям изготовления. Получается, что спрос пока не возрос из-за относительно нового оборудования, которое эксплуатируется в коммерческом секторе.

Третья причина такого положения, может быть присутствие на рынке и сфере услуг нелегального фреона, который не попадает под контроль официальной статистики, но, тем не менее, присутствует. Это еще подтверждается и тем выводом, что после 2004 года, когда Казахстан полностью отказался от эксплуатации запрещенных веществ, спрос на переходные вещества во всех секторах, возрос не значительно [11, 12, 26].

Четвертой причиной такой ситуации может быть, неверные статистические данные на период 1998 года, со значениями которого мы проводим сравнения. Есть вероятность, что эти данные по какой-либо причине были сильно завышены, либо совершена методологическая ошибка в расчетах. Вероятность этого маловероятна, однако полностью исключать ее не следует.

В качестве пятой причины можно предположить, что после внедрения некоторых программ на территории республики, разъяснительной работы, которая велась среди поставщиков оборудования и технического персонала, возросла роль отработавшего фреона. Возможно, что предприятия намеренно скупают старое холодильное оборудование, из которого можно извлечь не только медь в качестве цветного металла, но и оставшийся фреон. Ведь после отчистки, от масел и других примесей, возможно, его повторное использование. К сожалению, мы не обладаем на сего-

дняшний день реальной обстановкой на рынке фреонов, но если это так, то мы можем видеть действие Государственных программ в жизни.

На рис. 3 представлено распределение потребления ОРВ по секторам. Можно видеть, что соотношения потребления меняется от года к году незначительно, однако в сумме количество потребленных веществ могут меняться заметно. Кроме того, что несколько повысился спрос в последние два года. Это можно объяснить тем, что в стране уже имеется достаточное количество оборудования, работающего на переходных веществах. Поскольку процент такого оборудования год от года будет расти, то можно ожидать увеличение спроса и на хладагенты Приложения С.

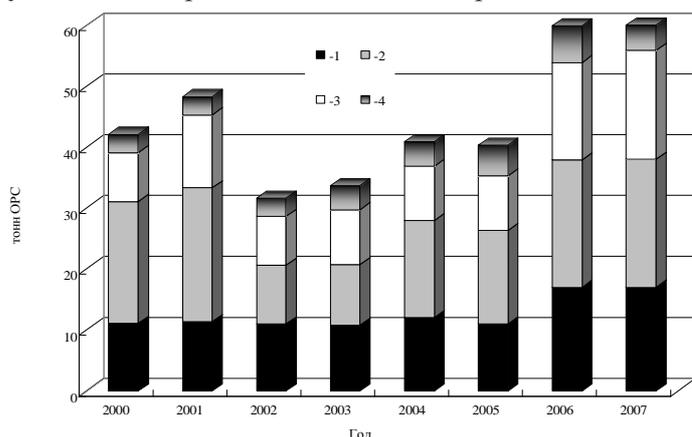


Рис. 3. Распределение потребления ОРВ Приложения С в Казахстане по секторам. 1 – холодильники и морозильники; 2 – коммерческие холодильники; 3 – стационарное кондиционирование; 4 – мобильные.

Распределение внутри секторов может существенно измениться. Сегодня, приобретая бытовые холодильники, покупателя мало заботит, какой хладагент используется в его работе. Потребителя в первую очередь может интересовать уровень потребления энергии, срок гарантии и эксплуатационные качества. Поэтому здесь вполне могут быть использованы переходные вещества, что собственно и происходит [2, 3, 14, 29].

В других же секторах, где оборудование само по себе оценивается высоко, есть большая вероятность, что покупатели уже сейчас стали обращать внимание какой хладагент используется. Ведь не за горами перспектива полного отказа от использования переходных веществ. Оказаться в ситуации, когда оборудование есть, а заправить его будет нечем, никому не хочется. Безусловно, есть вариант выбора других веществ, которые не

совсем будут отвечать всем эксплуатационным требованиям, что повлечет за собой потери КПД, а, следовательно, финансовые потери [2, 3, 14, 29].

Так как Казахстан официально отказался от использования веществ Приложения А и Приложения В, то остановимся немного подробнее на переходных веществах и бромистом метиле [17, 18, 25].

На рис. 4 представлены данные потребления переходных веществ и бромистого метила за период с 2000 по 2007 года.

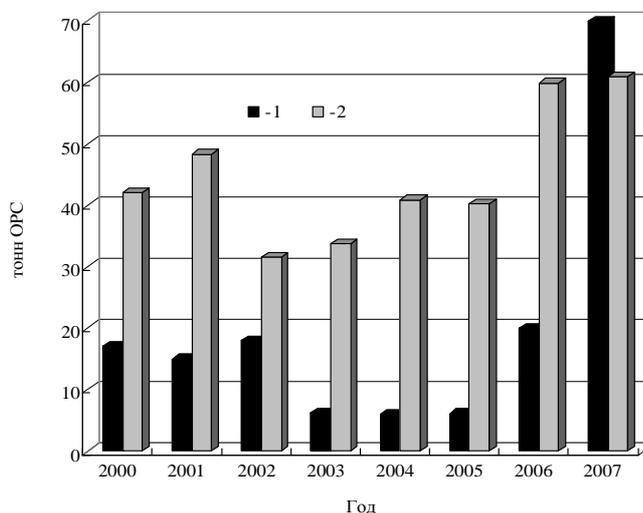


Рис. 4. Уровень потребления ОРВ Приложения Е (1) и Приложения С (2).

Можно видеть, что соотношение потребления веществ год от года разное. В большинстве своем, если ОРВ Приложения С имеет тенденцию постоянного роста, то количество потребляемого бромистого метила напрямую зависит от урожайности зерновых. Это наглядно демонстрирует 2007 год, когда уровень потребления бромистого метила резко возрос и перекрыл уровень потребления переходных веществ. Резкий рост потребления бромистого метила связан с высокой урожайностью зерновых культур в Казахстане в 2007 г. В первую очередь этому способствовала погода. 2007 год по данным гидрометслужбы оказался очень влажным. Главную роль сыграли осадки, выпавшие в вегетационный период – весной и летом. В результате в стране был получен большой урожай. Так как по правилам международной торговли перед транспортировкой зерно необходимо обработать в карантинных целях бромистым метилом, то естественно, что большие объемы зерна требуют больших объемов обрабатываемого аген-

та. На рис. 5 представлен график потребления бромистого метила и урожайность зерновых культур в Казахстане.

Можно видеть, что увеличение урожайности ведет к увеличению спроса на бромистый метил, однако зависимость не всегда линейная. Видимо хозяйства, которые занимаются торговлей зерновых культур, имеют всегда небольшой запас бромистого метила и используют его по мере необходимости. Период с 2003 по 2005 гг. наглядно это показывает. Количество зерновых было достаточным, а количество потребляемого бромистого метила было меньше, чем в предыдущие годы. Однако в 2007 году при довольно большом урожае, количество бромистого метила, было потреблено в количестве, равном потреблению, за пять предыдущих лет. Это, скорее всего, связано с неустойчивым положением правовой базы для закупок в нужном количестве агента, хозяйства приобрели бромистый метил впрок. Так как в стране в связи с лицензированием веществ, попадающих под Монреальский протокол, существенно усложнился процесс закупки агента. Кроме того, существует вероятность, что продажа бромистого метила в Казахстан будет ограничена из-за отсутствия ратификации одной из поправок. К сожалению правила Монреальского протокола таковы, что страны ратифицировавшие протокол, не могут продавать и покупать ОРВ в странах, не подписавших его. Этот факт накладывает ограничение в выборе поставщика агента, а значит и цены за него.

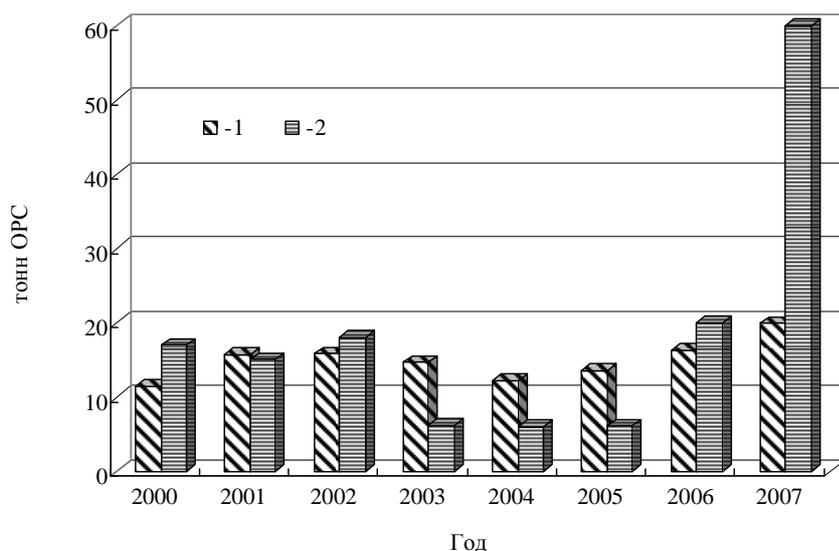


Рис. 5. График потребления бромистого метила и производство зерновых культур за 2000 по 2007 гг. 1 – производство зерновых культур, млн. т; 2 – потребление бромистого метила, т ОРС.

График потребления бромистого метила в Казахстане. В основу прогноза потребления бромистого метила закладывалась информация об уровне ожидаемого производства зерна в сельском хозяйстве. Это делалось из соображений того, что основным потребителем этого вещества является сельское хозяйство, которое использует его для карантинной обработки почв, урожая перед транспортировкой и т.д. Кроме того, авторы намеренно ограничили себя 2015 г. Это объясняется рядом причин, во-первых, это некоторый экономический рубеж в Стратегии 2030, и многие государственные программы имеют срок окончания именно к этому сроку. Еще одним предиктором времени послужил срок, оговоренный во многих международных документах, о сокращении потребления переходных веществ, 2015 год в них оговаривается особо, и является некоторым рубежом в осуществляемых программах и оценках к ним.

Оптимистичный сценарий. При оценке оптимистичного сценария (рис. б) линия на графике представлена пунктиром. Автор исходил из предположений, что аграрный сектор будет развиваться согласно Государственной программе развития сельских территорий Республики Казахстан на 2004...2010 годы. Сюда будут поступать инвестиции, заменяться техника, меняться технологии. В этом случае количество произведенных зерновых культур заметно увеличится, и в этом случае даже урожай 2007 года с объемом в 19921 тыс. т не будет пределом. Кроме того, ожидалось, что не только будут увеличены площади под посев зерновых культур, но и произведена технологическая перестройка посева и сбора урожая, что должно было, по мнению автора, привести к повышенному сбору зерновых культур. Одним из главных стимулов к увеличению объемов выращивания зерна, является его большая стоимость на мировом рынке и высокое качество казахстанской пшеницы, благодаря климатическим условиям.

Согласно этому сценарию потребление бромистого метила вырастет минимум в два раза по сравнению с 2002 г. (в этот год потребление составило около 20 т ОРС) и составит не менее 55...60 т ОРС к 2015 г. Как уже говорилось, к обработке зерновых будут применяться усовершенствованные технологии, которые без потери качества, смогут существенно снизить потребление бромистого метила. По этой причине ожидается, что даже при увеличении объема зерновых, количество потребляемого бромистого метила к 2015 году не превысит планку 2007 г. К сожалению, не стоит забывать и о климатических факторах, которые коренным образом могут повлиять на количество урожая, а, соответственно, на желание фермеров заниматься этой культурой.

Пессимистичный сценарий. При оценке пессимистичного сценария (рис. 6) автор исходил из прогноза, который был представлен в отчете О.А. Глумовой. Этот прогноз был рассчитан с использованием климатической модели. Согласно результатам, объем урожая зерновых культур будет уменьшаться в республике год от года. Этому будут способствовать в первую очередь климатические характеристики: высокая температура, смещение сезонов, уменьшение объемов влаги, уменьшение количества осадков в вегетационный период и др. Безусловно, что в этом случае будет происходить уменьшение объемов урожая, а соответственно уменьшится приток инвестиций в эту область. Кроме того, может наблюдаться смена ориентиров в сельском хозяйстве, когда производством зерновых и других культур будет не выгодно заниматься по ряду экономических причин: стоимость топлива, большой износ техники, большая трудоемкость процесса. В этом случае фермерские хозяйства перейдут на другие виды деятельности, например, отгонное животноводство. Нельзя также не учитывать, что при смене деятельности произойдет отток людей из этой области в другие сферы хозяйствования.

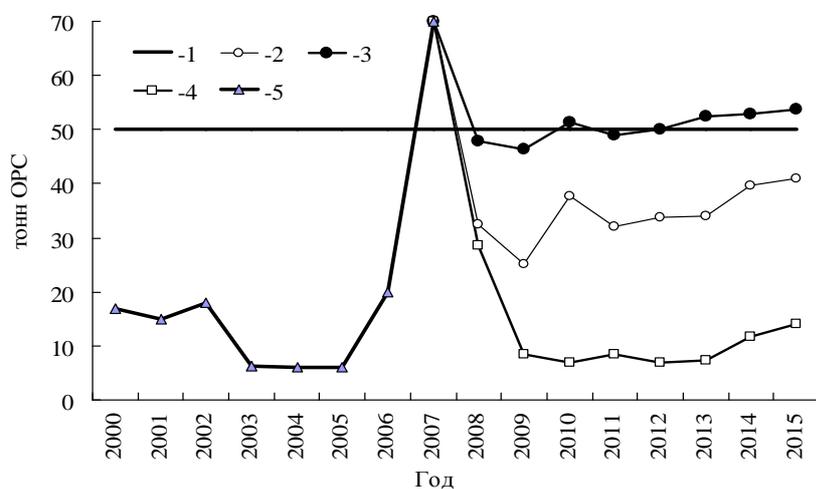


Рис. 6. Прогноз потребления бромистого метила до 2015 года. 1 – уровень потребления в 1998 г., 2 – базовый сценарий, 3 – оптимистичный сценарий, 4 – пессимистичный сценарий, 5 – потребления бромистого метила до 2007 г.

В результате действия всех упомянутых причин, в рамках пессимистичного сценария ожидается резкое уменьшение потребления бромистого метила с последующим небольшим ростом к 2015 году до уровня 12...15 т в год. Это сравнимо с периодом 2000...2002 года, когда среднее потребление составляло 15...17 т.

Базовый сценарий. При построении базового сценария [1, 10] (рис. б) автор предполагал, что сельское хозяйство будет развиваться теми темпами, что и в настоящее время. Аграрный сектор не будет использовать большие инвестиции, приток населения в эту сферу деятельности будет происходить медленно. Новые фермерские хозяйства будут заниматься большей частью отгонным животноводством, так как эта сфера не особо рискованная, при этом отдача происходит достаточно быстро. Здесь не требуется наличия специальной техники или промышленной базы.

Как можно видеть, в ближайшее время ожидается снижение потребления бромистого метила, до 20...30 т, а затем к 2015 г. ожидается увеличение потребления агента до 40...42 т в год. Это меньше на 10 т, чем его потребление в 1998 году, когда был произведен достаточно точный подсчет импортируемого вещества.

Все предложенные сценарии предполагают увеличение потребления бромистого метила, независимо от среднего уровня. Это обусловлено тем, что аграрный сектор не может быть ниже определенного уровня производства. В случае ухудшения ситуации, Правительство должно будет оказать этому сектору поддержку, так как население надо кормить. В другом случае при относительно больших оборотах, и средних прибылях ожидается прилив заинтересованных предпринимателей, которые смогут увеличить прибыль еще. Однако автор считает, что базовый сценарий является наиболее вероятным, так как считается, что сельское хозяйство рискованный вид вложений. Имеется множество природных факторов, которые очень трудно или невозможно вообще предугадать. Соответственно, здесь идет пока накопление опыта и капитала, которые затем будут реализованы.

График потребления ОРВ Приложения С. На рис. 7 представлен график прогноза потребления ОРВ в Республике Казахстан.

Согласно Шведскому сценарию, ожидается резкое уменьшение потребления ОРВ в ближайшее время. Причины такого снижения уже описаны, однако одним из определяющих критериев, несомненно, будет жесткий контроль потребления ОРВ со стороны государственных учреждений, систем штрафов и других наказаний (лишение лицензии), за систематическое улетучивание охлаждающих веществ в атмосферу. В этом случае ожидается, что владельцы такого оборудования будут вынуждены сменить технику, на более новую. Кроме того, утилизация старой техники будет происходить в специальных сервисных центрах, где будут соблюдены все процедуры по откачиванию самого фреона и масел которые в них имеются.

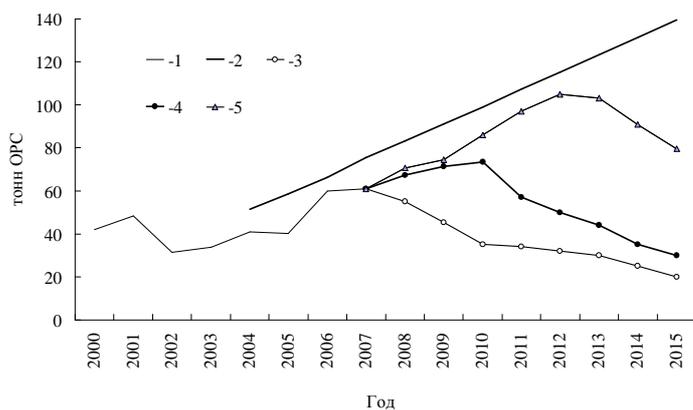


Рис. 7. Прогноз потребления ОРВ Приложения С до 2015 г. 1 – ОРВ Приложение С, 2 – ВВП, 3 – прогноз сокращения потребления ОРВ по сценарию Стокгольмского института холода, 4 – прогноз сокращения потребления ОРВ по сценарию TEAP, 5 – прогноз сокращения потребления ОРВ по базовому сценарию.

В числе прочих мер по снижению потребления, предусматривается отказ от сервисного обслуживания техники, содержащей вещества Приложений А и В, и частичный отказ от техники содержащий переходные вещества, одним из основных критериев такого отбора будет год выпуска оборудования или страна-производитель [3, 4, 14, 29, 30].

Как ожидается, такие меры могут привести к резкому снижению потребления – с 60 до 35 т в течение двух лет, а затем к 2015 г. уровень потребления снизится еще до 15...20 т в год, с последующим уменьшением до полного отказа от переходных веществ.

По второму сценарию, представленному на рис. 7, разработанному Группой экспертов по техническому обзору и экономической оценке (ТЕАР), можно видеть, что с настоящего периода и до 2010 г. ожидается рост потребления ОРВ до 75 т в год. Затем при внедрении ряда мер, предложенных ТЕАР, ситуация начнет меняться, и количество потребляемого ОРВ будет планомерно уменьшаться, и к 2015 г. составит около 30 т в год. В дальнейшем ожидается, что в случае благоприятного стечения обстоятельств, этот уровень будет занижен еще минимум в два раза, и полный отказ от переходных веществ произойдет в 2035 г.

Это более мягкий по сравнению со Шведским сценарием вариант перехода на озонобезопасные вещества и технологии, основным его достоинством является задержка резкого перехода на новые вещества, это даст возможность многим фирмам определиться с выбором хладагента, а

также оборудования. Еще одним важным критерием для использования этой задержки во времени для Казахстана станет какое-нибудь научное открытие, новое вещество, которое сможет удовлетворить мировое сообщество по своим качественным показателям, а главное, будет применимо в устаревшем оборудовании.

Третий сценарий, который представлен на рис. 7, является Базовым. Как уже отмечалось, при его построении учитывались Государственные среднесрочные программы, кроме того, основным предиктором была ситуация на рынке в настоящий период времени. Третьим критерием здесь был рост ВВП, а также другие моменты. Как видно на рис. 7, по базовому сценарию ожидается потребление переходных веществ в 2012 г до 105...107 т в год. Затем по причине уменьшения производств подобных веществ в развитых странах, и затруднения в его покупке, осложнении аргументации в Секретариат по обоснованному росту потребления, Правительством будет предпринят ряд мер, которые начнут уменьшать количество потребляемого ОРВ. Ожидается, что к 2015 г. потребление составит около 80 т в год. В целом это на много больше, чем по двум предыдущим сценариям, однако по оценке автора этот вариант развития событий вполне уместен и более приближен к реалиям, чем, допустим, Шведский сценарий.

Безусловно, нельзя сказать, что Базовый сценарий является лучшим из всех предложенных. Однако, учет местной специфики, рост темпов производства, переоборудование предприятий, требует значительных средств и квалифицированных специалистов, поддержки отечественного производителя – все это может обойтись в большие деньги, и этот процесс значительно затянется во времени, со значительным ростом спроса на переходные вещества.

Кроме общей оценки уровня потребления переходных веществ, в ближайшей перспективе, необходимо рассмотреть вопрос об использовании таких веществ внутри секторов. Сразу отметим, что оценка потребления бромистого метила по секторам рассматриваться не будет, так как основным потребителем его является сельское хозяйство, а в остальных секторах уровень его использования настолько не значителен, что он не делает «погоды» в общем уровне потребления.

На много интереснее дело обстоит с веществами Приложения С. Здесь, как уже отмечалось, согласно сценариям, может иметь место значительное перераспределение потребления внутри секторов. Необходимо подчеркнуть, что как уже говорилось выше, Шведский сценарий, как наи-

менее реализуемый нами не рассматривался. По этой причине модель потребления была построена только для двух сценариев: Базового и ТЕАР.

На рис. 8 можно видеть влияние мер по сокращению ОРВ, на потребление внутри секторов. Как можно видеть, основным потребителем переходных веществ остается коммерческий сектор, так как именно здесь имеются относительно небольшие деньги. Ожидается, что в ближайшем будущем, пока не будут до конца определены новые озонобезопасные вещества, отвечающие всем требованиям, будет расти потребление. В дальнейшем ожидается, что этот сектор может одним из первых среагировать на разработку новых веществ и, соответственно, оборудования. В этом случае при достаточно благоприятных условиях, этот сектор может первым выйти из числа использующих ОРВ.

На втором месте, время от времени меняясь местами, стоят в объеме потребления бытовые холодильники и кондиционеры воздуха. Ожидается, что здесь быстрого сокращения не произойдет, так как это зависит от наличия техники на складах, среднего срока эксплуатации оборудования и предложения на рынке и т.д. Возможно, что при благоприятных условиях, к 2015 г. произойдет частичная замена этого оборудования в частном секторе. Кроме того, при внедрении определенных мероприятий на внутреннем рынке Правительством, оборудование с переходными хладагентами вообще исчезнет из продажи. В этом случае потребитель будет покупать лишь новую технику с одобренными хладагентами. Соответственно, в скором времени на эти же вещества перейдут и сервисные службы.

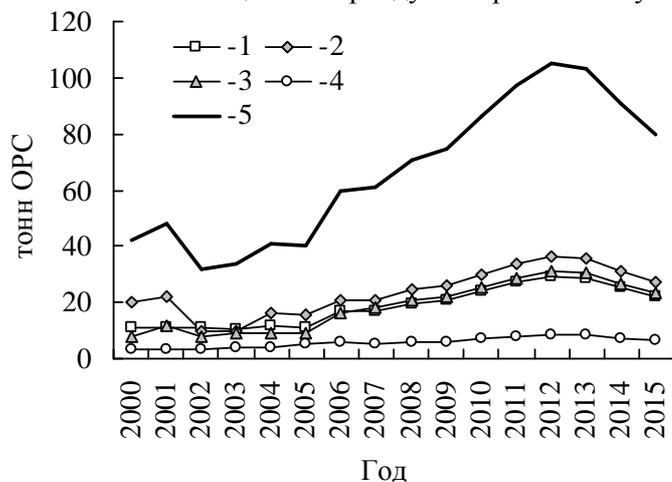


Рис. 8. Сценарий потребления ОРВ Приложения С по ТЕАР.
 1 – холодильники и морозильники, 2 – коммерческие холодильники,
 3 – стационарное кондиционирование, 4 – мобильные, 5 – сумма.

Мобильные источники являются одними из главных потребителей ОРВ. Однако ситуация в этом секторе изменится незначительно. Это, прежде всего, касается железнодорожного транспорта. Производить обслуживание одного парка вагонов разными веществами и оборудованием не выгодно. Скорее всего, этот сектор будет выжидать появления новых одобренных веществ, и поддерживать старые вагоны на имеющемся хладагенте. Однако при смене железнодорожного состава этот момент будет учитываться. В автомобильных рефрижераторах вопрос стоит более жестко, так как любые меры по сокращению будут влиять на их владельцев. Большая часть такой техники находится в частных, небольших компаниях. К сожалению, здесь ожидается также использование переходных веществ, которые смогут работать до конца эксплуатации подвижного состава. А уже при смене техники, которая здесь происходит относительно быстро: раз в семь – десять лет, вопрос с безопасными веществами однозначно будет учитываться. Кроме того, отдельно стоит вопрос обслуживания такой специфической техники.

Таким образом, наиболее подверженным к сокращению является рынок коммерческого оборудования. Так как уровень потребления здесь наибольший, то и меры сокращения, ожидающие этот сектор тоже большие. Наиболее взвешенным должен быть подход к мерам по сокращению в мобильном секторе.

Согласно Базовому сценарию, (рис. 9) ожидается, что уровень потребления ОРВ по секторам будет плавно расти до 2012 г., а затем начнет уменьшаться. Особых перемен внутри секторов не ожидается. Другими словами, процентное участие каждого сектора при общем росте потребления ОРВ не изменится. Ожидалось, что потребители ОРВ будут на определенном этапе использовать переходные вещества, а затем при складывающемся общем дефиците их на внешнем рынке переходить на озонобезопасные заменители.

При таком положении дел, участие государства в регулировании будет сводиться к постепенному снижению объема закупаемых веществ. Предпосылки к такому положению событий уже имеются. В частности крупнейший поставщик ОРВ в средней Азии – Китай полностью отказался с 1 июля 2007 года от производства фреонов и галлонов. По этой причине на рынке, безусловно, очень скоро может возникнуть дефицит переходных веществ. Еще одним моментом к такому шагу может послужить новая энергетическая программа Правительства. В частности, при запрете ис-

пользования оборудования с повышенным энергопотреблением в холодильном секторе. В этом случае под запрет может попасть все устаревшее оборудование, которое является основным потребителем таких веществ. Такой шаг позволит быстро перейти на новое оборудование, которое будет потреблять озонобезопасные вещества.

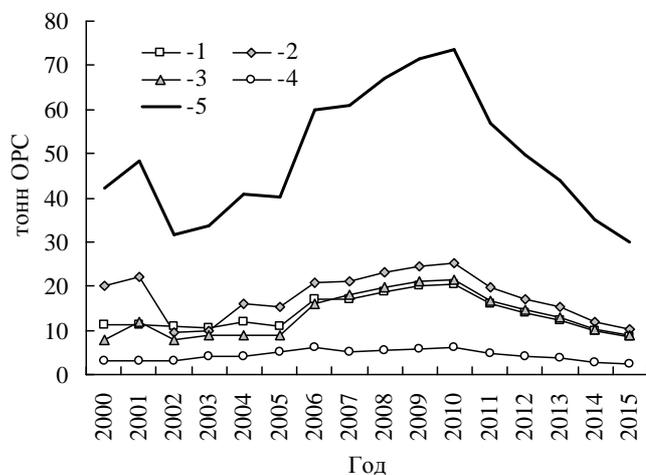


Рис. 9. Сценарий потребления ОРВ Приложение С по Базовому сценарию. 1 – холодильники и морозильники, 2 – коммерческие холодильники, 3 – стационарное кондиционирование, 4 – мобильные, 5 – сумма.

К сожалению, такой шаг будет очень болезненным для экономики страны и может кардинальным образом отразиться на росте ВВП. Кроме того, этот шаг может остановить многие производства вообще, и негативно отразиться на социальной напряженности в стране.

В любом случае сокращение потребления ОРВ является необходимым и вынужденным шагом. Отказ от использования ОРВ будет обязательным. Имеет смысл более внимательно отнестись к этому вопросу, так как в противном случае возникшие экономические трудности могут серьезнейшим образом отразиться на всем развитии Казахстана [16, 17, 27].

Неопределенности. По оценке автора, различия по группам веществ, уровень потребления внутри секторов, которые в сумме составляют 10...25 %. Эти цифры получены из анализа потребления хладонов за 2000...2007 гг [24, 25]. Аппроксимируя их потребление параболой, можно видеть, что отдельные величины потребления отклоняются от этой линии на 20...25 % или на 10 т. Это и есть возможная погрешность прогноза. Причина таких колебаний была объяснена. Для отдельных моментов прогноза, различия могут быть значительно большими. Это объясняется не учтенными

ми данными в расчетах, огромной территорией, разными климатическими зонами, имеющимися в рамках одного государства, применяемым оборудованием и т.д. Без сомнения, при надлежащем уровне требований к исходной информации, уровень неопределенности может быть снижен для упомянутых моментов, однако погрешность оценки общего прогноза фактически останется без изменения. В процентном отношении при увеличении потребления до 100 т/год погрешность может быть снижена до 8...10 %.

Безусловно, что предложенные сценарии могут иметь недостатки. Однако они могут оказать большую помощь при разработке дальнейших действий правительства для достижения условий, оговоренных в рамках Монреальского протокола.

Кроме того, сегодня, когда речь идет о закупках переходных веществ, с одной стороны, и установившимся лимитом страны с другой, это дает возможность скоординировать действия: оценить потолок закупок таких веществ, переориентировать потребителей, оживить сектор по переработке веществ оставшихся в устаревшем и не используемом оборудовании, продлить срок службы техники в секторах, где есть острая нехватка в этих веществах [24, 25].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 1998.
2. Баранник В.В., Маринюк Б.Т., Овчаренко В.С., Афонский В.П. Новый хладоноситель, особенности и перспективы применения. // Холодильный бизнес. – 2001. – №1.
3. Генель Л.С, Галкин М.Л. Состояние и тенденции развития европейского рынка хладоносителей. // Холодильный бизнес. – 2006. – №12.
4. Глобальное потепление: позиция Международного института холода // Холодильная техника. – 2005. – № 4.
5. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
6. ГОСТ 28084-89. Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия.
7. ГОСТ Р ИСО-14001-98 Системы управления окружающей средой. Требования и руководства по применению. – М: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 24 с.

8. ГОСТ Р ИСО-14004-98 Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 37 с.
9. Изменяющийся озоновый слой / Румен Божков – ВМО и ЮНЕП, 1995. – 32 с.
10. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. - 560 с.
11. Казахстан в цифрах. Статистический ежегодник. Агентство Республики Казахстан по статистике. –2011 г. -Астана.
12. Казахстан сегодня. Статистический ежегодник. Агентство Республики Казахстан по статистике. –2011 г. -Астана.
13. Калнинь И.М., Катерухин В.В., Савицкий И.К., Смыслов В.И., Шаталов В.В. Переход на озонобезопасные хладагенты в условиях России. // Холодильная техника. – 1997. – №1.
14. Калнинь И.М., Смыслов В.И., Фадеков К.Н. Оценка перспектив применения экологически безопасных хладагентов в бытовой холодильной технике. // Холодильная техника. – 2001. – № 12.
15. Крюкова В.П. Озоновый слой и Монреальский протокол. // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 3. – С. 18-24.
16. Меры по охране озонового слоя – ЮНЕП, Секретариат по озону. – 1996. – 19 с.
17. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. – ЮНЕП, Секретариат по озону. – 2000. – 55 с.
18. Национальный доклад по Венской конвенции об охране озонового слоя и Монреальскому протоколу по веществам разрушающим озоновый слой за 2008 г. МООС РК. Астана, 2009. - 27 с.
19. О среднесрочном плане социально-экономического развития Республики Казахстан: Постановление Правительства РК от 31.08. 2004 № 917.
20. Об охране окружающей среды: Закон РК от 15.06.1997 № 160.
21. Об утверждении перечня экологически опасных видов хозяйственной деятельности и Правил их обязательного государственного лицензирования: Постановление РК от 08.01.2004 № 19 // Казахстанская правда от 11.02.2004 г. № 28 САПП Республики Казахстан, 2004 г. № 1. ст 10.
22. Об утверждении Правил организации и ведения Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов: Постановление Правительства РК от 27.06. 2001 № 885.

23. Охрана озонового слоя и глобальной климатической системы./Вопросы, связанные с гидрофторуглеродами и перфторуглеродами. / Доклад МГЭИК и ТЕАП. ВМО, 2005. – 88 с
24. Оценка влияния физических и химических процессов на озоновый слой земли, а также изменение состояния озонового слоя, особенно изменение ультрафиолетового, солнечного излучения на здоровье человека и другие живые организмы, на климат, на природные и искусственные материалы, используемые человеком: Отчет о НИР, заключительный / КазНИИЭЖ МООС – Алматы, 2007 г – 195 с. – Отв. исполн. А.В. Чередниченко
25. Оценка современного развития секторов потребителей озоноразрушающих веществ и их воздействие на озоновый слой и изменения климата. Возможности адаптации секторов к мерам, принимаемым для выполнения обязательств по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающих озоновый слой Отчет о НИР, заключительный / КазНИИЭЖ МООС – Алматы, 2010 г – 197 с. – Отв. исполн. А.В. Чередниченко
26. Промышленность Казахстана и его регионов. Статистический сборник. Агентство Республики Казахстан по статистике. –2011 г. -Астана.
27. Руководство по международным договорам в области охраны озонового слоя – Секретариат по озону, ЮНЕП, 2000. – 432 с.
28. Руководство по представлению данных в рамках Монреальского протокола – Многосторонний Фонд для осуществления Монреальского протокола, ЮНЕП, 1999. – 114 с.
29. Цуранов О.А., Крысин А.Г. Холодильная техника и технология / Под ред. В.А. Гуляева. – СПб.: Лидер, 2004. – 448 с.
30. Zafer Ure. Benefits that flow from secondary systems. // Refrigeration and Air Conditioning, 2000. – July. – P. 32- 36.

КазНИИЭЖ, г. Алматы

ОЗОН БҮЛДІРГІШ ЗАТАРДЫ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚОЛДАНУЫН БОЛЖАУ

Геогр. ғылым. докторы А.В. Чередниченко

Мақалада озон бүлдіргіш заттарды Қазақстанның пайдалану тенденциясы қарастырылады. 2015 жылға дейінгі озон бүлдіргіш заттар секторларын қолданудың бірнеше сценарилері келтірілген. Жақын болашақта осы секторларды Монреальді Протокол Қосымшалары шарттарымен ратификациялағанда не күтеді.

УДК 551.515: 532.5.18

СКОРОСТЬ ЧАСТИЦ И ПРОФИЛЬ РАСХОДА МАССЫ ПЕСКА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ВЕТРОПЕСЧАНОГО ПОТОКА

Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов

Исследование средней скорости частиц песка u_p в пограничном слое ветропесчаного потока показало, что на уровне 1 см u_p достигает 0,3...0,6 значения скорости потока воздуха, линейно возрастая с высотой. На высоте 6 см u_p уже достигает значений 0,74...0,86 скорости потока. Профиль расхода массы песка в этом слое имеет вид приподнятой над поверхностью струи и описывается двумя функциями: до высоты $z_1 = 2...3$ см –

$$q(z) = \text{число} \cdot q_{\max} \cdot \left(\frac{z - z_0}{x_0}\right)^b \cdot \exp\left(-\alpha \cdot \frac{z - z_0}{x_0}\right) \quad \text{и выше –}$$

$q(z) = q_1 (z/z_1)^{-\beta}$, где q_1 – расход песка на уровне z_1 , q_{\max} – максимальный расход на оси струи; α , β , b – числовые параметры; z_0 – параметр шероховатости и x_0 – средний геометрический размер частиц песка на поверхности.

После превышения критического значения скорости ветра, песок на поверхности приходит в движение. Перемещение частиц песка в потоке воздуха в приповерхностном пограничном слое происходит скачками (сальтацией) по определенным траекториям, параметры которых определяются размером частиц и динамическими характеристиками воздушного потока. При падении частицы передают свое количество движения другим, лежащим на поверхности песка, частицам, вызывая их лавинообразное вовлечение в поток.

Частицы песка во время своего движения по траектории полета отстают от потока воздуха. Это физическое явление напоминает отставание (скольжение) ротора асинхронного двигателя от вращающего его электрического поля. Поэтому назовем и эффект отставания частиц песка от потока воздуха «скольжением» и далее будем пользоваться этим термином.

Лишь на высотах свыше 1...2 м скорость частиц песка уже можно считать, равной скорости ветра или очень близкой к ней. Здесь переносятся уже частицы значительно меньшего размера, и преобладают процессы турбулентной диффузии.

Скольжение частиц песка в воздушном потоке

Изучение скорости движения и траекторий частиц песка имеет большое значение для понимания механизма взаимодействия воздушного потока с песчаными поверхностями, передачи импульсов силы от потока к поверхности, образования и движения эоловых форм микрорельефа. Эта информация необходима для построения моделей приповерхностного слоя ветропесчаного потока, в котором частицы песка перемещаются воздушным потоком со скоростями, меньшими, чем скорость воздуха. Исследования скоростей частиц песка имеет и большое прикладное значение для получения профилей твердого расхода песка при бурях, так как в этом слое ветропесчаного потока наблюдаются наибольшие значения концентрации частиц [1, 2, 7, 8].

Изучению траектории отдельно взятой сальтирующей частицы посвящено уже достаточно много работ как советских, так и зарубежных ученых. Наиболее полно рассмотрен процесс сальтации в работе Бютнер [1]. Рассматривая скорость частиц u_p при их движении вдоль траектории сальтации, она исследовала и отношение её к скорости разгоняющего их воздушного потока. Бютнер показала, что все элементы траектории частиц зависят от двух параметров: $\Gamma = w_0^2 / \sigma g d$ и безразмерной скорости $\tilde{u} = \bar{u} / w_0$. Величина \bar{u} – средняя скорость воздушного потока в слое от d (диаметр частицы песка) до высоты прыжка сальтирующей частицы h_p , w_0 – начальная вертикальная скорость вылета частицы, σ – отношение плотности частиц и воздуха, g – ускорение свободного падения. Для определения среднего квадрата относительной разности скорости потока и летящей частицы песка ею была получена формула

$$\frac{(\overline{u - u_p})^2}{\bar{u}^2} = \frac{1}{1 + \Gamma \tilde{u} \tilde{t}_n},$$

где \tilde{t}_n – полное время полета частицы по траектории, $u - u_p$ – разность скорости потока и частицы. Осреднение этой разности выполнено Бютнер

вдоль траектории частицы. Полученная по этой формуле зависимость отставания частицы от безразмерного параметра Γ показана на рис. 1.

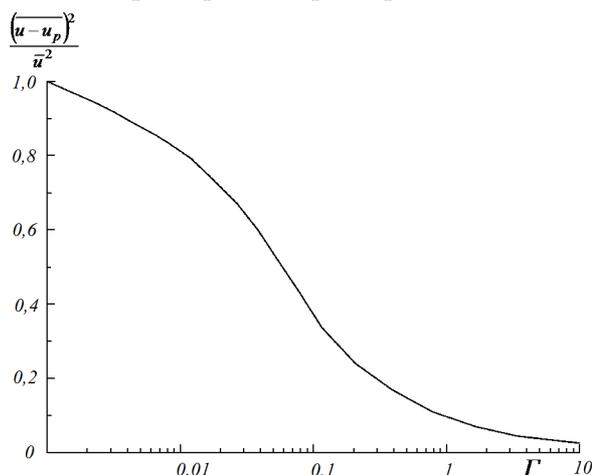


Рис. 1. Зависимость среднего квадрата относительной разности скорости потока и частицы от безразмерного параметра Γ по Бютнер [1].

Ветровой перенос песка начинается при значениях $\Gamma \approx 0,03$. При небольших значениях Γ частицы значительно отстают от разгоняющего их потока воздуха. С ростом Γ они летят с большими скоростями, но даже при значении $\Gamma > 1$ их отставание от воздушного потока ещё ощутимо.

Отметим возросший интерес к этому вопросу зарубежных ученых в последние два десятилетия [7, 8, 9]. Остановимся на результатах экспериментальных исследований, выполненных датскими учеными Расмуссеном и Соренсеном [9]. Они исследовали в пограничном слое аэродинамической трубы скорость сальтирующих монодисперсных кварцевых частиц очень крупного размера, характерного для прибрежных дюн Дании. Скорость частиц песка определялась лазерным доплеровским анемометром, скорость воздуха – приемником давления воздуха, соединенным с электронным микроанометром.

Расмуссен и Соренсен провели очень тонкие измерения с частицами размером 242 мкм при четырех значениях динамической скорости потока в интервале от 0,27 до 0,68 м/с и при трех – для частиц размером 320 мкм. В результате они получили изменение с высотой отношения скорости воздуха u_z к скорости частиц u_p . Для решаемой нами задачи удобнее иметь зависимость от высоты переноса обратного отношения (коэффициента скольжения) $k_s = u_p/u_z$, которая построена нами по данным Расмуссена и Соренсена на рис. 2.

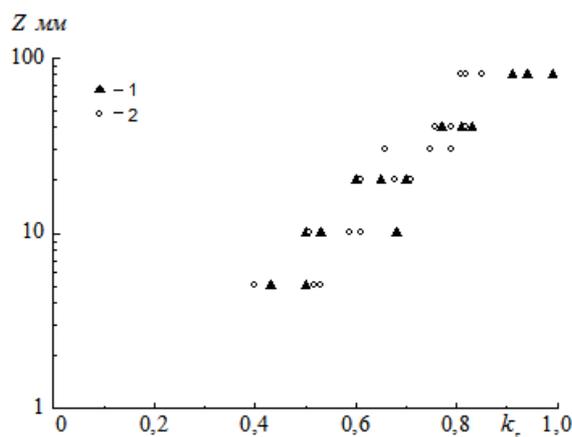


Рис. 2. Зависимость отношения $k_s = u_p / u_z$ от высоты переноса частиц при различных динамических скоростях и размере частиц: 1 – 242 мкм, 2 – 320 мкм по данным измерений Расмуссена и Соренсена [9].

На рис. 2 видно, что скорость частиц на высоте 0,5 см при динамической скорости $u_* = 0,27$ м/с (крайние левые точки графика) достигает всего 0,4 скорости воздуха. При больших величинах u_* , равных 0,56 и 0,68 м/с, скорость частиц на этом уровне не превышает 0,52...0,53 скорости ветра u_z . С увеличением высоты переноса частиц уменьшается и их отставание от потока воздуха. На уровне 5 см частицы летят уже со скоростями, близкими $0,8u_z$. На верхней границе пограничного слоя ветропесчаного потока на уровне 10 см скорость частиц достигает уже от 0,8 до 0,99 скорости потока воздуха u_z . Расмуссену и Соренсену удалось получить для искусственно выделенных монодисперсных частиц песка исключительно важные и интересные результаты.

К сожалению, реальный песок пустынь является не монодисперсной, а полидисперсной средой. Поэтому задачей наших исследований является получение профилей твердого расхода для полидисперсного песка пустынь в пограничном слое ветропесчаного потока. Для этого необходимо получить количественную оценку скольжения частиц реального песка с логарифмически нормальным распределением частиц по размеру. Ветропесчаный поток полидисперсного песка состоит из множества частиц твердой фазы потока различного размера, летящих даже на одном уровне с различными скоростями вследствие не только своего размера, плотности, но и местоположения на траектории движения. Исследовать такой поток методами лазерной доплеровской анемометрии пока невозможно. Для та-

кого неоднородного по скоростям потока частиц можно и нужно, по-видимому, получить средние по размеру и траектории коэффициенты скольжения $k_s = u_p/u_z$, используя другие методы исследований.

Как известно, массовая концентрация песка C_z в потоке и твердый расход массы песка q_z связаны между собой следующим равенством

$$q_z = u_p \cdot C_z.$$

Если измерить одновременно на одном уровне z средние значения концентрации и твердого расхода песка, то средняя скорость частиц песка на этой высоте получится простым делением этих двух физических величин

$$u_p = q_z/C_z.$$

Эксперименты по этому методу определения средней скорости частиц u_p , мы выполняли в аэродинамической трубе, измерения концентрации C_z делались на установке для её регистрации, подробно описанной в работах [4, 6].

Для измерения твердого расхода песка необходимо было иметь прибор для улавливания частиц песка на нужном нам уровне. За основу конструкции малогабаритного прибора была принята конструкция нашего пескоуловителя, много лет применявшегося для исследований переноса массы песка во время бурь в приземном слое атмосферы на метеорологических мачтах.

Малогабаритный прибор для измерения твердого расхода песка был изготовлен при сохранении геометрического подобия с большим пескоуловителем. Поэтому его систематические погрешности не должны быть больше, чем у полевого пескоуловителя. Внешний вид прибора представлен на рис. 3. Площадь его приемного отверстия равна 100 мм^2 , размер отверстия $5 \times 20 \text{ мм}$. Во время экспериментов твердый расход массы песка q_z определялся в слое высотой 5 мм в $\text{г} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ на выбранном нами уровне измерения.

Эксперименты по исследованию скольжения частиц песка выполнялись для четырех значений динамической скорости потока следующим образом. Измерения проводились на 6...7 уровнях пограничного слоя ветропесчаного потока. Перед началом эксперимента включалась аэродинамическая труба и устанавливалась нужная скорость потока. Затем продувка продолжалась до того момента времени, пока не формировалась поверхность с эоловой рябью, характерной для этой скорости, поток приближался к стационарному режиму взаимодействия с поверхностью песка. После этого

проводилось измерение профиля скорости ветропесчаного потока. Аэродинамическая труба выключалась, и пескоуловитель устанавливался на исследуемом уровне над песчаной поверхностью так, чтобы середина его приемного отверстия оказывалась на требуемой высоте.



Рис. 3. Малогабаритный уловитель песка над поверхностью песка в аэродинамической трубе.

Луч лазерного регистратора концентрации песка устанавливался на нужной высоте z . Средняя линия входного отверстия пескоуловителя находилась непосредственно за лучом лазера. Записывалась прозрачность стекла. После этого вновь включалась аэродинамическая труба на заданный интервал времени, и регистрировалось лазерное излучение, ослабленное частицами песка. После окончания заданного интервала времени аэродинамическая труба выключалась. Определялась уловленная пескоуловителем масса песка, переносимая на заданной высоте ветропесчаного потока, рассчитывалась концентрация и твердый расход песка. Пескоуловитель устанавливался на следующую высоту, и все измерения повторялись. По этой методике проведено три эксперимента при динамической скорости потока $u_* = 0,49$ м/с, $u_* = 0,72$ м/с и $u_* = 0,9$ м/с. Один эксперимент был выполнен над ровной поверхностью песка при $u_* = 0,53$ м/с в условиях начала формирования эолового микрорельефа дна. Он показал, что над эоловым микрорельефом концентрация и расход массы песка в 1,5 раза меньше, чем над ровной поверхностью. Результаты измерений и вычислений для крупного песка с логарифмически нормальной функцией распределения частиц по размерам с параметрами $x_0 = 172$ мкм, $\sigma_{\lg x} = 0,15$ [3] представлены в табл. 1 для четырех значений динамической скорости u_* и на рис. 4.

Таблица 1

Результаты экспериментов по определению средней скорости частиц песка и их коэффициента скольжения k_s ($x_0 = 172$ мкм, $\sigma_{lgx} = 0,15$)

Динамическая скорость $u_* = 0,49$ м/с

z , см	C , мг/см ³	q , г·см ⁻² ·с ⁻¹	u_p , см/с	u_z , см/с	k_s
1,6	0,247	0,054	217	540	0,40
2	0,175	0,043	244	580	0,42
3	0,062	0,023	373	610	0,61
4	0,035	0,014	406	650	0,62
5	0,024	0,011	461	680	0,68
6	0,015	0,008	544	705	0,77

Динамическая скорость $u_* = 0,53$ м/с

z , см	C , мг/см ³	q , г·см ⁻² ·с ⁻¹	u_p , см/с	u_z , см/с	k_s
1	0,569	0,095	167	550	0,30
2	0,265	0,066	245	645	0,38
3	0,138	0,054	387	700	0,55
4	0,078	0,035	449	730	0,61
5	0,037	0,019	502	760	0,66
6	0,0236	0,014	594	790	0,75

Динамическая скорость $u_* = 0,72$ м/с

z , см	C , мг/см ³	q , г·см ⁻² ·с ⁻¹	u_p , см/с	u_z , см/с	k_s
1	0,237	0,046	195	460	0,42
2	0,082	0,024	294	550	0,53
3	0,050	0,016	330	570	0,58
4	0,033	0,013	386	620	0,62
5	0,024	0,011	469	660	0,71
6	0,018	0,009	513	690	0,74

Динамическая скорость $u_* = 0,9$ м/с

z , см	C , мг/см ³	q , г·см ⁻² ·с ⁻¹	u_p , см/с	u_z , см/с	k_s
1	0,399	0,088	220	380	0,58
1,6	0,242	0,071	296	485	0,61
2	0,132	0,044	330	520	0,63
3	0,056	0,025	437	625	0,70
4	0,045	0,024	531	680	0,78
5	0,022	0,014	639	745	0,86
6	0,017	0,011	668	780	0,86

На рис. 4 видно, что с ростом динамической скорости ветропесчаного потока наклон профилей коэффициента скольжения частиц песка и их значения изменяются. Чем больше скорость потока, тем она круче, т.е. меньше интервал изменения коэффициента скольжения. При небольших скоростях потока частицы песка отстают от потока воздуха на нижнем уровне измерений очень значительно. Их средняя скорость составляет всего лишь около 30...40 % от скорости воздушного потока. На верхней границе пограничного слоя отставание уменьшается до 15...20 %. При боль-

ших скоростях воздуха частицы отстают от потока меньше, особенно на нижних уровнях. В ветропесчаном потоке при $u_* = 0,72$ м/с на высоте 1 см скорость частиц составляет 0,4...0,5 от скорости воздушного потока, при $u_* = 0,9$ м/с – 0,6 от скорости воздуха. На верхней границе пограничного слоя ($z = 6$ см) скорость частиц в обоих случаях близка к 0,8 (0,75...0,85) скорости потока воздуха. Эти же значения скоростей частиц песка получены у Рассмусена и Соренсена для уровня 5 см. Анализ рис. 2 и рис. 4 показывает, что значения k_s в наших экспериментах близки к результатам Рассмусена и Соренсена.

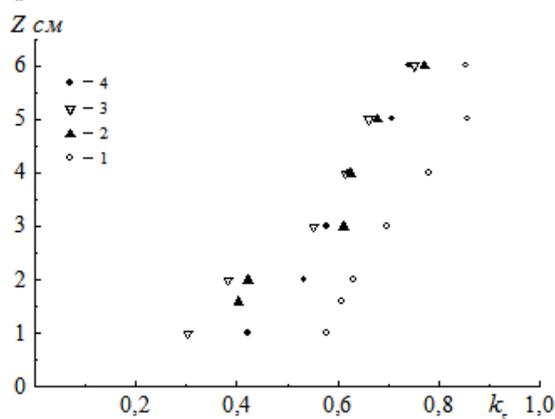


Рис. 4. Изменение с высотой коэффициента скольжения частиц песка $k_s = u_p / u_z$ по результатам всех четырех экспериментов при различных значениях динамической скорости: 1 – $u_* = 0,9$ м/с, 2 – $u_* = 0,53$ м/с, 3 – $u_* = 0,49$ м/с, 4 – $u_* = 0,72$ м/с.

Очевидно, что для практического применения необходимо получить аналитические зависимости для профилей средних коэффициентов скольжения частиц при различных значениях u_* , которые более удобны при проведении вычислений. Поэтому для четырех значений динамической скорости потока, при которых были выполнены наши измерения, получены линейные уравнения с высоким значением коэффициента корреляции r , позволяющие получать значения средней по размерам и по траектории скорости полета частиц реального пустынного песка на различных уровнях пограничного слоя ветропесчаного потока. Эти уравнения представлены ниже:

$$\begin{aligned}
 u_p &= u_z (0,29 + 0,08z), \quad \text{для } u_* = 0,49 \text{ м/с}, \quad r = 0,96 \pm 0,04 \\
 u_p &= u_z (0,23 + 0,09z), \quad \text{для } u_* = 0,53 \text{ м/с}, \quad r = 0,98 \pm 0,03
 \end{aligned} \quad (1)$$

$$u_p = u_z(0,38 + 0,06z), \text{ для } u_* = 0,72 \text{ м/с, } r = 0,97 \pm 0,02$$

$$u_p = u_z(0,52 + 0,06z), \text{ для } u_* = 0,90 \text{ м/с, } r = 0,98 \pm 0,02.$$

Сопоставимость значения k_s с результатами Рассмусена и Соренсена говорит о перспективности принятого нами метода исследований скольжения частиц реального полидисперсного песка в ветропесчаном потоке. Но есть и отличие в полученных результатах. У датских ученых зависимость коэффициента скольжения от высоты является нелинейной функцией. У нас осреднение по большому ансамблю числа частиц различного размера и по различным участкам их траекторий привело к линейному виду функции $k_s = f(z)$. Причиной этого может быть как результат осреднения большого ансамбля размеров частиц, так и меньшая точность получения значений скорости частиц в наших экспериментах.

Твердый расход песка в пограничном слое ветропесчаного потока

Во время исследований скольжения частиц песка относительно потока воздуха, были измерены профили твердого расхода малогабаритным уловителем песка, перемещаемым по высоте ветропесчаного потока. На рис. 5 приведены графики твердого расхода песка в пограничном слое ветропесчаного потока в логарифмической системе координат, полученные нами с осреднением в несколько минут. Выше 2 см профили на рисунке аппроксимируются степенной зависимостью

$$q(z) = q_1 (z/z_1)^{-\beta}, \quad (2)$$

где q_1 – расход песка на уровне z_1 . В нашем случае $z_1 = 2$ см. Ниже уровня 1,6...2 см при больших скоростях потока экспериментальные точки начинают отклоняться от функции (2). Каким должен быть профиль расхода ниже 2 см? Определить его вид по измерениям пескоуловителем невозможно.

Для ответа на этот вопрос привлечем результаты наших измерений массовой концентрации песка в пограничном слое ветропесчаного потока [4, 5, 6]. Теперь, когда мы знаем изменение с высотой коэффициента скольжения частиц песка в потоке воздуха при различных значениях u_* , можно получить и профили твердого расхода, используя синхронно измеренные профили скорости воздушного потока и массовой концентрации

$$q(z) = u_p(z) \cdot C_z = k_s \cdot u(z) \cdot C(z).$$

Вычисление профилей твердого расхода проводилось в следующей последовательности. По значениям u_* и z_0 определялись значения скоро-

сти $u(z) = \frac{u_*}{K} \ln \frac{z}{z_0}$ для каждого уровня измерения массовой концентрации частиц. Коэффициент скольжения частиц k_s для этих же высот находился по наиболее подходящему его профилю по значению динамической скорости. Для расчетов они представлены в виде линейных уравнений (1), по которым k_s определялся для нужной высоты. По известным для каждого уровня значениям концентрации, скорости воздуха и коэффициенту скольжения вычислялась скорость частиц и твердый расход песка.

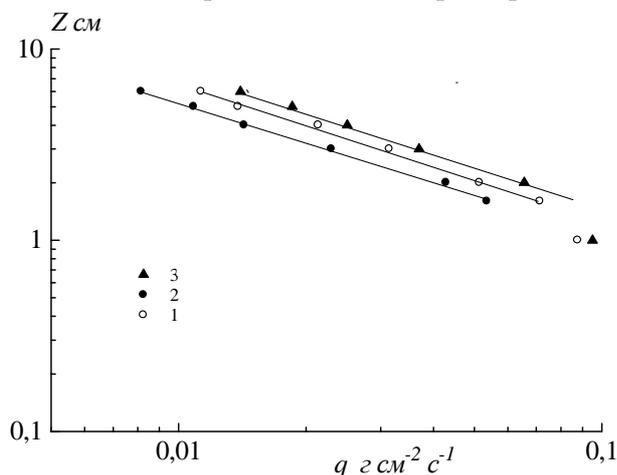


Рис. 5. Измеренные пескоуловителем профили твердого расхода песка в пограничном слое ветропесчаного потока при динамических скоростях: 1 – 0,72 м/с, 2 – 0,53 м/с, 3 – 0,92 м/с.

Начнем рассмотрение полученных этим методом профилей твердого расхода песка с больших значений динамической скорости потока. Он представлен на рис. 6 в виде точек. Струйный вид профилей, естественно, характерен не только для массовой концентрации песка в пограничном слое ветропесчаного потока [4, 5, 6], но и для профилей твердого расхода. Максимальное значение твердого расхода в рассматриваемой струе находится на большей высоте (12 мм), чем максимальная концентрация массы песка в ней (3 мм). И это было характерно для всех полученных профилей расхода песка, что объясняется быстрым ростом с высотой средних значений скорости частиц песка в этом слое.

Принятый нами подход к исследованию профилей твердого расхода песка имеет ограничение по минимальной высоте его определения. Им является значение параметра шероховатости поверхности z_0 . Так как на

высоте z_0 скорость потока по логарифмическому закону обращается в ноль, то и рассчитанная скорость частиц и расход массы песка также становятся равными нулю. Хотя мы знаем, что частицы двигаются и по самой поверхности песка.

Профиль $q(z)$ для динамической скорости $u_* = 1,5$ м/с на рис. 6 начинается с высоты $z_0 = 0,4$ см. Исходный же для вычислений профиль $C(z)$ был измерен значительно ниже этого уровня – с высоты 0,5 мм. Как известно, в ветропесчаном потоке z_0 изменяется в широком интервале значений при возрастании динамической скорости, но заметное влияние на профиль твердого расхода песка начинается лишь при больших скоростях потока, когда z_0 превышает средний геометрический размер песка x_0 , примерно, в пять и более раз. Но и получение профилей в пограничном слое ветропесчаного потока с таким разрешением является большим достижением, так как значения твердого расхода для пустынного песка и его струйное строение в этом слое получены впервые. Возможно, этот недостаток может быть устранен выбором другой аппроксимирующей измерения скорости потока функции, и её экстраполяции до уровня $z = x_0$, где расход песка должен обуславливаться скоростью передвижения эоловой ряби.

На рис. 6 проведены кривые, аппроксимирующие результаты измерений двумя функциями вида (2) и (3)

$$q(z) = A \cdot z^b \exp(-\alpha \cdot z), \quad (3)$$

которые аналогичны ранее примененным для описания профилей массовой концентрации песка [4, 5, 6]. Хорошо видно, насколько более информативны рассчитанные профили $q(z)$ на рис. 6 по сравнению с измеренными пескоуловителем (рис. 5). Они позволяют детально видеть картину переноса массы песка с высоты 0,5...2 мм от дна потока и до верхней границы пограничного слоя.

При небольших скоростях потока, струи частиц песка описываются функцией (3). С увеличением скорости потока над поверхностью формируется струя частиц песка, верхняя часть которой размывается турбулентными вихрями. Частицы в этой части потока начинают вовлекаться в процесс турбулентного обмена. Как показали эксперименты, профиль твердого расхода песка в пограничном слое ветропесчаного потока при динамических скоростях потока $u_* > 0,45...0,5$ м/с уже описывается двумя функциями (2) и (3). Эта граница значений u_* в аэродинамической трубе ещё требует уточнения.

Но и в естественных условиях для мелких песков с $x_0 \in [90, 120 \text{ мкм}]$ переход переноса частиц ветром от песчаного поэмка в песчаную бурю происходит при динамической скорости около 0,4 м/с [2, 6].

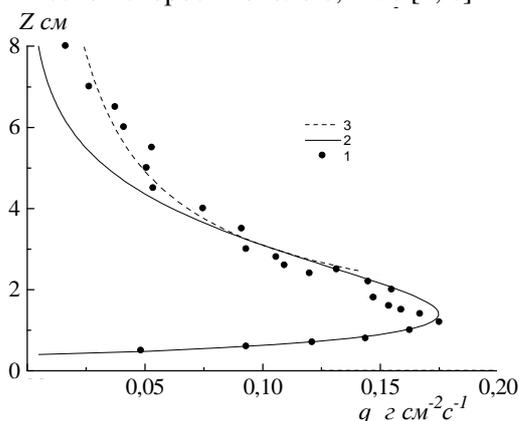


Рис. 6. Профиль твердого расхода ветропесчаного потока при $u_* = 1,5 \text{ м/с}$. 1 – эмпирические точки, 2 – график функции вида (3), 3 – график функции вида (2).

Как и в случае с профилями концентрации, уравнения (4) формально описывают профили твердого расхода, но они удобны для вычисления общего расхода песка в пограничном слое ветропесчаного потока при их

интегрировании $Q_z = \int_0^z q(z) dz$.

$$q(z) = \begin{cases} 0,105 \cdot (z/3)^{-1,5} & \text{для } z \geq 3 \text{ см} \\ 0,385 \cdot (z - z_0)^{0,79} \exp[-0,79(z - z_0)] & \text{для } z_0 \leq z \leq 3 \text{ см} \end{cases}, \quad (4)$$

где $z_0 = 0,4 \text{ см}$.

Их численное интегрирование для функций (4) дало следующие результаты:

$$Q_1 = \int_{0,4}^3 q(z) dz = 0,365 \text{ г} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} \text{ и } Q_2 = \int_3^8 q(z) dz = 0,244 \text{ г} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}.$$

Общий расход в слое 0,4...8 см: $Q_z = Q_1 + Q_2 = 0,609 \text{ г} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$.

Недостатком формулы $q(z) = A \cdot z^b \exp(-\alpha \cdot z)$ является неопределенность зависимости её параметров от параметров ветропесчаного потока и размеров частиц песка на поверхности. Ей присущи и другие недостатки – размерность величины (z^b) и показателя степени при экспоненте ($-\alpha \cdot z$); физическая неопределенность параметра A . Последний должен

иметь размерность твердого расхода песка $M L^{-2} T^{-1}$, тогда как $(-\alpha \cdot z)$ и (z^b) должны быть безразмерными величинами. Избавиться от этих недостатков мы попытались путем введения безразмерной высоты переноса, полученной нормированием высоты z на средний геометрический размер частиц песка на поверхности x_0 , и твердого расхода песка $q(z)$ на его максимальное значение q_{\max} на оси приповерхностной струи песка. После введения нормирования место параметра A в формуле для описания профиля твердого расхода песка в струе должно занимать значение измеряемой величины q_{\max} с размерностью $M L^{-2} T^{-1}$, и сама она принять вид

$$q(z) = q_{\max} \cdot \left(\frac{z - z_0}{x_0} \right)^b \cdot \exp \left(-\alpha \cdot \frac{z - z_0}{x_0} \right). \text{ В результате этих преобразований}$$

координат и подбора значений параметров b и α была получена аппроксимирующая профиль твердого расхода функция

$$q(z) = \text{число} \cdot q_{\max} \cdot \left(\frac{z - z_0}{x_0} \right)^b \cdot \exp \left(-\alpha \cdot \frac{z - z_0}{x_0} \right), \quad (5)$$

т.е., к сожалению, избавиться от числового множителя перед q_{\max} нам не удалось. На рис. 7 представлен уже рассмотренный выше профиль твердого расхода песка (рис. 6) в безразмерной системе координат.

Аппроксимирующие результаты измерений функции в новой системе координат имеют следующий вид

$$q(z) = \begin{cases} 0,31 q_{\max} (z/270 x_0)^{-1,7} \\ 0,31 q_{\max} \left(\frac{z - z_0}{x_0} \right)^{0,42} \exp \left[-0,0097 \left(\frac{z - z_0}{x_0} \right) \right] \end{cases}. \quad (6)$$

Таким образом, функции системы (6) имеют теперь размерность $M L^{-2} T^{-1}$ и включают параметры потока: q_{\max} , x_0 , z_0 . Аналогичный вид имеют и функции, описывающие профили твердого расхода при динамических скоростях 0,76 и 1 м/с.

На рис. 8 показан профиль $q(z)$ для $u_* = 1$ м/с и $z_0 = 0,2$ см = $12 x_0$, который описывается системой уравнений (7)

$$q(z) = \begin{cases} 0,038 \cdot (z/3)^{-1,4} & \text{для } z \geq 3 \text{ см} \\ 0,178 \cdot (z - 0,2)^{0,75} \exp[-0,81(z - 0,2)] & \text{для } 0,2 \text{ см} \leq z \leq 3 \text{ см} \end{cases}. \quad (7)$$

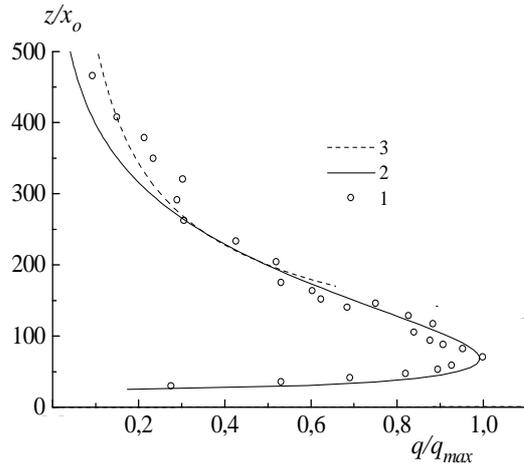


Рис. 7. Профиль твердого расхода ветропесчаного потока при $u_* = 1,5 \text{ м/с}$ и аппроксимирующие его функции (4). 1 – эмпирические точки, 2 – график функции вида (3), 3 – график функции вида (2).

Общий расход песка при этой динамической скорости в слое от 0,2 до 7 см равен сумме двух интегралов

$$Q_1 = \int_{0,2}^3 q(z) dz = 0,159 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1} \quad \text{и} \quad Q_2 = \int_3^8 q(z) dz = 0,082 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}.$$

$$Q_z = Q_1 + Q_2 = 0,241 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}.$$

На следующем рис. 9 этот профиль твердого расхода представлен уже в безразмерной системе координат.

Ниже дается система (8) из двух функций, описывающих этот полученный профиль твердого расхода песка.

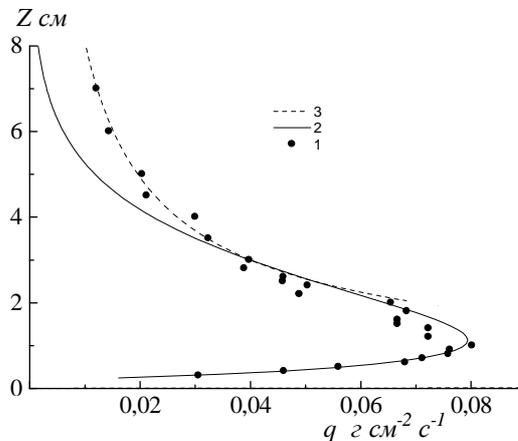


Рис. 8. Профиль твердого расхода ветропесчаного потока при $u_* = 1 \text{ м/с}$. 1 – эмпирические точки, 2 и 3 – графики функции (7).

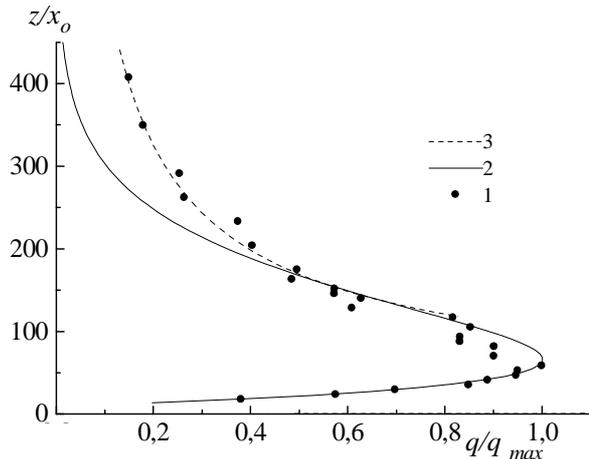


Рис. 9. Профиль твердого расхода ветропесчаного потока при $u_* = 1$ м/с. 1 – эмпирические точки, 2 и 3 – графики функции (8).

$$q(z) = \begin{cases} 0,497 q_{\max} (z/170x_0)^{-1,4} & \text{для } z \geq 170x_0 \\ 0,0655 q_{\max} \left(\frac{z-z_0}{x_0} \right)^{0,9} \exp \left[-0,016 \left(\frac{z-z_0}{x_0} \right) \right] & \text{для } z_0 \leq z \leq 170x_0 \end{cases} \quad (8)$$

Такой же вид имеет профиль расхода песка и при динамической скорости потока $u_* = 0,76$ м/с и $z_0 = 0,14$ см = $8x_0$. Поэтому рисунок с его изображением не приведен, а даны лишь аппроксимирующие функции. В безразмерной системе координат он описывается следующими двумя функциями

$$q(z) = \begin{cases} 0,4 q_{\max} (z/245x_0)^{-1,45} & \text{для } z \geq 245x_0 \\ 0,314 q_{\max} \left(\frac{z-z_0}{x_0} \right)^{0,4} \exp \left[-0,0083 \left(\frac{z-z_0}{x_0} \right) \right] & \text{для } z_0 \leq z \leq 245x_0 \end{cases} \quad (9)$$

Общий расход песка при этой динамической скорости в слое от z_0 до 7 см $Q_z = 0,118$ г см⁻¹·с⁻¹ и равен сумме двух интегралов

$$Q_1 = \int_{0,14}^3 q(z) dz = 0,076 \text{ г см}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} \text{ и } Q_2 = \int_3^7 q(z) dz = 0,042 \text{ г см}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}.$$

Значительно более сложное строение имеет поток массы песка при меньших его скоростях над хорошо сформированной эоловой рябью.

На рис. 10 приведен полученный профиль расхода песка при динамической скорости $u_* = 0,46$ м/с, удовлетворительно описанный одной функцией

$$q(z) = 0,059 z^{0,07} \exp(-0,6z). \quad (10)$$

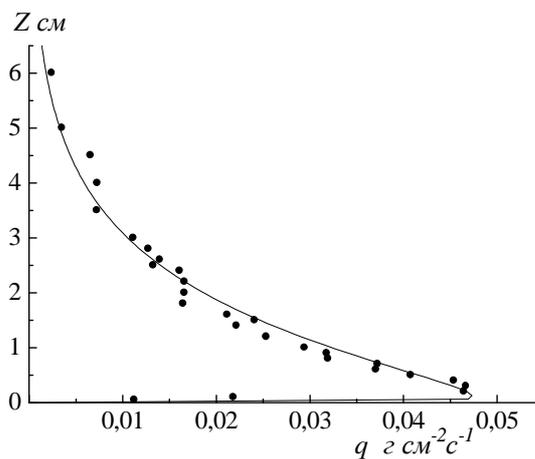


Рис. 10. Профиль твердого расхода песка в пограничном слое ветропесчаного потока при $u_* = 0,46$ м/с и его аппроксимация.

При более внимательном рассмотрении экспериментальных точек на этом рисунке видно, что можно выделить не одну, а три струи песка.

Тонкая структура потока этого экспериментального профиля твердого расхода показана на рис. 11. Профиль твердого расхода массы песка при этой скорости потока описан системой из трех уравнений (11)

$$q(z) = \begin{cases} 0,016(z - 3,5)^{0,45} \exp[-(z - 3,5)] & \text{для } z \geq 3,5 \text{ см} \\ 0,042(z - 1,8)^{0,45} \exp[-1,2(z - 1,8)] & \text{для } 3,5 \text{ см} \geq z \geq 1,8 \text{ см} \\ 0,08 z^{0,22} \exp(-0,92 z) & \text{для } z \leq 1,8 \text{ см} \end{cases} \quad (11)$$

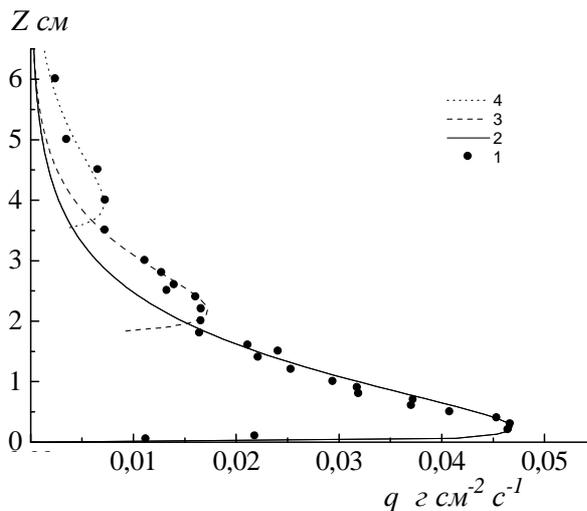


Рис. 11. Аппроксимация профиля твердого расхода песка в пограничном слое ветропесчаного потока при $u_* = 0,46$ м/с системой функций (11).
1 – эмпирические точки, 2, 3, 4 – графики функций (11).

Интерес представляет определение общего расхода песка для обоих вариантов описания такого сложного профиля расхода песка с целью оценки их различия. Ведь для практического применения предпочтителен более простой способ вычислений, если погрешности вычисления по нему общего расхода песка незначительны. Общий расход песка в измеренном слое потока по

формуле (10) оказался равным $Q_z = \int_0^6 q(z) dz = 0,0951 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$.

По системе формул (11) $Q_1 = \int_0^{1,8} q(z) dz = 0,0601 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$,

$Q_2 = \int_{1,8}^{3,5} q(z) dz = 0,0217 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$, $Q_3 = \int_{3,5}^6 q(z) dz = 0,019 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$, а сумма

всех трех интегралов $Q_z = 0,1008 \text{ г}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$. Таким образом, различие между двумя методами вычисления общего расхода достигает 5,6 %, т.е. погрешность более простого способа ощутима.

Наконец, представим этот профиль в безразмерной системе координат (рис. 12).

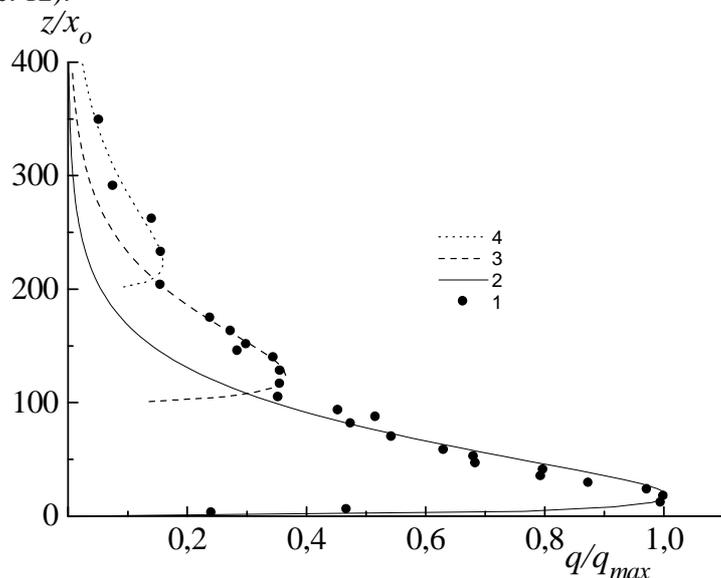


Рис. 12. Профиль твердого расхода песка в пограничном слое ветропесчаного потока при $u_* = 0,46 \text{ м/с}$ в безразмерной системе координат. 1 – эмпирические точки; 2, 3, 4 – графики функции (12).

Аналитическое описание его дано системой уравнений (12)

$$q(z) = \begin{cases} 0,075 q_{\max} \left(\frac{z}{x_0} - 200 \right)^{0,35} \exp \left[-0,021 \left(\frac{z}{x_0} - 200 \right) \right] & \text{для } z \geq 200x_0 \\ 0,14 q_{\max} \left(\frac{z}{x_0} - 100 \right)^{0,45} \exp \left[-0,019 \left(\frac{z}{x_0} - 100 \right) \right] & \text{для } 200x_0 \geq z \geq 100x_0 \\ 0,49 q_{\max} \left(\frac{z}{x_0} \right)^{0,38} \exp \left(-0,021 \frac{z}{x_0} \right) & \text{для } z \leq 100x_0 \end{cases} \quad (12)$$

Сделанное аналитическое описание профилей твердого расхода остается всё-таки формальным, несмотря на введение параметров потока q_{\max} , x_0 , z_0 , так как не получены зависимости числового множителя при

q_{\max} , показателя степени b при $\left(\frac{z - z_0}{x_0} \right)$ и множителя α в показателе

экспоненты от динамической скорости потока или динамического аналога числа Фруда. В дальнейшем необходимо получить эти зависимости, как это было сделано для профилей массовой концентрации [5, 6].

В заключение отметим, что исследования эффекта скольжения и профилей твердого расхода необходимо продолжить. Выполненные исследования – лишь первые шаги в изучении строения пограничного слоя ветропесчаного потока. В результате одновременного измерения профилей массовой концентрации песка и его твердого расхода, были получены профили коэффициента скольжения частиц $k_s = u_p / u_z$ в пограничном слое ветропесчаного потока для разных значений динамической скорости потока. Коэффициенты скольжения имеют осредненные значения как по размерам летящих на данном уровне частиц реального песка, так и по различным элементам траекторий сальтирующих частиц. Получить более точные значения можно путем совершенствования эксперимента по их определению. В первую очередь, необходимо более точно знать среднее значение концентрации песка $\overline{C_z(t)}$, так как она изменяется во время эксперимента. Поэтому нужна непрерывная регистрация и определение её значения путем интегрирования записи во времени

$$\overline{C_z(t)} = \frac{1}{t} \int_0^t C_z(t) dt.$$

Четыре профиля твердого расхода Баттерфайльда [7], наши шестнадцать профилей массовой концентрации песка [4 – 6] и пять профилей твердого расхода – только первые шаги в изучении переноса массы песка в погра-

ничном слое ветропесчаного потока. Но и они позволили получить принципиально новые результаты по взаимодействию воздушного потока с поверхностью подвижного песка, определить не только формы профилей массовой концентрации и твердого расхода над поверхностью, но и дать их аналитическое описание, получить общий расход массы в тонких струях песка.

На всех рисунках видна хорошая сшивка двух функций для описания профилей переносимой массы песка (2) и (3) на высотах 2,5...3 см от поверхности песка. Описание верхней части струи песка в пограничном слое ветропесчаного потока и профиля твердого расхода песка во время бурь в приземном слое атмосферы одной степенной функцией $q(z) = q_1(z/z_1)^{-\beta}$ говорит о кинематическом подобии обоих процессов. Это позволяет надеяться, что показатель степени β этой формулы для пограничного слоя также является функцией отношения w_g/u_* , как и для естественных ветропесчаных потоков [2, 6].

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить глубокую благодарность А.П. Шапову за помощь при постановке и проведении экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бютнер Э.К. Динамика приповерхностного слоя воздуха. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 158 с.
2. Гидрометеорологические проблемы Приаралья. / Под ред. Г.Н. Чичасова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 277 с.
3. Семенов О.Е. О распределении песчаных частиц по размерам на юге Казахстана вследствие эоловых процессов // Тр. КазНИГМИ. – 1970. – Вып. 36. – С. 153-165.
4. Семенов О.Е. О массовой концентрации частиц в пограничном слое ветропесчаного потока. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 2 – С. 7-27.
5. Семенов О.Е. О физическом содержании параметров профилей массовой концентрации частиц в пограничном слое ветропесчаного потока. // Гидрометеорология и экология. – 2010. – № 1 – С. 7-27.
6. Семенов О.Е. Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь. – Алматы: 2011. – 580 с.
7. Butterfield G.R. Near-bed mass flux profiles in aeolian sand transport: High-resolution measurements in wind tunnel // Earth Surface Processes and Landforms. – V. 24. – 1999. – P. 393-412.

8. Liu X., Dong Z. Vertical profiles of Aeolian sand mass flux // *Geomorphology*. – 2004 – No 59. – P. 205-218.
9. Rasmussen K.R., Sorensen M. The vertical variation of particule speed and flux density in aeolian saltation: measurement and modeling. – University of Aarhus. Denmark. Preprint. 2008. – 24 p.

КазНИИЭЖ, г. Алматы

**ЖЕЛДІ ҚҰМ АҒЫМЫНЫҢ ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТЫНДАҒЫ
БӨЛШЕКТЕР ЖЫЛДАМДЫҒЫ МЕН ҚҰМ САЛМАҒЫНЫҢ
КЕСКІНДІ ШЫҒЫНЫ**

Физ.-мат. ғылымд. канд. О.Е. Семенов

Желді құм ағымының шекаралық қабатындағы құм бөлшектерінің орташа жылдамдығын u_p зерттеу, 1 см деңгейде u_p ауа ағымы жылдамдығының 0,3...0,6-на жетеді, және деңгейдің биіктеуімен ұлғаяды. 6 см биіктікте u_p ағым жылдамдығының 0,74...0,76 көрсеткішіне жетеді. Құм салмағының кескінді шығыны осы қабатта ақпа бетінен көтеріңкі түрге ие және екі түрлі функциямен сипатталады: биіктікке дейін $z_1 = 2...3$ см –

$$q(z) = \text{сан} \cdot q_{\max} \cdot \left(\frac{z - z_0}{x_0} \right)^b \exp \left(-\alpha \cdot \frac{z - z_0}{x_0} \right) \quad \text{және биігірек –}$$

$q(z) = q_1 (z/z_1)^{-\beta}$, мұндағы q_1 – z_1 деңгейдегі құм шығыны, q_{\max} – ақпа осіндегі максималды шығын; α, β, b – сандық параметрлер; z_0 – кедір-бұдырлық параметр және x_0 – беттегі құм бөлшектерінің орташа геометриялық өлшемі.

УДК 551.579

АНАЛИЗ ПОВТОРЯЕМОСТИ ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХИ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСА ПАЛМЕРА

Р.М. Илякова
Канд. геогр. наук С.А. Долгих

В настоящем исследовании для определения начала засухи и оценки ее интенсивности на территории Казахстана впервые используется метеорологический индекс Палмера (PDSI - Palmer Drought Severity Index).

Засуха - это сложное метеорологическое явление, которое возникает при длительном отсутствии осадков, в сочетании с повышенной температурой и высокой испаряемостью. В результате чего иссекаются запасы влаги в воздухе и почве и создаются неблагоприятные условия для нормального развития растений. Наиболее распространенными определениями засухи являются: метеорологическая (или атмосферная), гидрологическая и сельскохозяйственная (почвенная). При дефиците осадков и повышенных температурах воздуха в вегетационный период отмечается метеорологическая засуха, по соотношению испарения или испаряемости и дефициту влажности почвы выделяется почвенная засуха, по уменьшению стока в реках – гидрологическая. Социально-экономические последствия засухи могут явиться результатом взаимодействия естественных условий и человеческих факторов, таких как изменения в землепользовании и растительном покрове, а также потребности в воде и использовании воды, так как чрезмерные заборы воды могут усугубить воздействие засухи [3, 5, 6, 8].

Сельскохозяйственная (почвенная) засуха представляет основную опасность, связанную с нанесением значительного ущерба сельскому и лесному хозяйствам, а также смежным отраслям экономики. В экстремальных случаях засухи могут привести к гибели животных и даже людей.

Своевременное выявление по четким критериям начала засухи, ее развитие и охвата территорий способствует принятию наиболее целесообразных в сложившихся условиях управленческих и хозяйственных решений, направленных на снижение ущерба от этого стихийного явления и сведение его к минимуму [2].

Явление засухи можно охарактеризовать тремя признаками, такими как **продолжительность, степень суровости и масштаб**. Анализ частоты засух с учетом продолжительности, суровости и масштаба сложен, поскольку каждая из этих характеристик может обладать собственным распределением вероятностей.

Для традиционных определений засухи и ее параметров используют такие метеорологические данные, как количество осадков, температура поверхности почвы и воздуха, влажность почвы и воздуха и др. Для разных природных условий предложены разнообразные индексы, позволяющие проводить мониторинг засухи. Одного индекса, универсального, пригодного для всех обстоятельств, не существует. Перечень используемых в США индексов для определения засухи представлен в работе Michael J. Hayes (National Drought Mitigation Center) [4].

Одним из выведенных показателей засухи является показатель степени «суровости» засухи Палмера (PDSI), разработанный в 1960 г. Это эмпирический безразмерный метеорологический показатель, базируемый на количестве осадков и температуре воздуха. Индекс Палмера наиболее популярен в США и используется для определения наступления засухи и выявления степени ее суровости. Этот индекс определяет метеорологическую почвенную засуху. Он основан на концепции «запас-расход» влаги уравнения водного баланса, учитывающего точный дефицит осадков и специфику местоположения. Индекс калиброван для однородных участков, поэтому он может хорошо работать на больших участках с одинаковой топографией.

Так как засуха может быть охарактеризована сравнением между текущими осадками и нормой осадков, определенной за длительный период времени в конкретном месте, Палмер предложил метод определения засухи, положив в основу период, в течение которого содержание почвенной влаги остается ниже нормы, формируя условия для метеорологической засухи. Кроме того, Палмер разработал PDSI таким образом, чтобы учитывать продолжительность засухи (или влажного периода). Мотивацией было следующее: аномально влажные месяцы в середине долгопериодной засухи не должны иметь большого воздействия на индекс, или ряд месяцев с осадками около нормы после сильной засухи не означают, что засуха закончится. Поэтому Палмер разработал критерии для определения начала и окончания засухи (или влажного периода), которые корректируют значения PDSI соответствующим образом.

PDSI является метеорологическим индексом засухи, реагирующим на аномально сухие или аномально влажные погодные условия. Когда условия меняются от сухих к нормальным, или влажным, то засуха, измеренная индексом Палмера, заканчивается. Речной сток, уровень водохранилищ и другие длительные гидрологические воздействия во внимание не принимаются [7].

В данной работе для расчета месячных значений PDSI использовались среднемесячные данные по температуре воздуха, месячным суммам осадков, нормы температуры воздуха, и данные о наименьшей полевой влагоемкости (НПВ). Наименьшая (полевая) влагоемкость - это максимальное количество капиллярно-подвешенной воды, которое может удерживать почва менисковыми или капиллярными силами после стекания всей гравитационной воды. Влагоёмкость зависит от гранулометрического состава почвы, от строения почвы, от количества гумуса, солонцеватости, засоленности почвы. Ее выражают в весовых, объемных процентах, м³ на га, мм. Исходя из этих данных, могут быть определены основные уравнения водного баланса, включая эвапотранспирацию, пополнение почвы влагой, поверхностный сток и потерю влажности через поверхность почвы. Влияние людей на водный баланс, например за счет орошения, не рассматривается. Индекс Палмера плохо подходит для горных районов или областей, где высока повторяемость климатических экстремумов.

Программа и руководство пользователя для расчета индекса была предоставлена Национальным центром климатических данных (США). Программа написана на языке программирования C⁺⁺ и предусматривает самокалибровку, основываясь на характеристиках климата в конкретной точке.

В данной работе PDSI рассчитывался за период 1971...2009 гг. по 27 станциям Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской и Павлодарской областей (табл. 1), где расположены основные площади посевов зерновых культур (в основном, яровой пшеницы).

Таблица 1

Список метеорологических станций, использованных для расчета индекса засухи Палмера за период 1971...2009 гг.

№№ пп	Метеостанция	№№ пп	Метеостанция
Северо-Казахстанская область		Костанайская область	
1.	Благовещенка	15.	Аршалинск
2.	Булаево	16.	Жетыгора
3.	Возвышенка	17.	Карасу

№№ пп	Метеостанция	№№ пп	Метеостанция
4.	Таинши	18.	Комсомолец
5.	Чкалово	19.	Михайловка
6.	Сергеевка	20.	Пресногорьковка
7.	Саумалколь	21.	Тобол
8.	Рузаевка	22.	Урицкий
9.	Тимирязево	23.	Железнодорожный
Акмолинская область		Павлодарская область	
10.	Атбасар	24.	Федоровское
11.	Балкашино	25.	Голубовка
12.	Жалтыр	26.	Успенка
13.	Щучинск	27.	Щербакты
14.	Есиль		

Классы периодов с различным увлажнением, выделенные с использованием значений индекса Палмера от минус 4 (экстремально сухой) до плюс 4 (экстремально влажной), табл. 2.

Особый интерес представляют случаи, когда значения PDSI указывают на умеренную, сильную и экстремальную засухи, т.е. засухи, способные нанести ущерб сельскому хозяйству.

Таблица 2

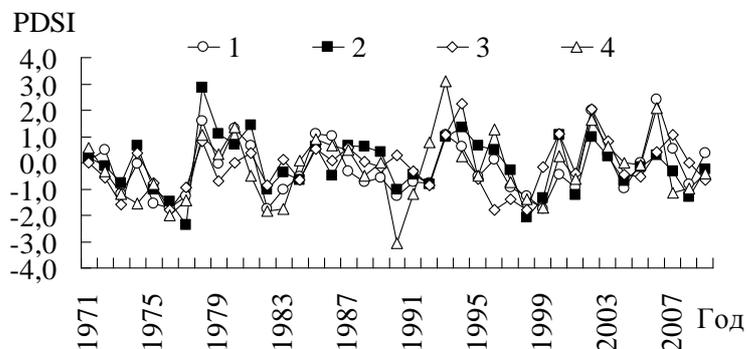
Классификация условий увлажнения по значениям индекса Палмера

Значение	Характеристика периода
от 4 и более	экстремально влажный
от 3 до 3,99	очень влажный
от 2 до 2,99	умеренно влажный
от 1 до 1,99	слабо влажный
от 0,5 до 0,99	возникающий влажный период
от 0,49 до - 0,49	около нормы
от - 0,5 до - 0,99	возникающий сухой период
от - 1,0 до - 1,99	слабо сухой (слабая засуха)
от - 2,0 до - 2,99	умеренно сухой (умеренная засуха)
от - 3,0 до - 3,99	очень сухой (сильная засуха)
от - 4,0 или менее	экстремально сухой (экстремальная засуха)

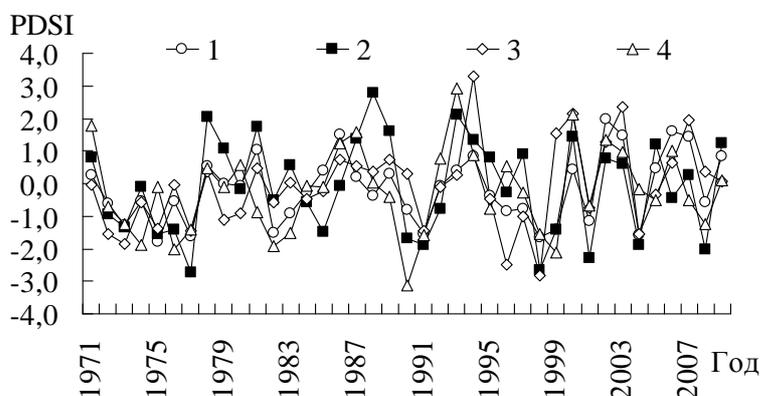
На рис. 1 представлен график значений индекса Палмера для теплого периода (апрель - сентябрь) для четырех областей Северного Казахстана, что позволяет отследить изменение условий увлажнения в течение всего вегетационного периода. По месячным значениям индекса Палмера можно проследить, как засуха постепенно переходит от умеренной (индекс менее минус 2) к экстремальной (индекс менее минус 4). Так, напри-

мер, в Северо-Казахстанской области в этот период слабая засуха переходит в умеренную, а затем в сильную (1975 г.), в Акмолинской и Павлодарской областях умеренная засуха в апреле - мае 1998 г. переходит в июне – сентябре в сильную и экстремальную, а в Костанайской области слабая засуха в июне (1995 г.) переходит в июле в экстремальную.

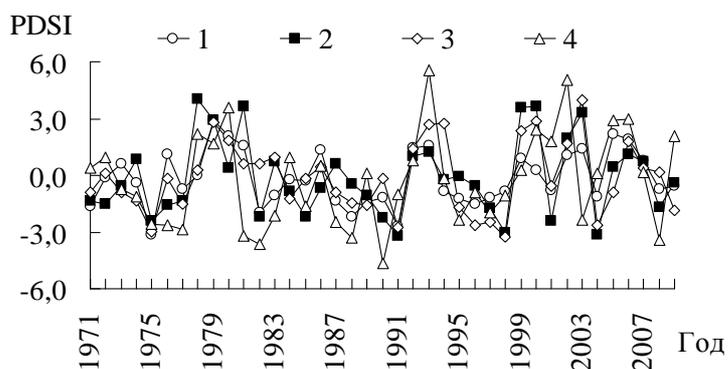
a



б



в



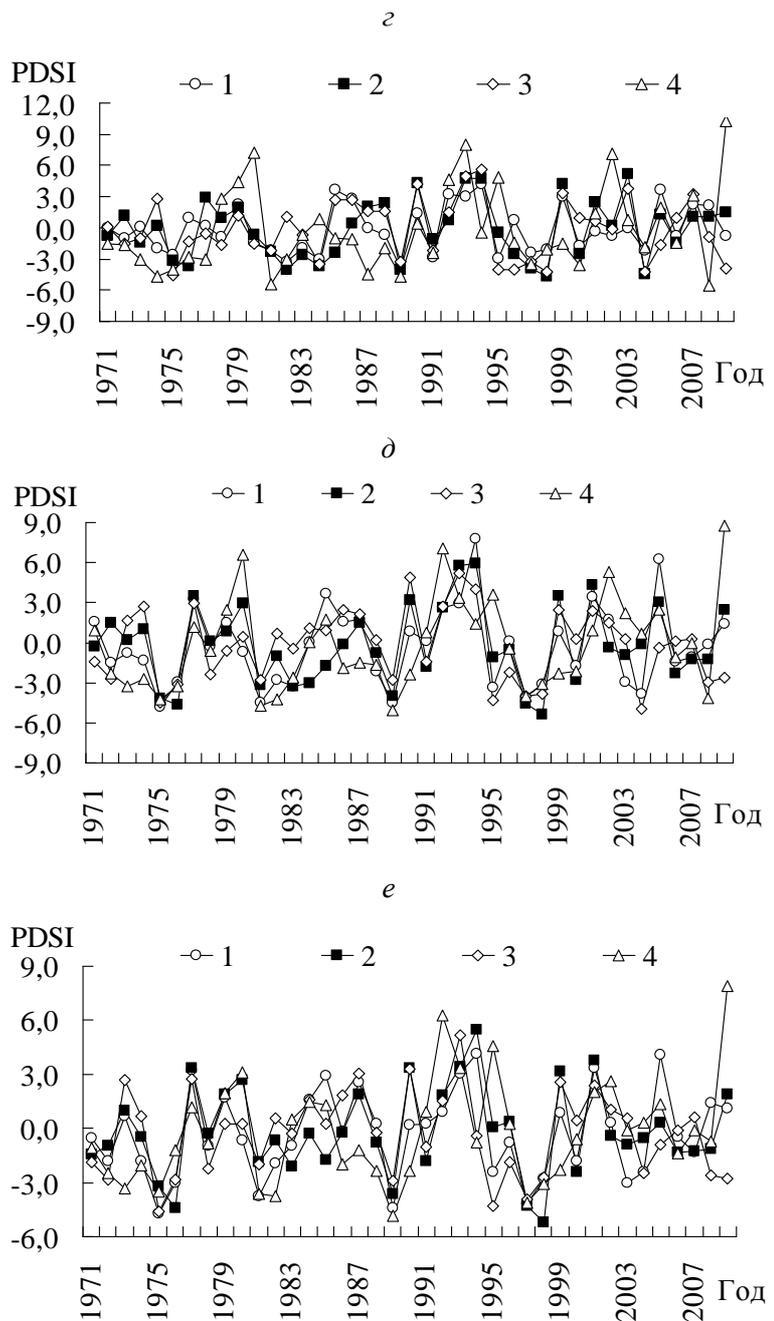


Рис. 1. Временной ход значений индекса Палмера, осредненных по областям Северного Казахстана за период 1971...2009 гг. а – апрель; б – май; в – июнь; г – июль; д – август; е – сентябрь. 1 – Северо-Казахстанская; 2 – Акмолинская; 3 – Костанайская; 4 – Павлодарская области.

Распределение повторяемости засух по интенсивности от умеренной (от минус 2 до 2,99) до сильной (от минус 3 до 3,99) и экстремальной (от минус 4 или менее) хорошо прослеживается в табл. 3. Наиболее часто происходят сильные и экстремальные засухи в Северо-Казахстанской, Акмолинской и Костанайской областях с июня по сентябрь, тогда как в Павлодарской области такие засухи встречаются и в более ранние месяцы вегетационного периода (апрель, май).

Таблица 3

Месяцы с засухой различной интенсивности, выявленные по значению PDSI на территории основных зерносеющих областей Казахстана в период с апреля по май 1971...2009 гг.

Год	Северо-Казахстанская			Акмолинская			Костанайская			Павлодарская		
	<-2	<-3	<-4	<-2	<-3	<-4	<-2	<-3	<-4	<-2	<-3	<-4
1972							8,9			8,9		
1973											7...9	
1974										8,9		7
1975	7	6	8,9	6	7,9	8		6	7...9	6	9	7...3
1976		8,9			7	8,9	9	8		4...7	8	
1977				4,5						6	7	
1978							8,9					
1981	7	9	8	7	8		7...9				6,9	7,8
1982	8	7		6		7					6,7,9	8
1983	7	8		7,9	8					6,8		
1984		7			7,8			7				
1985				6,7								
1986										9		
1987										6		7
1988										7,9	6	
1989		7	8,9		9	7,8	8,9	7				7...9
1990				6								
1991	6,7				6		6,7			8,9	4,5	6
1992										7		
1995	7,9	8							7...9	6		
1996				7			5,6,8		7			
1997	7		8,9		7	8,9	6	7,9	8			
1998	7,9	8		4,5	6	7...9	5,9	6,8	7	7	8...9	
1999										5,8,9	7	
2000				7...9								
2001				5,6								
2003	8	9								6		
2004	8	8			6	7	6,10		7,8			
2006				8								
2008				5			8,9				6...8	
2009							8,9	7				

Примечание: < -2 – умеренная засуха; < -3 – сильная засуха; < -4 – экстремальная засуха.

В процессе исследований [1] была создана база среднеобластной урожайности яровой пшеницы за период 1966...2010 гг., по результатам которой были установлены годы с сильными и средними засухами (табл. 4). Для сравнения характеристик засух установленных по урожайности с рассчитанными значениями PDSI были выбраны наиболее показательные 5 лет (1975, 1984, 1991, 1995, 1998 гг.). Это годы, когда засуха устанавливалась на преобладающей зерносеющей территории республики. Сравнивались три градации: слабая засуха «●» (от минус 1 до минус 1,99), умеренная засуха «*» (от минус 2 до минус 2,99), сильная «**» (от минус 3 до минус 3,99). Сравнение показало, что почти во все рассмотренные годы по значениям индекса PDSI интенсивность засухи немного ниже, чем установленная по урожайности. Для того, чтобы выяснить причину этого несоответствия, были построены графики децилей температуры и осадков, а также значений PDSI за эти годы для исследуемых областей. При этом учитывались количество осадков и температура воздуха не только за вегетационный, но и за холодный период, начиная с ноября предшествующего года (рис. 2).

Таблица 4

Засуха и ее интенсивность, определенные по значениям PDSI за период май – июль 1971...2009 гг. и по урожайности зерновых по основным зерносеющим областям Казахстана

Год	Северо-Казахстанская		Акмолинская		Костанайская		Павлодарская	
	засуха по		засуха по		засуха по		засуха по	
	PDSI	урожайности	PDSI	урожайности	PDSI	урожайности	PDSI	урожайности
1975	*	**	*	*	*	**	*	*
1984	●	*	●	**	●	**		
1991	*	*	*	*	*	**	●	*
1995	●	*		*	*	**		*
1998	●	*	**	**	**	**	●	*

Примечание: ● - слабая засуха, * - умеренная засуха, ** - сильная засуха.

Рассмотрим Северо-Казахстанскую область. В 1975 г. осредненное по области значение PDSI показало умеренную засуху (*), тогда как по урожайности в этом году была установлена сильная засуха (**) (табл. 4). Если принимать во внимание PDSI отдельно за каждый месяц, то значение индекса определяет слабую засуху с апреля по май, но с июня по сентябрь

засуха переходит в сильную и даже экстремальную (значение температуры около 5-го дециля, а количество осадков не превышает 1-й дециль). Такая же картина наблюдалась и в 1984, 1995, 1998 гг., за исключением 1991 года, когда значение PDSI и установленная засуха указывали на умеренную. Примерно также развивались условия увлажнения и в других областях. Значения PDSI могут указывать на слабую засуху, когда значения температуры были близки к 10-му децилю, а количества осадков было меньше 1-го дециля. Это можно объяснить тем, что предыдущие месяцы были достаточно влажными, и за счет накопленных влагозапасов засуха в последующие месяцы была более мягкой (рис. 2).

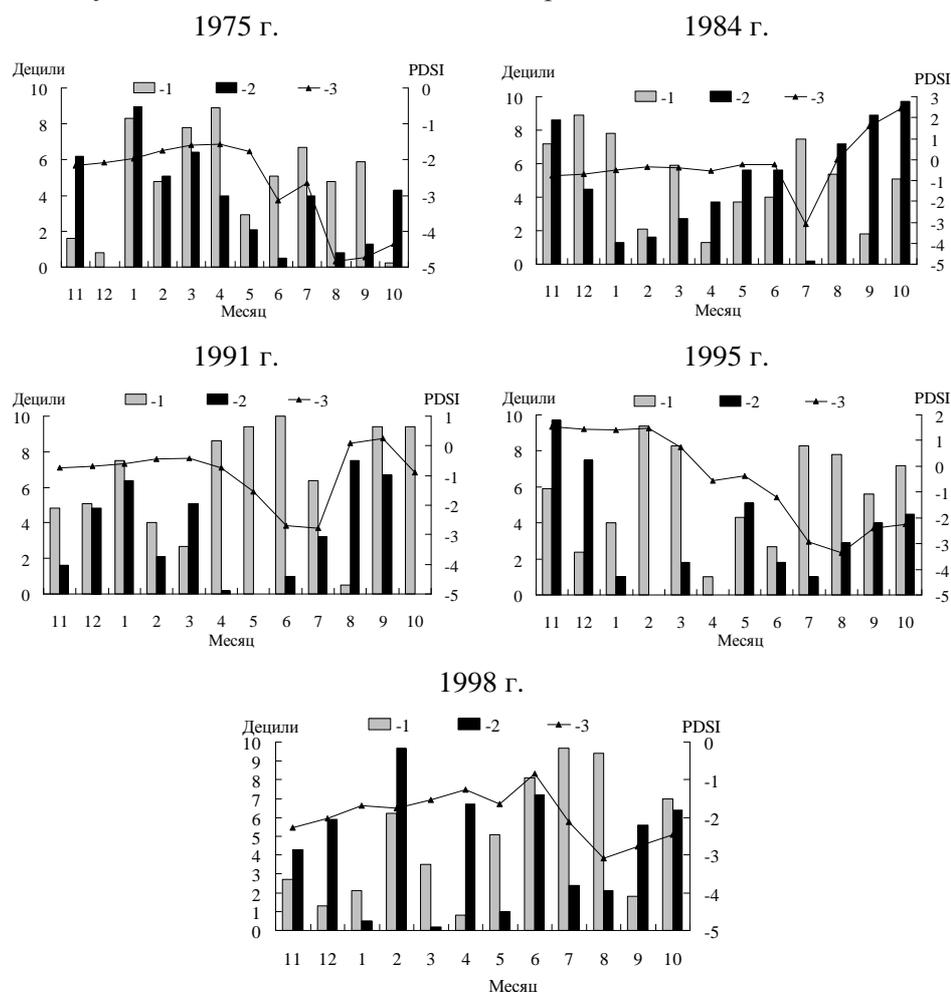


Рис. 2. Месячные значения PDSI (3), температуры воздуха, в децилях (1) и количества осадков, в децилях (2), осредненные по Северо-Казахстанской области в годы с засухой.

Далее выполнено сравнение осредненных по четырем областям Казахстана значений PDSI, температуры воздуха и количества осадков, выраженных в децилях, за период май – июль 1975, 1984, 1991, 1995, 1998 гг. (рис. 3).

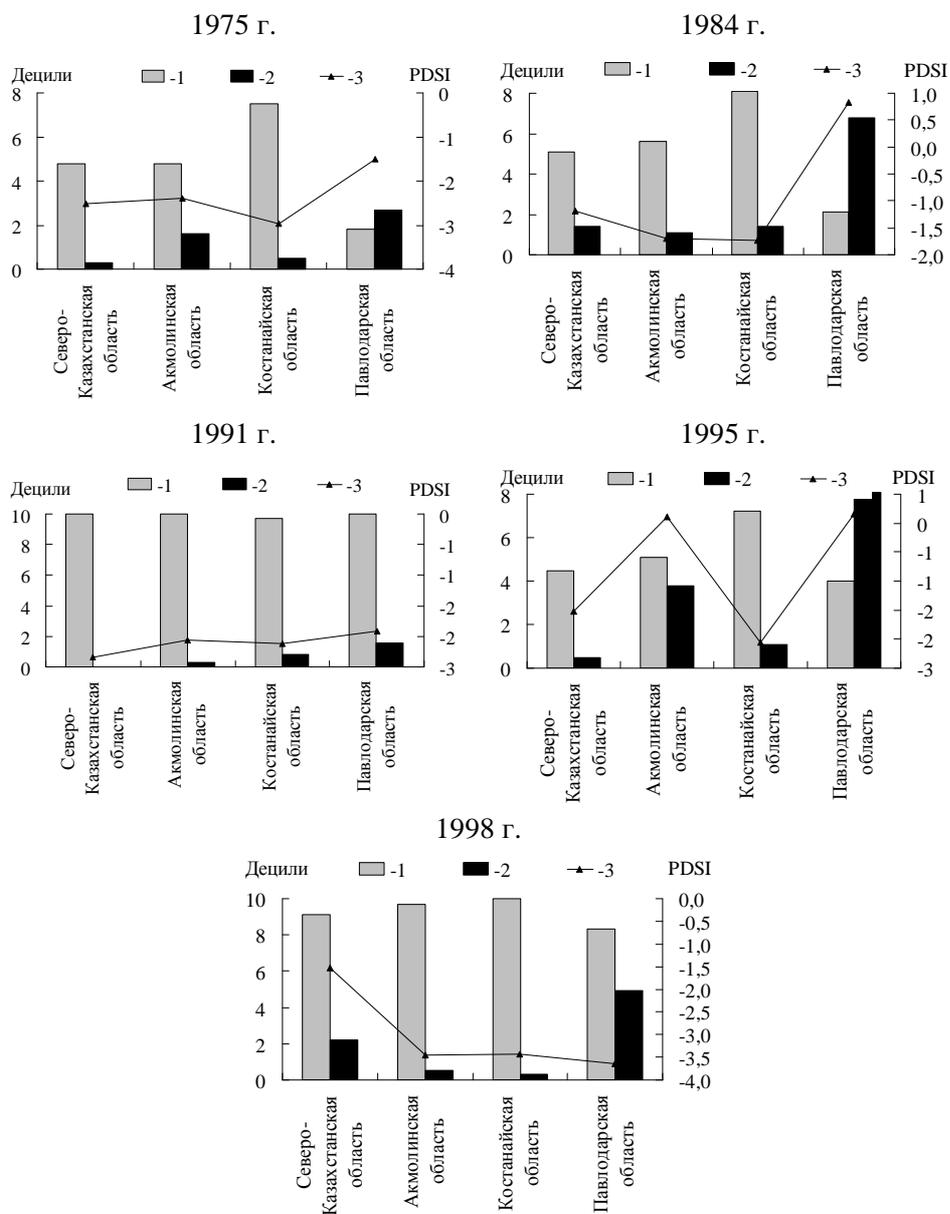


Рис. 3. Значения температуры воздуха, в децилях (1), количество осадков, в децилях (2) и PDSI (3), осредненные по северным областям Казахстана за период май – июль.

В 1975 г. в Костанайской области наблюдалась сильная засуха (PDSI равен минус 3, температура на уровне 7-го дециля и количество осадков ниже 1-го дециля). В 1984 г. наблюдалась слабая засуха в Северо-Казахстанской, Акмолинской и Костанайской области: PDSI – от минус 1,2 до минус 1,7, температура и количество осадков ниже 1-го дециля. В 1991 году умеренная засуха наблюдалась в Павлодарской области, и слабая в остальных трех областях: значения PDSI от минус 1,9 до минус 2,3. В 1995 году выделяется Костанайская область, где PDSI (минус 2,1) определяет засуху как слабую. Температура в этой области выше 7-го дециля, а количество осадков на уровне 1-го дециля. Сильные засухи (PDSI колеблется от минус 3,4 до минус 3,6) наблюдались в 1998 году сразу в трех областях Казахстана – Акмолинской, Костанайской и Павлодарской. Значения температуры в этот год составляли от 8-го до 1-го дециля, тогда как значения количества осадков не превышали 4-й дециль. Также можно заметить, что наиболее влажным был для Павлодарской области 1984 год, а для Акмолинской и Павлодарской - 1995 год. Таким образом, можно сделать вывод, что отрицательные значения индекса PDSI, температуры воздуха близкие к 10 децилю, а также количество осадков, не превышающих 1-й дециль, определяют сильные и экстремальные засухи.

Далее, используя полученные значения PDSI, выполнен анализ повторяемости засух различной интенсивности в период с апреля по сентябрь 1971...2009 гг. (рис. 4). Повторяемость умеренных засух с мая по июль в рассматриваемых областях колеблется от 8 до 38 %, сильных от 3 до 28 % и экстремальных - от 3 до 15 %. Установлено, что в период с 1971 по 2009 гг. наиболее подвержены опасным засухам Акмолинская, Костанайская и Павлодарская области. Сильная засуха в этих областях устанавливается 1 раз в 4...5 лет, а экстремальная - 1 раз в 7...10 лет (табл. 5).

Выполнен корреляционный анализ временного хода значений PDSI и урожайности для Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской и Павлодарской областей (рис. 5).

Полученные коэффициенты корреляции являются значимыми и значительно превышают критический при 5 % уровне значимости для данной длины ряда. Они составляют для Северо-Казахстанской области - 0,69, Акмолинской - 0,47, Костанайской – 0,60, Павлодарской – 0,58. То есть в большинстве случаев при значениях индекса, определяющих период как влажный, наблюдается более высокая урожайность яровой пшеницы и, наоборот, при значениях индекса, определяющих период как за-

сушливый, происходит снижение урожайности. Например, по Костанайской области индекс Палмера определяет 1999 год, как умеренно влажный, урожай в этот год был сравнительно высоким и составлял 15,1 ц/га.

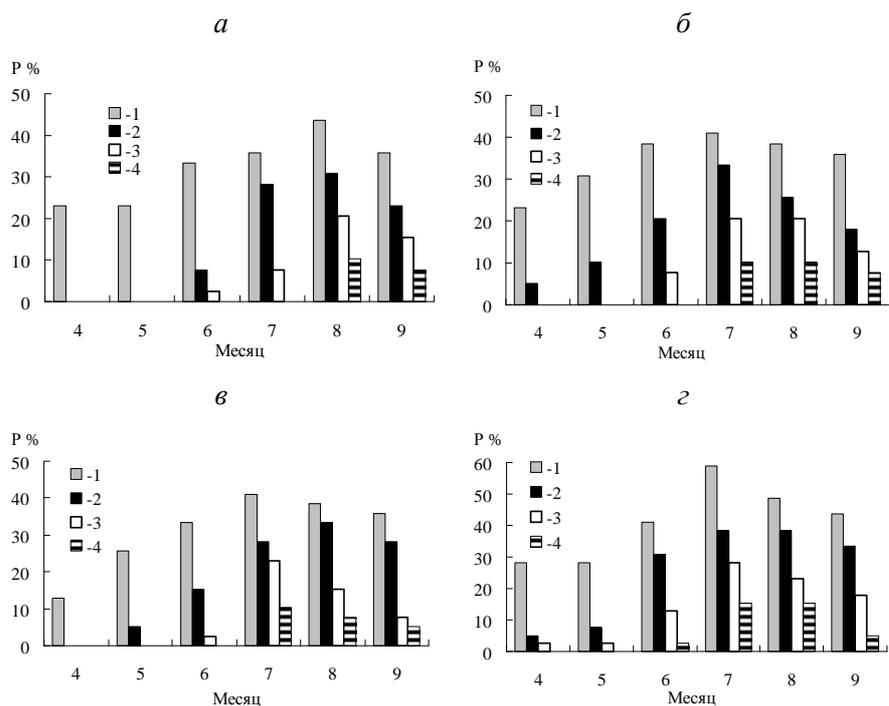


Рис. 4. Повторяемость засух различной интенсивности за период апрель – сентябрь 1971...2009 гг., определенной по классификации значений PDSI. а - Северо-Казахстанская область, б – Акмолинская область; в - Костанайская область; г – Павлодарская область. 1 – слабая, 2 – умеренная, 3 – сильная, 4 – экстремальная.

По Павлодарской области PDSI определяет 2008 год как очень сухой, урожай в этот год составлял всего 3,9 ц/га. Но встречаются годы, где значения PDSI плохо коррелируют с урожайностью. Так, например, в Северо-Казахстанской области в 1982 и 1991 гг. была умеренная засуха, урожай составлял 10,1 и 5,3 ц/га, соответственно, в Павлодарской области 2005 г. был слабо влажный, урожай составлял всего 5,4 ц/га (рис. 5). Несоответствие можно объяснить тем, что на урожайность влияют не только погодные факторы, но и факторы, которые объединяют под общим термином – «культура земледелия». Это достижения генетики и селекции, количество и качество вносимых в почву удобрений, мероприятия по борьбе с вредителями и болезнями, мелиорация земель, наличие и совершенствование

сельскохозяйственной техники и так далее. Факторы этой группы обуславливают средний уровень урожайности сельскохозяйственных культур.

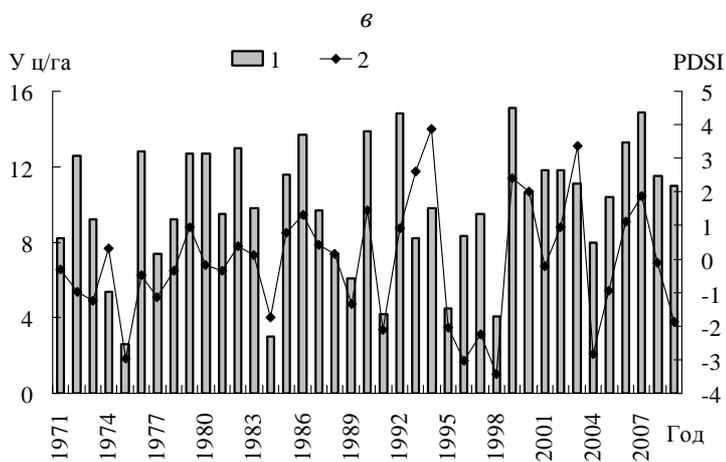
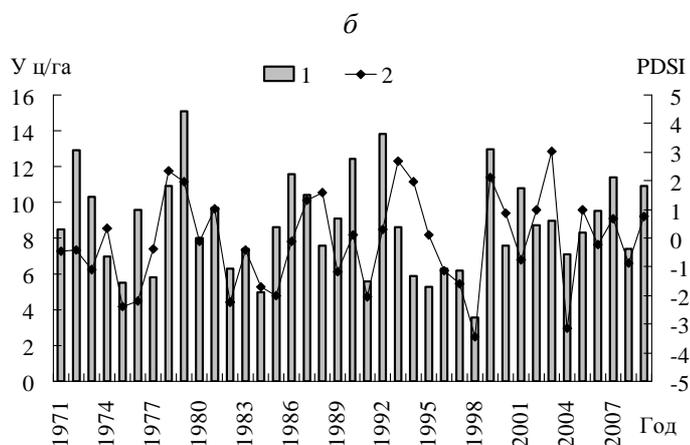
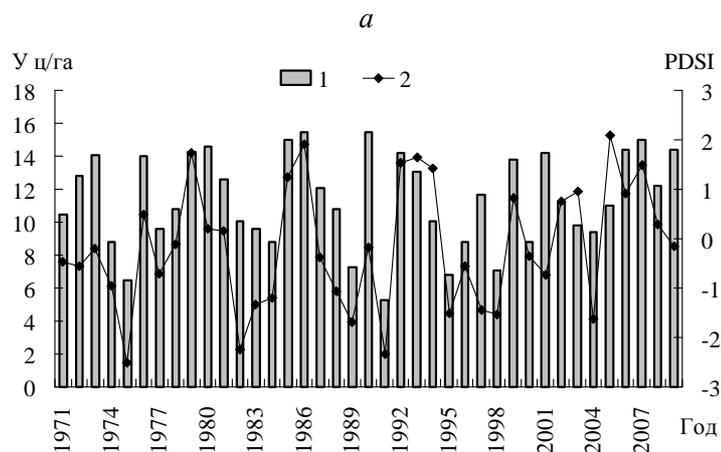
Таблица 5

Повторяемость засух различной интенсивности (%) за период 1971...2009 гг.

Интенсивность засухи	Месяц					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Северо-Казахстанская область						
слабая	23	23	33	36	44	36
умеренная			8	28	31	23
сильная			3	8	21	15
экстремальная					10	8
Вероятность повторения 1 раз в ... лет						
слабая	4	4	3	3	2	3
умеренная			13	4	3	4
сильная			39	13	5	7
экстремальная					10	13
Акмолинская область						
слабая	23	31	38	41	38	36
умеренная	5	10	21	33	26	18
сильная			8	21	21	13
экстремальная				10	10	8
Вероятность повторения 1 раз в ... лет						
слабая	4	3	3	2	3	3
умеренная	20	10	5	3	4	6
сильная			13	5	5	8
экстремальная				10	10	13
Костанайская область						
слабая	13	26	33	41	38	36
умеренная		5	15	28	33	28
сильная			3	23	15	8
экстремальная				10	8	5
Вероятность повторения 1 раз в ... лет						
слабая	8	4	3	2	3	3
умеренная		20	7	4	3	4
сильная			39	4	7	13
экстремальная				10	13	20
Павлодарская область						
слабая	28	28	41	29	49	44
умеренная	5	8	31	38	38	33
сильная	3	3	13	28	23	18
экстремальная			3	15	15	5
Вероятность повторения 1 раз в ... лет						
слабая	4	4	2	2	2	2
умеренная	20	13	3	3	3	3
сильная	39	39	8	4	4	6
экстремальная			39	7	7	20

Среднее значение индекса Палмера по областям за весь период наблюдений колеблется от минус 0,12 до минус 0,23. Эти значения попадают

в градацию от 0,49 до минус 0,49 и характеризуют условия увлажнения данного периода, как около нормы. Среднеобластная урожайность за весь наблюдаемый период тоже меняется незначительно (рис. 5).



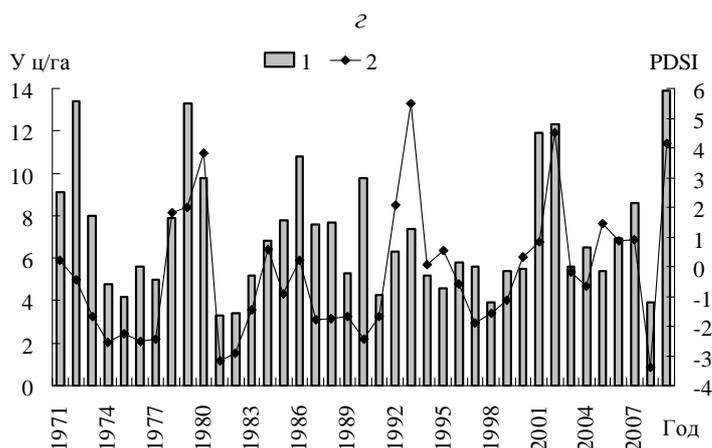


Рис. 5. Временной ход значений PDSI (2) и урожайности (1) за период 1971...2009 гг. по основным зерносеющим областям Казахстана. а - Северо-Казахстанская область, б – Акмолинская область; в – Костанайская область; г – Павлодарская область.

С учетом того, что индекс Палмера для территории северных областей показал хорошую согласованность с режимом температуры, осадков и урожайностью зерновых, его можно рекомендовать для включения в систему индексов для мониторинга и прогнозирования засухи в Казахстане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана. // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №3. – С. 27-38.
2. Бедрицкий А.И. О влиянии погоды и климата на устойчивость и развитие экономики // Метеорология и гидрология. – 1997. - №10. – С. 5-11.
3. МГЭИК, 2007. «Резюме для политиков», в докладе «Изменение климата, 2007 г.: Последствия, адаптация и уязвимость. Материал Рабочей группы II к Четвертому докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата об оценках» [Парри, М.О. Канциани, Ж. Палютикофф, П. ван дер Линден, К. Хэнсон (ред.)]
4. Щербенко Е.В. Дистанционные методы выявления сельскохозяйственной засухи. - М.: Институт космических исследований РАН. – С. 1.
5. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability – Contribution of Working Group II to the IPCC Third Assessment Report, 2001.
6. Climate Change 2001: The Scientific Basis – Contribution of Working Group I to the IPCC Third Assessment Report, 2001.
7. Karl, T.R.; and R.W. Knight. 1985. Atlas of Monthly Palmer Hydrological Drought Indices (1931–1983) for the Contiguous United States. Historical

Climatology Series 3–7, National Climatic Data Center, Asheville, North Carolina

8. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

**ПАЛМЕРДІҢ ҚУАҢШЫЛЫҚ ИНДЕКСІ НЕГІЗІНДЕ ТОПЫРАҚ
ҚУАҢШЫЛЫҒЫНЫҢ ҚАЙТАЛАНУЫН ТАЛДАУ**

Р.М. Илякова

Геогр. ғылымд. канд. С.А. Долгих

Зерттеулерде Қазақстан аумағындағы қуаңшылықтың басталуын анықтау және бағалау үшін алғаш рет Палмердің метеорологиялық индексі қолданылады (PDSI - Palmer Drought Severity Index).

УДК 551.324.64

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГОДЫ И РЕЖИМА
ЛЕДНИКА ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТУЙЫКСУ В СЕВЕРНОМ
ТЯНЬ-ШАНЕ В 2006...2010 гг.**

Л.А. Ерисковская

Н.Е. Касаткин

Канд. геогр. наук

К.Г. Макаревич

Рассматриваются основные метеорологические характеристики за балансый год, холодный, теплый периоды (средняя месячная температура воздуха, сумма осадков, продолжительность солнечного сияния, общая облачность); изменение параметров ледника (площадь, длина, высота границы питания, ледниковый коэффициент). Дана характеристика аккумуляции, абляции и баланса массы ледника за исследуемый период.

Введение. В настоящее время в гляциальной зоне Северного Тянь-Шаня наблюдения за погодой ведутся на единственной гляциометеостанции Туйыксу, расположенной в Малоалматинском горноледниковом бассейне на северном склоне Заилийского Алатау на высоте 3450 м над уровнем моря. Ее координаты 43°05' с.ш., 77°07' в.д. Станция функционирует с 1972 г. и охватывает широкий комплекс метеорологических измерений. Главными из них, наиболее связанными с режимом ледника, являются температура воздуха, атмосферные осадки, а также облачность и продолжительность солнечного сияния.

Станция со всех сторон окружена крупно и мелко обломочными моренными отложениями. В непосредственной близости от нее на северном склоне отрога, разделяющего бассейны Малой и Большой Алматинок, спускается ледник Молодежный.

Ледник Центральный Туйыксу, отступивший на 800 м вверх от своего близкого к станции положения в прошлом, достаточно устойчиво реагирует на колебания метеорологических факторов, фиксируемых измерениями на станции [4]. Продолжительность солнечного сияния, зависящая от закрытости горизонта в ясные дни летних месяцев (июнь – август) на леднике всего на 4 % меньше, чем на станции, что по существу не влияет на режим ледника, поскольку облачность вносит свои коррективы независимо от окружающих гор [4].

Метеостанция, как и ледник Центральный Туйыксу после 1997 г. осталась единственной в Центрально-Азиатском регионе, дающей информацию о колебаниях ледников, подобных которому здесь насчитывается многие тысячи. Оценивая результаты мониторинга ледников Земли, Мировая служба (WGMS) опирается на данные по леднику Туйыксу, расположенному в Северном Тянь-Шане.

Временные отрезки балансового года. В характеристике метеорологических величин на станции Туйыксу авторами рассматривается холодный, теплый периоды и балансовый год. Для средних широт в гляциальной зоне холодный период продолжается с сентября по май, теплый – с июня по август, а балансовый год с сентября по август, что соответствует календарному году. Для оценки колебаний режима ледника взята другая длительность указанных периодов. Это связано с устойчивым переходом осенью среднесуточных температур от положительных к отрицательным, или, наоборот, весной от отрицательных к положительным. В первом случае начинается очередной балансовый год и зимнее снегонакопление, во втором – абляция накопленного зимой снега и многолетнего льда на языке. Таким образом, продолжительность балансового года оказывается разной из года в год, что соответствует стратиграфической системе оценки баланса массы ледника (табл. 1) [1].

Таблица 1

Продолжительность холодного, теплого периодов и балансового года

	Год				
	2006	2007	2008	2009	2010
1.	18.09.2006	14.09.2006	23.09.2007	20.09.2008	31.08.2009
2.	12.05.2006	12.04.2007	9.05.2008	31.05.2009	6.06.2010
3.	236	240	228	253	279
4.	14.09.2006	23.09.2007	20.09.2008	31.08.2009	2.10.2010
5.	125	134	134	92	118
6.	361	374	362	345	397

Примечание: 1. – начало балансового года, 2. – конец холодного (зимнего) периода, 3. – продолжительность холодного периода в днях, 4. – конец теплого периода и балансового года, 5. – продолжительность теплого периода в днях, 6. – продолжительность балансового года в днях.

Опираясь на данные табл. 1, авторы характеризуют основные параметры климата гляциальной зоны Заилийского Алатау за второе пятилетие 21 века 2006...2010 гг. (табл. 2).

Как рассматривалось в [3], климат при глобальном потеплении на леднике Туйыксу становится менее континентальным, так как температура воздуха в холодный (зимний) период возрастает быстрее, чем в теплый

(летний) период, но на оледенении это не сказывается, так как она остается отрицательной. Наиболее важным является летний период [2].

Таблица 2

Метеорологический фон гляциальной зоны Заилийского Алатау за балансовые годы по данным гляциометеостанции Туйыксу

Сумма	Период	Год				
		2006	2007	2008	2009	2010
Среднемесячная температура воздуха, °С	годовой	-1088,4 (-3,0)	-818,9 (-2,2)	-1135,6 (-3,1)	-1113,0 (-3,7)	-1112,8 (-2,8)
	холодный	-1690,5 (-7,2)	-1497,2 (-6,2)	-1858,3 (-8,2)	-1525,7 (-6,0)	-1673,7 (-6,0)
	теплый	602,1 (4,8)	678,3 (5,1)	722,7 (5,6)	412,7 (4,5)	560,9 (4,8)
Атмосферные осадки, мм	годовой	925,4	1079,2	810,4	965,1	1343,5
	холодный	441,4	326,6	371,9	590,4	808,0
	теплый	484,0	752,6	438,5	374,7	535,5
Общая облачность, балл	годовой	1841(5,1)	2058(5,7)	1970(5,4)	2000 (5,8)	2390 (6,0)
	холодный	1161(4,9)	1143 (4,8)	1162 (5,1)	1451 (5,7)	1641 (5,9)
	теплый	680 (5,4)	915 (6,8)	808 (6,0)	549 (6,0)	749 (6,3)
Продолжительность солнечного сияния, час	годовой	1996,8	2069,2	1989,4	1888,2	2027,0
	холодный	1133,0	964,4	1145,4	1268,3	1310,9
	теплый	863,8	1104,8	844,0	619,9	716,1

Примечание: В скобках приведены средние суточные показатели.

Даже небольшое повышение температуры воздуха приводит к интенсивному таянию, росту высоты границы питания и сокращению длины ледника. В табл. 2 видно, что в 2009 году осадков выпало меньше в теплый период по сравнению с другими годами, но температура воздуха была ниже, таяние было незначительным, и баланс оказался положительным (0,206). В 2010 году продолжительность теплого периода была больше и температура воздуха выше, чем в предыдущем году, но осадков выпало больше и выпадали они в основном в твердом, иногда в смешанном виде в утреннее, ве-

чернее и ночное время, когда температура воздуха намного ниже среднесуточной. Это благотворно отразилось на годовом балансе массы ледника и он оказался положительным 0,032 (табл. 3). В табл. 3 показано, как климатические изменения отразились на удельных величинах других основных составляющих баланса массы ледника в водном эквиваленте.

Таблица 3

Удельные величины составляющих баланса массы ледника Туйыксу в водном эквиваленте

Год	Удельные величины					
	1	2	3	4	5	6
2006	2,513	0,687	-1,656	1,009	-1,978	-0,969
2007	2,472	0,541	-1,386	1,017	-1,922	-0,845
2008	2,451	0,411	-1,768	0,777	-2,135	-1,357
2009	2,451	0,626	-0,420	0,949	-0,743	0,206
2010	2,446	0,887	-0,857	1,495	-1,463	0,032
Среднее	2,466	0,630	-1,217	1,061	-1,648	-0,587

Примечание: 1 – площадь ледника, км²; 2 – зимний баланс, м; 3 – летний баланс, м; 4 – годовая аккумуляция, м; 5 – годовая абляция, поступившая в сток, м; 6 – годовой баланс массы ледника, м.

Зимний баланс испытывал колебания в диапазоне от 0,411 м до 0,887 м и в среднем за пятилетие 0,630 м, что соответствует колебаниям атмосферных осадков в холодный период года. Средняя величина зимнего баланса была ниже среднего многолетнего показателя за период с 1956 по 2010 гг. равного 0,740 м или на 0,110 м меньше. За 54 года наблюдений зимний баланс только 18 раз превосходил среднемноголетний показатель. Остальные 36 лет он был значительно ниже нормы. За последние пять лет зимний баланс на леднике был на 122 мм больше, чем количество атмосферных осадков на метеостанции Туйыксу.

Аккумуляция является суммой зимнего баланса и летних атмосферных осадков. В фазовом составе последних преобладают твердые и смешанные осадки практически на всем протяжении ледника. Выше 3900...4000 м н. у. м. при температуре воздуха ниже 0 °С выпадают только твердые осадки. Существенное значение имеет состояние поверхности ледника, на которую выпадают осадки. Если на ней лежит снег, то жидкая часть осадков проникает в его толщу, а твердая остается на поверхности. При оценке аккумуляции все летние осадки в любом фазовом состоянии брались из показаний суммарных осадкомеров за теплый период. Аккумуляция на недоступных склонах ледника оценивалась по ее соотношениям к количеству аккумуляции в интервале 3700...3800 м представляющим дно цирка [6]. Слой годовой аккумуляции на леднике Туйыксу за период 2006...2010 гг. также испытывал значительные колебания: от 0,777 м до 1,495 м. В среднем за пять лет он равнялся

1,061 м. За эти годы среднее количество атмосферных осадков на метеостанции Туйыксу составило 1,004 м.

Абляция обычно происходит при температурах воздуха выше 0 °С и при поглощении тепла солнечной радиации, падающей на загрязненную поверхность льда. Выпадающий на леднике снег замедляет или на время приостанавливает таяние, что способствует сохранению массы льда на языке. Весь зимний снег до границы питания полностью стаивает и вместе со стаивавшим льдом и выпавшими в теплый период осадками образует слой годовой абляции. Выше границы питания сохраняется некоторое количество зимних и летних осадков, которые играют положительную роль в балансе массы ледника. Часть воды от стаявшего здесь слоя годовой аккумуляции пополняет массу воды, образующейся на языке ледника ниже границы питания. Меньшая часть воды при абляции в области аккумуляции проникает в толщу в виде внутреннего питания. Величина последнего из года в год меняется в зависимости от высотного интервала, где аккумуляруются твердые осадки. При расчетах баланса массы ледника внутреннее питание исключается из слоя годовой абляции, несколько уменьшая сток воды с ледника. Его величины в среднем по леднику колеблются от 0,13 до 0,16 м водного эквивалента, опускаясь до 0,02 м при наибольшей высоте границы питания. Диапазон годовой абляции в 2006...2010 гг. был в пределах от 0,743 м до 2,135 м, а в среднем составил 1,648 м. За пять лет в сток р. Малая Алматинка с ледника Туйыксу поступило 20,4 млн. м³ воды.

Баланс массы разность между аккумуляцией и абляцией дает нам итоговую величину баланса за каждый наблюдаемый год и в среднем за период. Из пяти лет измерений три года закончились с отрицательным балансом и два года с положительным. Их показатели резко отличаются друг от друга. Если сумма первого равнялась -3,171 м, то второго всего лишь 0,238 м (табл. 3). За период с 1956 по 2010 гг. баланс массы в среднем составил -0,40 м/год, приблизившись к среднему балансу 30 ледников разных регионов нашей планеты, равному -0,41 м [5, 7]. За пять лет 2006...2010 гг. баланс в среднем составил -0,587 м продолжая прочно установившуюся с 1973 г. «традицию» отрицательных величин, редко прерываемую скромными показателями положительного баланса. К сожалению, нет оснований ожидать, что сложившийся в природе гляциологический «беспорядок» изменится в лучшую сторону. Ледники и впредь будут сокращаться по всем морфометрическим параметрам, поскольку баланс массы не обеспечивает их надежным пополнением. Этот вывод подтверждается данными табл. 4.

Изменение основных параметров ледника Туйыксу

Год	Параметр					
	1	2	3	4	5	6
2006	2,513	3980	29	-12,4	-	-
2007	2,472	3885	34	-46,0	-	-
2008	2,451	3980	22	-39,0	-	-
2009	2,451	3710	66	-2,0	-	-
2010	2,446	3762	55	-26,0	-	-
2006...2010	2,466	3863	41	-125,4	-25,1	-0,067
1956...2010				-812,4	-15,4	-0,79

Примечание: 1 – площадь ледника, км²; 2 – высота границы питания (ELA) м; 3 – ледниковый коэффициент (AAR), %; 4 – изменение длины ледника, м; 5 – среднее изменение длины ледника, м/год; 6 – изменение площади, км².

Данные табл. 4 показывают, что ледник продолжает отступать и его длина уменьшилась на 125 м или на 25,1 м/год. Его площадь за это время сократилась на 0,067 км² и в 2010 г. составила 2,446 км², высота границы питания (ELA) колебалась в пределах от 3710 м до 3980 м и в среднем за пять лет достигла 3863 м, что на 42 м выше средней за период 1956...2006 гг. и на 48 м выше средней взвешенной высоты ледника. Отношение площади аккумуляции к площади ледника (AAR) составило 41 %, что оказалось равным такому соотношению за 1956...2006 гг. Однако, в отдельные годы пятилетнего периода эти соотношения колебались от 22 до 66 %. Это объясняется тем, что граница питания из года в год делит ледник на неравные части. В многолетнем периоде равенство средних величин AAR связано с общим изменением площади ледника, что уравнивает эти соотношения, т.к. ледник уменьшается в площади не только на языке, но и в области аккумуляции.

Заключение. Вследствие неблагоприятных для ледника Туйыксу климатических условий, его баланс массы за 2006...2010 гг. составил -2,933 м, длина уменьшилась на 125 м и площадь на 0,067 км², что соответственно в среднем за год равнялась -0,587 м, 25,1 м/год и -0,0134 км². За 54 года непрерывных исследований средний баланс массы составил -0,40 м/год, что практически равно среднему балансу ледников нашей планеты.

Приведенные в статье данные свидетельствуют о продолжающейся негативной реакции ледников на глобальное потепление климата, где главным отрицательным фактором является повышение температуры воздуха в летний период. И чтобы улучшить состояние оледенения, нужны

кардинальные изменения климата в сторону похолодания, которые вряд ли могут произойти в ближайшее время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гляциологический словарь. – Л.: Гидрометиздат, 1984. – 528 с.
2. Ерисковская Л.А. Метеорологическая обусловленность колебаний границы питания на леднике Туюксу. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №2. – С. 79-88.
3. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туюксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
4. Макаревич К.Г., Пальгов Н.Н., Токмагамбетов Г.А. и др. Оледенение Заилийского Алатау. – М.: Наука, 1969. – 288 с.
5. Макаревич К.Г., Касаткин Н.Е. Полувековые исследования баланса массы и морфологических изменений Центрального Туюксуйского ледника в Заилийском Алатау. // Лед и снег. – 2011. – №1. – С. 36-44.
6. Макаревич К.Г. Методические аспекты исследований баланса массы и колебаний горных ледников. – Алматы. 2007. – 102 с.
7. Glacier mass balance bulletin. №10, №11. Zürich. 2009. 96 pp., Zürich. 2011. 96 pp.

Институт географии, г. Алматы

2006...2010 ЖЫЛДАРДАҒЫ СОЛТҮСТІК ТӘНІРТАУДАҒЫ ОРТАЛЫҚ ТҮЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ РЕЖИМІ МЕН КЛИМАТЫНЫҢ НЕГІЗГІ МІНЕЗДЕМЕЛЕРІ

Л.А. Ерисковская

Н.Е. Касаткин

Геогр. ғылымд. канд.

К.Г. Макаревич

Баланстық жылдың суық және жылы мерзімдердегі негізгі метеорологиялық мінездемелері (орташа айлық ауа температурасы, жауын шашын мөлшері, күннің жарқырау ұзақтығы, жалпы бұлттылығы); мұздық параметрлерінің өзгеруі (ауданы, ұзындығы, қоректену шекарасының биіктігі, мұздық коэффициенті) қарастырылады. Зерттелетін мерзімдегі мұздық салмағы балансы, абляция және аккумуляция суреттемелері келтірілген.

УДК 551.515.3 (262.83)

ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС ПЕСКА В ПРИАРАЛЬЕ

О.С. Галаева

Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов

Для семи метеостанций казахстанского Приаралья (Аральское Море, Кызылорда, Джусалы, Казалинск, Карак, Чирик-Рабат, Уялы) за период 1966...2005 гг. рассчитаны скалярные и векторные величины, переносимых ветром во время дефляционных процессов масс песка. Полученные результаты позволили оценить ситуацию после двадцатипятилетнего интенсивного падения уровня моря. На трех станциях (Аральское Море, Кызылорда, Джусалы) после длительного снижения интенсивности переноса масс песка в конце 90-х – начале 2000-х гг. вновь отмечено их значительное увеличение.

Для расчета массы песка, переносимой ветром в приземном слое атмосферы во время пыльных бурь, в начале 80-х годов О.Е. Семеновым была создана модель, позволяющая получать скалярные и векторные оценки объемов переноса песка. В качестве исходной информации в ней использовались скорость и направление ветра, наблюдаемые на метеостанциях и данные о среднем геометрическом размере частиц песка в исследуемом районе. По ней можно рассчитывать средние многолетние годовые массы песка, переносимые в приземном слое через фронт шириной в один км и высотой 10 м. Это позволяет объективно оценивать развитие дефляционных процессов, их опасность в изучаемых географических районах. По этой модели впервые количественно и детально оценена интенсивность дефляции в регионе Аральского моря [1, 2].

С появлением современной вычислительной техники стало возможно полностью автоматизировать расчеты скалярных и векторных характеристик переноса масс песка. По описанной выше модели С.К. Волковой и А.П. Шаповым была разработана программа «PESOK», которая позволяет осуществлять расчеты характеристик переноса, а так же архивацию, корректировку и пополнение базы данных.

Первые такие исследования были выполнены в середине 80-х годов 20 века для песчано-солевых бурь на осушенном дне Арала и Приаральского региона [3]. В начале 21 века ряды наблюдений удлиннили до

2005 г. включительно. Для расчетов использовали семь станций казахстанского Приаралья: Аральское Море, Кызылорда, Джусалы, Казалинск, Карак, Чирик-Рабат, Уялы. Для этих станций по модели были рассчитаны скалярные и векторные величины масс переносимого ветром песка за год во время пыльных бурь (ПБ) и пыльных поземков (ПП). В табл. 1 приведены основные статистики этих рядов: средние многолетние годовые расходы песка (M , $\text{т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$), их стандартные отклонения (σ), коэффициент вариации (C_v).

Таблица 1

Основные статистические параметры рядов переноса песка по станциям Аральского региона: M ($\text{т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) – средняя многолетняя масса песка, σ ($\text{т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) – среднее квадратическое отклонение, C_v – коэффициент вариации

Станция	Пыльная буря			Пыльный поземок			ПБ+ПП		
	M	σ	C_v	M	σ	C_v	M	σ	C_v
Аральское Море	6619	2764	0,42	1034	1097	1,06	7653	3486	0,46
Уялы	3256	3630	1,00	2708	3645	1,35	5961	6313	1,06
Казалинск	1263	188	1,49	290	409	1,41	428	577	1,35
Кызылорда	986	703	0,72	959	720	0,75	194	1238	0,64
Джусалы	4272	5846	1,37	48	84	1,75	4344	5880	1,35
Чирик-Рабат	722	871	1,21	2	3	1,8	724	873	1,21
Карак	1009	1257	1,25	2	3	1,95	1011	1257	1,24

На станции Аральское Море средняя многолетняя масса песка, переносимого обоими явлениями, равна $7653 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Это значение близко к величине средней многолетней массы на метеостанции Уялы. Однако величина среднего квадратического отклонения на М Уялы почти в 2 раза больше, чем на метеостанции Аральское Море, поэтому коэффициент вариации на метеостанции Аральское Море равен 0,46, а на метеостанции Уялы – 1,06. Основной вклад в перемещение песка на метеостанции Аральское Море вносят пыльные бури. Ими переносится 86 % от средней многолетней массы и только 14 % – пыльными поземками. На метеостанции Уялы пыльными бурями переносится $3255,6 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, что составляет 55 % от средней многолетней массы ($5961,2 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) и $2708,2 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ – пыльными поземками (45 %).

На метеостанции Казалинск среднее многолетнее значение массы составляет $428 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Пыльными поземками здесь переносится в два с лишнем раза больше песка, чем бурями. Коэффициент вариации одина-

ково высок для обоих рядов явлений и достигает значений – 1,49 для бурь и 1,41 – для поземков.

На метеостанции Кызылорда средняя многолетняя масса песка обоих явлений достигает $1940 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. При этом пыльными поземками здесь переносится $959 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, а бурями $982 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Коэффициент вариации равен 0,64. Такой же порядка величины коэффициент вариации на станции Аральское Море, на всех остальных станциях он значительно выше.

На станции Чирик-Рабат практически вся масса песка переносится во время пыльных бурь и равна $722 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, пыльными поземками перемещается всего лишь $1,8 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Коэффициент вариации этого ряда составляет 1,2. На станции Карак и Джусалы, так же как и на станции Чирик-Рабат, перенос песка осуществляется в основном пыльными бурями. Среднее многолетнее значение массы песка пыльных бурь на метеостанции Карак составляет $1009 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, пыльных поземков – $1,5 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. В районе станции Джусалы пыльными бурями переносится $4272,5 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, пыльными поземками – $48 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. На станции Карак для ряда масс пыльных поземков получен самый высокий коэффициент вариации из всех станций, равный 1,95.

Из всех рассматриваемых станций только на метеостанции Казалинск средняя многолетняя масса песка, переносимого пыльными поземками, больше, чем пыльными бурями. На метеостанциях Кызылорда и Уялы величина средней многолетней массы песка, переносимого пыльными бурями и поземкам близка. На остальных же станциях основная масса песка переносится пыльными бурями.

Рассмотрим далее изменчивость интенсивности дефляционных процессов во времени. На рис. 1...7 приведен многолетний ход масс песка на метеостанциях, переносимого обоими явлениями, а так же сглаженная полиномами кривая. На рис. 1 показан многолетний ход для метеостанции Аральское Море.

Здесь мы видим три пика, один из которых наблюдался в 1970 г. и составил $21385 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, второй в 1984 г. – $14635 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ и третий в 2002 г. – $13657 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Если рассматривать в целом 40-летний ряд, то видно, что в последнее десятилетие, начиная с 2000 г. наблюдается увеличение массы переносимого песка.

На рис. 2 представлены данные метеостанции Уялы, где максимальный перенос песка был в 1984 г. и составил $57472 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, что в два раза с лишним выше максимального значения на метеостанции

Аральское Море. В сорокалетнем разрезе мы видим, что с 80-х годов прошлого столетия произошло устойчивое уменьшение переноса песка. Ранее мы получили, что метеорологические ряды на этой станции имеют наибольшую неоднородность в результате неоднократного перенесения наблюдательной площадки. С 1994 г., в результате плохого финансирования, наблюдения на станции велись по сокращенной программе и представляемые в этот период данные, скорее всего, не достоверны.

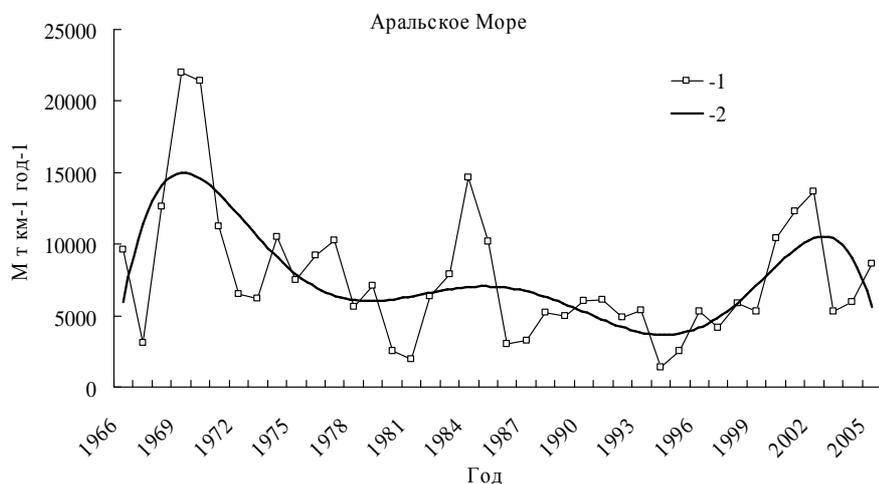


Рис. 1. Многолетний ход массы песка, переносимого пыльными бурями и поземками (1) и сглаженная кривая (2) на метеостанции Аральское Море.

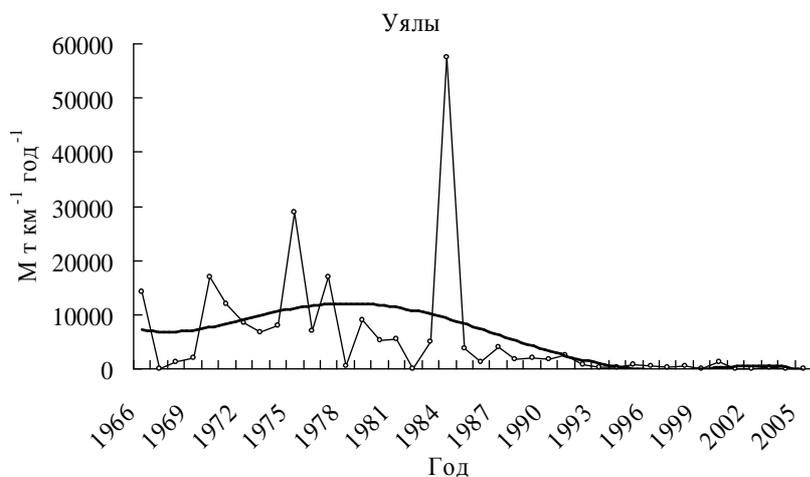


Рис. 2. Многолетний ход массы песка, переносимого пыльными бурями и поземками и сглаженная кривая на метеостанции Уялы.

На рис. 3 показан многолетний ход масс песка для метеостанции Казалинск. Здесь, начиная с 1966 г., наблюдается стойкая тенденция к уменьшению переноса, а с 1985 года сглаженная кривая стремится к нулю. Положительную роль в прекращение здесь песчаных бурь сыграл ввод в эксплуатацию Казалинского массива орошаемых земель. А так же необходимо учитывать, что сегодня станция находится на южной окраине города в окружении жилых массивов. Местность закрытая.

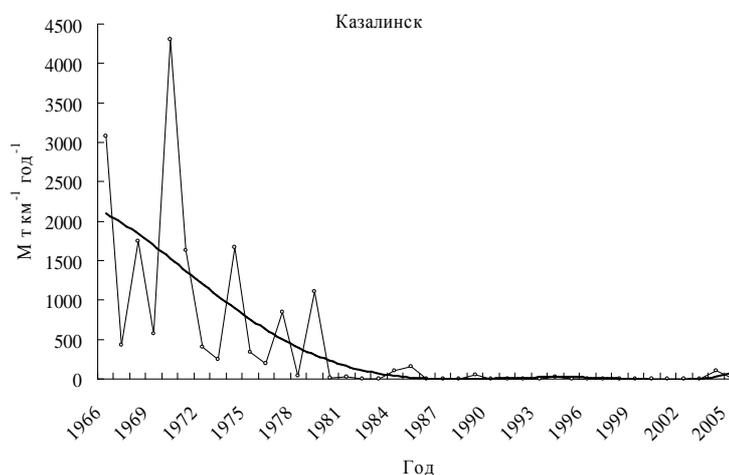


Рис. 3. Многолетний ход массы песка, переносимого пыльными бурями и поземками и сглаженная кривая на метеостанции Казалинск.

На метеостанции Кызылорда (рис. 4) кривая многолетнего хода масс имеет пилообразную форму, но по сглаженной кривой можно судить, об устойчивом уменьшении ветрового переноса начиная с 1966 года.

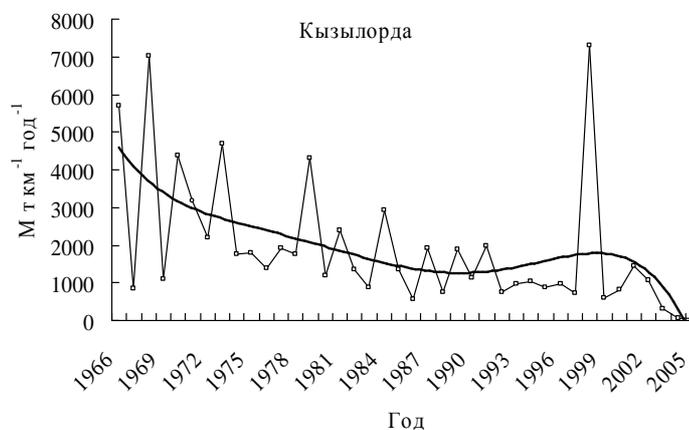


Рис. 4. Многолетний ход массы песка, переносимого пыльными бурями и поземками и сглаженная кривая на метеостанции Кызылорда.

Уменьшение величин переносимых масс также наблюдается и на метеостанциях Чирик-Рабат (рис. 5), Карак (рис. 6) и Джусалы (рис. 7). Максимальная масса песка на метеостанции Чирик-Рабат была перемещена в начале периода наблюдений в 1968 г. и составила $5847 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Аналогичный многолетний ход прослеживается и на метеостанции Карак, где максимум достиг в 1966 г. – $10039 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$.

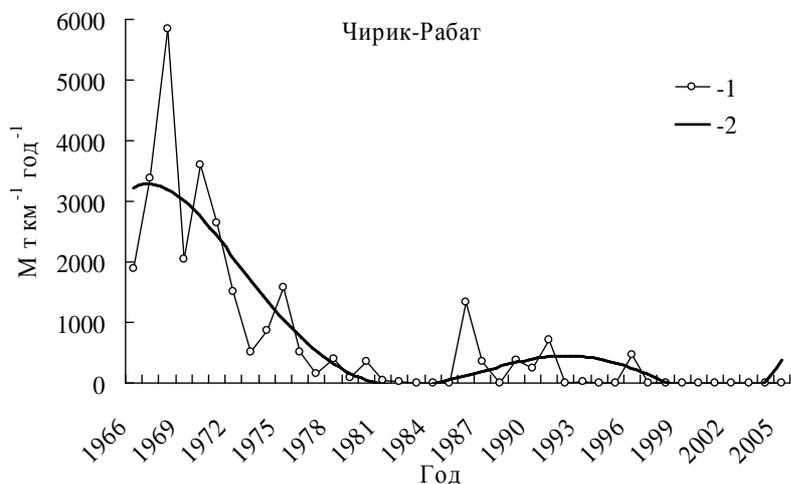


Рис. 5. Многолетний ход массы песка, переносимого пыльными бурями и поземками и сглаженная кривая на метеостанции Чирик-Рабат.

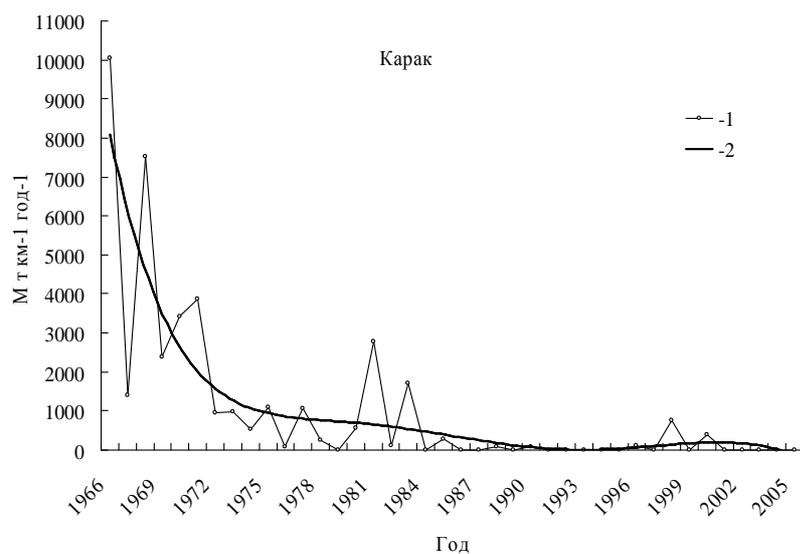


Рис. 6. Многолетний ход массы песка, переносимого пыльными бурями и поземками и сглаженная кривая на метеостанции Карак.

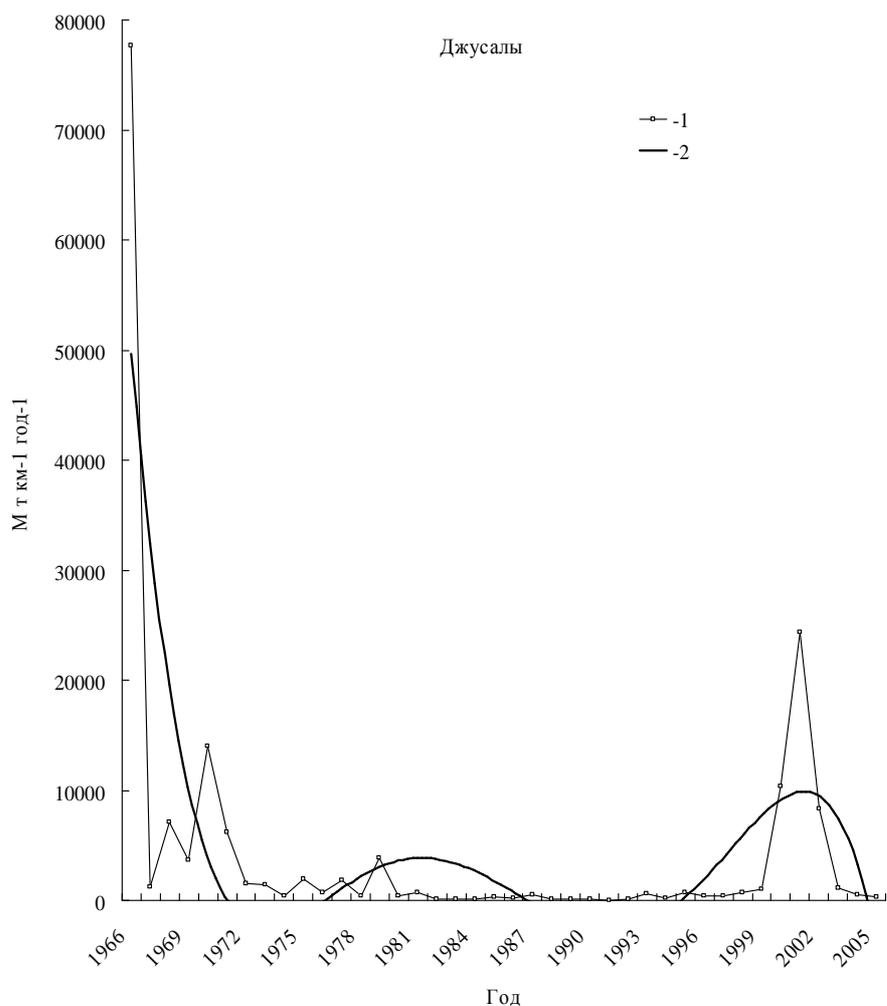


Рис. 7. Многолетний ход массы песка, переносимого пыльными бурями и поземками и сглаженная кривая на метеостанции Джусалы.

Ряд станций, таких как Аральское Море, Джусалы и Чирик-Рабат, имеют по три хорошо выраженных максимума и минимума. Особенно хорошо совпадает первый максимум, который был в период 1966...1970 гг., второй максимум наблюдался на метеостанциях Аральское Море и Чирик-Рабат он был 1984...1986 гг., третий максимум был на метеостанциях Аральское Море и Джусалы в период 2000...2002 гг. В 1999 г. значительное усиление переноса массы песка было отмечено на М Кызылорда, где был превышен максимум конца 60-х годов – 7500 т/(км год). При решении задач по перемещению песков ветром и изучении влияния бурь на окружающие территории ветропесчаные потоки следует рассматривать как

векторные величины, так как наряду с массой они имеют и направление в пространстве. Основными векторными характеристиками дефляции песков являются годовая роза векторов, представляющая собой суммы масс песка, переносимых за год в направлениях каждого из 16 румбов (Рис. 8), и годовой результирующий вектор (Рис. 9), показывающий конечное направление передвижения эоловых форм рельефа в результате многочисленных случайных перемещений в пространстве и во времени. Средняя многолетняя роза векторов исключительно важна при оценке выноса песка за границы контуров изучаемого песчаного массива и для разработки проектов противодефляционных мероприятий. Средний многолетний результирующий вектор может служить для прогноза направления перемещения массива подвижных песков или отдельных форм песчаного рельефа.

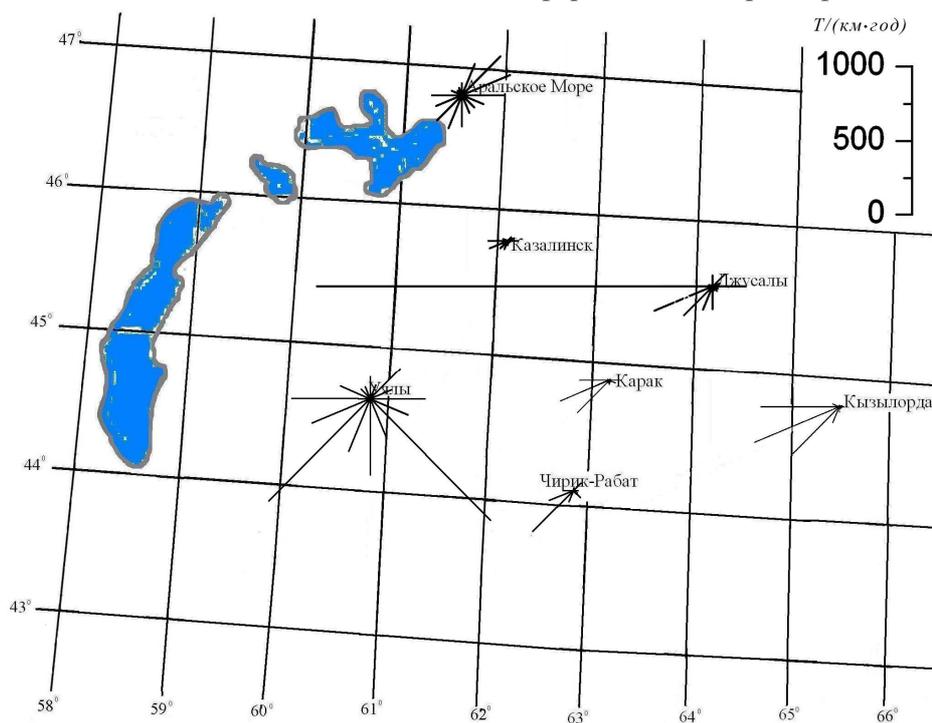


Рис. 8. Многолетние средние годовые розы векторов переноса массы песка ветром в Приаралье.

В табл. 2 приведены средние многолетние объемы переноса для Приаральского региона. Представленные величины являются суммарными для пыльных бурь и поземков. На рис. 9 приведены средние многолетние годовые результирующие векторы переноса для этих же станций. Представленные величины так же являются суммарными для пыльных бурь и поземков.

Таблица 2
Средние многолетние суммарные для пыльных бурь и поземков объемы переноса в Приаральском регионе, т·км⁻¹·год⁻¹

Метеостанция	Направление, град															
	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5
Аральское Море	78	221	359	344	273	152	115	125	206	235	232	184	199	75	42	51
Казалинск	3	5	22	30	45	12	7	3	19	40	46	86	86	22	2	1
Джусалы	74	7	116	53	226	38	43	31	154	170	274	428	2684	27	7	13
Карак	4	0	12	6	82	44	8	6	26	19	303	359	201	14	7	0
Чирик-Рабат	0	18	71	9	30	21	61	7	10	80	377	171	69	7	2	0
Уялы	146	98	283	154	370	276	1143	289	510	382	967	422	529	216	87	89
Кзылорда	10	10	11	23	31	10	13	9	36	116	446	629	537	49	8	2

В табл. 2 хорошо видны различия в выносе твердой фазы на северных и южных станциях Восточного Приаралья. На метеостанции Аральское Море преобладает перенос в направлении восточных, северо-восточных румбов. На остальных станциях, расположенных южнее Аральска превалирует перенос в направлениях от западного до юго-западного. Условная граница этих зон может быть определена по 46° с.ш. Кроме того, обращает на себя внимание более интенсивный перенос в юго-восточном направлении на метеостанции Уялы.

На метеостанции Аральское Море максимальный перенос наблюдается в направлениях северо-восточной и юго-западной четвертей – 359 т·км⁻¹·год⁻¹ на северо-восток и 232 т·км⁻¹·год⁻¹ на юго-запад. В других направлениях перенос значительно меньше. Минимальный модуль имеет северо-западный вектор и равен 42 т·км⁻¹·год⁻¹.

На метеостанциях Казалинск, Джусалы, Кызылорда, Карак и Чирик-Рабат преобладает перенос в направлениях юго-западной четверти. Метеостанции Карак и Чирик-Рабат расположены в регионе, где антропогенное влияние на процессы генерации пыли минимально, незначительно так же здесь и влияние выносов из районов осушки дна Аральского моря. Поэтому с высокой степенью достоверности данные о переносе по этим станциям можно считать фоновыми.

При рассмотрении тенденции климатического хода процессов на метеостанции Карак векторы румбов с максимальным переносом имеют следующие значения: ЗЮЗ – 359 т·км⁻¹·год⁻¹, ЮЗ – 303 т·км⁻¹·год⁻¹, З – 201 т·км⁻¹·год⁻¹. Метеостанция Чирик-Рабат – самая южная из рассматриваемых станций. На ней выделяется один хорошо выраженный вектор юго-западного направления – 377 т·км⁻¹·год⁻¹ и ближний ЗЮЗ – 171 т·км⁻¹·год⁻¹, по остальным направлениям перенос очень слабый. На станции Кызылорда роза векторов аналогична розе векторов станции Карак, но модули векторов несколько больше. Максимальный перенос наблюдается в ЗЮЗ направлении и равен 629 т·км⁻¹·год⁻¹, на ЮЗ переносится 446 т·км⁻¹·год⁻¹, на З – 537 т·км⁻¹·год⁻¹.

Для станции Джусалы характерно подавляющее преобладание переноса в западном направлении – модуль этого вектора равен 2684 т·км⁻¹·год⁻¹ и существенно превосходит значения векторов других румбов. Станция Казалинск находится в районе закрепленных растительностью песков, поэтому здесь получены самые низкие максимальные значения его ветрового переноса. Максимальный перенос массы песка здесь наблюдается в З и ЗЮЗ направлениях и составляют 86 т·км⁻¹·год⁻¹.

На метеостанции Уялы максимальные модули имеют юго-восточный ($1143 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) и юго-западный ($967 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) векторы. Отличительной особенностью переноса в районе этой станции является большая величина юго-восточного вектора. Значительная доля его обусловлена очень интенсивной пыльной бурей 15...17 июня 1984 года. Тогда в юго-восточном направлении было перенесено $29000 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, что составляет 57 % от среднего многолетнего модуля вектора.

Подводя итог рассмотрению средних многолетних роз векторов переноса песка в Приаралье, можно сделать вывод, что большинство станций этого региона имеет максимальные значения модуля в направлениях юго-западной четверти и лишь некоторые станции имеют максимальные значения векторов, направленные на юго-восток, восток и северо-восток.

Средние многолетние результирующие векторы переноса песка (рис. 9) включают значения, полученные как для пыльных бурь, так и для пыльных поземков и показывают, в каком направлении идет перемещение подвижных песков за рассматриваемый период времени. Анализируя рис. 9, можно констатировать, что станция Аральское Море, расположенная на севере, имеет средний многолетний результирующий вектор, близкий к восточному румбу, а именно -108° , при модуле $481 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$.

Следует отметить, что на станции Аральское Море направление результирующего вектора не совпадает с направлениями максимального переноса, так как наибольшие векторы северо-восточной и юго-западной четверти, практически, при сложении полностью компенсируют друг друга. Пять станций рассматриваемого региона имеют направление многолетнего результирующего вектора, близкое к западно-юго-западному румбу: Казалинск -235° , Джусалы -260° , Карак -237° , Чирик-Рабат -223° , Кызылорда -245° . Как видим, эти направления значительно отличаются от направления в Аральске. Возможно, это связано с определенными синоптическими процессами, происходящими в этом регионе.

Детально остановимся на полученных результатах каждой станции. Самый большой средний многолетний результирующий вектор наблюдается на метеостанции Джусалы, его величина равна $2982 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, при направлении переноса 260° . Второй по величине вектор имеет метеостанция Уялы (183° и $2174 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$). Данные станций хорошо отражают картину дефляционных процессов, происходящую в районах, где они расположены. Это новые обширные, песчаные массивы, образовавшиеся в ходе падения уровня моря и осушки значительных площадей, подверженные выветриванию.

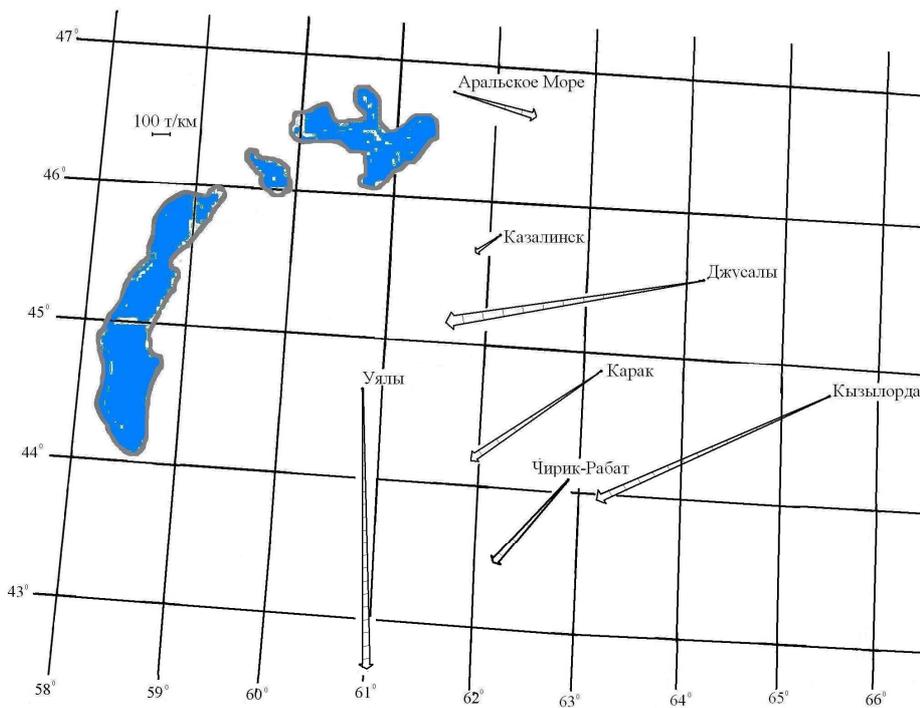


Рис. 9. Многолетние средние годовые результирующие векторы переноса песка ветром в Приаралье.

К станциям, на которых ветром перемещаются несколько меньшие массы песка, относятся Кзылорда, модуль вектора которой равен $1587 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ при направлении 245° . На метеостанции Карак модуль равен $742 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ при направлении результирующего вектора 238° .

На метеостанции Чирик-Рабат величина модуля равна $545 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ при направлении 223° . Эта масса сопоставима с модулем вектора метеостанции Аральское Море.

Метеостанция Казалинск имеет наименьший модуль вектора из всех сети станций, он равен $156 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ при направлении 235° . Его величина в пятнадцать раз меньше максимальных значений в этом регионе.

Таким образом, выполненные исследования направления переноса песка позволяют сделать вывод, что перемещение подвижных песков севернее 46° параллели идет в восточном направлении. Движение песков, расположенных южнее этой параллели, наблюдается на востоке региона в западном направлении, исключение составляет станция Уялы, где перенос идет в южном направлении.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

10. Гидрометеорологические проблемы Приаралья. / Под ред. Г.Н. Чичасова. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 276 с.
11. Галаева О.С., Семенов О.Е. О мониторинге выноса песчано-солевого аэрозоля с осушенной части дна Аральского моря // Гидрометеорология и экология. – 1997. – № 2. – С. 116 – 121.
12. Галаева О.С., Семенов О.Е., Шапов А.П. Об особенностях ветрового переноса песка в Аральском регионе // Гидрометеорология и экология. – 1996. – № 4. – С. 73 – 93.

Казгидромет, г. Алматы

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

АРАЛ МАҢЫНДАҒЫ ҚҰМНЫҢ ЖЕЛМЕН КӨШУІ

О.С. Галаева

Физ.-мат. ғылымд. канд. О.Е. Семенов

Арал маңындағы қазақстандық жеті метеостанция үшін (Арал теңізі, Қызылорда, Жусалы, Қазалы, Қарақ, Чирик-Рабат, Ұялы) 1966...2005 жылдар арасындағы мерзімге дефляциялық процесс кезіндегі желмен көшілетін құм салмағының скалярлі және векторлық көрсеткіштері есептелінген. Алынған нәтижелер теңіз деңгейінің қарқынды төмендеуінің жиырма бес жылдан кейінгі жағдайын бағалауға мүмкіндік береді. Құм салмағының қарқынды көшуінің ұзақ уақыт төмендеуінен кейін үш станцияда (Арал теңізі, Қызылорда, Жусалы) 90 жылдың аяғы мен 2000 жылдар басында қайта ұлғаюы байқалды.

УДК 551.576:629.7(479.24)

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ «ОБЛАЧНЫХ УЛИЦ» НАД КАВКАЗСКО-КАСПИЙСКИМ РЕГИОНОМ, ПО ДАННЫМ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Канд. геогр. наук Т.Д. Агаев

В работе приведены результаты изучения условий формирования «облачных улиц» над Кавказско-Каспийским регионом, по данным аэрокосмической информации, которые имеют практическое значение, и они могут быть полезны при прогнозе погоды, оперативных работах авиационной метеорологической службы.

Облачность является одним из важнейших факторов, определяющих характер многих физических, а также климатообразующих процессов, протекающих в атмосфере Земли. В последние десятилетия в изучение атмосферных процессов всё больше используются снимки, получаемые с искусственных спутников Земли (ИСЗ). Эти снимки в отличие от наземных наблюдений, дают целостную картину распределения облачности на больших территориях [1-5, 7, 8]. Так как формирование облаков зависит от характера атмосферной циркуляции, то они несут информацию для оценки температурной стратификации, прогноза погоды. Данная работа посвящена изучению условий формирования «облачных улиц» над Кавказско-Каспийским регионом, с использованием аэрокосмической информации.

1. Методы и материалы

В работе был применен метод статистического анализа данных и дешифрирования облачности на космических снимках. Для проведения исследования были использованы данные наблюдений аэрологических станций Маштага, Ленкорань и Махачкала, наземных метеорологических станций, расположенных на западном побережье Каспия, космические фотоизображения Кавказско-Каспийского региона.

2. Практическая часть

Роль устойчивого состояния атмосферы в формировании слоисто-кучевых облаков. Анализ аэрологических данных показывает, что слоисто-кучевые облака (Sc) над Каспийским морем наиболее часто отмечаются в холодный период года. При этом было установлено, что годовые и суточные изменения повторяемости этой облачности и устойчивого со-

стояния атмосферы (часто высотных инверсий) идентичны. Наибольшие значения, которых наблюдаются в холодный период года. При этом повторяемость высотных (или приподнятых) инверсий в сочетании с Sc составляет 62...79 %, а в течение суток в дневные часы – 65...75 %. Изменение повторяемости приземных инверсий в течение года и суток не во всех случаях совпадает с изменениями рассматриваемых типов облачности.

Как известно, основными характеристиками инверсий температуры являются их мощность и интенсивность. Чем мощнее и интенсивнее инверсионный слой, тем больше продолжительность, т.е. время жизни слоисто-кучевых облаков. Наблюдаемые при облачности нижнего яруса высотные инверсии в зависимости от их мощности и интенсивности можно разделить на следующие четыре типа:

I. не очень мощные и не интенсивные инверсии. Мощность их не превышает 500 м, интенсивность – 5 °С. Подобный тип инверсий из всех случаев составляет 65 %.

II. мощные, но не интенсивные инверсии. Мощность их более 500 м, интенсивность менее 5 °С. Повторяемость их не превышает 26 %.

III. интенсивные, но не очень мощные высотные инверсии. Мощность таких инверсий не более 500 м, интенсивность более 5 °С. Повторяемость инверсий данного типа составляет всего 6 %.

IV. мощные и интенсивные высотные инверсии. Мощность этих инверсий более 500 м, интенсивность более 5 °С. Повторяемость их очень низкая – 3 %.

Во всех перечисленных типах инверсий вертикальные градиенты температуры (γ) в нижнем пятисотметровом слое атмосферы в основном колеблются в пределах 0,50...0,75 °С.

Анализ данных радиозондов показал, что появление устойчивого слоя, как правило, с очень малым положительным или отрицательным градиентом температуры воздуха (инверсия) чуть выше верхней части слоя перемешивания, является своего рода первым признаком образования слоисто-кучевой облачности в холодный период года в дневные часы суток (рис. 1). Под инверсионным слоем, происходит накопление основной массы примесей естественного и промышленного происхождения, за счет чего число ядер конденсации увеличивается, что благоприятствует образованию облаков.

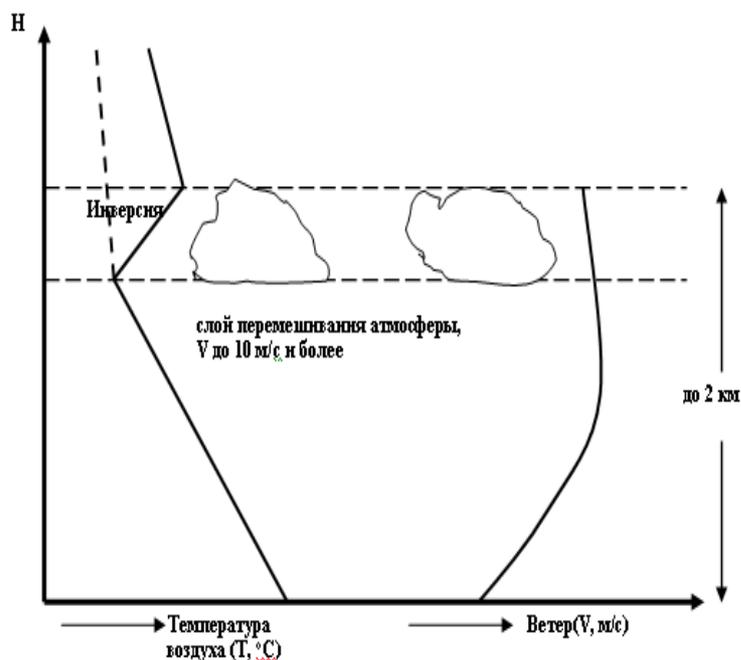


Рис. 1. Схема формирования слоисто-кучевой облачности в холодный период года, при устойчивом состоянии атмосферы.

В зимнее время года инверсии в основном образуются за счет переноса теплого воздуха, обусловленного субтропическим антициклоном, развивающимся на юге. Прохождение южных циклонов над исследуемым районом, создает благоприятные условия для поступления из северных районов через Северный Кавказ и Каспий масс холодного воздуха в нижней тропосфере [4-6]. Поступление холодного и влажного воздуха с севера приводит к разрушению приземных инверсий. Однако на некоторой высоте инверсия еще сохраняется, ограничивая сверху некоторый слой воздуха (формирующий слой), где происходит образование облачности. Взаимодействие воздуха понижает температуру в нижней части инверсионного слоя, что приводит к конденсации воздуха и образованию облачности, чаще всего нижнего яруса – Sc (63 и 73 % случаев). После образования облачности ее поверхность радиационно охлаждается.

Формирования «облачных улиц» над Каспийским морем, в холодный период года. Анализ космических снимков Кавказско-Каспийского региона показывает, что облачность типа Sc в 60...65 % имеет зернистую текстуру. Поля облачности Sc характеризуются грядовой

(55...60 %) и ячеистой (35...40 %) мезоструктурой. В 5 % случаев облачность типа Sc имеет спиралевидную структуру.

Как известно, в атмосфере выделяют два основных класса ячеек: открытые ячейки с безоблачным пространством в центре и облачным кольцом по периферии и закрытые ячейки с облачностью в центре и безоблачным пространством по периферии [3, 7, 8]. Распределение облачности в открытой ячейке соответствует восходящим движениям воздуха по периферии и нисходящим в центре ячейки. В закрытой ячейке распределение восходящих и нисходящих течений противоположное. Чаще всего ячейки формируются над водной поверхностью или равнинными, сильно увлажненными участками суши. Гряды конвективной облачности имеют сходный генезис с ячейками и возникают в атмосфере в тех же районах. При благоприятных условиях гряды конвективной облачности формируют «облачные улицы». Так как процессы ячейковой конвекции в атмосфере чрезвычайно распространены, и правильная интерпретация этого явления может оказаться очень полезной при анализе условий погоды над обширными территориями.

Анализом космических фотоизображений установлено, что нередко случаи наблюдения над Каспием и прилегающими к нему территориями в холодное время года «облачных улиц», в основном состоящих из облаков нижнего яруса. Они возникают над земной поверхностью в процессе цилиндрической циркуляции воздуха в атмосфере (рис. 2) и являются одним из видов организованной конвекции. Улицы облаков – результат волнового движения воздуха в устойчивой атмосфере. Она имеет форму расширенной линии кучевых облаков (обычно слоисто-кучевых) почти параллельно направлению ветра. Как было отмечено, наиболее благоприятные условия для их образования происходят, когда самый нижний слой воздуха неустойчив и покрывается устойчивым слоем воздуха. Это часто происходит, когда верхний слой воздуха опускается, как например, при условиях антициклона. Воздух движется поперек улицы, и там, где воздух поднимается – образуются облака, там, где опускается – облачные просветы (улицы). При образовании таких облачных гряд обычно мощность конвективного слоя составляет в среднем 1,5...2,0 км, а выше за счет адвекции теплого воздуха, отмечается слой с замедленным падением или отрицательным градиентом температуры воздуха (инверсия). Так как мезомасштабные «облачные улицы» возникают в сравнительно тонких, неустойчиво стратифицированных слоях атмосферы, то наблюдения их над каким-

либо районом свидетельствует о том, что нижний слой атмосферы является неустойчиво стратифицированным.

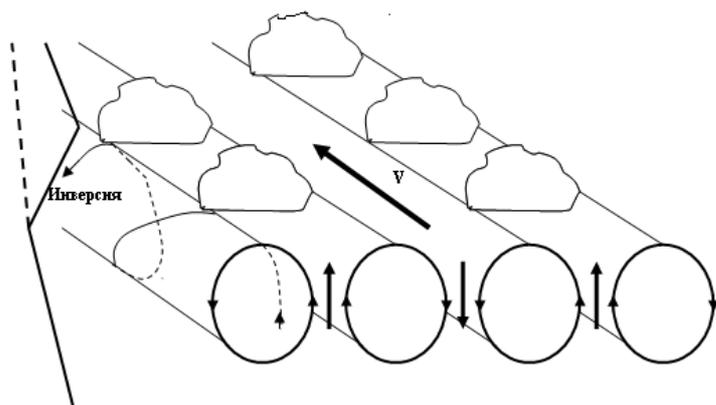


Рис. 2. Схема образования «облачных улиц» над морской поверхностью в холодное время года.

На космическом снимке за 10.01.2008 г. (рис. 3) видно, что слоисто-кучевые облака выстроились вдоль оси с севера на юг по направлению господствующего ветра над Каспийским морем. Они сформировали «улицы облаков», которые связаны с адвекцией холодного воздуха над водной поверхностью. Гряды кучевых облаков формируются вдоль потоков холодного воздуха, который с большой скоростью вырывается с суши, с поверхности морского льда на море. Тепло- и влагообмен над теплой морской поверхностью, при благоприятных условиях привел к образованию «улиц облаков» состоящих из Sc. В начале «облачные улицы» узкие и четкие, но, с увеличением температуры морской воды, постепенно они расширяются, теряют форму и сливаются друг с другом.

Анализ аэросиноптических данных показывает, что 09.01.2008 г. в вечерне-ночные часы у земной поверхности наблюдался ветер юго-западного направления ($V = 2$ м/с), с адвекцией теплого воздуха. В утренние часы поток холодного воздуха ($V = 6...8$ м/с) северо-западного направления на теплую морскую поверхность, при благоприятных условиях привёл к образованию гряд слоисто-кучевых облаков. В это время выше верхней части слоя перемешивания находился слой с малым положительным градиентом температуры.

На рис. 4. видно, что 16.12. 2002 г. также отмечались гряды кучевых облаков («облачных улиц») над Каспийским морем, которые сформировались вдоль потока холодного воздуха с севера. Как и в первом случае (рис. 3) в начале улицы облаков узкие и четкие, но, с увеличением темпе-

ратуры морской воды, постепенно они расширяются, теряют форму и сливаются друг с другом. Так как чем южнее, тем теплее морская вода, следовательно, и увеличение восходящих потоков воздуха и образование мощных кучевых облаков.



Рис. 3. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона (MODIS, Terra), 10.01.2008 г.[9].

Анализ аэросиноптических данных показывает, что 15.12.02 г. в утренние часы у земной поверхности был штиль или ветер западного направления, со скоростью 2...3 м/с. На высоте наблюдалась адвекция теплого воздуха. Со второй половины дня отмечался поток холодного воздуха северо-западного направления, со скоростью 8...10 м/с. При таких условиях над теплой морской поверхностью в ночные часы 16.12.02 г. сформировались гряды облаков нижнего яруса (Sc).

На космическом снимке за 03.12.2001 г. видно, что северная часть Каспийского моря частично покрыта морским льдом (рис. 5), а Азербайджан и южная часть Каспия покрыта слоистой облачностью. В средней части моря и на побережье образовались гряды конвективных облаков, которые сформировали улицы облаков в направлении с востока на запад. В начале «облачной улицы» над морской поверхностью они имеют четкую ячейковую структуру. Но, в западной части моря, соединяясь друг с другом, они постепенно вырастают в крупные облачные формирования, и образуют большие массивы облаков.

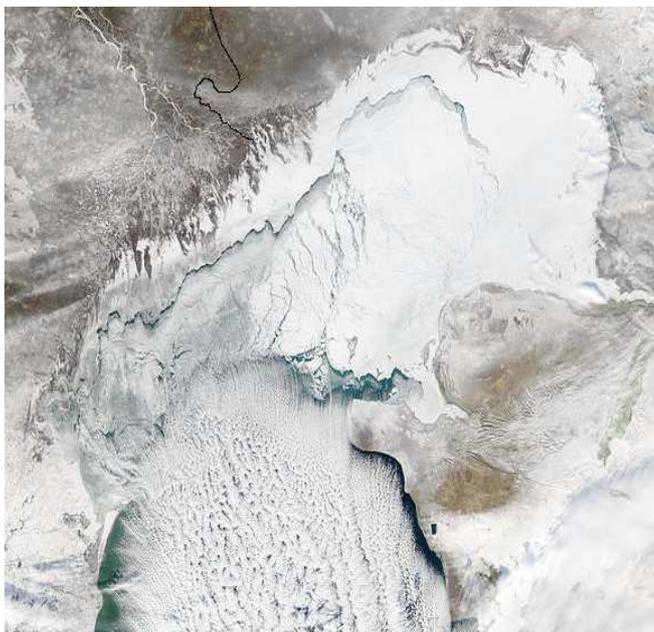


Рис. 4. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона (MODIS, Terra), 16.12.2002 г. [10].



Рис. 5. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона (MODIS, Terra), 03.12. 2001 г. [11].

Анализ аэросиноптических данных за 03.12.2001 г. показал, что в образовании облачных гряд большую роль играют холодные воздушные массы, поступающим с северо-востока, в результате действия отрога Сибирского максимума, а также выход южных циклонов на районы Азербайджана и юг Каспийского моря. Большие массивы облаков в западной части моря, указывают на высокие значения восходящих воздушных потоков, где при увеличении конвективной неустойчивости в пограничном слое атмосферы, валиковая структура течений сменяется ячейковой.

Заключение

Следует отметить, что если в пределах однородного массива конвективных ячеек или гряд облачности (или «облачных улиц») имеется хотя бы один пункт радиозондирования, то можно произвести экстраполяцию условий вертикального распределения температуры в нижнем пограничном слое атмосферы на всю территорию. По мере удаления холодного воздуха от суши в направлении моря, и прогревания его над морской поверхностью происходит увеличение размеров гряд облачности и неустойчивости в пограничном слое перемешивания. При этом можно считать, что скорость ветра во всем районе занятом «облачными улицами», сохраняется такой же, как и в пункте радиозондирования. Полученные результаты имеют практическое значение, и они могут быть полезны при прогнозе погоды, оперативных работах авиационной метеорологической службы и лётно-диспетчерскому составу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаев Т.Д. Условия формирования облачных вихрей над Каспийским морем // Гидрометеорология и экология». – 2011. – № 1(60). – С. 28-35.
2. Агаев Т.Д. Некоторые возможности использования радиационных данных с ИСЗ в исследованиях загрязнения атмосферы. // Изв. пед. универ. – 2005. – №1. – С. 74-82.
3. Воробьёв В.И., Фадеев В.С. Характеристика облачного покрова северного полушария по данным метеорологических спутников.– Л.: Гидрометеоизд, 1981. – 172 с.
4. Герман М.А. Космические методы исследования в метеорологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 351 с.
5. Горчиев А.А., Агаев Т.Д. Аэрокосмические исследования облачности и температурной стратификации атмосферы над Восточным Закавказьем. // Док. АН. Аз. ССР. – №9. – Т. XLV. – 1989. – С. 57-60.

6. Горчиев А.А., Агаев Т.Д. Крупномасштабные атмосферные процессы и погодные условия, влияющие на уровень загрязнения атмосферы над городами западного побережья Каспия. // Изв. Всесоюзной географ. общ. – 1990. – №1. – С. 34-43.
7. Климат Азербайджана / Под ред. А.А. Мадатзаде, Э.М. Шихлинского. – Баку: Изд. АН Аз. ССР, 1968. – 341 с.
8. Кондратьев К.Я. Роль космических средств наблюдения в исследовании климата / Аэрокосмические методы исследований окружающей среды. – Л: Изд. ГО СССР, 1981. – С. 37-64.
9. <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view>
10. <http://www.parstimes.com/MODIS/CaspianSeaDec2002a.jpg>
11. <http://www.parstimes.com/MODIS/Kazakhstan.A2001.jpg>

Сумгаитский ГУ, г. Сумгаит, Азербайджан

**АЭРОКОСМОСТЫҚ АҚПАРАТ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША
КАВКАЗ-КАСПИЛІК АУМАҚ ҮСТІНДЕГІ «БҰЛТТЫ
КӨШЕЛЕРДІҢ» ҚАЛЫПТАСУ ЖАҒДАЙЛАРЫН ЗЕРТТЕУ**

Геогр. ғылымд. канд. Т.Д. Агаев

Жұмыста Кавказ-Каспilik аумақ үстіндегі аэрокосмостық ақпарат мәліметтері бойынша, практикалық маңызы бар және ауа-райын болжауда, авиациялық метеорологиялық қызметтің шұғыл жұмысына пайдалы болатын «бұлтты көшелердің» қалыптасу жағдайларын зерттеу келтірілген.

УДК 551.577.3 (551.524)

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСАДКОВ И
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО И ЮГО-
ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД**

Ж.К. Наурызбаева

Проведен анализ температуры воздуха, изучен ее временной ход, составлен каталог экстремально холодных и экстремально теплых месяцев. Для более детального представления о временной изменчивости температуры и осадков были рассчитаны не только аномалии, но и средние квадратические отклонения. Коэффициент корреляции показал тесноту связи рассматриваемых метеорологических величин. На многих метеостанциях коэффициент корреляции имел отрицательное значение. Для большинства случаев коэффициент корреляции меньше 5 % уровня значимости, что свидетельствует о слабой зависимости осадков от температуры.

Воздух, как и всякое тело, всегда имеет температуру, отличную от абсолютного нуля. Температура воздуха в каждой точке атмосферы непрерывно меняется с изменением времени. Кроме того, в разных местах Земли, в одно и то же время она также различна. У земной поверхности температура воздуха меняется в широких пределах: наиболее высокое значение температуры в тропических пустынях – около 60 °С, а самое низкое значение температуры воздуха, наблюдавшееся на советской станции «Восток» в Антарктиде, минус 89,3 °С. Таким образом, размах значений температуры у земной поверхности на земном шаре равен 150 °С.

Специфические физико-географические особенности южного и юго-восточного Казахстана существенно влияют на формирование климатических условий, при которых возникают благоприятные и неблагоприятные явления погоды [3, 8].

Климатическими характеристиками атмосферных осадков и температуры воздуха занимались многие авторы [2, 5, 6].

В данной работе были использованы среднемесячные значения температуры воздуха теплого периода с 1970 по 2004 гг. на метеорологических станциях южного и юго-восточного Казахстана: Кызылорда, Калининск, Шымкент, Тараз, Алматы, Талдыкорган, Балхаш. Была выявлена

аномалия температуры воздуха (ΔT) и рассчитано её среднее квадратическое отклонение:

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

где T_i – среднемесячная температура воздуха, °С; \bar{T} – среднее многолетняя температура воздуха, °С.

На рис. 1 дан график, который был построен по результатам расчетов среднего квадратического отклонения.

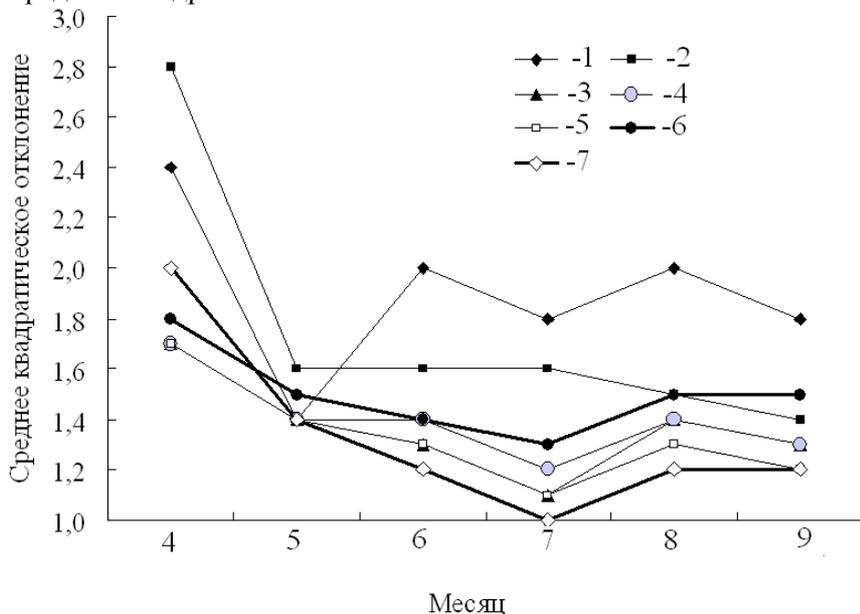


Рис. 1. Среднеквадратичное отклонение температуры воздуха.
1 – Кызылорда, 2 – Казалинск, 3 – Шымкент, 4 – Тараз, 5 – Алматы,
6 – Талдыкорган, 7 – Балхаш.

На рис. 1 видно, что в апреле наблюдается наибольшая изменчивость, а наименьшая в мае и сентябре. Значения средней многолетней температуры воздуха [4] и ее среднего квадратического отклонения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Среднее многолетнее значение температуры воздуха (\bar{T} , °С) и среднее квадратическое отклонение (σ) средней месячной температуры воздуха

Месяц											
4		5		6		7		8		9	
\bar{T}	σ										
Кызылорда											
11,8	2,4	19,5	1,4	24,3	2	26,3	1,8	23,8	2	17,1	1,8

Месяц											
4		5		6		7		8		9	
\bar{T}	σ	\bar{T}	σ	\bar{T}	σ	\bar{T}	σ	\bar{T}	σ	\bar{T}	σ
Казалинск											
10,4	2,8	18,9	1,6	24,0	1,6	26,2	1,6	23,8	1,5	17,0	1,4
Шымкент											
13,1	1,7	18,5	1,4	23,4	1,3	26,2	1,1	24,7	1,4	19,1	1,3
Тараз											
11,2	1,7	16,7	1,4	22,0	1,4	24,8	1,2	22,6	1,4	16,9	1,3
Алматы											
10,8	1,7	16,2	1,4	20,7	1,3	23,4	1,1	22,3	1,3	16,9	1,2
Талдыкорган											
10,1	1,8	16,1	1,5	21,0	1,4	23,3	1,3	21,5	1,5	15,7	1,5
Балхаш											
7,6	2	16,0	1,4	21,8	1,2	24,0	1	21,7	1,2	15,2	1,2

Среднеквадратичное отклонение температуры воздуха по данным табл. 1 колеблется в пределах от 1 до 2,8. Для более четкого представления изменения температуры воздуха со временем была построена табл. 2 экстремально холодных и экстремально теплых месяцев рассматриваемого периода, с учетом среднего квадратического отклонения и аномалии. Как видно, наиболее аномальны весенние месяцы, то есть температура воздуха в эти месяцы менее стабильна.

Таблица 2

Экстремально холодные и экстремально теплые месяцы

Месяц	Экстремально холодные годы	Экстремально теплые годы
апрель	1984, 1987, 1989, 1996, 2003	1970, 1975, 1977, 1978, 1980, 1982, 1988, 1995, 1997, 2000
май	1979, 1988, 1993, 2002	1974, 1976, 1982, 2000, 2001
июнь	1972, 1987	1977, 1990, 2001
июль	1972, 1987	1974, 1975, 1998
август	1972, 1992	1983, 1984, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003
сентябрь	1972, 1992, 1993	1986, 1988, 2000, 2002, 2003

Конец 80-х – начало 90-х – это тот период, когда наблюдались большие отрицательные аномалии температуры, а конец 70-х и конец 90-х отмечен как период с аномально высокой температурой воздуха, 2000 и 2001 года также были весьма теплыми.

Максимальная отрицательная аномалия была отмечена на М Балхаш в апреле 1979 г. и составила минус 3,5. Максимальная положительная аномалия наблюдалась в Казалинске в апреле 1977 г. и равнялась 7,2.

Средняя аномалия экстремально холодных месяцев равна $-2,8$, а средняя аномалия экстремально теплых месяцев равна $4,6$.

Были построены следующие графики: график средней температуры воздуха за весь теплый период и график количества атмосферных осадков за теплый период (рис. 2, 3).

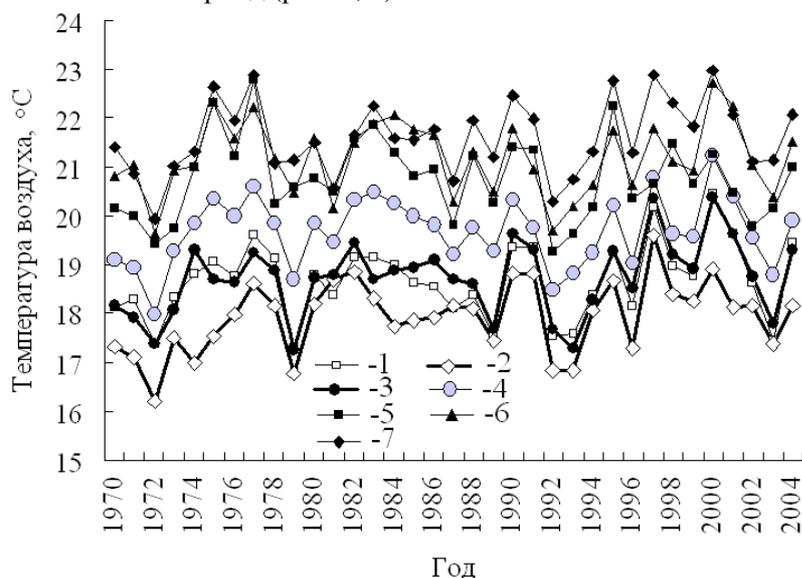


Рис. 2. Средняя температура воздуха за теплый период, 1970...2004 гг.
1 – Алматы, 2 – Балхаш, 3 – Талдыкорган, 4 – Тараз, 5 – Казалинск,
6 – Шымкент, 7 – Кызылорда.

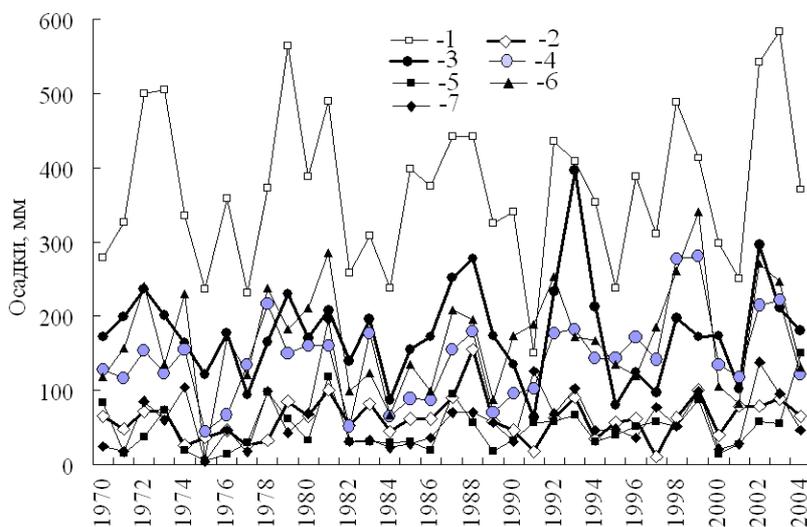


Рис. 3. Количество осадков за теплый период 1970...2004 гг. 1 – Алматы,
2 – Балхаш, 3 – Талдыкорган, 4 – Тараз, 5 – Казалинск, 6 – Шымкент,
7 – Кызылорда.

Анализируя график средней температуры воздуха, можно заметить, что температура имеет пилообразный ход. Так, с 1972 до 1977 года она растёт на всех метеорологических станциях рассматриваемой территории.

В 1979 году наблюдались довольно низкие значения температуры, а также в начале 90-х годов. 2003 год был очень холодным. Теплыми были 1977...1978, 80-е годы, период 1997...2001 гг.

График хода атмосферных осадков аналогичен графику хода температуры. Так наиболее обильные осадки были в 1972...1973, 1979, 1981, 1987...1988, 1992...1993, 1997, 2003 гг., а наиболее засушливыми были 1974...1975, 1977, 1982...1984, 1991, 1995, 2000...2001 гг.

В результате сравнительного анализа двух графиков было замечено, что максимальному количеству осадков соответствовала пониженная температура воздуха, а в засушливые годы температура воздуха была выше нормы.

Практический интерес представляет выявление зависимости между количеством осадков и температурой воздуха.

Для расчета коэффициента корреляции r_{RT} была использована следующая формула:

$$r_{RT} = \frac{\sum_{i=1}^n [(R_i - \bar{R})(T_i - \bar{T})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 \sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}}, \quad (2)$$

где R_i – количество выпавших осадков за данный месяц, мм; \bar{R} – среднее многолетнее количество осадков за данный месяц, мм.

Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения коэффициента корреляции на метеостанциях южного и юго-восточного Казахстана

Метеостанция	Месяц					
	4	5	6	7	8	9
Кызылорда	-0,03	-0,05	0,21	0,03	0,77	0,35
Казалинск	0,27	0,03	-0,06	-0,02	0,06	-0,23
Шымкент	-0,29	0,05	-0,22	-0,15	0,12	-0,24
Тараз	-0,28	-0,27	-0,46	-0,39	-0,16	-0,48
Алматы	-0,21	-0,03	-0,37	-0,20	-0,16	-0,29
Талдыкорган	-0,38	-0,38	-0,49	-0,50	-0,44	-0,52
Балхаш	0,07	-0,06	-0,18	-0,17	-0,12	-0,34

Для данного объема выборки при уровне значимости $\alpha = 5 \%$, критическое значение коэффициента корреляции $r_{кр.} = 0,35$.

Из данных табл. 3 видно, что корреляционная связь между температурой воздуха и осадками слабая, коэффициент корреляции меньше 0,35. Исключения составляют: август в Кызылорде – 0,77; июнь, июль и сентябрь в Таразе, но по сравнению с Кызылордой значения отрицательные и составляют -0,46; -0,39 и -0,48 соответственно; в июне в Алматы и весь теплый период в Талдыкоргане наблюдалась отрицательная зависимость. Но на М Тараз, М Алматы и М Талдыкорган коэффициент корреляции отрицательный, то есть обратная зависимость. Изменчивость средней месячной температуры воздуха и месячного количества осадков в Казахстане в летний период рассматривались и в других работах [7]. Изучение колебаний климата в настоящее время, как и в прошлом очень актуально. Представленная работа имеет перспективу дальнейшего развития. Механизм образования осадков изучен еще недостаточно, особенно в условиях горного рельефа. Известно, что количество осадков, выпадающее в пределах одного района, зависит от многих факторов, в том числе обусловленных локальными особенностями атмосферной циркуляции в данном районе [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебания климата Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 362 с.
2. Ветлицкая Г.К. О статистической структуре полей летних осадков в горных районах Заилийского Алатау //Тр. КазНИГМИ. – 1984. – Вып. 90. – С. 61-81.
3. Дейчева В.Г. Некоторые характеристики значительных осадков на территории Казахстана // Тр. КазНИГМИ. – 1977. – Вып. 63. – С. 58-69.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 18. Книга 1. Многолетние данные КазССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989.
5. Пилифосова О.В. О тенденциях увлажнения территории Казахстана. // Тр. КазНИГМИ. – 1990. – Вып. 106. – С. 77-88.
6. Сальников В.Г. Цикличность аномалий температуры и осадков в Казахстане и возможности ее учета в моделях прогноза. // Вестник КазНУ. Сер. геогр. – 2005 – № 1(20). – С. 33 – 40.
7. Скаков А.А., Туреханова М.А. Об изменчивости средней месячной температуры воздуха и месячного количества осадков в Казахстане в летний период. // Тр. КазНИГМИ. – 1981. – Вып. 56. – С. 52-58.

8. Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 358 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

**ЖЫЛЫ МЕРЗІМДЕ ҚАЗАҚСТАНЫНЫҢ ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ
ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС АУМАҒЫНДА ЖАУЫН -ШАШЫННЫҢ
ЖӘНЕ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫННЫҢ КЛИМАТТЫҚ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Ж.К. Наурызбаева

Ауа температурасына талдау жүргізілген, оның уақытша жүрісі талқыланған, экстремалды суық және экстремалды жылы айлардың тізбесі құралған. Ауа температурасының және атмосфералық жауын-шашынның орташа шаршылы ауытқулары есептелінді. Корреляциялық коэффициенттер қараған метеорологиялық шамалардың байланысының тығыздығын көрсетті. Корреляциялық коэффициенттер көп метеорологиялық станцияларда теріс мәнді болып табылды. Көп жағдайда корреляция коэффициенті 5 % деңгейіден төмен болды, ол атмосфералық жауын-шашынның температураға Қарағанда тәуелділігі төмен екендігін көрсетеді.

УДК 551.311.21:627.141.1

К ИСТОРИИ ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ ВОДОЛЕДЯНЫХ СЕЛЕЙДоктор геогр. наук
Доктор техн. наукБ.С. Степанов
Р.К. Яфязова

Приведены малоизвестные описания условий формирования водоледяных селей на территории Казахстана. Описаны метеорологические условия, благоприятствующие и мешающие формированию опасного природного явления. Указывается на необходимость дальнейшего изучения природы водоледяных селей.

Стихийные бедствия на горных реках в зимний период времени могут быть вызваны различными ледовыми явлениями. Их многообразие объясняется метеорологическими и климатическими условиями, а также гидрологическими характеристиками рек и морфологическими особенностями их долин.

В последние десятилетия участились случаи прохождения катастрофических водоледяных потоков на горных реках Алматинской области. Природа этого явления, приводящего к значительному материальному ущербу и человеческим жертвам, до последнего времени не была известна. Само явление не прогнозировалось. Все это свидетельствует об актуальности изучения обсуждаемого природного явления с целью прогнозирования, а в перспективе – проведения превентивных мероприятий, исключающих его возникновение, которые невозможны без понимания природы водоледяных селей и условий их формирования.

Сведения о формировании водоледяных катастрофических потоков, природа которых близка к природе грязекаменных селей, образующихся в результате взаимодействия сосредоточенных водных потоков с рыхлообломочными породами крайне ограничены.

Одной из первых научных публикаций о селях (в том числе и водоледяных) в Казахстане является статья Д.О. Святского [8] – российского астронома и метеоролога, историка и популяризатора науки, арестованного в 1930 г. «за вредительство». После содержания в тюрьме и работы на строительстве Беломорско-Балтийского канала он был выслан в Казахстан с лишением избирательных прав, где работал метеорологом и занимался научными изысканиями.

В статье «О грязе-каменных потоках (селях) на реках Малой и Большой Алма-Атинках в связи с режимом водности этих рек» [8] Д.О. Святский, описывая катастрофические сели на северном склоне Иле Алатау в прошлом, замечает: «Встречаются также указания на большие паводки, имевшие место по р. М. Алматинка в зимнее время – в 1896 г. и 1901 г. Сведения о них находятся среди записей наблюдателя метеорологической станции в г. Верном К. Ларионова, который пишет: «При замерзании и вскрытии р. М. Алматинки, хотя шуги и не бывает, но иногда по руслу проносятся разрушительные оплывины, как это было 26 ноября 1896 г., когда по руслу этой реки и ее берегам пронеслась с сильною быстротою высокая волна воды, оставив на берегах груды льда и много лесу от разрушенных водою набережных построек. ... 24 декабря 1901 г. оплывиной лед разломало и русло реки очистилось...».

Комментируя описанные выше природные явления, Д.О. Святский поясняет [8]: «Под «оплывиной» здесь наблюдатель понимает, очевидно, не оплывину в смысле грязе-каменного потока, а паводок зимнего характера, образовавшийся, вероятно, вследствие ледяных заторов, происходящих где-либо выше по течению. Любопытно, что накануне этих явлений в г. Верном была отмечена минимальная температура воздуха за месяц (25 ноября 1896 г. – минус 16 °С и 23 декабря 1901 г. – минус 27,3 °С), после чего морозы ослабели». Дополняя свою гипотезу, Д.О. Святский пишет: «Возможно, что выше по течению, в горах наступали даже оттепели, и тогда таявший в обилии снег мог давать большой поверхностный сток, ледяной же покров реки в ее нижнем течении, создавший затор, затем прорывался и наступал паводок катастрофического характера, разрушавший прибрежные постройки...».

По данным Ц.А. Назарова [6], ледоселевые потоки возникают на горных реках Восточного Казахстана, на северных склонах Жетысусского, Иле и Кыргызского Алатау как от прорыва снежных завалов, так и от потери устойчивости ледяных порогов. На горных реках Восточного Казахстана ледоселевые потоки образуются в основном от прорыва снежных завалов, а на реках Жетысусского, Иле и Кыргызского Алатау – в основном из-за потери устойчивости ледяных порогов. На реке Громатухе снежные завалы, обусловленные лавинами, создавались в декабре 1960 г. и в феврале 1961 г. Декабрьская серия лавин образовала в русле реки каскад завалов. Однако завалы были смыты водой без образования ледоселевых потоков. Серия лавин февраля 1961 г. привела к образованию мощ-

ных завалов, размыв которых привел к формированию ледоселевых потоков, разрушивших весь шуголедостав на реке. Эти потоки создали серьезные проблемы на водозаборе Хариузовской ГЭС. В 1959 г. на р. Сарканд ледоселевой поток, образовавшийся в результате срыва ледяных порогов под действием «волны потепления температуры воздуха», произвел значительные разрушения. В результате прохождения ледоселевого потока ГЭС прекратила работу на продолжительное время.

В цитируемой работе Ц.А. Назаров обращает внимание на то обстоятельство, что «...вскрытие водного водотока в зимний период времени может происходить в результате срыва ледяных порогов и снежных завалов, за которыми образуется значительный подпор воды». Срыв ледяных порогов, по мнению Ц.А. Назарова, происходит в результате потери ими устойчивости «...под воздействием наступления волны потепления температуры воздуха в данном районе», что и приводит к образованию «ледоселевого потока», «... причем частота разрушения ледового покрова соответствует числу периодов потепления («волны» тепла) на протяжении зимы».

«Срыв таких порогов и завалов приводит к образованию бурного и кратковременного зимнего паводка, обладающего значительным запасом энергии. ... Зимний паводок, продвигаясь по руслу горного водотока, разбивает все нижележащие ледяные образования: пороги из донного льда, наледи, ледяные перемычки и шуголедовой покров. ... По пути следования зимнего паводка русло горного водотока полностью очищается от неподвижных ледообразований... По характеру воздействия на русло рек зимний паводок подобен селевому потоку, поэтому такое явление можно назвать ледоселевым потоком или валовым потоком ледовой массы (валовый лед, валовая шуга)».

«В начале зимнего селя наблюдается водяной вал – «голова» селя высотой около 0,5 м. Водяной вал разрушает неподвижные ледовые образования на реке. Сравнительно небольшие скопления льда разрушаются этим валом, а шуголедостав значительной толщины взламывается при резком подъеме уровня воды. Голова селя не может переместить разрушенный лед по реке. Вслед за водяным валом движется основная масса селя – его «ядро», которое транспортирует ледовые образования далее по реке. Ядро селя состоит в основном из крупных кусков льда, снега, шуги, русловых отложений, сорванных с берегов деревьев и др. Ядро зимнего селя имеет значительную скорость движения...» [6].

В научном отчете Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института «Разработка и усовершенствование методики прогнозирования селеопасности (за 1963...1964 гг.)» приведены результаты «Рекогносцировочного обследования паводка на р. Большой Алматинке 10 декабря 1964 г.» (авторы – И.Е. Березюк, Л.Г. Гуненков, А.В. Бакуров). Отчет написан на полных двух страницах, поэтому приведенный текст сокращен. Цитируется только тот текст, который авторами данной публикации может быть истолкован субъективно.

12 и 13 декабря 1964 г. авторы отчета обследовали русло р. Большой Алматинки на участке от «2 км выше устья р. Проходной» до озера Сайран (около 16 км). «На р. Проходной от её устья и вверх километров на 2 образовался донный лед; вода течёт поверх льда или промыла в отдельных местах узкое и глубокое русло глубиной до 1 м. Ниже слияния Озерной и Проходной видны следы небольшого поднятия уровня воды до 20 см. Вода течет подо льдом. Ниже, у моста выше ГЭС №7 воды в русле нет, дно покрыто снегом, вода течет по каналу выше русла реки. Поднятия воды в канале не было. У моста, возле ГЭС №7 подъем воды был 20 см, ширина живого сечения реки 6 м, глубина 0,3 м, скорость течения 0,5 м/с, наносов или обломков льда нет.

У моста на дороге, ведущей в колхоз 2-я Пятилетка имеются следы подъема воды сантиметров на 20, наносов нет. Ширина живого сечения реки 5 м, глубина 0,5 м, скорость течения 1 м/с. Ниже моста на 0,5 км имеется разлив во льду шириной 10 м, местами лед сорван, скорость 2 м/с, глубина воды по льду 10 см, вода течет и подо льдом. Еще ниже этого же моста километра на 2 лед сорван совершенно и дальше река течет в естественном каменном ложе.

Возле ГЭС №8 (против 2-го километра на асфальтовой дороге от границы города) подъем воды был 0,5 м. Скорость воды 0,5 м при ширине реки 5 м и глубине 30 см. Наледи и донного льда нет.

Ниже ГЭС в 0,5 км через речку проходит акведук. Следов разлива нет. В 1 км ниже акведука русло реки сужается до 10 м. У высокого правого берега, образующего выступ (мыс) имеются первые следы разлива и отложения битого льда. Здесь, по-видимому, произошел первый затор. Вода поднялась на 1 м, при ширине разлива 10 м. Ширина живого сечения реки 5 м, глубина 30 см. От этого места вниз, до самого Карагалинского моста возле консервного завода, все время наблюдаются следы разливов подъема воды и отложения битого льда. Напротив расположения геологи-

ческой партии разлив реки сейчас достигает 30 м, вода течет по льду. По оставленным следам разлив достигал 50 м при глубине 1,5 м. Сейчас скорость течения 0,5 м/с. Кусты ивы все примяты или придавлены льдом.

Ниже геологической партии метров на 500 русло реки сужается береговыми валами (насыпями) высотой до 2 м, ширина живого сечения русла 5 м, глубина 0,5 м, скорость 0,5 м/с ... Подъем воды был 5 м при ширине 30 м. Снесен пешеходный мостик, железная арматура погнута и уложена на берегу вдоль течения реки. Расход воды в тот момент здесь составлял 100...150 м³/с. Метров за 300 до Карагалинского моста ширина реки суживается до 12 м. Снесен второй пешеходный мост».

Обследование русла ниже Карагалинского моста показало, что «следы размывов реки и отложения битого льда наблюдаются до моста на проспекте Абая. Под мостом подъем воды был на 1,5 м. Ниже этого моста река течет среди выемок и карьера ... Берега реки глубокие и узкие, подъем воды был до 2,5...3 м, отложения битого льда мощностью до 1 м». Отложение основной массы льда произошло «...в выемке карьера, размером 300×300 м. ...Начался ледоход 10 декабря в 14 часов дня и кончился через 0,5 часа, 12 декабря вечером ледоход повторился и длился тоже 0,5 часа. ... По нашему мнению, ледоход образовался за счет донного льда, оторвавшегося от дна на 2 километре от границы города (ниже на 2 км от моста дороги в колхоз 2-я Пятилетка). Так как донного льда накопилось очень много как на Б. Алматинке, так и на Проходной, то не исключена возможность, что при внезапном потеплении ледоход (или сель) может повториться...».

Сведения о водоледяном потоке, имевшем место в конце 20 века на северном склоне Иле Алатау, приводятся в статье В.П. Мочалова и Е.П. Шевырталова [5]. Вторжение холодных масс воздуха с Карского моря в период 24...27 ноября 1987 г. привело к понижению температуры воздуха 25 ноября до минус 23,8 °С, при средней многолетней температуре воздуха ноября 0,8 °С. Переохлаждение воды в реках обусловило формирование внутриводного льда, ледяных мостов, выхода части воды на некоторых участках за пределы русла.

По мнению авторов статьи «...Причиной зарождения потока явилась подвижка льда на участке между гидростом Дамба и вододелителем на р. М. Алматинка. По словам очевидцев, подвижка льда была вызвана работой бульдозера, который между 12 и 13 часами в день формирования паводка разрушил ледяные образования в русле реки. Возникший

при этом затор льда привел к образованию водохранилища объемом 25...30 тыс. м³, прорыв которого привел к увеличению расхода воды. Поток двигался в виде одной паводочной волны и состоял из смеси воды с большим содержанием битого льда, снежуры, подводного льда На расстоянии 2 км ниже вододелителя расход паводочной волны увеличился почти в 12 раз по сравнению с предпаводочным расходом и достиг 12 м³/с, а перед входом в водохранилище расход потока составил почти 120 м³/с. Столь резкое увеличение расхода паводочной волны обусловлено заторно-зажорным характером движения потока Скорость потока в зависимости от уклонов русла и глубины потока менялась в широких пределах от 1 до 4 м/с. С точки зрения кратковременности существования и резкого валообразного нарастания расхода по длине русла рассматриваемый паводок следует отнести к числу селеподобных...» [5].

В приведенной цитате весьма уязвимым является сообщение об образовании водохранилища объемом 25...30 тыс. м³. В работе [5] упоминается, что «... Предпаводочные расходы с 24 по 28 ноября колебались в довольно узком диапазоне 1,02...1,04 м³/с. Следовательно, для накопления 25...30 тыс. м³ воды потребовалось бы, как минимум, 7...8 часов. Как известно, поток пересек дорогу Алматы – Каменское плато около 13 часов. Следовательно, образование водохранилища не происходило.

Авторы статьи [5] относят рассматриваемое явление «...к числу селеподобных» и в то же время говорят о его заторно-зажорной природе, хотя к 1987 г. уже считалось доказанным, что валообразный характер селевых потоков не связан с заторными явлениями.

Спустя почти 20 лет подобное явление, носившее катастрофический характер, повторилось вновь. Очевидцем этого события был Г. Паршин, начальник сейсмологической станции «Майтобе». Результаты рекогносцировочного обследования этого явления на р. Узынкаргалы, а также гидрометеорологические условия, предшествовавшие этому явлению, приведены в статье [11]. Резкое понижение температуры воздуха с 1 по 6 января 2006 г., вызванное арктическим вторжением, привело к образованию внутриводного льда и повышению уровня воды на реках северного склона Иле Алатау. Наиболее сильно оно проявилось на р. Узынкаргалы. Образовался водоледяной поток, приведший к разрушениям и человеческим жертвам. Сформировался он в 1,5 км выше селезащитной плотины. Объем отложений в селехранилище, закупоривших водосбросной канал, составил 10...15 тыс. м³.

Накопление воды в селехранилище привело к вскрытию этого канала. Поскольку расход паводка превышал расход воды, имевший место в ходе формирования водоледяных образований, ниже плотины началось формирование водолеяного селя.

О большой разрушительной способности водолеяных селей свидетельствует тот факт, что поток проломил часть железобетонного забора суконной фабрики. На территории фабрики произошло частичное отложение ледово-снежных масс, благодаря чему селя прошел беспрепятственно через подмостовое отверстие сечением около 25...30 м². Однако затем селевой процесс активизировался и уже на расстоянии 650 м сечение фронта потока было около 150 м². Еще через 260 м селем был разрушен пешеходный мост, при этом погибло 2 человека. Ниже по течению пойма реки расширялась, основная масса потока распласталась (в интервале 1200...1650 м ниже пешеходного моста) перед автомобильным мостом на дороге Фабричный – Узынагач.

В описываемый период времени подобная ледовая обстановка наблюдалась и на других реках северного склона Иле Алатау. Селевые явления имели место на реках Каскелен и Аксай, но заметного ущерба они не нанесли. На гидропосту Алматы (Дамба) с 1 по 8 января 2006 г. наблюдался рост уровня воды более чем на 80 см.

Анализ метеорологических условий за период с 1879 по 2010 гг., показал, что наиболее благоприятным предиктором, при котором могли формироваться водолеяные сели, является температура воздуха, с резким её понижением, после положительных значений. В таких условиях образование ледостава начинается практически с «нуля» и может происходить за осенне-зимний сезон несколько раз.

Фактором, уменьшающим вероятность формирования водолеяных селей, является обильный снегопад в период роста водолеяных образований. Образования из снежуры, за которыми происходит накопление больших объемов пойменных вод, быстро разрушаются в процессе тепловой эрозии, обусловленной положительной температурой воды (рис.).

Во время формирования водолеяных селей разрушение ледяного покрова происходит преимущественно в пределах малого русла, поэтому вода, накопившаяся в пойме реки, вытекает из-под сохранившегося ледяного покрова относительно медленно, образуя боковые притоки, подпитывающие тыловую часть водолеяной волны. Благодаря этому создаются благоприятные условия для роста фронтальной части волны.



Рис. Формирование водолеяных образований в различных условиях. Во время снегопада (слева); в ясную погоду (справа).

В первом русскоязычном словаре терминов «Селевые явления» [7], водолеяной поток характеризуется как «...один из типов параселевых потоков, в селевой массе которых твердая составляющая представлена обломками льда, с участием снега и обломков горных пород ... образуются в период зимних оттепелей, вследствие срыва ледяных порогов из донного льда или прорыва снежных завалов...».

Приставка «пара», означающая – вне, рядом с селями, имея в виду равноправие, параллелизм водолеяных селей с грязевыми, грязекаменными и водокаменными селями, играла негативную роль в научной и практической деятельности организаций СССР, отвечавших за жизнь и здоровье людей. В планах НИР и ОКР Госкомгидромета СССР изучение водолеяных селей не предусматривалось, хотя зимнему режиму рек, включая ледоход и шугоход, заторы и зажоры, уделялось должное внимание. В гидрологических словарях, изданных в СССР, термин «водолеяной сель» отсутствовал. По мере возможностей, водоснежными и, в какой-то мере, водолеяными селями занимались подразделения АН СССР. Это нашло отражение в Гляциологическом словаре, где говорится: водолеяные потоки – «...один из видов селевых потоков, в селевой массе которых твердая составляющая представлена обломками льда с участием снега и обломков горных пород» [1].

Вероятно этим можно объяснить, что стихийное явление на р. Киши Алматы 28 ноября 1987 г. было отнесено к заторно-зажорным явлениям [5], а о природе стихийного явления 5 января 2006 г. гидрологам и сказать было нечего: при температуре воздуха ниже минус 20 °С ледоходы, а тем более заторы, не образуются (на горных реках ледоходов вообще не бывает), а шугоходы не приводят к гибели людей.

В последние годы в РГП «Казгидромет» проведены исследования, направленные на изучение природы водолеяных селей [2, 9, 11, 12]. Результаты этих исследований позволили предложить различные методы борьбы с возникновением и развитием водолеяных селей, разработать метод их прогноза [3, 4, 10]. Однако увеличение оправдываемости прогнозирования этого опасного явления, обеспечение безопасности населения и нормального функционирования объектов хозяйственной деятельности невозможно без проведения дальнейших научных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гляциологический словарь / Под ред. В.М. Котлякова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 528 с.
2. Жданов В.В. К оценке роли изменения температуры воздуха в формировании водолеяных селей // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №2. – С. 73-78.
3. Жданов В.В. О возможности прогноза катастрофических водолеяных потоков на реках северного склона хребта Иле Алатау / Труды Десятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, защита человека в ЧС, экономические, правовые аспекты БЖД, логистика). – Алматы, 2008. – С. 100-102.
4. Жданов В.В. Прогноз катастрофических водолеяных потоков на реках Алматинской области / Труды Девятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика). – Алматы, 2007. – Т.1. – С. 410-415.
5. Мочалов В.П., Шевырталов Е.П. Краткие сведения о паводке на р. Малая Алматинка 28 ноября 1987 г. // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоиздат, 1989. – №11. – С. 76-78.
6. Назаров Ц.А. Водоселевые потоки на горных реках Казахстана // Труды координационных совещаний по гидротехнике. – Вып. 42. – Л.: Энергия, 1968 – С. 110-115.
7. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 45 с.
8. Святский Д.О. О грязе-каменных потоках (селях) на реках Малой и Большой Алма-Атинках в связи с режимом водности этих рек // Труды

- Казахского управления единой гидро-метеорологической службы. – Т.1 (1935-1936 гг.). – Алма-Ата: издание Каз.У.Е.Г.М.С., 1936. – С. 57-72.
9. Степанов Б.С., Яфязова Р.К., Жданов В.В. Водоледажные сели. К механизму формирования водоледажных конструкций // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №3. – С. 143-152.
 10. Яфязова Р., Жданов В. О путях предупреждения водоледовых катастроф // Поиск. Серия естественных и технических наук. – Алматы, 2007. – №2. – С. 225-227.
 11. Яфязова Р.К. О катастрофических явлениях на горных реках в зимний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №4. – С. 114-124.
 12. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

МҰЗДАЛҒАН СЕЛДЕРІНІҢ ТАБИҒАТТЫҢ ТАНЫСТЫРУЫНЫҢ ТАРИХТАРЫНА

Геогр. ғылымд. докторы Б.С. Степанов
Техн. ғылымд. докторы Р.К. Яфязова

Қазақстан аумағындағы сулы мұзды селдің қалыптасу жағдайының танымал емес суреттемелері келтірілген. Қауіпті табиғи құбылыстың қалыптасуына ықпал ететін және кері әсерін тигізетін метеорологиялық жағдайлар суреттелген. Сулы мұзды селдер табиғатын ары қарай зерттеудің қажеттілігіне нұсқау берілген.

УДК 501/504 (282.255.51)

РАЗМЫВ РУСЛА РЕКИ ИЛИ ВОЗЛЕ ПОСЕЛКА БАКАНАС

Канд. геогр. наук Э.А. Турсунов

Предлагается вариант расчета размыва русла р. Или в районе п. Баканас. Он основан на морфометрических характеристиках русла реки, её берегов, а так же на характеристиках потока воды, определенных путем натурных наблюдений, выполненных в мае 2011 года.

Размывы берегов составляют часть общих деформаций русел рек, проявляющихся наиболее интенсивно в низовьях, где русла и берега сложены из мелкозернистых собственных отложений реки. Основной причиной размыва берега является поперечный свал потока к нему, наиболее интенсивный во время паводков. В процессе спада расходов и уровней, в реке возникает другой разрушающий фактор – движение фильтрационного потока от берега к реке с большими градиентами. Степень интенсивности свала определяется углом атаки потоком берега.

Другим, не менее важным фактором, является разница в скоростях течения отдельных фрагментов руслового потока. Г.В. Железняков указывает, что параболический профиль является лучшим аналогом естественного профиля руслового потока. При сечении в форме квадратичной параболы наибольшая глубина в полтора раза больше средней. По данным, приведенным Железняковым, приблизительно такое соотношение наблюдается в естественных руслах. В плесовых створах наибольшая глубина бывает у вогнутого берега, но указанное отношение сохраняется [1].

Полагая, что сечение русла р. Или параболическое и средняя по вертикали скорость изменяется в соответствии с местной глубиной, а также учитывая, что для широких русел гидравлический радиус приблизительно равен средней глубине, получим отношение наибольшей скорости к средней

$$U_m/\bar{U} = 1,3.$$

Такое отношение получено Железняковым по натурным данным. Однако для других рек это отношение может отличаться, увеличиваясь в случае неустойчивого русла.

Большое расхождение между наибольшей и средней скоростями потока можно объяснить тем, что русло р. Или состоит из гладких протоков,

формирующихся в межень и, в периоды нарастания и спада паводков, разделяющих их крупными грядовыми формами (осередков и др.), повышенной шероховатости. В то же время мутность в различных вертикалях по ширине сечения изменяется незначительно и весьма слабо связана с местной скоростью течения. Приблизительно равномерное распределение мутности по сечению является, по-видимому, следствием интенсивного перемешивания потока и того факта, что временное снижение скорости в том или ином объеме воды не ведет к немедленному выпадению из него взвеси.

Отсюда можно предположить, что местные токи воды с повышенной скоростью обладают и сравнительно большей транспортирующей способностью, в то время как среднее удельное содержание наносов в потоке соответствует его средней скорости течения [2].

Общую картину размыва берега можно представить так. В межень на р. Или ниже Капшагайской ГЭС, образуется система островков и протоков между ними, направленных нередко под значительным углом к берегу. При нарастании расходов и уровней островки затопляются, но значительная часть расхода реки проходит с повышенными скоростями течения по отдельным разработанным протокам. Подобная же картина имеет место и в периоды спада.

Поток, ударяясь о берег, сложенный из легко размываемых грунтов, обрушивает его и обратным током по дну уносит продукты размыва. Интенсивность процесса в данном случае зависит целиком от интенсивности уноса потоком размытого грунта. При этом, поскольку полное измельчение и взвешивание грунта происходит не сразу, избыточная транспортирующая способность потока используется не полностью. Описываемая картина, разумеется, грубо схематизирована, однако основанные на такой схеме расчеты, приводят к приемлемым результатам.

Пусть на берег направлен поток достаточной ширины, глубиной h_m и скоростью течения U_m , превышающий среднюю скорость \bar{U} . Погонный расход q будет при этом равен $U_{m h_m}$, а погонный расход, приходящийся на 1 м линии берега, $q_1 = q \cdot \sin \alpha$, где α – угол встречи потока с берегом. Если предположить, что струя, ударяясь о берег и почти не расширяясь, тут же возвращается по дну обратно, то можно считать, что унос потоком продуктов размыва определится приближенно следующим выражением для избыточной средней мутности

$$\mu = De \frac{(U_m^3 - \bar{U}^3)}{gh_m W},$$

где D – коэффициент (в случае учета движения всех наносов в русле, включая донные, его можно принять равным 0,26; e – коэффициент, меньше единицы, учитывающий неполное использование транспортирующей способности потока; W – средняя гидравлическая крупность продуктов размыва (скорость свободного падения частиц в спокойной воде); g – ускорение свободного падения. Мутность дана в кг/м³ [3].

Количество материала берега, уносимого с каждого его метра в единицу времени (кг/с), составляет

$$Q_t = D \cdot e \cdot U_m \cdot \sin \alpha \frac{(U_m^3 - \bar{U}^3)}{g_m W}.$$

Приведем пример расчета для определения возможной интенсивности размыва берега р. Или в одной из точек промера, где наблюдались высокие скорости течения.

Пусть средняя скорость течения $\bar{U} = 1,08$ м/с, скорость свального течения $U_m = 1,3 \cdot 1,08 = 1,41$ м/с, угол встречи $\alpha = 30^\circ$, $\sin \alpha = 0,5$, средняя гидравлическая крупность продуктов размыва $W = 0,02$ м/с. Примем условно коэффициент $e = 0,2$. Примем, наконец, что берег возвышается над уровнем воды на 2,4 м, а глубина потока при размыве равна 4,1 м. Для смыва полосы берега шириной 1 м должно быть унесено материала $(4,1 + 2,4) \cdot 1,7 = 11,05$ т. Тогда с каждого метра по длине берега будет унесено за единицу времени

$$Q_t = 0,26 \cdot 0,2 \cdot 1,41 \cdot 0,5 \frac{(1,41^3 - 1,08^3)}{9,8 \cdot 0,02} = 0,284 \text{ кг/с}.$$

Для смыва берега на ширину 1 м потребуется 4,6 сут. Следовательно, в течение суток при максимальных скоростях в период половодья будет происходить размыв берега на глубину 0,22 м.

Период половодья на р. Или обычно длится с июня по август, а наивысший пик наблюдается в течение 3...5 дней, следовательно в течение месяца возможен размыв берега на глубину до 7 м. В таблице ниже приведен расчет возможного размыва берега на участке в районе п. Баканас. Следует отметить, что при интенсивном размыве происходит и изменение очертания береговой линии, что в свою очередь влияет на структуру потока и, как следствие, на значения скоростей вдоль береговой линии.

Таблица

Расчет возможного размыва берега р. Или на участке в районе п. Баканас

h_m , м	\bar{U} , м/с	U_m , м/с	Q_t , кг/с	$Q_{сут}$, кг/сут	Количество суток для размыва 1 м берега
1,6	0,47	0,61	0,010	86	128,2
2,8	0,44	0,58	0,008	68	163,3
1,1	0,86	1,12	0,113	953	11,6
1,3	0,97	1,26	0,184	1549	7,1
1,1	0,61	0,79	0,029	242	45,7
0,9	0,53	0,69	0,016	135	82,1
0,6	0,61	0,79	0,029	242	45,7
1,6	0,47	0,61	0,010	86	128,2
0,2	0,28	0,36	0,001	10	1070,4
1,8	0,75	0,98	0,065	549	20,1
4,1	1,08	1,41	0,284	2388	4,6
0,8	0,36	0,47	0,004	29	374,8
2,7	0,67	0,87	0,041	343	32,3
3,1	0,86	1,12	0,113	953	11,6
3,1	0,86	1,12	0,113	953	11,6
2,9	0,78	1,01	0,076	635	17,4
4,1	1,14	1,48	0,347	2917	3,8
0,2	1,03	1,34	0,230	1935	5,7
0,2	1,03	1,34	0,230	1935	5,7
0,2	1,00	1,30	0,206	1734	6,4
3,4	0,61	0,79	0,029	242	45,7
4,8	0,67	0,87	0,041	343	32,3
4,3	1,28	1,66	0,550	4622	2,4
4,5	1,33	1,73	0,652	5480	2,0
5,8	1,92	2,49	2,786	23400	0,5

Результаты данного расчета хорошо согласуются с изменениями очертания берега в районе п. Баканас, полученными сравнением современных очертаний берега р. Или на основании геодезической съемки, выполненной в мае 2011 года с очертаниями берегов на космоснимках за 2009 год.

Выводы

Естественные русловые процессы, характерные для равнинных рек и обусловленные природными условиями данного региона, резко увеличились на р. Или после ввода в эксплуатацию Капшагайской ГЭС. Этому соответствует уменьшение расходов взвешенных наносов с 280 кг/с в 1967 году до 2,9 кг/с в 1977 году на гидроступу р. Или – ур. Капшагай, расположенном в 39 км ниже Капшагайской ГЭС [1].

Капшагайское водохранилище выполняет роль отстойника, в котором происходит осаждение крупных фракций наносов, в результате в нижнем течении происходит интенсивный размыв русла реки, которая стремится насытить поток воды до своей транспортирующей способности [3].

Ситуацию усугубляет нарушение естественного гидрологического режима р. Или. Срезка пика весеннего половодья приводит к непоступлению влаги и питательных веществ на затопляемую часть дельты, что существенно образом сказывается на состоянии растительного покрова речной долины и, как следствие, к ослаблению устойчивости русла и размыву.

К сожалению, представляет определенную трудность определение максимальных расходов воды в период прохождения кратковременных суточных паводочных волн, вызванных работой Капшагайской ГЭС в пиковом режиме. Государственная система наблюдений не всегда в состоянии отследить такие колебания уровней воды, так как отсутствуют автоматические системы измерения.

Выполненный расчет размыва по наблюдаемым в мае натурным измерениям, дает хорошую сходимость с естественно наблюдаемыми процессами, но требует постоянного уточнения, так как в результате дальнейшего размыва происходит изменение очертания берега и соответственно изменяется и распределение скоростей в водном потоке.

Аналогичная картина будет наблюдаться и после строительства берегозащитных укреплений. Логичным продолжением этого исследования, было бы проведение натурных наблюдений на реке, после ввода в строй каждой береговой шпоры, что помогло бы вводу в первоначальный проект соответствующих корректив, способных существенно оптимизировать его результативность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. Об исключительной роли уровня режима в жизнедеятельности речной экосистемы // Гидрометеорология и экология. – 2000. – № 1. – С. 9-20.

2. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. / Под ред. А.Б. Авакян, Г.В. Воропаева. – М: Наука, 1986. – 366 с.
3. Зубков Н.С., Кожевников В.С., Стазаева Н.А. Об оценке изменений руслового и уровня режима на участках нижних бьефов гидроузлов. // Русловые процессы рек и динамика водоемов. // Тр. ГГИ. – 1990. – Вып. 337. – С. 85-94.

Институт географии, г. Алматы

БАҚАНАС АУЫЛЫ ТҰСЫНДАҒЫ ІЛЕ ӨЗЕНІ АРНАСЫНЫҢ ШАЙЫЛЫҒЫ

Геогр. ғылымд. канд. Э.А. Турсунов

Өзен арнасының, оның жағалауының морфометриялық мінездемесі, сонымен қатар 2011 жылдың мамырында жүргізілген су ағыны мінездемесін бақылаулар жұмыстарының нәтижесі негізінде Іле өзені арнасының Бақанас ауылы тұсындағы шайылу есебі келтірілген.

УДК 556.342

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДОННЫХ СКОРОСТЕЙ ОТКРЫТОГО ПОТОКА

	К.Т. Нарбаева
Канд. геогр. наук.	Г.К. Исмаилова
Канд. геогр. наук.	Марс Т. Нарбаев
Канд. геогр. наук.	Т.И. Нарбаев

Предлагаются формулы для определения донной скорости течения воды открытого потока без учета, а также с учетом коэффициента шероховатости русла реки.

Донные скорости открытых потоков являются важной кинематической характеристикой. Вопрос о расчете донных скоростей рассмотрен в работе [3], где, в частности, обращено внимание на важность его при гидравлических расчетах гидротехнических сооружений, строительство автомобильных и железнодорожных мостов, а также транспортирующей способности потока.

В работе [2] показывается несовершенство методики изучения движения донных наносов именно в связи с тем, что исследователи мало уделяли внимания донным скоростям. Изучению донных скоростей посвящено сравнительно небольшое число исследований, поэтому этот вопрос не имеет окончательного решения. Достаточно указать, что до настоящего времени нет ясности в том, на какой глубине следует измерять донную скорость, наилучшим образом характеризующую деформацию дна потока.

Исследованиями И.К. Никитина [8] установлено, что на глубине, где продольная составляющая пульсационной скорости имеет максимум, наблюдается максимальное значение коэффициента корреляции между продольными и вертикальными составляющими скорости, и, следовательно, можно предположить, что скорость, соответствующая этой глубине, будет удовлетворительно характеризовать взаимодействие потока с подвижным дном.

Дальнейшее теоретическое развитие этого положения получило в работе Г.В. Железнякова [4], где вопрос необходимой глубины измерения донной скорости, настолько теоритизирован, что его применение на практике затруднено. Поэтому на практике донная скорость измеряется на ско-

ростной вертикали на расстоянии 7...10 см от дна реки в зависимости от размера лопастного винта гидрометрической вертушки.

При невозможности детальных измерений с помощью вертушек (при отсутствии или неисправности вертушек, аварийном состоянии гидрометрической переправы, малых глубинах и т.д.) для установления донной скорости необходимо предварительно определить профиль осредненных скоростей течения воды. Распределение скоростей течения воды в потоке может быть разнообразным в зависимости от типа реки (горная, равнинная и др.), морфологических особенностей, шероховатости русла и уклона водной поверхности. При всем разнообразии указанных выше факторов существуют общие закономерности в распределении скоростей по глубине.

Для математического выражения линии профиля скоростей были предложены многочисленные формулы, в частности уравнение параболы, эллипса, гиперболы, логарифмической кривой и для каждого из этих случаев имеются формулы для определения скорости течения воды в точках на скоростной вертикали.

Для описания профиля осредненных скоростей течения воды, наиболее широкое распространение получило уравнение параболы с переменным показателем [2, 3, 4, 8]. Это также подтверждается натурными исследованиями, проведенными М.Т. Нарбаевым на р. Талас (горная река) и в обводном канале (бетонный канал с размерами 6,0×1,5 м) ниже Таласской плотины, на расстоянии примерно 200 м, на специализированном гидрометрическом мостике [6, 7].

На основании проведенных натурных исследований получена формула для определения донной скорости открытого потока следующего вида:

$$V_{дон} = \frac{V_{пов}}{\sqrt{h' + 1}} \mu, \quad (1)$$

где $V_{пов}$ – поверхностная скорость, м/с; h' – глубина измерения донной скорости от поверхности воды, м; μ – коэффициент, учитывающий соответствие натуральных и теоретических точек, равен $\mu = 1,03$.

Глубина измерения донной скорости от поверхности воды устанавливается:

$$h' = h - (0,07 \div 0,10), \quad (2)$$

где h – глубина скоростных вертикалей, м; $(0,07 \div 0,10)$ – расстояние от дна на скоростной вертикали до оси вертушки в зависимости от размера лопастного винта гидрометрической вертушки, м.

Результаты проведенных натурных исследований на обводном канале

№ пром. вертикали	№ скоростной вертикали	Расстояние от поста начала, м	Измерение глубины, м	Точки измерения у поверхности и на дне	Продолжительность измерения, с	Число сигналов, к	Общее число оборотов лопасти винта, N	Число оборотов лопасти винта в 1с, об/с	Скорость в точке, м/с	Лонная скорость по формуле (1), $V_{лон}^{дн}$ м/с,
Урез левого борта	1	0,00	1,15	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1,00	1,15	1,08 0,07	101 99	66 48	1320 960	1310 969	3,09 2,32	- 2,15
2	2	2,00	1,15	1,08 0,07	99 98	70 52	1400 1040	14,16 10,6	3,32 2,50	- 2,37
3	3	3,00	1,15	1,08 0,07	99 101	80 58	1600 1160	16,20 11,48	3,76 2,71	- 2,69
4	4	4,00	1,15	1,08 0,07	99 99	76 54	1520 1080	15,34 10,9	3,56 2,60	- 2,55
5	5	5,00	1,15	1,08 0,07	101 99	68 48	1360 960	13,46 9,70	3,13 2,39	- 2,24
Урез правого борта		6,00	1,15	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2

Результаты проведенных натурных исследований на р. Галас

№ пром. вертикали	№ скоростной вертикали	Расстояние от поста начала, м	Измерение глубины, м	Точки измерения у поверхности и на дне	Продолжительность измерения, с	Число сигналов, к	Общее число оборотов лопасти винта, N	Число оборотов лопасти винта в 1с, об/с	Скорость в точке, м/с	Длина скоростной формулы (1), $V_{дон}$ м/с
Урез левого борга		0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1	1	2,00	0,52	0,45 0,07	101 98	19 4	380 80	3,76 1,00	0,86 0,18	0,18
2	2	8,00	0,64	0,57 0,07	99 98	24 6	480 120	4,85 1,22	1,14 0,23	- 0,22
14	6	14,00	0,85	0,78	102	34	680	6,66	1,61	-
20	8	20,00	0,59	0,07 0,52	100 102	8 26	160 520	1,60 5,09	0,29 1,24	0,26 -
26	10	26,00	0,47	0,07 0,40	98 107	6 16	120 320	1,22 2,99	0,23 0,65	0,24 -
Урез правого борга		28,60	-	0,07	97	4	80	0,82	0,15	0,15
				-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3

Значения скоростей течения в различных точках скоростных вертикалей гидроствора. [1]

№ п/п	Измерение глубины, м	Глубина погружения вертушки		Измеренная скорость в точке ($V_{изм}$), м/с	Скорость по формуле (1) $V_{дон}$, м/с	Процент отклонения $\frac{V_{изм} - V_{дон}}{V_{изм}} \cdot 100$, %
		точка наблюдения	глубина (h), м			
1	1,70	поверхность дно	0,10	0,444	-	
			1,60	0,291	0,284	+1,41
2	2,40	поверхность дно	0,10	0,934	-	
			2,30	0,559	0,528	+5,55
3	2,05	поверхность дно	0,10	0,844	-	
			1,90	0,553	0,511	+7,59
4	1,70	поверхность дно	0,10	0,803	-	
			1,60	0,479	0,514	-7,30
5	1,42	поверхность дно	0,10	0,642	-	
			1,32	0,404	0,435	-7,67
6	1,61	поверхность дно	0,10	0,558	-	
			1,51	0,337	0,363	-7,71

Донную скорость открытого потока с учетом коэффициента шероховатости дна предлагается устанавливать:

$$V_{дон} = \frac{V_{нов}}{\sqrt{\frac{1}{n} h' + 1}} \mu, \quad (3)$$

где n – коэффициент шероховатости, определяемый по работе [7], для естественных водотоков (по М.Ф. Срибному) равен 0,020...0,200.

Результаты натуральных и теоретических исследований на р. Талас и в обводном канале приводятся в табл. 1 и 2. Сравнительные расчеты дают близкие результаты, расхождения не превышает 10 %, что вполне допустимо в водохозяйственных расчетах.

Следует отметить, что р. Талас относится к рекам горного происхождения. Шероховатость русла (n) реки в указанном створе проведенных исследований равна 0,020 (табл. 2).

Далее для того, чтобы удостовериться в результатах проведенных натуральных и теоретических исследований рассмотрим пример, заимствованный из работы В.В. Большакова и А.Н. Иванова (Табл. 3) [1].

Выводы

1. Предложена формула для определения донной скорости течения воды без учета и с учетом шероховатости русла реки.
2. Предложенная формула для расчета донной скорости течения воды ускоряет время её измерения и повышает точность расчета.
3. Проведенные натурные и теоретические исследования дают близкие результаты, расхождения не превышают 10 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большакова В.В., Иванов А.Н. Сборник задач по гидрометрии инженерной гидрологии и регулированию стока. – М.: Высшая школа, 1975. – 184 с.
2. Великанов М.А. Русловой процесс. – М.: Физматгиз, 1958. – 396 с.
3. Железняков Г.В. Гидравлическое обоснование методов речной гидрометрии. – М.: Изд. АН СССР, 1950. – 164. с.
4. Железняков Г.В. Теория гидрометрии. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 343 с.
5. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 381 с.
6. Нарбаев М.Т. Об определении средней скорости течения воды на вертикали. // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2002. – №9. – С. 37-39.

7. Нарбаев М.Т., Нарбаева К.Т., Исмаилова Г.К., Нарбаев Т.И. О профилях скоростей течения воды в открытых русловых потоках. // Вестник АГТУ. – 2008. – №1. – С. 84 – 86.
8. Никитин И.К. Турбулентный русловой поток и процессы в природной области. – Киев: Изд. АН УССР, 1963. – 142 с.

Казахский Национальный Аграрный Университет, г. Алматы
Казахский Национальный Технический Университет, г. Алматы

АШЫҚ АРНАЛАРДАҒЫ ТҮПКІ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ

	К.Т. Нарбаева
Геогр. ғылымд. канд.	Г.К. Исмаилова
Геогр. ғылымд. канд.	Марс Т. Нарбаев
Геогр. ғылымд. канд.	Т.И. Нарбаев

Су ағындысы тіктіктеріндегі түпкі жылдамдықты есептеуге түпкі кедір-бұдырлықты ескермейтін және ескеретін формулалар ұсынылған.

УДК 556. 114

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК
СЕВЕРНОГО СКЛОНА ИЛЕ АЛАТАУ В 2010 ГОДУ****Сообщение 2. Органические и биогенные вещества в воде**

Доктор геогр. наук С.М. Романова

Приведены материалы собственных исследований по изучению режима органических веществ, биогенных элементов в воде рек Северного склона Иле Алатау за 2009...2010 гг.

Поступление органических и взаимосвязанных с ними биогенных веществ в водоток происходит, прежде всего, из почв и донных отложений, при береговой эрозии, разложении древесной и кустарниковой растительности, высшей водной растительности, наземных растений водосборного бассейна, фитопланктона, а также с атмосферными осадками. Оценить влияние этих процессов на гидрохимический режим и качество воды весьма затруднительно, но крайне необходимо не только для познания и развития процессов, но и для их моделирования и прогнозирования указанных компонентов в проектируемых и действующих водотоках. Для условий Северного склона Иле (Зайлийского) Алатау (ССИА) исследования процессов деструкции органических и биогенных веществ, к сожалению, не проводились.

Автором изучена динамика концентрации биогенных и легко окисляющихся органических веществ (по перманганатной окисляемости в кислой среде) в воде рек ССИА, в том числе для отдельных рек по течению за период 2009...2010 гг. (табл. 1-4).

Исходя из среднегодовых значений соединений азота преобладающими (до 74,1...97,2 %) являются *нитраты* (рис. 1).

За период наблюдений концентрация *нитратного азота* в воде нижних участков рек в 1,2 раза больше, чем в верховье. Содержание нитратного азота в реках ручейкового типа достигает 14,5 (р. Теренкара), 16,9 (рр. Мойка, Карасу, Казачка), 19,3 (р. Султанка) и 33,6 мгN/л (р. Ащибулак) в летне – осенний период. Зимой и ранней весной чаще всего нитраты не обнаруживаются или находятся в пределах ошибки их определения. Летом, когда вода максимально прогревается, происходит более активное разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Кроме того, источником привноса нитратов в реки явля-

ются поступающие в их русло подземные и грунтовые воды, а также хозяйственно-бытовые стоки. Следует отметить, что русло большинства рек (особенно в верховье) естественное, небетонированное. Кроме того, дополнительно нитраты, а также нитриты и ионы аммония, фосфаты могут поступать в реки за счет деструкции растений, листового опада деревьев и другой растительности.

Таблица 1

Предельные значения содержания соединений азота и кремния в воде рек ССИА по течению, 2009...2010 гг., мг/дм³

Река	Азот нитритный	Азот нитратный	Азот аммонийный	Кремний
У. Алматы, верховье	0,006...0,009	0...2,091	0,039...1,167	3,8...6,3
У. Алматы, низовье	0...0,055	0,117...5,286	следы...0,311	0,68...8,4
К. Алматы, верховье	0...0,023	следы...1,011	0,008...0,155	0,50...6,2
К. Алматы, низовье	0...0,456	0...17,453	0...0,661	0,68...8,9
Шамалган, верховье	0...0,009	0...3,304	0...0,233	0,55...4,8
Шамалган, низовье	0,003...0,030	следы...3,382	0,031...0,545	3,4...14,2
Аксай, верховье	0...0,023	0...2,759	0...0,428	0,38...7,2
Аксай, низовье	0,003...0,052	следы...3,32	0...0,584	3,8...14,0
Каскелен, верховье	0...0,009	0,011...1,423	0..1,167	0,39...4,7
Каскелен, низовье	0...0,030	0...4,983	следы...1,167	0,79...12,7
Есентай, верховье	0,009...0,106	1,049...1,438	0,039...1,634	5,2...7,2
Есентай, низовье	0,015...0,122	следы...11,187	0,008...3,540	0,67...7,4

Таблица 2

Предельные значения содержания железа, фосфора и органических веществ в воде рек ССИА по течению, 2009...2010 гг., мг/дм³

Река	Железо	Фосфор	Перманганатная окисляемость, мгО/л
У. Алматы, верховье	0...1,100	0...0,038	0,92...16,6
У. Алматы, низовье	0,104...1,781	0...0,057	0,06...32,59
К. Алматы, верховье	0,094...2,432	0...0,057	0,05...15,31
К. Алматы, низовье	0,006...3,827	0...0,094	0,80...17,0
Шамалган, верховье	0,104...1,513	0...0,071	0,19...3,02
Шамалган, низовье	0,312...2,899	0,010...0,071	0,76...8,51
Аксай, верховье	0,008...2,718	0...0,080	0,01...3,34
Аксай, низовье	0,288...8,198	0...0,075	0,40...13,58
Каскелен, верховье	0...2,312	0...0,046	0,19...4,13
Каскелен, низовье	0,071...2,597	0...0,076	0,43...16,20
Есентай, верховье	0,400...1,993	0,008...0,160	3,42...16,60
Есентай, низовье	0,010...1,480	0,003...0,076	0,18...19,60

Таблица 3

Пределные значения содержания соединений азота и кремния в воде рек
ССИА, 2009...2010 гг., мг/дм³

Река	Азот нитритный	Азот нитратный	Азот аммонийный	Кремний
Талгар, г. Талгар	0...0,061	0...1,750	0...0,972	0,40...6,2
Есик, г. Есик	0...0,015	0...1,438	следы...0,817	0,67...6,3
Бесагаш, с. Ават	0,009...0,137	0...3,498	0...0,895	2,1...9,1
Тургень, с. Таутургень	0...0,061	следы...4,550	следы...0,311	0,92...6,3
Лавар, с. Лавар	0,003...0,006	1,477...4,097	0,023...0,078	0,67...6,8
Шарын, каньон	0,005...0,012	0...0,466	0,078...2,334	5,3...5,5
Мойка, роща Баума	0,105...0,319	следы...16,941	0,008...2,334	0,55...8,4
Карасу, ГКБ №4	0,115...0,419	0...16,932	0,016...4,668	0,58...10,2
Теренкара, пересеч. с БАК	0...0,030	0,187...14,540	следы...0,699	0,77...7,2
Ащибулак, пересеч. с БАК	0,002...0,030	0,039...33,624	0...0,622	0,67...7,3
Султанка, ул. Федеративная	0,009...0,155	0,047...19,273	0,008...2,738	0,63...9,7
Казачка, вход в зоопарк	0,030...0,182	следы...16,932	0,016...3,602	0,85...7,6
Солоновка, ул. К. Либкнехта	0,067...0,410	0...10,846	0,039...3,501	4,0...7,9

Таблица 4

Пределные значения содержания железа, фосфора и органических
веществ в воде рек ССИА, 2009...2010 гг., мг/дм³

Река	Железо	Фосфор	Перманганатная окисляемость, мгО/л
Талгар, г. Талгар	следы...2,800	0...0,080	0,32...17,4
Есик, г. Есик	0,036...2,720	0...0,052	0,06...4,3
Бесагаш, с. Ават	0...2,295	0,002...0,237	0,13...17,4
Тургень, с. Таутургень	0,080...0,984	0...0,066	0,86...17,6
Лавар, с. Лавар	0,104...0,840	0,015...0,038	1,13...2,8
Шарын, каньон	0,528...0,728	0,329...0,896	1,58...11,2
Мойка, роща Баума	0,080...1,974	0,057...1,692	0,09...18,2
Карасу, ГКБ №4	0,064...2,718	0,038...2,444	0,04...18,2
Теренкара, пересеч. с БАК	0,176...3,760	0...0,048	0,32...17,5
Ащибулак, пересеч. с БАК	0,138...1,662	0...0,069	0,06...15,7
Султанка, ул. Федеративная	0,116...1,794	0...0,94	0,01...5,3
Казачка, вход в зоопарк	0,172...4,596	0,024...0,076	0,18...8,2
Солоновка, ул. К. Либкнехта	0...1,745	0,033...0,162	1,50...13,7

Основным процессом, способствующим снижению концентрации нитратных ионов, является потребление их фитопланктоном и денитрифици-

рующими бактериями, которые при дефиците растворенного в воде кислорода используют нитратный кислород на окисление органических веществ.

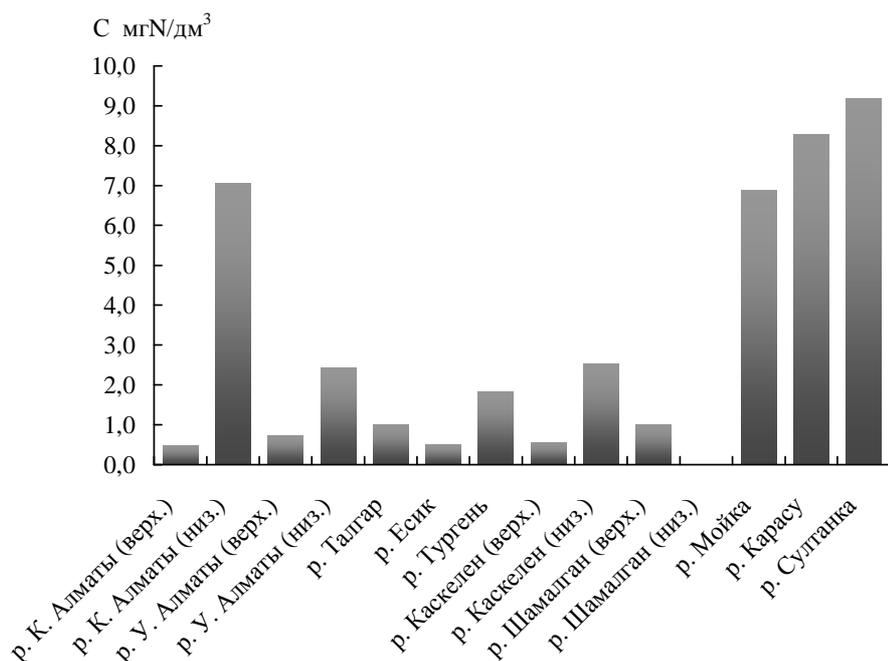


Рис. 1. Среднегодовая концентрация азота нитратного в воде рек ССИА.

Из всех форм азота наименее устойчивыми являются *нитриты*. На их долю приходится 0,3...1,7 % от суммы соединений азота (рис. 2). Максимальная их концентрация (0,319...0,419 мгN/дм³) наблюдается в наиболее загрязненных реках Мойке, Карасу и Солоновке весной и летом. Отсутствие или очень малые концентрации нитритного азота отмечались весьма редко, чаще всего нитриты присутствуют в воде рек в течение годовичного цикла. Наличие нитритов свидетельствует о свежем азотном загрязнении водных масс. Их содержание чаще снижается до нуля, либо не превышает 0,01 мгN/дм³. По течению рек содержание нитритного азота возрастает в 1,2 (р. Есентай); 3,3 (рр. Шамалган, Каскелен); 6,1 (р. У. Алматы) и 19,8 раз (р. К. Алматы).

Аммонийный азот образуется в результате бактериального разложения азотсодержащих органических веществ. Пределы варьирования концентрации аммонийных ионов составляют 0...4,668 мгN/дм³, причем максимум приходится на осенний период. Как и для нитратов с нитритами, наибольшие концентрации аммонийного азота обнаружены в реках

ручейкового типа. Такое увеличение их концентрации можно с уверенностью отнести к антропогенному фактору.

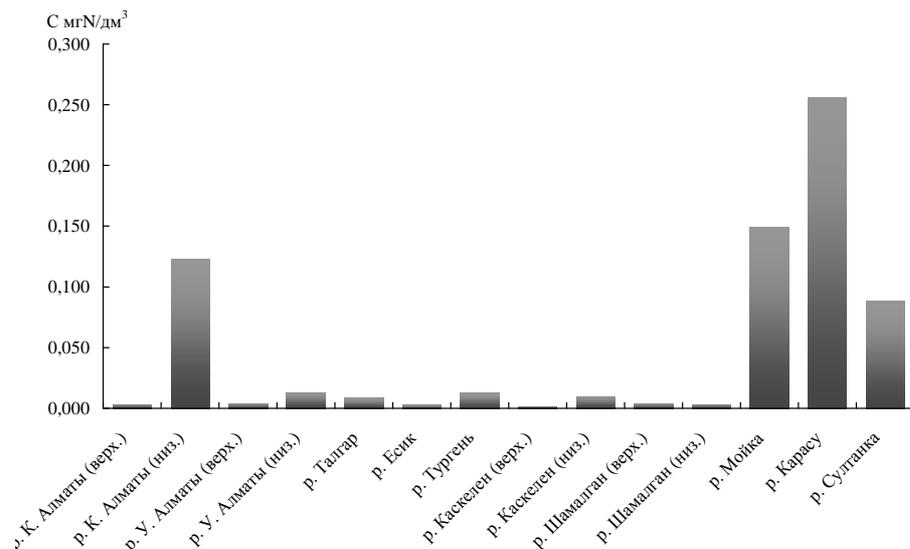


Рис. 2. Среднегодовая концентрация нитритного азота в воде рек ССИА.

По течению рек практически постоянно в годичном цикле происходит накопление аммонийных ионов в 1,4...4,3 раза. По течению рек Каскелен и Улькен Алматы чаще всего превышения содержания аммонийных ионов не происходит.

За исследуемый период среднегодовая концентрация аммонийного азота в воде р. Шамалган (низовье) и р. Карасу превышает ПДК, соответственно, в 1,1 и 1,7 раз, в остальных реках он находится на уровне меньше ПДК (рис. 3).

Содержание общего минерального *фосфора* очень низкое во все сезоны 2009...2010 гг. в воде рек верхних участков (0..0,080 мг/дм³), при среднегодовом колебании 0,015...0,345 мг/дм³ вследствие низкой растворимости его соединений и интенсивного поглощения гидробионтами. По течению рек содержание соединений минерального фосфора увеличивается и достигает 0,057...0,094 мг/дм³. В августе 2009 и 2010 гг. в воде рек Мойка и Карасу зафиксированы максимальные концентрации фосфора, соответственно, 1,692 и 2,444 мг/дм³. Известно, что присутствие ионов ортофосфорной кислоты в водных массах рек сильно влияет на развитие водных организмов. Кроме того, повышенные концентрации не только растворимых фосфатов, но и других биогенных элементов приводят к евтрофированию водных объектов.

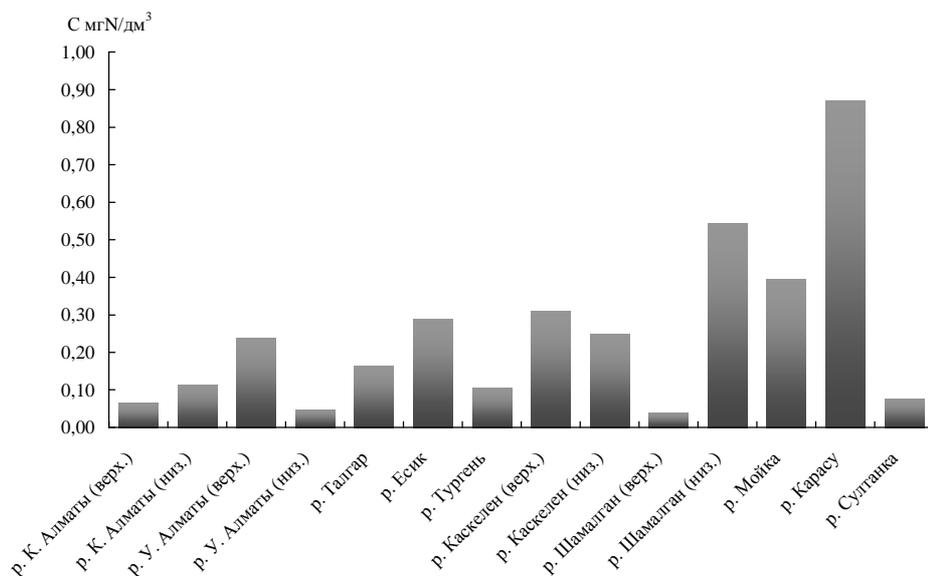


Рис. 3. Среднегодовая концентрация азота аммонийного в воде рек ССИА.

Вода рек содержит относительно высокие концентрации *железа*, $0...4,596$ мг/дм³, особенно речки, протекающие в черте города. Пределы варьирования среднегодовых концентраций железа составляют $0,44...1,79$ мг/дм³. Чаще его концентрации превышают ПДК $0,5$ мг/дм³. Так, в низовье р. Улькен Алматы в 90 % случаев наблюдается превышение ПДК, а в р.Тургень (с. Таутургень) – лишь в 36 % случаев. Повышенные концентрации железа, как и следовало, ожидать, обнаружены в воде мелких рек. В это время отмечалось и повышенное содержание O_2 , гумусовых веществ, которые способствовали переходу железа в растворенное состояние преимущественно в виде комплексных соединений.

Из всех изученных биогенных элементов *кремний* является преобладающим (36,2...68,3 %). На долю нитратов приходится 11,4...55,2 %, железа 6,5...19,4 %, аммония – 0,7...3,7 %, фосфора – 0,2...0,3 %, нитритов – 0,02...1,0 % от суммы всех биогенных элементов. Внутригодовое распределение кремния характеризуется следующими параметрами: $0,38...14,2$ мг/дм³. Самые высокие концентрации кремния обнаружены в зимнее время в воде нижних участков рек Шамалган и Аксай.

Содержание легкоокисляющихся органических веществ колеблется в широких пределах $0,01...19,6$ мгО/дм³ при среднегодовых колебаниях $1,25...8,38$ мгО/дм³. Значения перманганатной окисляемости для воды изученных рек в большинстве случаев не выходят за пределы средних их

значений для природных вод аридных зон (5...10 мгО/дм³) и подвержены сезонным и годовым колебаниям.

На содержание органических веществ в природных водах, в том числе в реках ССИА, оказывают влияние многие факторы, главными из которых являются: гидрологический режим, количество взвешенных веществ, значения рН, температура воды, донные отложения и продукты разложения растительности. На все это накладывает отпечаток антропогенез.

Таким образом, вышеприведенный материал свидетельствует об очевидном действии антропогенных факторов на режим органических и биогенных веществ: забор воды рек на технические нужды, приводящий к изменению гидрологических параметров; загрязнение воздушного бассейна и водотоков из-за работы ТЭЦ, автотранспорта, сброс хозяйственно-бытовых стоков, урбанизация территории и др.

КазНУ им. аль-Фараби, Алматы

ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНДЕГІ ӨЗЕНДЕРДІҢ 2010 ЖЫЛҒЫ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

2 Хабарлама. Судағы органикалық және биогенді заттар

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова

Іле Алатауының Солтүстік беткейіндегі өзен суларының органикалық заттар, биогенді элементтер режимін 2010 жылғы зерттеу материалдары келтірілген.

УДК 628.394(547.42+547.25)

**О СВЯЗИ МЕЖДУ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ РЕК И ВОЗДУШНОГО
БАССЕЙНА Г. АЛМАТЫ**

Доктор техн. наук А.С. Абрамов

Между загрязнением рек и атмосферного воздуха г. Алматы существует заметная связь, хотя основные загрязнители для воды и воздуха разные.

Алматы, не будучи крупным промышленным центром, является одним из самых загрязненных по состоянию воздушного бассейна городов Казахстана [3]. Основные реки г. Алматы – Малая и Большая Алматинка и Есентай. Загрязнение рек может происходить в результате сбросов в них коммунальных и промышленных сточных вод, а так же путем поступления вредных веществ из атмосферного воздуха. Представляет интерес определить фактическую связь между загрязнением воды и воздуха.

Состояние речных вод оценивалось индексом загрязнения воды по гидрохимическим показателям (ИЗВ), приведенным в [3] и рассчитанным с учетом как обязательных показателей [1], так и тех загрязняющих веществ, чья концентрация превышала ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. Состояние атмосферного воздуха определяли по величине индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), приведенного в [3] и рассчитанного по пяти загрязняющим веществам, чья концентрация является наибольшей.

Основными загрязняющими веществами изучаемых рек с концентрациями, превышающими ПДК, являются медь, хром, железо, азот нитритный, фториды и фенолы.

По величинам ИЗВ, вода исследуемых рек изменялась в разные месяцы года от чистой и умеренно загрязненной до очень грязной.

Фактические и усредненные нами значения ИЗВ за период 2006...2010 гг. для исследуемых рек, а также для Большого Алматинского озера, расположенного в верхней части р. Большая Алматинка, представлены в табл. 1-4.

Основными загрязнителями воздуха г. Алматы являются сернистый ангидрид, формальдегид, оксид углерода, диоксид азота, взвешенные вещества, фенолы и др.

В табл. 5 представлены ежемесячные и рассчитанные автором среднемесячные и среднегодовые значения ИЗА за период 2006...2010 гг.

Таблица 1
Значения ИЗВ для реки Большая Алматинка в 2006...2010 гг.

Месяц	ИЗВ					Среднее
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	
Январь	4,81	2,99	1,90	3,09	1,00	2,76
Февраль	4,81	1,72	1,84	3,78	1,06	2,64
Март	2,23	0,85	3,09	2,71	2,09	2,19
Апрель	1,34	3,15	3,35	0,96	0,88	1,94
Май	0,75	4,63	2,89	1,20	0,78	2,05
Июнь	1,12	1,28	1,64	1,67	3,62	1,87
Июль	0,72	6,22	1,23	2,96	1,67	2,56
Август	0,94	2,09	0,70	1,02	0,99	1,15
Сентябрь	1,00	2,01	5,29	0,79	1,32	2,08
Октябрь	1,06	2,84	3,90	1,39	2,59	2,36
Ноябрь	5,35	1,85	2,77	0,75	1,33	2,41
Декабрь	3,12	2,21	3,16	0,94	1,12	2,11
Среднее	2,27	2,65	2,64	1,77	1,54	2,18

Таблица 2
Значения ИЗВ для р. Малая Алматинка в 2006...2010 гг.

Месяц	ИЗВ					Среднее
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	
Январь	3,96	2,93	1,50	2,50	0,93	2,36
Февраль	3,52	1,24	2,00	3,02	1,26	2,21
Март	2,46	1,61	2,17	3,27	2,17	2,34
Апрель	1,25	3,60	3,14	1,42	1,47	2,18
Май	1,10	1,42	2,78	1,88	1,05	1,65
Июнь	0,92	2,38	1,09	1,22	2,13	1,55
Июль	0,87	4,00	1,58	2,77	1,83	2,21
Август	0,94	2,14	1,90	1,32	1,02	1,46
Сентябрь	0,89	1,86	5,41	3,03	1,08	2,45
Октябрь	0,77	3,04	4,39	1,23	2,48	2,38
Ноябрь	3,80	1,89	2,43	0,98	1,54	2,13
Декабрь	3,38	2,05	3,42	1,26	1,43	2,31
Среднее	1,99	2,35	2,65	1,99	1,53	2,10

Таблица 3

Значения ИЗВ для р. Есентай в 2006...2010 гг.

Месяц	ИЗВ					Среднее
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	
Январь	4,74	3,35	2,72	2,73	0,79	2,87
Февраль	4,30	0,76	1,65	3,15	1,33	2,24
Март	3,10	1,04	3,43	2,83	2,18	2,52
Апрель	1,61	3,57	1,89	1,21	1,42	1,94
Май	1,16	2,77	1,98	1,64	1,73	1,86
Июнь	1,15	3,35	1,13	1,43	3,73	2,16
Июль	0,86	4,99	1,00	3,04	1,66	2,31
Август	1,22	2,28	1,41	1,35	0,85	1,42
Сентябрь	1,38	1,46	5,75	2,11	1,16	2,37
Октябрь	2,03	2,67	4,45	1,00	2,66	2,56
Ноябрь	5,09	2,76	4,07	0,98	1,41	2,97
Декабрь	3,37	2,65	3,08	0,91	0,96	2,19
Среднее	2,50	2,64	2,71	1,89	1,67	2,28

Таблица 4

Значения ИЗВ для Большого Алматинского озера в 2006...2010 гг.

Месяц	ИЗВ					Среднее
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	
Май	0,73	0,75		1,07	1,1	0,91
Июнь	0,82	0,69	0,70	0,96	3,12	1,26
Июль	0,78	3,14	0,70	1,61	1,78	1,60
Август		1,90		0,85	1,74	1,50
Сентябрь	0,54		1,94	3,13	1,07	1,67
Октябрь		2,36	4,06	1,66	1,08	2,29
Ноябрь	0,89		2,28			1,59
Среднее	0,75	1,77	1,94	1,55	1,65	1,53

Примечание: Пустые клетки означают отсутствие информации, для Большого Алматинского озера нет данных за январь-апрель и декабрь.

Таблица 5

Значения ИЗА для г. Алматы в 2006...2010 гг.

Месяц	ИЗА					Среднее
	2006	2007	2008	2009	2010	
Январь	12,9	17,9	17,8	16,2	14	15,8
Февраль	11,7	12,3	16,2	10,9	13,8	13,0
Март	12,7	9,6	14,6	13,6	12,1	12,5
Апрель	11,1	8,4	13,2	13,2	10,4	11,3
Май	10,1	10,8	12,3	13,4	9,7	11,3
Июнь	9,2	12,8	12,3	14,1	11,6	12,0
Июль	9,9	12,8	14,8	14,9	14,7	13,4

Месяц	ИЗА					Среднее
	2006	2007	2008	2009	2010	
Август	11,4	14	14	11,1	9,8	12,1
Сентябрь	12,8	14,3	14	10,4	10,4	12,4
Октябрь	12,7	13,6	11,9	10,4	10	11,7
Ноябрь	14,8	14	13,8	12,2	11,7	13,3
Декабрь	17,2	11,6	10,9	15,8	12,9	13,7
Среднее	12,2	12,7	13,9	13,0	11,8	12,7

На рис. 1 представлены среднемесячные значения ИЗВ для рек и Большого Алматинского озера и среднемесячная величина ИЗА г. Алматы в 2006...2010 гг.

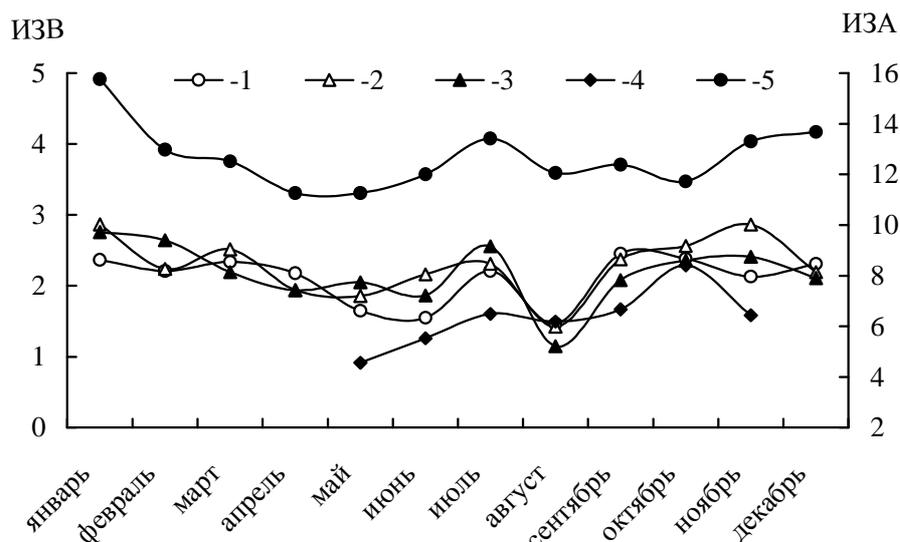


Рис. 1. Среднемесячные значения ИЗА г. Алматы (5) и ИЗВ для рек Есентай (2), Большой (3) и Малой (1) Алматинки и Большого Алматинского озера (4) в 2006...2010 гг.

Как видно на рис. 1, значения ИЗВ как для рек, так и для озера хорошо коррелируют как между собой, так и с индексом загрязнения атмосферы. В частности, наблюдается повышение этих величин в зимний период и в июле, понижение в августе. Коэффициент корреляции между ИЗА г. Алматы и ИЗВ рек Малой, Большой Алматинкой, Есентай и озером (май – ноябрь) составляет 0,43; 0,59; 0,60 и 0,22 соответственно.

Сравнительно малый коэффициент корреляции между ИЗА и ИЗВ для озера можно объяснить тем, что озеро расположено вдали от Алматы, вследствие чего загрязнение атмосферы влияет меньше.

Отметим, что ИЗВ представляет собой среднеарифметическую величину отношений концентраций различных загрязнителей воды к их ПДК, а

ИЗА – сумму величин отношений концентраций загрязнителей воздуха к их ПДК (приведенных к степени вредности сернистого ангидрида путем возведения в некоторую степень) [4], чем и объясняется значительное отличие их абсолютных значений.

Основные загрязнители для воды и воздуха разные. Так, основным загрязнителем для рек и озера является медь, оказывающая основное влияние на величину ИЗВ (отметим, что концентрация меди в воде подвержена значительным природным колебаниям [2]). В то же время присутствие меди в атмосферном воздухе незначительно, и она не оказывает существенного влияния на ИЗА. Тем не менее, отмечается хорошая связь между ИЗА и ИЗВ. Эта связь наблюдается и для годовых значений ИЗА (рис. 2).

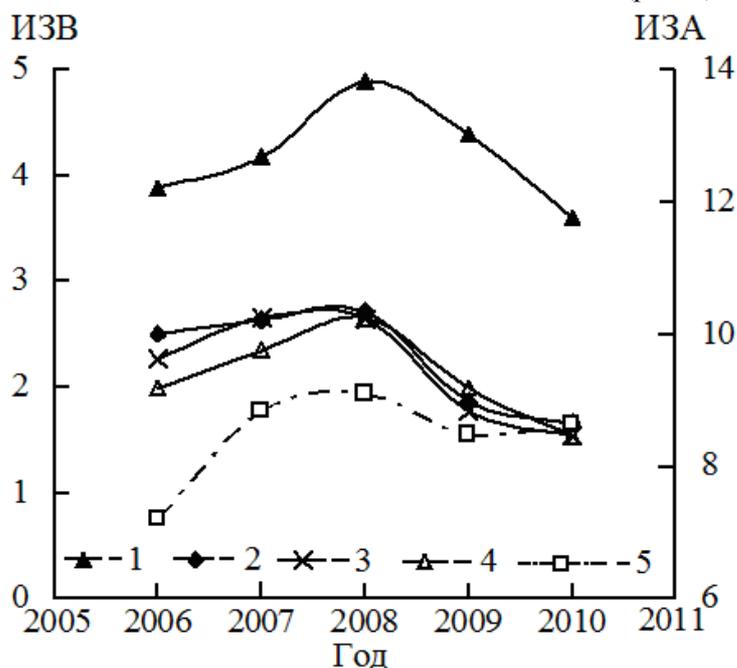


Рис. 2. Среднегодовые значения ИЗА г. Алматы (1) и ИЗВ для рек Есентай (2), Большой (3) и Малой (4) Алматинки и Большого Алматинского озера (5) в 2006...2010 гг.

Коэффициент корреляции между среднегодовыми значениями ИЗА и ИЗВ составляет 0,54; 0,59; 0,88 и 0,50 соответственно для рек Есентай, Большой и Малой Алматинки и Большого Алматинского озера.

Таким образом, существует заметная корреляция между загрязнением атмосферного воздуха и рек г. Алматы, несмотря на то, что основные загрязняющие вещества для воды рек и воздуха разные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Эколайн. 2000.
- 2 Жаппарова Ж.М., Садыкова Г.Д., Муртазин Е.Ж.. Загрязнение рек г. Алматы ионами тяжелых металлов // Гидрометеорология и экология. 2001. – № 1-2. – С. 132-140.
- 3 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. Казгидромет. http://www.eco.gov.kz/ekolog_arch.php
- 4 Тихонова И.О., Тарасов В.В., Кручинина Н.Е. Мониторинг атмосферного воздуха. – М.: 2010. – 128 с.

АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», г. Алматы

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДА АУА ЖӘНЕ ӨЗЕНДЕР ЛАСТАНУЛАРЫ АРАСЫНДА БАЙЛАНЫС ТУРАЛЫ

Техн. ғылымд. докторы А.С. Абрамов

Су және ауа үшін негізгі ластағыштар бір жағынан әртүрлі, өзендер және атмосфералық Алматы қала ауасының ластануының аралығында көрінетін байланыс бар болады.

УДК 550.521.504

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОКСИДА УГЛЕРОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ВЕТРОВОГО РЕЖИМА В Г. АЛМАТЫ**

А.Н. Даулбаева

Автор исследует изменение концентрации оксида углерода в г. Алматы от ветрового режима. На примере двух лет рассмотрены периоды благоприятные и неблагоприятные для рассеивания загрязняющих веществ (ЗВ) в городе.

Одними из главных загрязнителей г. Алматы, после автомобильного транспорта, являются ТЭЦ, выбрасывающие в атмосферу большое количество вредных веществ, в том числе и оксида углерода. Так, ТЭЦ-1, находится в центре г. Алматы, загрязняя восточную часть города, но наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Алматы вносит комплекс ТЭЦ-2, располагающийся вблизи западной границы города.

Особенностью орографии города является то, что он расположен в котловине у северного склона Заилийского Алатау и открыт для ветров только с северной стороны, это создает застойные ситуации, при которых концентрации оксида углерода возрастают и сохраняются значительное время. Это делает проблему загрязнения воздушного бассейна города как никогда актуальной [1].

Одним из главных факторов, влияющих на распространение примесей в атмосфере, является ветровой режим. Влияние скорости и направления ветра на загрязнение воздуха определяет целый ряд причин, а именно: расположение источников выбросов, рельеф, местная циркуляция, воздействие самих объектов на ветровой режим, а также взаимосвязь указанных факторов [2]. В таблице представлены, многолетние данные о направлении и скорости ветра в г. Алматы [1].

Данные таблицы показывают, что в летнее время преобладают ветры юго-восточного направления, а в зимнее – юго-западного и юго-восточного. На такой режим ветра большое влияние оказывает местная горно-долинная циркуляция. При устойчивой погоде в ночное время здесь преобладает юго-восточное и юго-западное направление ветра, в дневное время – южное [3]. При облачной циклонической погоде, которая устанавливается в основном в теплый период, преобладает западное

направление, при этом в весенне-летнее время происходит незначительное очищение атмосферы.

Таблица

Скорость и повторяемость направлений ветра по румбам

Показатель	Направление								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
январь									
Повторяемость, %	9	12	7	23	16	20	7	6	34
Скорость, м/с	1,4	1,5	1,4	1,8	1,8	1,9	1,7	1,3	
июль									
Повторяемость, %	5	11	6	45	17	8	4	4	13
Скорость, м/с	1,9	2,0	1,6	2,8	2,4	2,4	2,2	1,9	

В 79 % случаев скорость ветра в зимнее время составляет 0...1 м/с. Это объясняется преобладанием антициклонной погоды, которая, как правило, характеризуется небольшими скоростями ветра, отсутствием облачности и осадков (за исключением горной части территории) [7]. В холодное время года около 50...60 % времени значительная часть территории находится под влиянием мощного юго-западного отрога сибирского антициклона. Зимой, в малооблачную погоду, большой интенсивности достигает радиационное выхолаживание, приводящее к продолжительным и глубоким температурным инверсиям, иногда сопровождающимся туманами [5]. При этом устанавливается штилевая погода. Поэтому накопление загрязняющих веществ, в том числе и оксида углерода, приходится больше на зимнее время.

Как правило, влияние скорости ветра на концентрацию примесей в воздухе проявляется двояким образом. С одной стороны, усиление ветра способствует рассеянию примесей в атмосфере: очевидно, усиление ветра, как у земли, так и на более высоких уровнях определяет вынос всей массы загрязненного воздуха за пределы территории и очищение воздушного бассейна. Ослабление ветра приводит к увеличению подъема перегретых выбросов, который особенно значителен при штиле и, следовательно, к уменьшению концентраций в приземном слое воздуха.

На изменение концентрации примеси также влияют условия температурной стратификации нижнего слоя атмосферы. Как и скорость ветра, термическая устойчивость стратификации атмосферы в зависимости от характера выбросов различным образом влияет на формирование уровня загрязнения. В среднем повышенный уровень загрязнения воздуха отмечается в городах в условиях и приземных и приподнятых инверсий. При формировании приземных инверсий у земли скапливаются низкие выбро-

сы, а в условиях приподнятых инверсий ограничивается распространение примесей в вертикальном направлении. Исследования показали, что одним из условий формирования высокого уровня загрязнения воздуха в городе, является сочетание штиля и приземной инверсии, то есть такое сочетание параметров называется «ситуацией зстоя» [2].

Как видно на рис. 1 распределение концентрации оксида углерода имеет четко выраженный годовой ход [6].

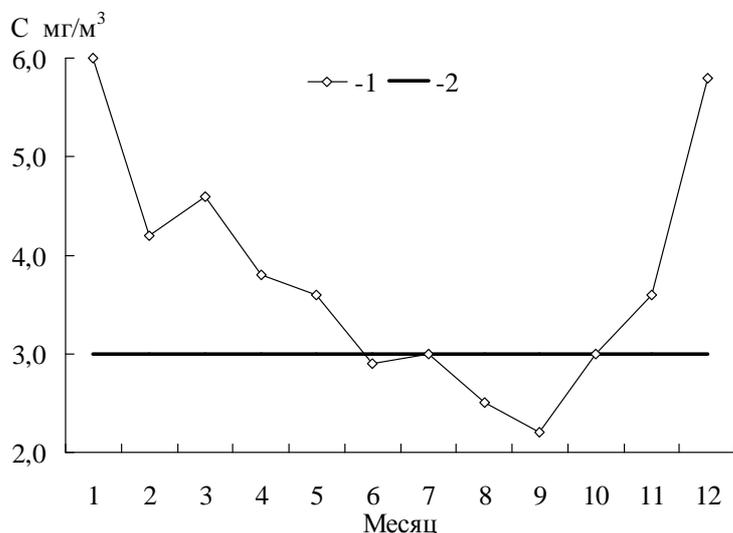


Рис. 1. Распределение оксида углерода в городе Алматы за период 2009...2010 гг. 1 – оксид углерода, 2 – ПДК.

В течение года концентрация увеличивается в зимнее время до 4...6 мг/м³, постепенно уменьшаясь к летнему времени до 3...4 мг/м³. Это связано с тем, что оксид углерода выбрасывается в течение всего года автомобилями почти равномерно, но в зимнее время добавляются выбросы энергетических предприятий, которые существенно корректируют зимние выбросы от автотранспорта. Поэтому в Алматы концентрации оксида углерода ниже ПДК имеет место только в течение 5 месяцев теплого сезона [4].

При помощи компьютерной программы Surfer V 8.0, на основе данных стационарных постов наблюдения за загрязнением воздуха в городе, были построены карты распределения концентрации оксида углерода в разное время года.

Если рассмотреть структуру поля оксида углерода в течение года, то можно заметить, что она меняется весьма значительно. От теплого сезона к холодному и наоборот происходит значительная перестройка поля. Этот

факт указывает в первую очередь на то, что на условия загрязнения влияют разные факторы в разные сезоны, в том числе и направление ветра.

На рис. 2 видно, что наибольшая концентрация оксида углерода сосредоточена в районе ТЭЦ-1. При этом ось ориентирована с северо-востока на юго-запад, так как в этот период времени наиболее сильное влияние оказывает горно-долинная циркуляция. В это время года помимо ветров юго-восточного направления, которые являются преобладающими в течение всего года, на распространение концентраций оксида углерода оказывает влияние западный перенос (который, как известно, действует в летний период).

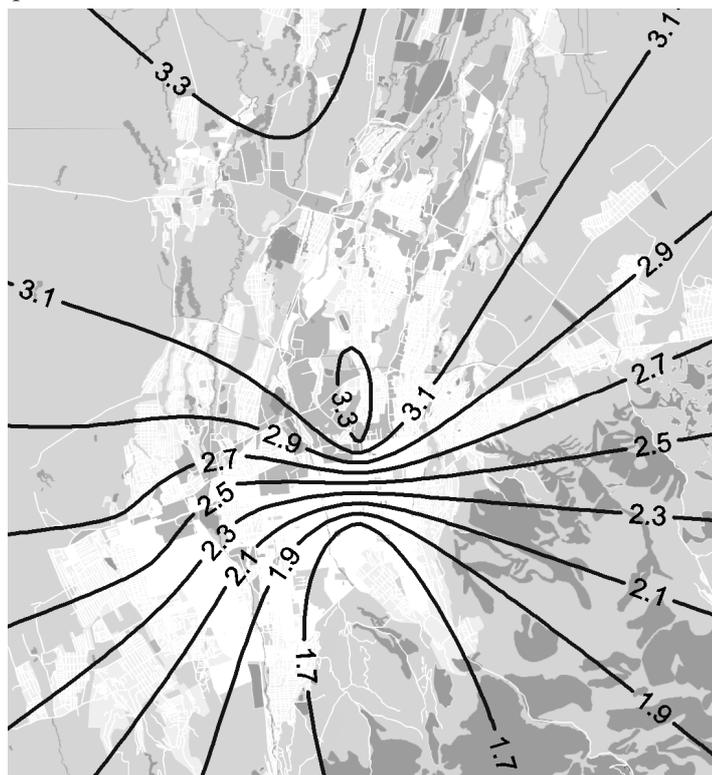


Рис. 2. Средние концентрации оксида углерода, $\text{мг}/\text{м}^3$ (в летнее время).

В зимний период (рис. 3) концентрация оксида углерода над Алматы имеет отчетливо выраженную зону с наибольшими значениями (до 2ПДК), наблюдающимися в центральной и нижней части города. Кроме того, ось поля имеет хорошо выраженную ориентацию с запада на восток [7]. Это связано с усилением ветров в основном юго-восточного и юго-западного направления при этом наблюдается большее количество дней со штилем, чем в летний период.

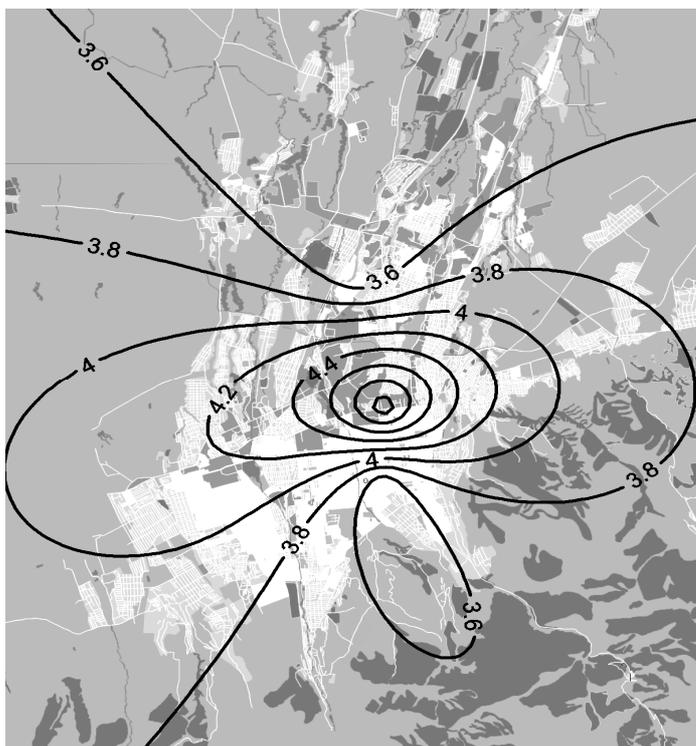


Рис. 3. Средние концентрации оксида углерода, $\text{мг}/\text{м}^3$ (зимнее время).

В зимнее время концентрации оксида углерода увеличиваются примерно на 0,5 ПДК по сравнению с июлем, при этом максимум в южной части города становится более выраженным, чем в летнее время. Это связано с тем, что в Алматы преобладают ветра юго-восточного направления, но в основном в ночное и утреннее время. В остальное время в особенности днем дует северный ветер, который и приносит загрязнения в южные районы города. Поэтому ось поля четко ориентирована с запада на восток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алдабергенов С.С., Вирфель И.А. Роль горно-долинной циркуляции в переносе загрязняющих воздушных масс в районе Алма-Аты // Геохимия и экология промышленных центров Казахстана. – КазИМС, 1988. – С.47-53
2. Климат Алматы / Под ред. Швер Ц.А., Ахмеджанова Х.А. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 266 с.
3. Доклад по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, мониторингу и моделированию загрязнения атмосферного воз-

- духа в Казахстане (в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния). – Алматы: ЕЭК ООН, 2003. – 92 с.
4. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2 квартал 2009 г. // Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан, Казгидромет. – Алматы, 2009.
 5. Калелова А.Б. Аэросиноптические условия диссипации и накопления загрязняющих веществ в воздушном бассейне города Алматы.: Дисс....канд. геогр. наук / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2005.
 6. Разработка научных основ мониторинга эффективности растительных систем в снижении концентрации CO₂ в атмосфере крупной урбанизированной территории (на примере города и пригорода Алматы). А: Отчет о НИР РГКП КазНАУ, 2010. 65 с.
 7. Техничко-экономическое обоснование строительства линий легкорельсового транспорта в г. Алматы. А.: Проект окончательного отчета, часть В, 2010. 109с. – (проект предварительной оценки воздействия на окружающую и социальную среду по поручению европейского банка реконструкции и развития 302010-00045-00-RL-REP-0030 от 23 мая 2010).

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

**АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДА КӨМІРТЕГІ ТОТЫҒЫНЫҢ
ТАРАЛУЫНЫҢ ЖЕЛ РЕЖИМІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІ**

А.Н. Даулбаева

Автор Алматы қаласында көміртегі тотығы концентрациясының өзгеруінің жел режиміне тәуелділігін зерттеген. Екі жылдық мерзімде ластаушы заттардың қала аумағында таралуына қолайлы және қолайсыз кезеңдері қарастырылған.

УДК 631.6:581.5

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ВЛИЯНИЕ
ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ**

Канд. техн. наук С.Д. Магай

Показано, что оптимизация технологических процессов, обеспечивающая экологическую безопасность функционирования агроэкосистем, должна осуществляться на основе механизмов действия допустимых водных нагрузок. Оптимизацию водных мелиораций на агроэкосистемах можно осуществлять путем управления дренажным стоком.

На геозекосистемах, где почва как естественная саморегулирующаяся система биосферы не справляется с современными техногенными нагрузками, наблюдается разрыв связей природной экологической среды, что ведет к прогрессирующей деградации и потере плодородия почв. К причинам, обуславливающим негативные последствия орошения, наряду с применением зональных режимов орошения, технологий мелиорации земель и систем земледелия без учета многообразия свойств почв в агроландшафтах, следует отнести, прежде всего, слабое использование научных достижений в мелиоративном и сельскохозяйственном производстве.

Влиянию водных мелиораций на природную среду до настоящего времени не уделяется должного внимания. Между тем «основная задача мелиорации земель – управление биологическим и геологическим круговоротами воды и химических веществ», которые совпадают по направлению, но отличаются по скорости, отмечал основоположник советской мелиоративной науки академик А.Н. Костяков [5]. Для повышения продуктивности почв и недопущения ухудшения окружающей среды необходимо усиление биологического и замедление геологического круговоротов воды и питательных веществ.

Благоприятное эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель и рациональное природопользование нельзя рассматривать отдельно друг от друга. Последнее в широком смысле рассматривают как совокупность различных форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. Главной его составляющей является сохранение и разумное изменение экологического баланса природных систем [9]. Ба-

ланс выражается через количественные сочетания компонентов, обеспечивающих экологическое равновесие определенного типа, что является предпосылкой формирования соответствующей экосистемы.

На больших территориях, в границах которых располагаются мелиоративные системы, следует рассматривать целесообразное (или разумное) экологическое равновесие, подразумевая под этим некоторое природно-антропогенное равновесие. Его необходимо поддерживать на определенном уровне, позволяющем получать не только экологический, но и социальный и экономический эффекты. На гидромелиоративных объектах, чтобы считать их экологически безопасными, их параметры и режимы работы, как отдельных звеньев, так и в комплексе, в сочетании с другими антропогенными факторами, должны обеспечивать такое равновесие.

Эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель находится в прямой зависимости от умения управлять природными процессами путем правильного выбора параметров и режимов функционирования мелиоративных систем в сочетании с зональными системами земледелия [6]. Для этого необходимо располагать соответствующей информацией, а главное разбираться в существе протекающих природных процессов и уметь прогнозировать их направленность при изменении определенных антропогенных факторов.

Любое преобразование природной среды не может носить произвольный характер, оно ограничено действием законов фундаментальных положений экологии и природопользования, значительная часть которых имеет прямое отношение к параметрам и режимам работы мелиоративных систем. Поэтому их следует рассматривать как природно-технические комплексы, а сельскохозяйственные мелиорации – как определенный вид природопользования.

Предпосылкой для достижения некоторого природно-антропогенного равновесия на определенной территории является строительство гидромелиоративной системы, нарушающее исходное природное равновесие на геосистеме, так как под влиянием техногенной деятельности изменяется соотношение экологических компонентов, а это требует определенных действий для создания благоприятных условий. Поэтому при преобразовании природной среды необходимо обеспечивать затухание произведенных возмущений и нельзя допускать термодинамического разлада в иерархии систем [10]. В противном случае общий процесс формирования природно-антропогенного равновесия пойдет в сторону паде-

ния природно-ресурсного потенциала. Примером могут служить ранее орошавшиеся, а в настоящее время бесплодные пустыни в междуречье Тигра и Евфрата, огромные площади засоленных земель в Пакистане [4].

Следует отметить, что существует мягкое и жесткое управление природными процессами. Существующие мелиоративные системы ориентированы на жесткое управление. В этом случае, согласно закону сукцессионного замедления [10], в начальный период функционирования агроэкосистем наблюдается заметный рост продуктивности орошаемых земель, в последующие – относительная стабилизация и падение продуктивности при определенном природно-антропогенном равновесии. При этом устойчивое состояние природной составляющей мелиоративной системы может сопровождаться нежелательными последствиями. Например, подъем уровня грунтовых вод и вторичное засоление почвогрунтов зоны аэрации обуславливают ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель в частности и геосистемы в целом.

Отмеченная тенденция стабилизации природно-антропогенного равновесия, когда продуктивность мелиорированных земель недостаточна, вытекает из первого следствия закона внутреннего динамического равновесия: правила неизбежных цепных реакций жесткого управления природными процессами [9]. Для их недопущения или минимизации необходимо создавать технически совершенные мелиоративные системы, надежные квалифицированные службы эксплуатации и применять инновационные ресурсосберегающие технологии возделывания и орошения сельскохозяйственных культур. Поэтому очевиден приоритет мягкого управления природными процессами – непрямыми воздействиями, как правило, с помощью природных механизмов саморегуляции, способных вызвать желательные цепные реакции при относительно небольших затратах. Такое управление предполагает необходимость гармоничного сочетания мелиоративной системы с природным ландшафтом и разумного использования естественного биологического потенциала, поскольку в ходе преобразования нельзя переходить пределы, за которыми перестает функционировать фактор самоподдержания. Таким образом, для обеспечения экологического равновесия в регионе необходимо оптимальное соотношение природных экосистем и орошаемых территорий.

Мелиоративные системы должны обеспечивать требуемый мелиоративный режим на орошаемых землях: оптимальные пределы регулирования влажности, содержания токсичных солей и питательных элементов

в активном слое почвы; влагообмен между почвенными и грунтовыми водами, глубины залегания грунтовых вод и др. [1]. При этом дренажные системы для исключения возможности вовлечения в геологический круговорот реликтовых запасов солей, содержащихся в минерализованных подземных водах и нижерасположенных горизонтах, должны обеспечивать минимальное гидродинамическое воздействие на грунтовые воды. Дренажные системы необходимо вписывать в ландшафт, не нарушая его целостности. Они должны обеспечивать возможность повторного использования коллекторно-дренажных вод на орошение по соответствующим технологиям, что позволит, с одной стороны, повысить водообеспеченность орошаемых земель в условиях постоянного дефицита, с другой – не допустить сброс отработанных вод в водоисточники или на прилегающую территорию, что ухудшит качество последних.

Благоприятный эколого-мелиоративный режим почв наблюдается на орошаемых землях, где степень нарушения природного равновесия, что неизбежно при орошении, не изменяет направленности общего потока воднорастворимых солей, сформировавшейся в естественных условиях. Как правило, это наблюдается в предгорных районах. При удалении от предгорных районов условия подземного оттока ухудшаются, а геологические запасы солей возрастают. При этом меняется направление естественной миграции минеральных соединений в почвенно-грунтовой толще, и усиливаются процессы соленакопления, так как превышение вертикальной скорости потока грунтовых вод над горизонтальной приводит к их подъему и засолению орошаемой территории. Поэтому снижение водной нагрузки на природную среду целесообразно решать за счет технического совершенствования мелиоративных систем, внутрисистемного использования отработанных вод, субирригации (участия грунтовых вод в транспирации), применения инновационных технологий орошения, позволяющих сократить до минимума потери оросительных вод на фильтрацию, вынос гумуса и подвижных форм питательных элементов из корнеобитаемой зоны [7].

Уровень экологического нарушения природной среды предопределяется степенью изменения отношения между малым биологическим и большим геологическим круговоротами веществ, сформировавшимися в естественных условиях, размерами и техническим состоянием ирригационных систем, технологией орошения и культурой земледелия, качеством оросительных вод и естественной дренированностью территории [3]. При

этом оптимизация технологических процессов, обеспечивающая экологическую безопасность функционирования агроэкосистем, должна осуществляться на основе выявления механизмов действия допустимых водных нагрузок на экологические системы [7].

Экологическое благополучие на геозкосистемах будет достигаться при соблюдении главного условия: на орошаемой территории объёмы фильтрационных потерь оросительной воды и подземный приток не должны превышать подземный отток. Степень техногенной нагрузки водных масс на геосистему за счет фильтрационных потерь находится в прямой зависимости от технического состояния и размеров оросительной системы, коэффициентов полезного действия ирригационной сети и земельного использования, техники и технологии орошения. Следовательно, путем повышения коэффициентов полезного действия оросительной сети и совершенствования технологии орошения, оптимизации размеров агроэкосистем, в частности за счет уменьшения коэффициента земельного использования, можно снижать степень воздействия водных нагрузок на геосистему и повышать экологическую защиту всех элементов агроландшафта [2, 8].

Оптимизацию мелиоративных режимов на агроэкосистемах можно осуществлять путем управления дренажным стоком, а точнее определяющими его параметрами, которые связаны между собой определенной зависимостью [8]:

$$D = P - O + \Phi_o + \Phi_n - C_g, \quad (1)$$

где D – дренажный сток, формируемый на агроэкосистеме, P и O – приток и отток подземных вод, Φ_o и Φ_n – фильтрационные потери в оросительной сети и на полях орошения, C_g – субирригация (использование грунтовых вод на орошение).

$$D = D_a + D_o, \quad (2)$$

где D_a – дренажный сток, отводимый с агроэкосистемы; D_o – дренажный сток, используемый на орошение и промывки.

Результаты наших многолетних исследований по управлению солевым режимом почв показывают, что при росте содержания солей в поливной воде необходимо увеличивать оросительные нормы и нормы дренирования. Однако, одной из составляющих уравнения (2) является дренажный сток, используемый на орошение и промывки, от размеров которого зависит величина водоотведения, что позволяет управлять влиянием водных мелиораций на природную среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М: Агропромиздат, 1990. – 59 с.
2. Вышпольский Ф.Ф. Мелиоративные системы и методы снижения антропогенной нагрузки на природную среду. // Тр. КазНИИВХ. – Тараз. – 1999. – С. 25-34.
3. Голованов А.И. Мелиорация ландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – № 3. – С. 6-8.
4. Зонн И.С., Николаев В.Н., Орловский Н.С., Свинцов И.П. Опыт борьбы с опустыниванием в СССР. – М.: Наука, 1981. – 115 с.
5. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 622 с.
6. Кружилин И.П., Морозова А.С. Влияние орошения на почвы и ландшафты степей // Почвоведение. – 1988. – С. 27-32.
7. Магай С.Д., Вышпольский Ф.Ф. Экологические основы снижения техногенного воздействия агроэкосистем на природную среду // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №1. – С. 164-169.
8. Магай С.Д. Методические аспекты исследования взаимодействия природных и хозяйственных систем: Материалы / Междун. науч.-практ. конф. «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии» – Тараз: 2009. – С. 183-186.
9. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь – справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
10. Серебренников Ф.В. Рациональное природопользование и экологические требования к оросительным системам // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – № 4. – С. 2-5.

КазНИИ водного хозяйства, г. Тараз

ТАБИҒАТТЫ ТИІМДІ ПАЙДАЛАҢУ ЖӘНЕ СУ МЕЛИОРАЦИЯСЫНЫҢ ТАБИҒИ ОРТАҒА ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІ

Техн. ғылымд. канд. С.Д. Магай

Мақалада, агроэкожүйенің қызмет атқаруының экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ететін, технологиялық процесстердің оңтайландырылуы, рауалы су жүктемелерінің қозғалу механизмдерін айқындау негізінде іске асырылуы тиіс екендігі көрсетіледі. Агроэкожүйелеріндегі су мелиорациясының оңтайландырылуын, кәріздік ағынды басқару жолымен іске асыруға болады.

УДК 911.3:613(574.11)

МЕДИКО-ПРИРОДНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Б.В. Шкуринский

В статье рассматривается применение методов медико-географического районирования. В качестве его составной части предлагается медико-природное районирование, раскрывается суть предложенной автором методики его проведения. В статье содержатся результаты проведенной автором оценки природных условий, влияющих на заболеваемость населения и карта медико-природных округов Западно-Казахстанской области.

Актуальность данного исследования заключается в том, что в последнее время уровень заболеваемости населения Западно-Казахстанской области по основным группам болезней продолжает оставаться высоким. Это обусловлено воздействием ряда факторов, среди которых большое значение имеет влияние неблагоприятных для жизни и здоровья населения природных условий. Поэтому цель нашего исследования заключается в оценке влияния факторов природной среды на заболеваемость населения. Результатом этой работы является медико-природное районирование – важная составная часть медико-географического районирования.

Территория области расположена в зоне резко-континентального климата с четко выраженными сезонами года. Характерными особенностями климата области являются его континентальность, обилие солнечного света, суховеи, интенсивное испарение, малоснежье, высокая скорость ветра, дефицит осадков. Степень континентальности климата в целом увеличивается с запада на восток и с севера на юг. Годовое количество осадков в целом по области невелико и колеблется в пределах от 175 мм на юге и 350 мм на севере. Изучение влияния климатических условий на здоровье населения является одной из важнейших составных частей медико-географической характеристики природной среды. В разное время изучением влияния климата на здоровье человека занимались Русанов В.И., Башалханова Л.Б., Логинов В.Ф., Исаев А.А., Архипова И.В. и др. В работе Архиповой И.В. приведены оценочные показатели климати-

ческой комфортности Алтайского края и отдельных климатических условий. При этом учитывался коэффициент значимости, отражающий вклад каждого фактора в общую климатическую комфортность.

Нами были выделены следующие группы природных факторов, оказывающих влияние на состояние здоровья население Западно-Казахстанской области: климатические, геофизические, геохимические и биогенные (рис. 1).



Рис. 1. Факторы природной среды, влияющие на состояние здоровья населения Западно-Казахстанской области.

Наибольшее влияние на здоровье местного населения, возникновение и распространение болезней среди климатических факторов оказывают: атмосферная засуха, длительность безморозного периода, метель, среднегодовая скорость ветра, годовая амплитуда температуры воздуха, отсутствие постоянного снежного покрова в зимний период, солнечное сияние, среднесуточная температура воздуха, относительная влажность воздуха и продолжительность дискомфортного периода [3, 4, 5]. Они оказывают на человека прямое и косвенное влияние. Прямое влияние весьма разнообразно и обусловлено непосредственным действием климатических факторов на организм человека и, прежде всего на условия теплообмена его со средой: на кровоснабжение кожных покровов, дыхательную, сердечно-сосудистую систему и потогонительную систему. Особенность влияния климатических факторов заключается в их совокупности.

Анализ территориальной дифференциации природных условий позволил автору провести медико-природное районирование Западно-Казахстанской области по природным факторам, влияющим на состояние

здоровья населения. За основу системы единиц медико-природного районирования принята схема, рекомендованная Межвузовским совещанием (1956 г.), которая основана на принципе комплексности – одновременном учете зональных и азональных закономерностей и факторов дифференциации географической оболочки [1, 2]. За низшую таксономическую единицу районирования принят медико-природный район, а группы районов объединены в медико-природные округа.

При проведении границ природных районов использовался метод сопряженного анализа тематических карт. На территории области мы выделили 15 природных районов, отличающихся различным набором факторов, влияющих на заболеваемость населения. Для оценки степени влияния каждого природного фактора, нами была разработана шкала баллов (табл.). Эта шкала включает набор основных природных условий (ПУ), их оценку: абсолютную (в единицах измерения) и относительную (в баллах), а также коэффициент значимости каждого из них.

Таблица

Шкалы баллов, принятые для оценки отдельных элементов природных условий, влияющих на здоровье населения Западно-Казахстанской области

Элементы ПУ	Единица измерения	Оценка		Коэффициент значимости
		абсолютная	балльная	
Соленость подземных вод	г/л	> 50	3	4,4
		10...50	2	
		0...10	1	
Мутность речных вод	г/м	400...800	2	0,6
		100...400	1	
Жесткость речных вод	мг-экв/л	4...8	2	0,6
		1,5...4	1	
Содержание тяжелых металлов в почве	превышение ПДК	> 5	4	1,9
		4...5	3	
		3...4	2	
		< 3	1	
Солнечное сияние	часов в год	2300...2500	2	1,9
		2100...2300	1	
Скорость ветра	м/с	4,5...5,5	2	0,4
		4...4,5	1	
Атмосферная засуха	дней в год	50...65	2	1,7
		40...50	1	

Элементы ПУ	Единица измерения	Оценка		Коэффициент значимости
		абсолютная	балльная	
Длительность безморозного периода	дней в год	165...180	2	2,9
		135...165	1	
Снежный покров	дней в год	120...140	2	3,1
		80...120	1	
Метель	дней в год	20...40	2	2,6
		5...20	1	
Геомагнетизм	миллиэрстед	1...5	2	1,3
		-3...1	1	
Дискомфортный период	дней в год	> 150	2	0,5
		< 150	1	
Природные очаги инфекций	частота эпизоотических проявлений	многокр-е	2	0,8
		однокр-е	1	

Для абсолютной оценки природных условий, влияющих на состояние здоровья населения, использовалась информация серии соответствующих карт. Относительная оценка обусловлена абсолютными значениями проявления каждого рассмотренного нами конкретного фактора: чем выше его значение, тем выше и балльная оценка относительно максимального показателя. Коэффициент значимости определен по совокупности степени зависимости каждого вида заболевания от определенного природного фактора. При этом учитывались только суммы значений прямых и наиболее значимых (от 0,5 и выше) зависимостей по каждому природному условию.

Таким образом, была составлена оценочная карта природных предпосылок заболеваемости населения Западно-Казахстанской области (рис. 2). На карте выделены 15 природных районов по степени проявления факторов природной среды, влияющих на заболеваемость населения. Таким образом, это даёт нам основание называть данные природные районы медико-природными районами и сгруппировать их в 5 медико-природных округов.

1 округ: удовлетворительное влияние природных условий на здоровье населения (сумма баллов – 27,7). Этот округ состоит из одного медико-природного района и занимает западную и северную часть Зеленовского административного района, а также территорию города Уральска. На территории данного района природные условия в слабой мере являются причиной заболеваемости населения. Определенную связь с ухудшением здоровья населения имеют метель и содержание тяжёлых металлов в почве. В данном районе метель бывает до 40 дней в году, что является

максимальным показателем для всей территории области. Кроме того, определенное влияние на здоровье населения оказывает содержание металлов в почве, в частности, превышение ПДК по цинку, меди и кобальту. Наибольшее превышение содержания отмечается по меди – в 6 раз. Незначительно превышено содержание цинка и кобальта – до 2 раз. Остальные природные факторы оказывают незначительное влияние на состояние здоровья местного населения.

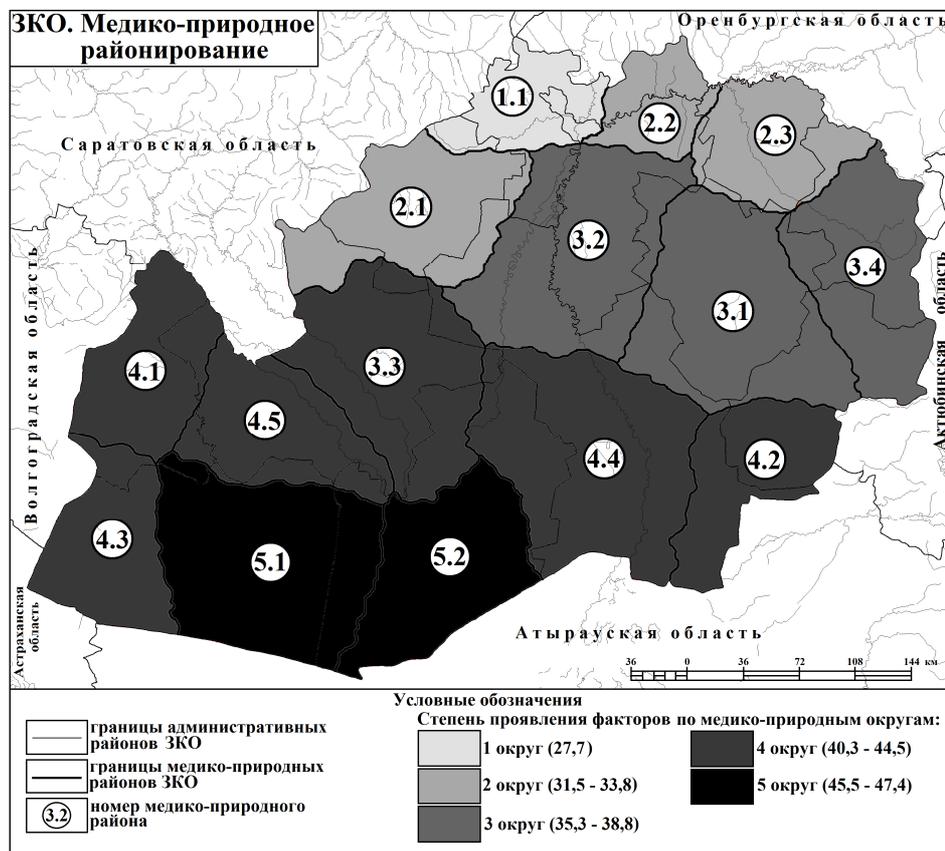


Рис. 2. Медико-природное районирование Западно-Казахстанской области.

2 округ: относительно неблагоприятное влияние природных условий (сумма баллов – 31,5...33,8). Этот округ включает 3 медико-природных района.

Первый район (2.1) занимает практически всю территорию Таскалинского района и крайний север Казталовского района. Основным фактором, влияющим на заболеваемость населения, является уровень содержания металлов в почве. Так, отмечается превышение предельно допустимой

концентрации по цинку – в 2 раза, по меди – до 6,8 раз и по кобальту – до 2 раз. Среди остальных природных факторов можно отметить число дней с метелью (20...30 дней) и длительность дискомфортного периода (150...160 дней).

Второй район (2.2) занимает северную часть Теректинского района и восточную часть территории Зеленовского района. Характеристика природных условий данного медико-природного района во многом совпадает с природными условиями района 2.1. Но для района 2.2 характерны: более высокая мутность поверхностных вод (до 800 г/м³), высокое содержание в почве кобальта, а также повышенная интенсивность магнитного поля – до 5 миллиэрстед.

Третий район (2.3) охватывает территорию Бурлинского района, а также север Чингирлауского района. Природные условия на территории данного медико-природного района совпадают с условиями предыдущего района (2.2). Основное отличие заключается в том, что на территории района (2.3) отмечено более высокое содержание в почве цинка – превышает ПДК в 2 и более раз.

3 округ: умеренно неблагоприятное влияние природных условий (сумма баллов – 35,3...38,8). Он занимает центральную часть территории области и делится на 4 района.

Первый район (3.1) представлен всей территорией Сырымского и центральной частью Каратобинского районов. Среди природных условий данного медико-природного района, которые играют определяющую роль в заболеваемости населения, необходимо отметить продолжительность атмосферной засухи (50...65 дней), повышенное содержание металлов в почве, интенсивность магнитного поля, а также существование природных очагов чумы, геморрагической лихорадки, псевдотуберкулеза.

Второй район (3.2) охватывает южные части Зеленовского и Теректинского районов и север Акжайкского района. Территория данного медико-природного района характеризуется значительными превышениями уровня ПДК в почве кобальта (в 2 раза), цинка (в 2 раза) и меди (в 5,2...6,8 раз). Помимо повышенного содержания в почве металлов, отмечаются: высокая продолжительность солнечного сияния (2200...2400 часов в год), большое число дней в году с атмосферной засухой (50...60) и с метелью (до 30 дней). Кроме того, на данной территории в долине реки Урал выявлены природные очаги чумы, туляремии, геморрагической лихорадки, псевдотуберкулеза.

Третий район (3.3) включает восток Казталовского и север Джангалинского административных районов. Наибольшее влияние на здоровье населения оказывает соленость подземных вод: в водоносных горизонтах распространены солоноватые и слабосоленые воды с минерализацией до 10 г/дм³. Кроме того, на территории данного района отмечается значительное (50...60) число дней в году с атмосферной засухой. Также выявлено превышение ПДК в почве по кобальту – в 2 раза, по меди – от 5,2 до 6,8 раз, по цинку – в 2 и более раз. Определенную опасность представляет наличие на данной территории природных очагов чумы: в долине и у истока реки Большой Узень отмечаются многократные эпизоотические проявления данного заболевания.

Четвертый район (3.4) включает северо-восточную часть Каратобинского и южную часть Чингирлауского административных районов. Негативное влияние на здоровье населения оказывают следующие природные факторы: соленость подземных вод, скорость ветра, геомагнетизм, атмосферная засуха, метель, а также опасность представляют природные очаги инфекций.

4 округ: значительное неблагоприятное влияние природных условий (сумма баллов – 40,3...44,5). Этот округ состоит из 5 медико-природных районов.

Первый район (4.1) представлен всей территорией Джанибекского района. Определяющую роль в возникновении и распространении болезней человека на территории данного медико-природного района играют минерализация подземных вод (до 10 г/дм³), атмосферная засуха (продолжительность – 50...60 дней в год), отсутствие постоянного снежного покрова, геомагнетизм, высокая скорость ветра, очаги природных заболеваний, высокое содержание металлов в почве.

Второй район (4.2) занимает юго-восточную часть Акжайкского и юго-западную часть Каратобинского районов. Среди природных факторов, неблагоприятно влияющих на состояние здоровья населения, следует выделить соленость подземных вод (минерализация 10...50 г/дм³), атмосферную засуху (длительность около 65 дней в год), продолжительность солнечного сияния (2400...2500 часов в год), природные очаги инфекций (чумы, псевдотуберкулеза, пастереллеза).

Третий район (4.3) занимает западную часть Бокейординского административного района. На территории данного медико-природного района основную роль в возникновении заболеваний населения играют сразу

несколько природных факторов. Наибольшую опасность для здоровья населения представляют: минерализация подземных вод – распространены слабосоленые воды ($5 \dots 10 \text{ г/дм}^3$), продолжительность атмосферной засухи (60...65 дней), отсутствие снежного покрова, превышение допустимого содержания в почве металлов (цинка и кобальта – в 2 раза, меди – до 6,8 раз), а также природные очаги инфекций.

Четвертый район (4.4) охватывает восток Джангалинского, а также центральную и южную части Акжаикского районов. Главную роль в возникновении заболеваний играют очаги с многократными эпизоотическими проявлениями чумы, продолжительность атмосферной засухи, а также высокое содержание тяжелых металлов в почве.

Пятый район (4.5) занимает западную часть Казталовского района, включая долину реки Малый Узень. На территории района распространены подземные воды с минерализацией от 3 до 10 г/дм^3 . Продолжительность атмосферной засухи составляет 50...65 дней. На юго-западе медико-природного района находится участок пониженной интенсивности магнитного поля (< -3 миллиэрстед). Среди остальных факторов, отрицательно влияющих на организм человека, можно отметить отсутствие снежного покрова, высокую скорость ветра и природные очаги инфекций.

5 округ: крайне неблагоприятное влияние природных условий (сумма баллов – 45,5...47,4). На территории данного округа негативное влияние природных факторов проявляется в наиболее резкой форме. Данный округ состоит из двух медико-природных районов.

Первый медико-природный район (5.1) представлен восточной частью Бокейординского административного района. Характеристика природных условий этого медико-природного района незначительно отличается от характеристики условий района (5.2). Отличие состоит лишь в том, что здесь наблюдается превышение содержания в почве меди (в 5 раз) и незначительное превышение содержания цинка (в 1,5 раза). Содержание кобальта не превышает ПДК.

Границы второго района (5.2) в основном совпадают с границами Джангалинского административного района. В этом районе отмечается негативное влияние сразу нескольких природных факторов, поэтому здесь отмечается наибольшая сумма их совокупного влияния – 47,4. В водоносных горизонтах распространены зоны соленых вод ($10 \dots 50 \text{ г/дм}^3$), иногда встречаются зоны рассолов, где минерализация достигает 200 г/дм^3 . Значительной величины достигает продолжительность солнечного сияния

(2300...2400 часов в год) и атмосферной засухи (50...65 дней в год). Данный медико-природный район является самым опасным в области по уровню эпизоотической активности. Кроме того, распространение болезней человека обусловлено значительной продолжительностью безморозного периода и отсутствием постоянного снежного покрова зимой.

Выделенные нами медико-природные районы на территории Западно-Казахстанской области имеют одинаковый набор факторов природной среды, оказывающих влияние на здоровье населения. В тоже время, необходимо отметить разную степень интенсивности их проявления в различных выделенных нами районах. Это влияет на различные сочетания групп болезней, которыми может заболеть местное население.

Наиболее комфортными для жизни населения, по нашему мнению, являются медико-природные районы 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, в которых действие наиболее значимых природных факторов проявляется с меньшей интенсивностью. На юге области, где нами выделены медико-природные районы 5.1 и 5.2, действие наиболее опасно влияющих на здоровье населения природных факторов проявляется более интенсивно. На территории данных медико-природных районов население в большей мере подвергается риску ухудшения состояния своего здоровья.

Остальные медико-природные районы по степени влияния природных условий являются переходными от более комфортных к менее комфортным.

Результаты исследования могут быть использованы в организациях, занимающихся исследованиями в области экологии человека и охраны здоровья населения, а также для более эффективного распределения бюджетных средств и медперсонала. Карта медико-природного районирования Западно-Казахстанской области представляет и уточняет современную картину вероятности заболевания населения болезнями, обусловленными проявлениями факторов природной среды, может служить материалом для улучшения организации здравоохранения, так как она базируется на достоверных данных медицинской статистики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 285-286.
2. Прокаев В.И. Физико-географическое районирование. – М.: Просвещение, 1983. – С. 106-107.

3. Шкуринский Б.В. Географические аспекты заболеваемости населения Западно-Казахстанской области // Материалы XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», т. 1 – М.: СП Мысль, 2007. – С. 251.
4. Шкуринский Б.В. Территориальная дифференциация ЗКО по факторам природной среды, влияющих на заболеваемость населения // Материалы международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития физкультурного образования». – Уральск, 2010. – С. 178-181.
5. Шкуринский Б.В. Территориальная дифференциация природных условий, влияющих на здоровье населения Западного Казахстана // Актуальные проблемы географической науки: Материалы Международной научно-практической конференции «V Жандаевские чтения», 24-25 апреля. – Алматы: Казак университеты, 2009. – С. 144-149.

Западно-Казахстанский ГУ им. М. Утемисова, г. Уральск

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ МЕДИКАЛЫҚ-ТАБИҒИ АУДАНДАСТЫРЫЛУЫ

Б.В. Шкуринский

Мақалада медициналық-географиялық аудандастырудың әдістерін қолдану қарастырылған. Оның негізгі құрамдас бөлігі ретінде медициналық-табиғи аудандастыру ұсынылады, автор ұсынған әдістердің өткізілуін ашып көрсетеді. Мақалада автор жүргізген табиғи жағдайды бағалаудың жұмыс нәтижелері, оның халықтың ауруына әсер етуі туралы мәліметтері және Батыс Қазақстан облысының медициналық-табиғи аймағының картасы берілген.

УДК 821.512.122.09.01

**ГИДРОНИМЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК ПАВЛОДАРСКОЙ
ОБЛАСТИ**

Доктор геогр. наук К.Т. Сапаров

В статье дается характеристика рек Павлодарской области, а также рассматриваются гидрографические термины региона.

С древних времен, живя в гармонии с природой, люди давали наименование рекам, которые могли наиболее полно отражать процессы и явления, происходящие в определенный период. Зная природные закономерности тех или иных процессов, можно было достаточно определить, какие явления возможны на водосборах рек. Павлодарская область расположена в северо-восточной части Республики Казахстан в пределах Кулундинской, Прииртышской равнин и Барабинской низменности. Характер поверхности территории неоднородный, так как она охватывает значительную часть двух крупных геоморфологических областей: Западно-Сибирскую низменность и Казахский мелкосопочник. Поверхность территории Павлодарской области имеет общий наклон с юга на север, максимальные отметки на юге – 350 м, на севере – 100 м, у г. Павлодара не превышают 145...150 м над уровнем моря [11].

Реки Павлодарской области относятся к бассейну Северного Ледовитого океана и внутреннего стока. Густота речной сети зависит от природных условий, рельефа, климата, растительности. Из 130 малых рек и временных водотоков области наибольшее значение имеют Шидерты, Оленты, Силеты, Ащысу, Тундык, Карасу, которые характеризуются кратковременными весенними стоками с расходом до 0,1...0,5 м/с. В целом Павлодарская область бедна проточными водами [12].

Главной водной артерией Павлодарской области является р. Иртыш. Истоки реки располагаются в Китае, на леднике гор Монгольского Алтая, откуда она течет в северо-западном направлении по территории Республики Казахстан и впадает в озеро Зайсан. Иртыш протекает через западную часть Алтайского горного района и низменности Западной Сибири в северном направлении, далее через Восточно-Казахстанскую и

Павлодарскую область попадает на территорию России, где вблизи г. Ханты-Мансийска впадает в р. Обь.

На территории Павлодарской области расположен участок среднего течения реки протяженностью 720 км. Течение реки ровное и спокойное, средняя скорость его при уклоне 0,0006 % составляет 1,2 м/с. Р. Иртыш имеет смешенное питание, в верховье – ледниковое. Имеет рукава, притоки, старицы – р. Белая, Окуневка, Зубатка, Орловка, Усолка и др. [8].

Вторая по величине река Павлодарской области – Шидерты, которая берет начало на территории Карагандинской области и, протекая в низинах Павлодарской области, впадает в оз. Шыганак.

Третья река – Оленты, её исток расположен в пределах Акмолинской области, она впадает в оз. Аулиеколь [11].

Можно найти множество аспектов изучения терминов; познание содержательной стороны каждого термина раскрывает возможности перед исследователями языка, истории, географии и других областей жизни народа. Рассмотрим топонимы основных рек Павлодарской области (по В.Н. Поповой) [7].

Р. Иртыш левый приток Оби. Название в форме Артис упоминается в древнейших памятниках рунического письма 6...7 вв.; в нижнем течении река называлась Тагора, Тогата, Тангат или Тлангатль, у хантов – Катанас. На карте Герберштейна (1549 г.) впервые под собственным именем в иностранной литературе выступает Иртыш. Толкование приводится В.П. Семеновым: Ир – по-киргизски «земля», тыш – «рыть». Казахи произносят Ертіс, а не Жертыш. Такая этимология прочно утвердилась и вошла в литературу. Но это опять ошибочная этимология [4]. Е. Койчубаев объясняет значение Ертіс от тюрк. артыш (перевал) [2]. А.П. Дульзон считает, что Иртыш (Ирцис) своим названием обязан кетам с икающим диалектом. От них это название заимствовали монголы (Эрчис или Ирцис) Ирцис <Ирчис<Ирсис /сес – кетское (река). Убедительно выглядит деление на два компонента, причем компонент Ир можно отнести к древнеиндийскому аг- агна бурлящий (клубящийся, бушующий, кольшущийся) поток. Из аг-(air) возникло аг и иг – основное значение (течь), (устремляться). Такое значение полностью соответствует той части Иртыша, которая характеризуется горным течением, начиная с верховья до с. Известкового. Как полагают, река получила свое название оттуда, затем оно распространилось и на всю реку [3]. Таким образом, можно предположить, что Иртыш состоит из двух компонентов, иран-

ское – Ир < * ag и кетское тыш< чис<* сис /сес (река) и означает (река с бурным стремительным течением) [4].

В книге М. Кашгарского встречается множество названий государств, гор, озер, рек. Большинству из них дается этимологическое объяснение, историческое и географическое описание. Так например «Иртыш (Эртиш)» – название реки, протекающей по степи Ямак, состоит из нескольких притоков. Эта река впадает в озеро. Значение слова Эртиш таково: от слова *Эртишмак*, что означает, кто быстрее пройдет» [3].

Историк, ученый Б. Аспандияров пишет: «Иртыш – река в Западной Сибири, которая в исторической жизни кочевых народов имела огромное значение. Название дано в татарском произношении, а казахи называют ее Ертыс. В устной речи встречаются и другие варианты данного названия. Например: Ертіс, Өртіс, Өртүс, Артуш и другие. Как произношение названия этой реки, так и его правописание не были унифицированы, что объясняется отсутствием письменности у создателей этих названий. Разумеется, такое множество вариантов наименования одной и той же реки затрудняет выяснение этимологии слова «Иртыш» или «Ертыс». Следует отметить, что эти варианты находят свое объяснение в казахском языке. Это позволяет полагать, что все они даны реке тюркоязычными племенами, говорившими почти на одном и том же языке, и каждое из племен, разумеется, могло внести в это название некоторые морфологические изменения, почему и получилось такое множество вариантов [1].

Географические названия, возникшие в глубокой древности, обычно отражают природную особенность конкретной территории. Чтобы найти эту особенность, нужно исследовать местность.

Верховье р. Иртыш называют Черным Иртышом. Это явная ошибка. Иртыш по своей природной особенности не может быть черным. Он должен быть «снежным», так как питается снегами и ледниками Алтайских гор, или же «горным», так как его истоки находятся в горах, в пределах Китая. И ошибка, по-видимому вытекает из того, что тут смешаны созвучные казахские слова, а именно: слова қар (снег), қыр (гора, кряж) и қара (черный), которые при сочетании со словом «Иртыш» последовательно дают следующие названия – Қар Ертыс (Снежный Иртыш), Қыр Ертыс (Горный Иртыш) и Қара Ертыс (Черный Иртыш). Ошибка видимо произошла от замены «Қар» на «Қара», отчего и получилось наверное название реки. Следовательно, верховья Иртыша правильно было бы назы-

вать «Горным Иртышом», или же «Снежным Иртышом», а не «Черным Иртышом» [1].

Что значит «Иртыш» или «Ертыс»? Откуда произошло это слово? «Иртыш» – слово сложное, составленное из двух слов: первое слово – «ир» (седловина, седло), оно может быть и «ер», что значит «гора» или «горный», и второе – «тыш» (татарское) или «тыс» (казахское), что значит «за», «вне», «внешний», «наружный». В совокупности эти слова образуют «Иртыш» и «Өртыш», причем Иртыш означает «седловина» + «внешний», что не имеет соответствия, а Өртыш означает: «гора» + «внешняя», что имеет соответствие, т.е. Өртыш или Өртыс, а не Иртыш или Иртыс. Значит, поначалу слово «Иртыс» (Иртыш) было названием гор, расположенных «вне пределов», «за пределами». Этими горами были как раз горы, которые лежали в пределах Китая, откуда берет свои истоки река. Следовательно, р. Иртыш получила свое название от китайских гор, называемых казахами «Өртыс», т.е. «горами внешними».

Может быть и другая этимология слова «Иртыш» или «Иртыс». Р. Иртыш с обеих сторон сковывается «каменистыми громадами» Алтайского кряжа. Выражение «каменистые громады» – перевод на русский язык казахского слова «өртас», что значит «гора-камень». Слова «Өртас» созвучно со словом «Өртыс», что заставляет полагать, что название р. Иртыш могло произойти и от этого слова. Таким образом, мы имеем два возможных варианта в выяснении этимологии слова «Иртыш», одним из которых является «Өртыс», но какой из этих вариантов будет правильным, мы пока не можем сказать. Требуется дальнейшее исследование» [1].

Предположительно, название реки Ертыс происходит от глагола «ер», «ерт», «Ертіс», поскольку сама река течет на довольно большом протяжении (еріп) параллельно Оби. Если воды Ишима (Есіл) движутся плавно, неспешно, размеренно, то Иртыш (Ертыс), протекая совместно, впадает в Обь. Учитывая выше указанные факты, вполне уместно, что народ мог дать реке подобное название. Таким образом, мы согласны с формулировкой С. Абдрахманова, который первым дал такую трактовку. Происхождение названия р. Ертыс, Ер, еру – следовать за кем-то. Ерт, ерту – вести за собой (по отношению к Есилю) [11].

Чидерты (Шидерты) – река, протяженностью 375 км; берет начало в пределах Карагандинской области, впадает в оз. Шыгынак. Старшее поколение казахов толкует название Шідерті как треножная (от шидар = чадёр – путы для треножения лошади), шідарла (от шідар +ла) путать три ноги, спу-

танний; шідарлі: спутанный на три ноги. В монгольском языке значение идентично: монг. – писем. Cidur: треног, путы. Старожилы объясняют слово «треножная» как «имеющая три истока», но река имеет четыре истока, вытекающая из четырех гор Нурбай, Куу-Чеку, Яман и Яхши-Нияз. Река Чидерты в верхнем течении имеет приток Бала-Чидерты. Возможно, Чидерты (от тюрк.- монг. читир, шатыр, шатир – (растение) + ты афф. наличие, обладания) – река, по берегам которой обильно растет шытыр.

Уленты (Оленты), река берет начало в горах Ерейментау, протекает по границе с Акмолинской областью по Екибастузскому и Баянаульскому районам, перед впадением в оз. Акколь отделяет рукав Сарыозек, который весной соединяется с р. Чидерты. Слева в Оленти впадают ручьи (Талдыбулак, Карабулак, Сарыбулак, Сарыозек). Широко разливаясь весной, река образует тучные пастбища. Старожилы – казахи объясняют значение Оленті как «разнотравье». Возможно Оленты (индоевроп.) «широко разлившийся поток (река)» [6].

Аксу – левый приток р. Ащысу в Баянаульском районе, протоки (рукава) Иртыша в Павлодарском районе, Аксу (Емель) в Майском районе, Аксу (р. Белая, левый приток Иртыша). Су – в составе географических названий почти всегда осмысливается как река. Аксу – белая, чистая вода; река, питающаяся снеговыми водами. В др. тюрк. Ак имело и другой смысл - «течь», «протекать», «литься», «текущи», отсюда Аксу – текущая вода. Так как су в гидронимах равнозначно термину «река», общий смысл Аксу «проточная вода» - «быстро текущая (чистая, с хорошей обильной пресной водой) река» [7].

Зубатка – речка в Аксуском районе. Так называется хищная рыба (предполагается зубастая щука), которая водилась в этой речке.

Окуневка – речка (рукав Иртыша) в Аксуском районе. Речка названа по рыбе окунь, которая водилась в Иртыше в большом количестве.

Орловка – 2 речки; речка в Железинском районе; речка (рукав Иртыша) в Иртышском районе. Название перенесено с Украины переселенцами.

Силеты – 2 речки: речка (вытекает из оз. Саргонай, впадает в озеро Селетытениз) в Актогайском районе; речка (пр. излучина р. Силеты) в Иртышском районе. Силеті – щелочная (насыщенная горечью, солью, желчью) речка. Возможно, названа по оз. Селетітениз (от монг.) сээл (омут) + тэ (афф. наличия)+ тенго (море), (большое озеро) – (море (озеро) с омутом).

Тентек – озеро и проток Иртыша в Аксуском районе. Тентек, буквально – шалун, шаловливый, озорник, бурная (буйная); с отличающимся бурным половодьем. Тентек – бурная (буйная), разливающаяся (речка).

Тундык – река, впадает в оз. Карасор в Майском районе. Река Тундык образуется от слияния Бала Тундік и Улкен Тундік. Тундік <тун<дік, буквально – ночной, ночлег в значении речка, всю длину которой (всадник) может покрыть за одну ночь. По словам местных жителей, весенний разлив этой речки длится всего одну ночь.

Усолка – (Калганкарасу) речушка, впадает в р. Иртыш, в Павлодарском районе. Усолка, Усолье – место, куда свозилась соль, добываемая в районе, для дальнейшей отправки по реке. Калганкарасу, буквально «оставшийся рукав», затем «затон Иртыша» [7].

В целом подавляющее большинство рек Павлодарской области отличается небольшой длиной, режим и морфометрические особенности изучены недостаточно. О многочисленности рек свидетельствуют ойконимы, имеющие одноименные с реками названия и расположенной на всей территории Павлодарской области.

Огромную роль в изучении гидронимов Павлодарской области сыграла В.Н. Попова, исследовавшая их с точки зрения лингвистики. Автор, используя индикатор-термины, разделила названия рек на 5 групп, озер на 6 групп, а также систематизировала названия родников и колодцев.

Автор в своих работах описал гидронимы Павлодарской области, сопровождая их глубокой информацией. Кроме этого была составлена топонимическая карта гидронимов и микрогидронимов. Были выявлены собственные названия 1287 гидронимов, среди них – рек (199), озер (925), микрогидронимов (152) [11]. Полные геоэкологические сведения гидрографических объектов, которые составляют группу гидронимов и микрогидронимов в виде индикатор-терминов можно получить из представленных ниже табл. 1, 2, 3.

Среди гидронимов особое место занимают собственные названия рек (потамонимы). Поэтому необходимо конкретизировать гидрографические названия, которые часто встречаются на территории Павлодарской области согласно классификации Г.К. Конкашпаева [5].

Озен – (на карте и в литературе – узень) – речка; река; в Киргизии – речка; в районе Каратау – маловодная речка; в словаре Будагова – также маловодная река, речка. Изредка термин входит в состав собственного на-

звания небольших рек: Большой и Малый Узень в Западном Казахстане, Кокозень и т.п.

Таблица 1

Индикатор-термины гидронимов Павлодарской области

Гидроним	Индикатор-термин
Название озер (лимнонимы)	ащы, балхаш, батпак, бидайык, былкылдак, жалпак, жалтыр, коль, как, камыс, копа, ми, ой, сор, такыр, томар, туз, шукур, шыганак, тениз, татыр, шункур.
Название рек (потамонимы)	айрык, аксу, аща, ащысу, еспе, ирек, кемер, карасу, мукур, озек, сага, сай, сокур, тушысу
микрогидронимы	Индикатор-термины
булак	булак, коз, кудык, кайнар, уйрюм, жылга
кудык	апан, кауга, кудык, чинрау
Гидрографические метафоры	ауыз, аяк, бас, ерин, колтык, коз, киндик, кулак, мойнак, мойын

Таблица 2

Сравнительная характеристика микрогидронимов Павлодарской области

Микрогидроним			
искусственный		природный	
Кудык	83	Булак	32
Апан	14	Кайнар	3
Кауга	5	Коз	2
Чинрау	9	Уйрюм	3
Всего	111	Всего	41

Таблица 3

Крупные реки Павлодарской области

Название	Административный район	Координаты				Длина, км
		исток		устье		
		широта	долгота	широта	долгота	
Аксу	тер. п. а. г. Аксу	51°41'	77°25'	52°03'	77°00'	85
Ашысу	Баянаульский	50°00'	75°05'	51°06'	75°51'	276
Иртыш	Лебяжинский, Майский, Павлодарский, Качирский, Актогайский,	48°14'	83°14'	61°04'	68°50'	750

Название	Административный район	Координаты				Длина, км
		исток		устье		
		широта	долгота	широта	долгота	
Еспе	Иртышский, Железинский Баянаульский	50°28'	75°45'	50°47'	76°24'	71
Жыландыбулак	Баянаульский	50°15'	75°01'	50°13'	75°18'	26
Карасу	Баянаульский	50°38'	75°44'	50°42'	75°59'	28
Карасу	Актогайский	52°45'	74°21'	52°56'	74°15'	45
Оленты	Екибастузский	50°56'	72°56'	52°11'	74°45'	273
Тундык	Майский, тер. п.а. г. Екибастуз	49°03'	76°10'	51°05'	77°25'	305
Шидерты	тер. п. а. г. Екибастуз, Актогайский	50°27'	73°43'	52°39'	74°24'	502
Канал Иртыш – Караганда	Тер. п. а. г. Аксу и г. Екибастуз	51°58'	75°59'	50°03'	73°45'	458

Сай – балка; лощина, сухое русло небольшой реки; малая горная река в Средней Азии – горная река, сухое русло реки, ущелье, балка; на Кавказе и в Малой Азии – река (чай); в Монголии в форме сайр – сухой овраг, русло временной реки, наполняющееся во время таяния снега или ливня. Термин часто входит в состав собственного названия речек и логов: Аксай, Теренсай и др.

Су – (буквально – вода), термин часто употребляется в значении «река»: Сарысу, Коксу и др.

Айрык – (айрык: от глагола айру – отделить):

а) узкий прорыв (расщелина), образованной горной рекой между двумя возвышенностями;

б) место слияния у подножья горного выступа двух речек, прорывающихся через горы;

в) в современной казахской литературе термином айрык нередко передают понятие «водораздел».

Термин иногда входит в состав собственного названия реки, указывая её особенность: Терсайрык, Тасайрык и др.

Аксу – (аксу; буквально – белая вода) – река, питающаяся снеговыми и ледниковыми водами. В том же значении термин употребляется киргизами; у узбеков и азербайджанцев аксу – «пресная вода». По свидетельству профессора Н.Г. Маллицкого, термином аксу – в Узбекистане

обозначается вода в реке ледникового питания, независимо от его цвета. Термин часто употребляется как собственное название реки: Кур-Аксу, Улькун-Аксу и др.

Аша – (буквально столб с развилиной на конце, подпирают верхнюю часть строения) – развилина, место слияния двух рек: место ответвления притока. Термин употребляется в качестве собственного названия местности, особенно населенных пунктов: Сулуаша.

Карасу – (карасу; буквально – черная река):

а) отдельные более или менее крупные плесы, на которые летом распадается маловодная степная река. Характерно, что подавляющее большинство карасу не только пересыхает, но и мало уменьшается в своей величине вследствие питания грунтовыми водами;

б) небольшие озера; образовавшиеся во время разлива в понижениях поймы (в старицах, в различных притоках и и.т.п.), лишившиеся после спада воды в связи с рекой;

в) в гористых районах Казахстана (Алтай, Джунгарский, Зайлииский Алатау и т.п.) карасу – река, питающаяся грунтовыми водами ниже конуса выноса горных речек вдоль предгорий.

В русской литературе указанный тип реки носит название реки карасу (карасук) или карасучная вода.

Еспе – (в литературе и на картах – экспе):

а) временная степная река, сильно размывающая свое русло во время весеннего половодья, а затем пересыхающая и распадающаяся на отдельные плесы. Такие реки особенно характерны для Центрального Казахстана. Этот термин в настоящее время населением почти не употребляется, но в прошлом слово «еспе» как термин имел широкое распространение, чему свидетельствует название многочисленных рек Казахстана. По мнению местных жителей, такие реки имеют как бы подземное течение, во всяком случае в русле их грунтовые воды стоят высоко;

б) подземный водоносный слой грунта, например, когда копают колодец, казахи говорят, что, не достигнув еспе, не получишь воды;

в) в районе Устюрта – неглубокий колодец.

Ащи – (в литературе и на карте чаще «аще», буквально «горький», «кислый») – солонцеватые понижения, встречающиеся обычно по долинам и поймам степных рек или по впадинам озер и соров. На таких понижениях развивается различная солелюбивая и влаголюбивая растительность, которая представляет собой хороший подножный корм для скота:

мал ащыда жатыр – скот пасется на ашы. Термин «аши» часто употребляется в качестве собственного названия рек, озер, колодцев и других водных источников, указывая на их соленость: Ащы, Ащысу, Ащыбулак, Ащыкуль, Ащысай и многие другие.

Муқыр – (муқыр; в литературе на картах – мухор, мукур) – небольшая, маловодная степная река, которая редко доносит свою воду какого-либо водоёма или крупной реки, а зачастую слепо кончается в степи, распадаясь на отдельные плесы, или совершенно пересыхает; у монголов мухор – тупик, тупиковый. Термин нередко является собственным названием указанного типа рек в Казахстане и Монголии.

Соқыр – Сокпак – (соқыр – сокпак); от слова соқыр – слепой – дорога местами заросшая травой; тропинка; соқыр сокпак – адасып кетуге болады – плохая дорога, можно сбиться.

Озек – (озек; в литературе и на картах – узьяк) в южных и западных районах Казахстана – проток или рукав реки, в других местах – узкие, продольные понижения в виде балки, лощины, пади и т.п. термин часто входит в состав географических названий: Караузьяк, Теренузьяк и др. [5].

Использование водных источников в названиях рек хорошо прослеживается в системе сельского хозяйства. Особенности той или иной местности влияют на название рек и в целом на топонимику, отражая их природу.

Можно найти множество сторон изучения гидронимических терминов. Глубокое исследование семантической структуры понятий облегчает исследователям изучение научного знания языка, быта, истории, географии и других областей жизни народа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аспандияров Б. Этимология некоторых топонимических названий (к вопросам исторической топонимики). // География в школах и вузах Казахстана. – 2007. – №2. – С. 38-43.
2. Дульзон А.П. Кетские топонимы Западной Сибири. / Ученые записки ТГПИ. – Томск: 1959. – 98 с.
3. Қашқари М. Түрік тілінің сөздігі (Диуани лұғат ит-түрк).і томдық шығармалар жинағы (ауд. А. Егеубай). Алматы: ХАНТ, 1977. – 1353 б.
4. Койчубаев Е. Краткий толковый словарь топонимов Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1974. – 275 с.
5. Коншакпаев Г.К. Казахские народные географические термины // Изв. АН Каз. ССР, серия географическая. Вып. 3 – Алма-Ата: 1951. – С. 3-47.

6. Орталық Қазақстанның жер-су аттары. – Алматы: Ғылым, 1989. – 256 б.
7. Попова В.Н. К этимологии гидронима Иртыш. / Сб. «Языки и топонимия Сибири», III. – Томск: 1970. – С. 12-20.
8. Попова В.Н. О некоторых гидронимах Павлодарской области. / В сб.: «Языки и топонимия Сибири», I. – Томск., 1966. – С. 17-24.
9. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель./ Под общей ред. В.Д. Урываева. Т. IV. Павлодарская область – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 576 с.
10. Сапаров Қ.Т. Павлодар облысы топонимдерінің калыптасуының геоэкологиялық астарлары. / Географ. ғыл. канд. дисс. Автореф. Алматы, 2004. – 26 б.
11. Сапаров Қ.Т. Павлодар облысының топонимикалық кеңістігі. Павлодар: «ЭКО» ҒӨФ, 2007. – 308 б.
12. Шаймерденов Н.Р. Водные ресурсы Павлодарской области. ТОО НПФ «ЭКО», 2002. – 132 с.

Павлодарский ГУ им. С. Торайгырова

ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ ГИДРОНИМДЕРІ ЖӘНЕ ӨЗЕНДЕР СИПАТТАМАСЫ

Геогр. ғылымд. канд. Қ.Т. Сапаров

Мақалада Павлодар облысының өзен атаулары және олардың сипаттамасы берілген. Сонымен қатар аумақтың гидронимиялық терминдері де қарастырылған.

УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. АЛМАТЫ
ЗА 9 МЕСЯЦЕВ 2011 ГОДА**

К.Е. Байедилов

Г.Н. Баспакова

Информация о состоянии окружающей среды подготовлена по результатам работ, проведенных в ОХАИ ДГП ЦГМ г. Алматы.

1. Состояние атмосферного воздуха

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Алматы проводились на 5-ти стационарных постах (ПНЗ), расположенных в различных административных районах города:

- ПНЗ № 1 – ул. Амангельды, метеостанция (Бостандыкский район);
- ПНЗ № 12 – пр. Райымбека угол ул. Наурызбай Батыра (Алмалинский район);
- ПНЗ № 16 – микрорайон Айнабулак-3 (Жетысуский район);
- ПНЗ № 25 – ул. Маречека угол ул. Б. Момыш-улы (Ауэзовский район);
- ПНЗ № 26 – ул. Толе би угол ул. Брусиловского, на территории детской поликлиники №8 (Алмалинский район).

Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА₅), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности.

За 9 месяцев 2011 года в г. Алматы отмечался высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА₅) составил 9,5. Средняя за 9 месяцев концентрация формальдегида составила 3,4 ПДК, диоксида азота – 2,1 ПДК. Содержание взвешенных веществ (пыли), диоксида серы, оксида углерода и фенола находилось в пределах допустимой нормы.

Максимальная из разовых концентраций оксида углерода составила 3,8 ПДК, диоксида азота – 2,7 ПДК, взвешенных веществ – 1,6 ПДК, формальдегида – 1,4 ПДК (табл. 1).

Таблица 1

Состояние атмосферного воздуха г. Алматы за 9 месяцев 2011 года

ПНЗ	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация	
		мг/м ³	кратность превышения ПДК	мг/м ³	кратность превышения ПДК
1	Взвешенные в-ва	0,14	0,9	0,7	1,4
	Диоксид серы	0,023	0,5	0,109	0,2
	Оксид углерода	3,5	1,2	15	3,0
	Диоксид азота	0,129	3,2	0,23	2,7
	Фенол	0,0010	0,3	0,005	0,5
	Формальдегид	0,0104	3,5	0,031	0,9
12	Взвешенные в-ва	0,29	1,9	0,8	1,6
	Диоксид серы	0,022	0,4	0,121	0,2
	Оксид углерода	5,5	1,8	19	3,8
	Диоксид азота	0,134	3,4	0,23	2,7
	Фенол	0,0024	0,8	0,009	0,9
	Формальдегид	0,0114	3,8	0,03	0,9
16	Взвешенные в-ва	0,17	1,2	0,6	1,2
	Диоксид серы	0,032	0,6	0,138	0,3
	Оксид углерода	3,8	1,3	17	3,4
	Диоксид азота	0,106	2,6	0,23	2,7
	Фенол	0,002	0,7	0,008	0,8
	Формальдегид	0,0100	3,3	0,035	1,0
25	Взвешенные в-ва	0,13	0,8	0,6	1,2
	Диоксид серы	0,016	0,3	0,071	0,1
	Оксид углерода	5,0	1,7	19	3,8
	Диоксид азота	0,102	2,6	0,22	2,6
	Фенол	0,0005	0,2	0,003	0,3
	Формальдегид	0,0057	1,9	0,02	0,6
26	Взвешенные в-ва	0,15	1,0	0,5	1,0
	Диоксид серы	0,019	0,4	0,121	0,2
	Оксид углерода	4,4	1,5	18	3,6
	Диоксид азота	0,080	2,0	0,19	2,2
	Фенол	0,0008	0,3	0,004	0,4
	Формальдегид	0,0071	2,4	0,021	0,6

Наибольший уровень загрязнения отмечался в районе автомагистрали пр. Райымбека (ПНЗ №12), (рис. 1).

За 9 месяцев 2011 года по сравнению с аналогичным периодом 2010 года уровень загрязнения атмосферного воздуха снизился (рис. 2).

В разрезе районов города, во всех районах наблюдается уменьшение уровня загрязнения атмосферного воздуха (табл. 2).

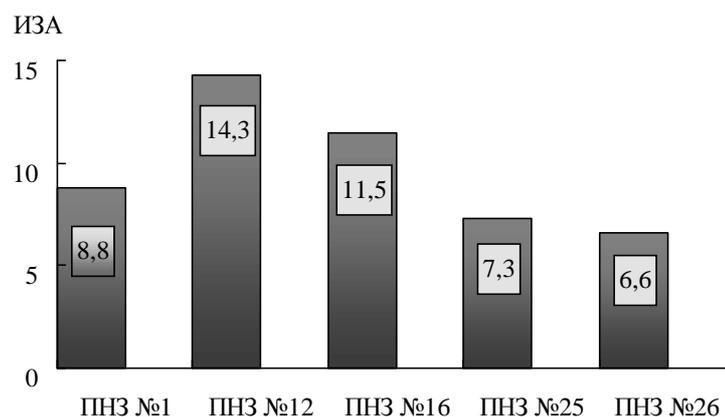


Рис. 1. Индекс загрязнения атмосферы в различных районах г. Алматы за 9 месяцев 2011 г.

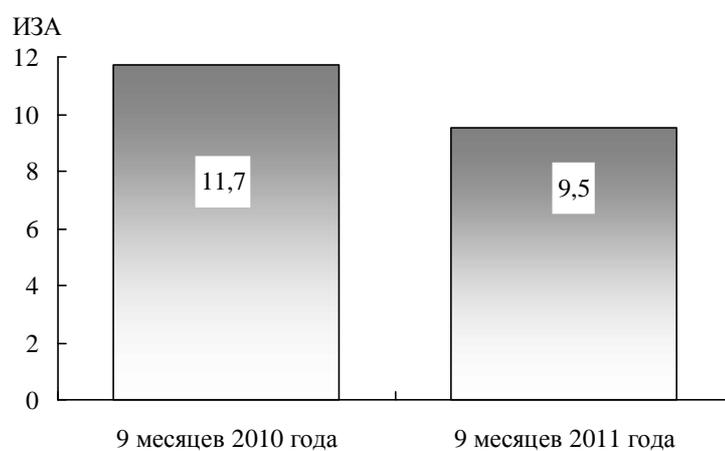


Рис. 2. Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) в г. Алматы.

Таблица 2
Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Алматы

ПНЗ	Примесь	Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)	
		9 месяцев 2010 года	9 месяцев 2011 года
1	Взвешенные в-ва	1,33	0,58
	Диоксид серы	0,33	0,28
	Оксид углерода	0,76	0,71
	Диоксид азота	3,35	2,58
	Фенол	0,29	0,15
	Формальдегид	5,11	4,68
	ИЗА₅	10,9	8,8

ПНЗ	Примесь	Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)	
		9 месяцев 2010 года	9 месяцев 2011 года
12	Взвешенные в-ва	2,32	1,78
	Диоксид серы	0,30	0,27
	Оксид углерода	1,27	1,18
	Диоксид азота	5,85	4,57
	Фенол	0,60	0,37
	Диоксид азота	2,37	2,02
	Фенол	0,60	0,34
	Формальдегид	7,90	7,65
	ИЗА₅	12,9	11,5
16	Взвешенные в-ва	1,42	0,78
	Диоксид серы	0,28	0,31
	Оксид углерода	0,61	0,74
	Диоксид азота	2,37	2,02
	Фенол	0,60	0,34
	Формальдегид	7,90	7,65
	ИЗА₅	12,9	11,5
	25	Взвешенные в-ва	1,07
Диоксид серы	0,26	0,21	
Оксид углерода	0,98	1,13	
Диоксид азота	2,48	2,24	
Фенол	0,27	0,09	
Формальдегид	3,33	3,28	
ИЗА₅	8,1	7,3	
26	Взвешенные в-ва	1,35	0,75
	Диоксид серы	0,25	0,23
	Оксид углерода	0,82	0,96
	Диоксид азота	1,95	1,79
	Фенол	0,38	0,14
	Формальдегид	5,46	2,86
	ИЗА₅	10,0	6,6
	По городу	Взвешенные в-ва	1,49
Диоксид серы		0,29	0,26
Оксид углерода		0,88	0,93
Диоксид азота		3,15	2,60
Фенол		0,42	0,21
Формальдегид		5,78	4,89
ИЗА₅		11,7	9,5

2. Характеристика загрязненности поверхностных вод рек г. Алматы по гидрохимическим показателям

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод проводились на 3-х водных объектах г. Алматы (реки Киши Алматы, Есентай, Улькен Алма-

ты) на 8 гидрохимических створах. Основными критериями качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного водопользования.

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

За 9 месяцев **2011 года** реки **Киши Алматы, Есентай и Улькен Алматы** характеризуются по качеству воды как «умеренно загрязненные» (3 класс, ИЗВ = 1,82...2,47). Во всех реках наблюдались превышения допустимой нормы по меди в пределах 6,8...8,4 ПДК.

В р. Киши Алматы отмечено содержание азота нитритного 3,2 ПДК, фторидов 1,2 ПДК. Также в р. Есентай превышения наблюдались по азоту нитритному 2,0 ПДК, а в р. Улькен Алматы по фторидам 1,1 ПДК (табл. 3). Случаев высокого уровня загрязнения (ВЗ) поверхностных вод не наблюдалось.

За 9 месяцев **2011 года** по сравнению с аналогичным периодом 2010 года качество воды рек Киши Алматы, Есентай и Улькен Алматы не изменилось (табл. 3).

Таблица 3
Состояние качества поверхностных вод г. Алматы по гидрохимическим показателям

ИЗВ, характеристика качества воды		Содержание загрязняющих веществ, превышающих ПДК за 9 месяцев 2011 года		
9 месяцев 2010 года	9 месяцев 2011 года	ингредиент	средняя концентрация, мг/дм ³	кратность превышения ПДК
р. Киши Алматы				
1,37 (2 класс – чистая)	2,47 (3 класс – умеренно-загрязненная)	медь	0,00837	8,4
		азот нитритный	0,063	3,2
		фториды	0,93	1,2

ИЗВ, характеристика качества воды		Содержание загрязняющих веществ, превышающих ПДК за 9 месяцев 2011 года		
9 месяцев 2010 года	9 месяцев 2011 года	ингредиент	средняя концентрация, мг/дм ³	кратность превышения ПДК
р. Есентай				
1,53 (3 класс – умеренно-загрязненная)	1,97 (3 класс – умеренно-загрязненная)	медь	0,00679	6,8
		азот нитритный	0,040	2,0
р. Улькен Алматы				
1,51 (3 класс – умеренно-загрязненная)	1,82 (3 класс – умеренно-загрязненная)	медь	0,00689	6,9
		фториды	0,82	1,1

3. Радиационное состояние приземного слоя атмосферы

Измерение гамма-фона (мощности экспозиционной дозы) проводилось ежедневно на метеостанции в районе ул. Сатпаева и пр. Сейфуллина. Радиационный гамма-фон приземного слоя атмосферы за 9 месяцев 2011 года составил 0,15 мкЗв/час, что не превышает естественного фона. По сравнению с аналогичным периодом 2010 года уровень радиационного фона существенно не изменился (табл. 4).

Таблица 4

Радиационный гамма-фон по данным наблюдений на метеостанции г. Алматы за 9 месяцев 2010...2011 гг., мкЗв/час

Значения гамма-фона			
9 месяцев 2010 г.	9 месяцев 2011 г.		
среднее	среднее	максимальное	минимальное
0,14	0,15	0,18	0,12

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: Минздрав России, 1998. – С. 70-201.

2. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госкомгидромет. – М.: 1988. – 10 с.
3. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – Роскомрыболовство, 1993.
4. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госкомгидромет. Минздрав. – М., 1991. – С. 383-425.
5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы: «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху», 18.08.2004 г., №629, 175 с.
6. СанПиН 3.02.003-04. Санитарно-эпидемиологические требования по охране поверхностных вод от загрязнения. – Алматы: Министерство здравоохранения РК, 2004.

ЦГМ, г. Алматы

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ 2011 ЖЫЛЫНДАҒЫ 9 АЙЛЫҚ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ

К.Е. Байедилов
Г.Н. Баспакова

Қоршаған ортаның ластануы туралы ақпарат Алматы қаласы ГМО ЕМК ХАЗБ-дегі жүргізілген жұмыс нәтижелері бойынша дайындалды.

**О.Е. СЕМЕНОВ, «ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ
МЕТЕОРОЛОГИЮ И КЛИМАТОЛОГИЮ ПЕСЧАНЫХ БУРЬ».
АЛМАТЫ, 2011, 580 С.**



Рецензируемая монография посвящена чрезвычайно актуальной проблеме – песчаными бурями в Казахстане. На его территории всегда имелось несколько крупных регионов, где повторяемость песчаных бурь была высокой. Сейчас, в связи с активным освоением нефтегазовых месторождений, месторождений других полезных ископаемых, усыханием Арала, антропогенная нагрузка на пустынные и полупустынные территории увеличилась и площади, занимаемые подвижными песками, заметно расширились. Существенно

увеличился и ущерб, который несет экономика от песчаных бурь.

Данная работа содержит полную информацию по проблеме песчаных бурь и является теоретической основой и информационной базой, позволяющей на ее основе принимать оптимальные решения по планированию защитных действий от песчаных бурь в любом регионе Казахстана.

Монография состоит из семи разделов, в которых последовательно излагаются теоретические основы исследования пескопереноса и результаты экспедиционных исследований песчаных бурь в различных регионах Казахстана.

В первом разделе «Дисперсный состав песков в пустынях Казахстана» изложены математические методы описания дисперсионного состава песков, выполнен анализ исследований ведущих ученых мира в этой области, изложены результаты собственных теоретических изысканий автора, его вклад в теорию проблемы.

В первом разделе содержится также большая практическая составляющая, а именно: рассмотрены геоморфологические условия и дисперсный состав песков по регионам Казахстана, дано их теоретическое описание, аналитическая интерпретация. Показано, что дисперсный состав песков Казахстана хорошо описывается нормальной и логарифмически нормальной функциями. Это снижает неопределенность описания дисперсности песков Казахстана. Анализ выполнен на основе данных, собранных автором во время его многочисленных экспедиций во все регионы Казахстана. На основе анализа собранных образцов было выполнено районирование территории по среднему геометрическому размеру частиц.

Во втором разделе «Критические условия возникновения ветрового переноса частиц» рассмотрены условия, при которых возникает отрыв частиц и их перенос ветровым потоком в зависимости от скорости потока, размеров частиц, степени их увлажнения. Рассмотрены также скорость испарения почвенной влаги в зависимости от скорости ветра. Показано, что в случае, если скорость вертикального потока влаги менее испаряемости, то при сильных ветрах поверхность песка высыхает за несколько минут. Во втором разделе содержатся основные теоретические положения и уточнения, сделанные автором в процессе многолетнего изучения критических условий срыва частиц и начала переноса песка. В разделе содержится целый ряд принципиально новых положений и уточнений.

В третьем разделе «Ветровой перенос песка» изложена методология исследований переноса песка и оборудование, используемое в экспедиционных условиях. Содержание этого раздела призвано показать, что данные экспедиционных исследований пескопереноса и результаты анализа этих данных надежны. В этом же разделе получено аналитическое описание профилей твердого расхода песка и изменение с высотой размеров частиц в приземном слое атмосферы. Получен также расход массы песка во всем приземном слое атмосферы и его вероятностная зависимость от скорости потока и размеров песка.

Четвертый раздел «Влияние переносимых ветром частиц песка на кинематику и динамику потока» посвящен анализу данных по песчаным бурям, собранных во время экспедиций. Анализируются, в том числе и данные по отдельным песчаным бурям. Здесь изложены методы, уточнения к ним, и результаты расчетов объемной концентрации переносимого песка, рассмотрены профили скоростей ветра в потоке. Показано существование эффекта ускорения ветропесчаного потока при сильных бурях и

существование струйных течений (мезоструй) в планетарном пограничном слое атмосферы при песчаных бурях. Большинство результатов, содержащихся в этом разделе, являются новыми.

В пятом разделе «Пограничный слой над песчаной поверхностью в аэродинамической трубе» рассмотрены результаты моделирования профиля скорости ветра и массовой концентрации песка в пограничном слое ветропесчаного потока при разной скорости потока и шероховатости поверхности. Процессы дефляции изучались на основе данных, полученных в аэродинамической трубе, которая была спроектирована и построена под руководством и при участии автора. Получены вертикальные профили концентрации и твердого расхода песка в пограничном слое потока, показан струйный характер переноса песка и получено аналитическое описание переносимой массы частиц в струях песка.

Шестой раздел «Физико-статистическое моделирование процессов переноса песка» посвящен анализу результатов моделирования пескопереноса при песчаных бурях. Результаты экспедиционных измерений метеорологических параметров на мачтах во время бурь позволили создать физико-статистическую модель расчета переноса масс песка на основе стандартных наблюдений метеорологических станций. Показано, что в зависимости от задаваемой концентрации частиц в единице объема, вынос песка может наблюдаться на расстояние 200-300 км и более. Объемы переноса масс песка внушительны. Анализируются и оцениваются достоинства различных моделей и возможность их практического приложения.

Рассмотрены результаты моделирования выноса грубодисперсного аэрозоля с высохшей части дна Арала, переноса песка в Южном Прибалхашье, в районе поселка Сенек и др. Результаты, содержащиеся в данном разделе, носят выраженную практическую направленность.

Седьмой раздел «О применении космической информации при мониторинге сильных пыльных бурь» посвящен возможности использования современной спутниковой информации для диагноза пыльных бурь. Комплексный подход, сочетающий исследования автора в приземном слое атмосферы, космические снимки и геоинформационное математическое моделирование бурь сотрудниками Института космических исследований позволили создать методическую основу создания мониторинга бурь из космоса. Она позволяет описывать процесс пыльных бурь, выполнять их комплексный анализ, оценивать масштабы процесса и переносимую массу песка.

В работе содержатся, кроме того, обширные результаты экспериментальных и экспедиционных исследований песков и песчаных бурь во всех регионах Казахстана, которые являются основой для дальнейших исследований и практических приложений. Они могут быть использованы при расчетах ожидаемых или уже имеющих место переносах песка, оказывающих отрицательное воздействие на отрасли хозяйственной деятельности.

Исследования, представленные в работе, являются крупным научным результатом, имеющим большое теоретическое и практическое значение и существенно расширяющие наши знания в данной области.

Проблема ветровой эрозии почв особенно остро встала в шестидесятые годы прошлого века в связи с освоением целинных и залежных земель в Казахстане. Это научное направление в КазНИГМИ, которому было поручено Правительством решение проблемы, возглавил молодой научный сотрудник О.Е. Семенов. В течение более чем пятидесяти лет он оставался верен выбранному направлению. К настоящему времени О.Е. Семеновым и его учениками опубликовано более 150 научных работ (более 100 работ принадлежат О.Е. Семенову) по данной тематике, защищены диссертации. Материалы исследований нашли широкое применение в ряде отраслей хозяйственной деятельности. В данной монографии автором собраны и систематизированы результаты исследований за многолетний период его научной деятельности. Монография достойно венчает выполненный этап исследований и открывает новые возможности для исследователей в этой области.

Доктор геогр. наук, профессор,
академик Академии Наук Высшей Школы Казахстана,
КазНУ им. Аль Фараби

В.С. Чередниченко

Ахмеджанов Хаким Ахмеджанович
(к 90-лет со дня рождения)



5 августа 2011 г. исполнилось 90 лет со дня рождения одного из старейших метеорологов Казахстана, кандидата технических наук Хакима Ахмеджановича Ахмеджанова.

Х.А. Ахмеджанов родился 5 августа 1921 года в селе Новобогатинское Махамбетского района Гурьевской области. В 1941 г. он был призван в ряды Красной Армии. В 1944 году по окончании Высшего военного гидрометеорологического института направлен в ВВС Краснознаменного Балтийского флота, старшим инженером-метеорологом, где и в послевоенные годы проходит службу.

С 1948 по 1951 гг. Хаким Ахмеджанович занимается педагогической деятельностью, заканчивает физико-математический факультет Уральского педагогического института, заведует кафедрой физики и математики Гурьевского педагогического института. С 1951 года возглавляет лабораторию физических методов исследования Института химии нефти и природных солей АН Казахской ССР. По окончании аспирантуры на кафедре аэрогидротермодинамики Ленинградского политехнического института под руководством профессора Л.Г. Лойцянского Хаким Ахмеджанович защищает кандидатскую диссертацию, посвященную роторным расходомерам. Результаты этой работы были опубликованы в Англии и Китае.

В 1967 году Х.А. Ахмеджанов назначается директором Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ). За период его руководства в институте расширилась тематика научных работ, укрепился кадровый состав и лабораторно-экспериментальная база. Институт стал головным по проблемам отгонного животноводства и селевым процессам. Была построена Аксайская научно-экспериментальная база. Его высокие организаторские способности позволили провести первый в мире эксперимент по созданию селевого потока в натуральных условиях. Под руководством Хакима Ахмеджановича была подготовлена монография «Климат Алма-Аты». С его участием был разработан проект лабораторного корпуса КазНИГМИ., возведенный в 2000-х годах.

На всех участках своей деятельности Хаким Ахмеджанович все силы и знания отдавал служению народу. С большим вниманием и теплотой относился к коллегам и подчиненным. Был внимателен к воспитанию и подготовке высококвалифицированных специалистов, развитию гидрометеорологической науки.

За заслуги перед Родиной Х.А. Ахмеджанов награжден орденами и медалями СССР, Почетными грамотами Верховного Совета Казахской ССР. Биография Х.А. Ахмеджанова, крупного специалиста в области гидродинамики и физики атмосферы, вошла в Большую Казахскую Советскую Энциклопедию.

В канун юбилея в Атырауском государственном университете им. Х. Досмухамедова состоялась конференция, посвященная Ахмеджанову Хакиму Ахмеджановичу. В 1951...1958 гг. он был заведующим кафедрой физики и математики Гурьевского учительского института, ныне Атырауского государственного университета им. Х. Досмухамедова. На конференции были представлены доклады о деятельности Х.А. Ахмеджанова на физико-математическом факультете. С теплыми и светлыми воспоминаниями о высоких профессиональных и человеческих качествах Х.А. Ахмеджанова выступили его друзья, соратники, земляки и ученики. Они отметили его большое трудолюбие, инициативу в работе, уважительное и чуткое отношение к людям. В торжественной обстановке была открыта Научная лаборатория «Электротехника» имени Хакима Ахмеджанова.

Коллеги и ученики не забывают и чтят память Хакима Ахмеджановича Ахмеджанова!

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Редакционная коллегия журнала «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» (регистрационное свидетельство №1538) приглашает Вас к сотрудничеству. Журнал выходит 4 раза в год. По решению Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК статьи, опубликованные в нашем журнале, принимаются при защите диссертаций. Статьи должны соответствовать гидрометеорологическому и экологическому профилю.

ОБРАЩАЕМ ВНИМАНИЕ АВТОРОВ! В соответствии с письмом председателя комитета науки Б. Касымбекова и договором с «Национальным центром научно-технической информации» редакция передает Центру электронную версию журнала для включения в электронную библиотеку. Согласно договора Центр предоставляет редакции библиометрический показатель (импакт-фактор) издания.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ, СДАВАЕМОЙ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ»

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: основной текст статьи, не превышающий 12...14 страниц, включая таблицы, рисунки и список литературы, аннотация на русском языке не более 10 строк, дающая ясное представление о результатах и содержании статьи. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском языке. На английском языке приводится название статьи, Ф.И.О. авторов. Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

Список литературы дается в алфавитном порядке авторов на русском и следом на иностранном языке (составляется согласно ГОСТа 7.1-84). Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – []. Число рисунков – не более трех на одну статью. Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК). Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется ее дубликат, записанный на дискете, CD или флэшке.

Оформление рукописи:

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал – множитель – 1,2. **Параметры поля страницы:** верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

См. примеры

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология

№ 3 2011

УДК 628.394(547.42+547.25)

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК

Доктор геогр. наук

А.Ж. Жуматаев

Исследован дисперсный состав подвижных песков Туйесу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут 287° и модуль 773 т/(км·год).

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей...

Рисунки готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Paintbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

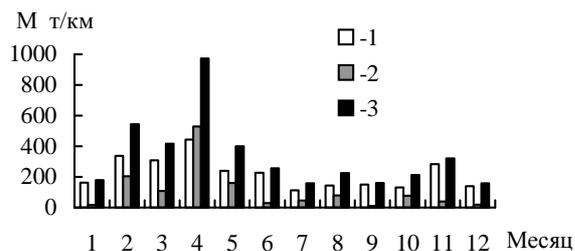


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

Таблицы оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	\bar{M} , т/(км·год)	σ , т/(км·год)	C_v
Бури	1321	605	0,46
Поземки	2687	786	0,29
Оба явления	4007	1118	0,28

Примечание. Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо параллельно дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

Математические, химические обозначения и формулы набирать в режиме редактора формул (Microsoft Equation). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также дают в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lg x}^2} \right], \quad (1)$$

где x — размер песчинок; x_0 — их средний геометрический размер; $\sigma_{lg x}$ — среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени автора.

Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

**РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С
ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ НЕ
ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.**

Информацию о журнале можно получить на сайте <http://www.kazhydromet.kz> в разделе НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ЖУРНАЛ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ».

ҚҰРМЕТТІ ӘРІШТЕСТЕР!

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» (№1538 тіркеу куәлігі) журналының редакциялық алқасы Сіздерді серіктестікке шақырады. Журнал жылына 4 рет басылымға шығады. ҚР БҒМ білім беру және ғылым саласын бақылау комитетінің шешімімен біздің журналда жарияланған мақалалар докторлық және кандидаттық диссертациялар қорғауда қабылданатынын сіздерге қуана хабарлаймыз. Мақалалар гидрометеорологиялық және экологиялық бағытта болу керек.

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫНА ӨТКІЗІЛЕТІН ҚОЛЖАЗБАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Автормен жіберілген қолжазба жинағына кіреді: кестелер, суреттер және әдебиет тізімін қоса есептегенде 12...14 беттен аспайтын мақаланың негізгі мәтіні, 10 қатардан аспайтын мақаланың нәтижесі мен мазмұны жөнінде толық түсініктеме. Осы түсініктеме, мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. қазақ тілінде де беріледі. Мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. ағылшын тілінде де беріледі.

(ГОСТ-қа 7.1-84 сәйкес) әдебиет тізімі алфавит тәртібімен авторлар алдымен орыс, ізінше шетел тілінде беріледі. Әдебиетке сілтеу квадрат жақшада көрсетіледі – []. Суреттер бір мақалада үштен аспау керек. Мақаланың атының алдында Толық ондық жіктеу (ТОЖ) бойынша кеңейтілген индексін келтіру керек. Мақаланың машинкаға басылған нұсқасынан басқа оның дискетада, CD немесе флэшкада жазылған көшірмесі өткізіледі.

Қолжазбаны көркемдеу:

Қолжазбаның бар мәтіні, таблицалармен қоса ПК-де ақ түсті қалың қағаздың бір бетінде, А4 форматта басылады. Аралық – көбейткіш – 1,2. Беттер алаңының параметрлері: жоғарғы 20 мм, төменгі 75 мм, сол 70 мм, оң 15 мм. Азат жол 12,5 мм басталады, теру шарты Microsoft Word, Times New Roman шрифті (қалыпты стилі), шрифт өлшемі 11. Мақала атауы бас әріптермен, бөлусіз, жартылай майлы шрифтпен жазылады. Түсініктеме мақаланың негізгі мәтінінен бұрын аталудан, авторлар тізімінен (бағанада ғылыми дәрежесімен көрсетіледі) кейін орналасады, курсивпен басылады, сол және оң жағынан 5 мм шегінеді.

Мысалды қараныз

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология

№ 3 2011

ӘОЖ 628.394(547.42+547.25)

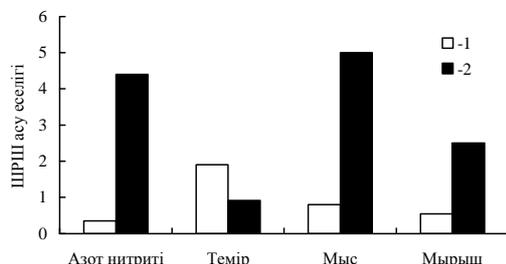
КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жуматаев

Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген....

Суреттер Paint (Paintbrush) режимінде ГОСТ-қа сәйкес дайындалып, мәтінге сурет ретінде қойылады. Графиктер, диаграммалар, гистограммалар –

Microsoft Excel режимінде және мәтінге Microsoft Excel объектісі ретінде қойылады. Суреттің жазбасы оның астына қойылып, курсивпен басылады (мысалды қараңыз). Толық сандар бөлшек бөлімнен нүктемен емес қайырмамен бөлінеді. Белгілеулерге түсініктеме аталудан кейін сол қатарға жазылады. Сурет алаңына индекстер мен белгілеу сандарынан басқа жазулар рұқсат етілмейді. Суреттегі сандар мен әріптердің өлшемі мәтіндегімен бірдей, ал индекстер 1,5 мм кем болмау болу керек.



Сур. 2. Іле өзенінің ақаба сулардың төгіндісінен 500 м төмен тұсындағы ластану көрсеткіштері: 1 – 2004 жыл, 2 – 2006 жыл.

Кестелер қосымша бағаналарсыз безендіріледі, тек кестенің «басы» мен шеткі бағаналары ғана сызылады. Кестенің нөмірі және мағыналы атауы – кестенің үстіне, қосымшалары оның астына (ГОСТ-қа сәйкес) жазылады (мысалды қараңыз).

Кесте 1

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	-28,9

Физикалық көрсеткіштердің өлшем бірліктері Халықаралық жүйеде СИ (ГОСТ 8.417-81) келтіріледі, немесе СИ жүйесіне келтірілген аудармасы қатар көрсетіледі.

Ұйымның, мекеменің, географиялық және т.б. аталуы соңғы ресми редакцияда беріледі. Тарихи аталуларына қоса жақшада кәзіргі аталуы көрсетіледі.

Математикалық, химиялық белгілеулер мен формулалар (Microsoft Equation) редактор режимінде басылуы керек. Формулаларда символдар ретінде ГОСТ-пен белгіленген белгілеулерді қолданады. Формулалардың нөмірі беттің оң шетінен домалақ жақшамен көрсетіледі. Мәтінде формуланың кезекті нөміріне сілтеу де жомалақ жақшада көрсетіледі. Мәтінде қатарға міндетті түрде барлық параметрлерді түсініктемесі беріледі (мысалды қараңыз).

$$K = D / 8V_1, \quad (2)$$

қайда D – байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінің диаметрі ($D = 500$ м); V_1 – қалдық сақталынған қойма көлемі.

Барлық қысқартулар ГОСТ-қа және қысқарту сөздігіне сәйкес жасалынады.

Бөлек парақта редакцияға автор туралы мәліметтер: аты-жөні, әкесінің аты (толығымен), үйі мен мекеменің мекен-жайы және телефондары, жұмыс орындалған мекеменің тура аталуы, автордың ғылыми дәрежесі жіберіледі.

Авторлар ұжымымен жазылған мақалар барлық авторлардың қолы қоюлы болу керек.

Редакция қолжазбаларды қабылдамауға немесе редакциялық жөндеулер және қабылданған қолжазбаларға қосулар мен қысқартулар жасауға құқықты. Мақала авторға толықтыру жасау үшін қайтарылуы мүмкін. Кей жағдайларда редакция сұрауымен мақалаға рецензия талап етіледі.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС БЕЗЕНДІРІЛМЕГЕН
ҚОЛЖАЗБАЛАР БАСЫЛЫМҒА ЖІБЕРІЛМЕЙДІ ЖӘНЕ АВТОРҒА
ҚАЙТАРЫЛМАЙДЫ.**

Журнал жөнінде мәліметтерді <http://www.kazhydromet.kz> сайтының НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ЖУРНАЛ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» бөлімінде алуға болады.