

*Қазақстан Республикасының
энергетика Министрлігі*

*Министерство энергетики
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 4

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2016

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР М.П. Кынатов

РЕДКОЛЛЕГИЯ

П.Ж. Кожаметов (*зам. главного редактора*)
Н.И. Ивкина (*зам. главного редактора*)
О.С. Галаева (*ответственный секретарь*)

Р.Г. Абдрахимов (Алматы, Казахстан)
А.Х. Ахмеджанов (Алматы, Казахстан)
А.М. Мусакулкызы (Алматы, Казахстан)
М.Ж. Бурлибаев (Алматы, Казахстан)
А.А. Волчек (Брест, Беларусь)
А.В. Галаева (Алматы, Казахстан)
В.Ю. Георгиевский (Санкт-Петербург, Россия)
С.А. Долгих (Алматы, Казахстан)
Ж.Д. Достай (Алматы, Казахстан)
А.Р. Медеу (Алматы, Казахстан)
С.К. Монахов (Астрахань, Россия)
Е.Ж. Муртазин (Алматы, Казахстан)
Ж.С. Мустафаев (Алматы, Казахстан)
К. Опп (Марбург, ФРГ)
В.Г. Сальников (Алматы, Казахстан)
С.Г. Сафаров (Баку, Азербайджан)
А.В. Чередниченко (Алматы, Казахстан)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 4 (83)

©

Журнал издается с 1995 года.
Регистрационное свидетельство
№ 1538 от 14 марта 1995 г.

Адрес редакции: 050022, Алматы,
пр. Абая, д. 32, к. 405
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
ТОО «Карагандинское учебно-производственное предприятие»
ОО «Казахское общество слепых»
г. Караганда, ул. Методическая, 19

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

М.Д. Стамбеков, Г.К. Турулина Особенности температурного режима на западе и востоке Казахстана весной в последние десятилетия	7
А.Г. Терехов, С.А. Долгих, Л.Н. Никифорова Китайский сектор бассейна реки Или: спутниковая диагностика изменений гидрографа реки Текес в результате строительства в 2006 году Капчагайского водохранилища (КНР)	24
А.А. Волчек Оценка изменения стока реки Вилии на территории Беларуси	32
А.Г. Терехов Потенциал влияния водохранилищ китайского сектора бассейна реки Или на режим её водности на границе КНР – Казахстан	63
Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова Метод сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса .	71
Т.Р. Рыспеков Подходы к оценке засушливости территорий и систематизации атмосферных осадков в подзоне темно-каштановых почв	84
Т.К. Томина Содержание нефтепродуктов в рекультивированных грунтах нефтяного месторождения	95
С.Н. Досбергенов Динамика солевого режима техногрунтов рекультивированных участков территории амбаров месторождения Караарна	107
Е.Х. Мендыбаев, Ж.Г. Берденов, Г.М. Атаева, А.Т. Тажекенова Геохимический анализ компонентов природной среды в окрестностях бывшего химического завода имени Кирова (Алгинский район Актюбинской области)	119
Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К.С. Абдывалиева Геоэкологическая оценка трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья в условиях мелиорации земель	125

Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К.Ж. Мустафаев, К.Б. Койбагарова, Н.А. Турсынбаев	
Функциональная модель экологической услуги речных бассейнов	137
Т.К. Салихов	
Современное состояние уральской популяции сайгаков на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области	147
А.У. Сафина	
Морфобиологическая характеристика аральской плотвы (<i>rutilus rutilus aralensis, berg, 1916</i>) из Шардаринского водохранилища	157
А.М. Нургизаринов, А.Т. Жунисов, Е.А. Назаров, А.Ж. Шарипова	
Экологическое состояние рыбного промысла в Казахском Приарале	164
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Р.Е. Есказиева, Л.С. Курбанова, У.К. Сарсембин	
Оценка загрязнения атмосферного воздуха города Алматы	176
ХРОНИКА	
Снеголавинной службе Казахстана 50 лет	183
Указатель статей, опубликованных в журнале в 2016 г.	187

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

M.D. Stambekov, G.K. Turulina Temperature regime in western and eastern part of Kazakhstan in the spring in recent decades	7
A.G. Terekhov, S.A. Dolgikh, L.N. Nikiforova Chinese sector of Ili river basin: the satellite diagnostic of the change of river Tekes hydrograph as results of Kapshagay reservoir construction	24
A.A. Volchek Drain changes assessment of the Vilia river on the territory of Belarus	32
A.G. Terekhov The potential of the influence of chinese reservoirs on the river Ili runoff on the boundary of the China – Kazakhstan	63
B.S. Stepanov, R.K. Yafyazova Method for super short-term forecast of rainfall debris flows	71
T.R. Ryspekov Approaches to the evaluation of drying areas and systematization of atmospheric precipitation in the subzone of dark chestnutsoil	84
T.K. Tomina The oil content of remediated ground oil field	95
S.N. Dosbergenov Dynamics salination regime recultivation area of the Karaarna on deposits territory	107
E.H. Mendybaev, ZH.G. Berdenov, G.M. Atayeva, A.T. Tazhekenova Goehimichesky analysis of components of the environment in the vicinity of former chemical plant named after Kirov	119
ZH.S. Mustafayev, A.T. Kozykeeva, K.S. Abdiyvaliyeva Geoecological assessment of transformation soil-reclamation processes in the lower reaches Syrdaria in the land reclamation	125
ZH.S. Mustafayev, A.T. Kozykeeva, K.Zh. Mustafayev, K.B. Koybagarova, N.A. Tursynbaev Functional model of environmental services river basin	137
T.K. Salikhov Current status ural saiga population in design of state nature reserve «Bokeyorda» west Kazakhstan region	147

A.U. Safina

Morphological and morphopathological variability of aral roach (*rutilus rutilus aralensis, berg, 1916*) from the Shardara reservoir. 157

**A.M. Nurgizarinov, A.T. Zhunisov, E.A. Nazarov,
A.Zh. Sharipova**

Ecological state fishery Kazakhstan Aral region 164

BRIEF REPORTS

R.E. Eskaziyeva, L.S. Kurbanova, U.K. Sarsembin

Environmental assessment of air pollution of the city Almaty 176

CHRONICLE

Snow avalanche service of Kazakhstan is 50 years old 183

Articles' List Published in «Hydrometeorology and Ecology» Magazine, 2016 187

УДК 551.583.1

М.Д. Стамбеков¹

Канд. геогр. наук

Г.К. Турулина²

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ЗАПАДЕ И ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА ВЕСНОЙ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Ключевые слова: температура воздуха, аномальность, индексы, экстремумы температуры, изменение климата

В данной статье приведен анализ временного хода температуры воздуха на станциях Западного и Восточного Казахстана, выявлены крупные аномалии температуры воздуха. За выбранный период даны примеры оценки аномальности по критерию Багрова.

В настоящее время человечество проявляет всё большую обеспокоенность проблемой изменения климата. При этом большинство исследователей считает это следствием усиления антропогенного влияния на климатическую систему Земли. Поэтому мировое сообщество предпринимает активные усилия как по исследованию проблемы, так и по ее решению.

Два последних десятилетия характеризуются повышенной повторяемостью аномальных климатических условий по земному шару. Анализ региональных изменений климата, прежде всего экстремальных его характеристик, представляет особый интерес.

Как известно, температурный режим наиболее полно характеризует погоду и климат данной территории. В свою очередь термический режим воздуха формируется под влиянием как макромасштабных, так и местных факторов.

К макромасштабным факторам относят атмосферную циркуляцию, радиационный режим и характер подстилающей поверхности. К местным – мезо и микрорельеф, характер растительности и почв, близость водоёмов и т.д. В последние годы в связи с увеличением урбанизированных территорий термический режим местности претерпевает сильные изменения.

В настоящее время проблема формирования крупных аномалий, как температуры воздуха, так и атмосферных осадков, а также их прогноза

¹ РГП «Казгидромет», г. Алматы, Казахстан

² КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

разрабатывается целым рядом научных центров. Известный факт, что крупные аномалии температуры воздуха вызываются в своем большинстве действием крупномасштабных атмосферных процессов.

Исследованию глобальных полей температуры воздуха и осадков посвящено большое число работ [2, 3, 7, 9, 10].

Большой цикл работ по изучению температурного режима был выполнен Г.Н. Чичасовым и обобщен в его монографии. По материалам за временной период 1900...1989 гг. автором [8] была выявлена тенденция повышения средних месячных и средних годовых значений температуры воздуха на преобладающей части территории Казахстана, рост среднего годового значения температуры воздуха на $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более отмечен практически на всех станциях республики.

В настоящее время обстоятельные исследования климата Казахстана и его изменений проводятся С.А. Долгих, П.Ж. Кожаметовым, Р.М. Иляковой и др. В работе [4] показано повсеместное значительное повышение температуры воздуха в период 1941...2012 гг., когда рост средней по территории республики температуры воздуха отмечается во все сезоны, особенно заметный для весны и осени и составил $0,30\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет и $0,31\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет соответственно.

В предлагаемой статье проведен сравнительный анализ изменения температуры воздуха на Западе и Востоке Казахстана за период 1960...2015 гг.

Основные подходы и методы. Под «нормой» понимается средне-многолетнее значение температуры воздуха за период 1971...2000 гг. Аномалии температуры воздуха принято рассматривать как отклонения от нормы. Оценка температурного режима проводится по данным 12 станций Западного и Восточного Казахстана относительно равномерно расположенных по широте путем аппроксимации рядов наблюдений полиномиальной и линейной функциями.

Для оценки изменения интенсивности, частоты и продолжительности проявления экстремальности в температуре воздуха и количестве осадков, группой экспертов комиссии по климатологии ВМО рекомендовано использовать различные индексы [9, 10]. В данной статье было использовано два индекса: число жарких дней, когда суточный максимум температуры воздуха превышает $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а также число суток с морозом, когда суточный минимум температуры воздуха опускается ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В предлагаемой статье в качестве величин, характеризующих климатические особенности распределения весенних температур воздуха на изучаемой территории, рассматривались абсолютные минимумы и максимумы температуры воздуха.

В табл. 1 и 2 приведены значения абсолютных минимумов и максимумов температуры воздуха для станций Западного и Восточного Казахстана.

Таблица 1

Абсолютный минимум и максимум температуры воздуха (°С) для Западного Казахстана

Станция	Абсолютный минимум			Абсолютный максимум		
	март	апрель	май	март	апрель	май
Уральск	-35 (1954)	-19 (1963)	-7 (1969)	21 (1995)	31 (1950)	37 (1996)
Атырау	-32 (1954)	-12 (1898)	-2 (1952)	23 (1914)	33 (1972)	38 (1985)
Актобе	-37 (1917)	-19 (1913)	-8 (1969)	18 (1944)	31 (1982)	39 (1916)
Уил	-33 (1898)	-22 (1898)	-6 (1913)	21 (1898)	33 (1898)	37 (1913)
Урда	-30 (1954)	-22 (1952)	-2 (1961)	22 (1978)	32 (1995)	38 (1985)
Тайпак	-35 (1928)	-19 (1952)	-4 (1933)	22 (1938)	34 (1995)	39 (1984)

Таблица 2

Абсолютный минимум и максимум температуры воздуха (°С) для Восточного Казахстана

Станция	Абсолютный минимум			Абсолютный максимум		
	март	апрель	май	март	апрель	май
Усть-Каменогорск	-40 (1971)	-30 (1934)	-9 (1931)	23 (1989)	33 (1972)	38 (1980)
Павлодар	-37 (1966)	-27 (1969)	-8 (1936)	23 (1944)	34 (1972)	38 (1980)
Аягуз	-36 (1960)	-23 (1979)	-9 (1985)	25 (1989)	31 (1997)	35 (1974)
Кайнар	-34 (1955)	-24 (1963)	-10 (1952)	19 (1989)	31 (1997)	33 (1974)
Кокпекты	-42 (1951)	-28 (1934)	-14 (1931)	13 (1995)	30 (1972)	36 (1980)
Шемонаиха	-42 (1971)	-26 (1969)	-8 (1946)	18 (1997)	32 (1972)	37 (1980)

Как следует из данных табл. 1 и 2 значения абсолютного минимума температуры воздуха по территории Западного Казахстана колеблются в пределах -37...-8 °С. Абсолютный максимум температуры воздуха наблюдается в пределах +23...+39 °С.

Абсолютный минимум температуры воздуха на востоке значительно ниже, чем на западе и колеблется от -42...-14 °С, абсолютный максимум температуры воздуха наблюдается в пределах +25...+38 °С.

Для исследования особенностей температурного режима были построены графики средней месячной температуры воздуха на западе и востоке по всем метеостанциям для всех весенних месяцев. Однако для иллю-

страции приведены графики только центрального месяца сезона – апреля, по двум метеостанциям на западе и востоке Казахстана.

На рис. 1 представлен временной ход температуры воздуха в апреле на метеостанциях Атырау и Уральск.

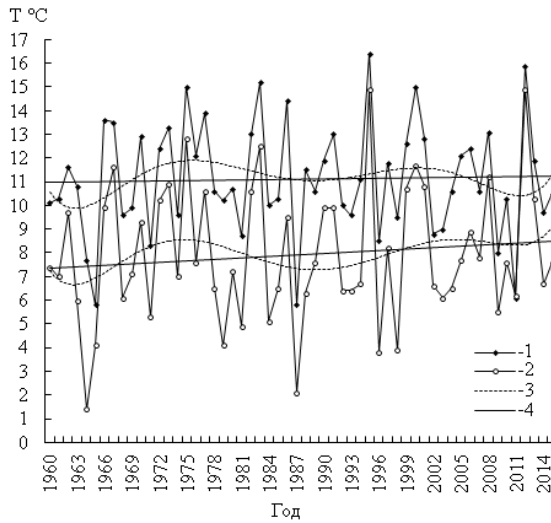


Рис. 1. Временной ход температуры воздуха в апреле на метеостанциях Атырау (1) и Уральск (2). 3 – полиномиальная функция, 4 – линейная функция.

На рис. 2 представлен временной ход температуры воздуха в апреле на метеостанциях Павлодар и Усть-Каменогорск.

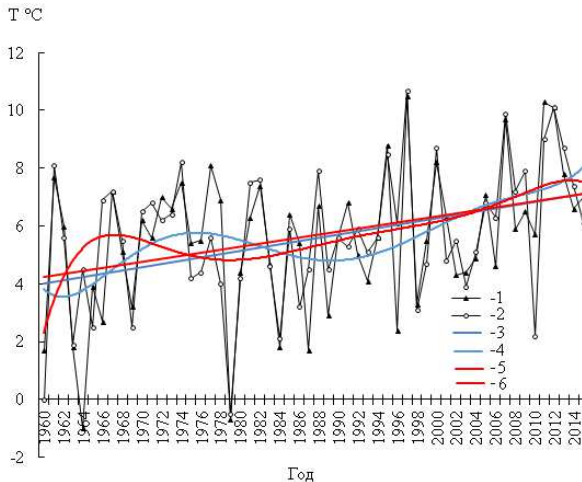


Рис. 2. Временной ход температуры воздуха в апреле на метеостанциях Павлодар (1) и Усть-Каменогорск (2), 3 – линейная функция Павлодар, 4 – полиномиальная функция Павлодар, 5 – линейная функция Усть-Каменогорск, 6 – полиномиальная функция Усть-Каменогорск.

В соответствии с рис. 1 и 2, аппроксимация временного хода с помощью полиномиальной и линейной функций показала, что на М Атырау наблюдается незначительная тенденция повышения температуры воздуха в исследуемом периоде лет со скоростью $0,04\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, на М Уральск наблюдается более устойчивая тенденция повышения температуры воздуха со скоростью $0,21\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$.

На метеостанциях Урда и Тайпак тренды не значимы: тенденция повышения температуры воздуха составляет $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ и $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ соответственно. На М Актобе и М Уил наблюдается более устойчивая тенденция повышения температуры воздуха – $0,28\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ и $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ соответственно.

В Восточном Казахстане, аппроксимация временного хода полиномиальной и линейной функциями показала, что на М Павлодар и М Усть-Каменогорск наблюдается устойчивая тенденция повышения температуры воздуха в исследуемом периоде лет со скоростью $0,56\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ и $0,52\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ соответственно.

На М Аягуз, М Кокпекты, М Кайнар и М Шемонаиха наблюдается значительная устойчивая тенденция повышения температуры воздуха в исследуемом периоде лет со скоростью $0,94\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, $0,42\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, $0,60\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ и $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ соответственно.

Таким образом, анализ временного хода температуры воздуха показал, что повсеместно на всей исследуемой территории весной наблюдаются положительные тенденции, значимые практически на всей территории за исключением отдельных районов Атырауской, Западно-Казахстанской и Мангистауской областей.

В марте происходит самое значительное повышение температуры воздуха – на $0,41\dots 0,81\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, на некоторых метеостанциях Атырауской области на $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. Средняя скорость изменения температуры воздуха в сторону повышения на станциях западного региона в апреле составляет $0,13\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, а на станциях восточного региона она значительно больше и составляет $0,62\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. В мае наблюдаются положительные тенденции повышения температуры воздуха, однако они не являются значимыми практически на всей территории республики, в том числе в исследуемых районах запада и востока [5].

В последние десятилетия отмечается нарастание опасных метеорологических явлений погоды. Так, лето 2012 года оказалось аномально теплым в Казахстане и в соседнем Поволжье и Южном Урале. Жестокая засуха погубила урожай зерновых культур, в Сибири горели леса, катастрофическое наводнение прошло в Краснодарском крае. Зима 2012 г. была холодной

и экстремально холодной на всей территории Казахстана, на востоке республики аномалии температуры воздуха достигали $-5,0 \dots -7,0$ °С [6].

Безусловно, для диагноза и прогноза климата наибольшую практическую ценность представляют сведения не только о характере изменения средних значений температуры, но и о повторяемости крупных аномалий средних месячных температур воздуха.

Высокие и низкие температуры воздуха относятся к потенциально опасным региональным процессам. Центральное место при исследовании крупных аномалий погоды занимает вопрос критерия.

В данной статье для выделения экстремальных по температуре месяцев использовался индекс аномальности (K), предложенный Н.А. Багровым [1]:

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{\Delta T_i}{\sigma_i} \right)^2,$$

где N – число станций, ΔT – аномалия средней месячной температуры воздуха на i -ой станции, σ_i – ее среднее квадратическое отклонение.

На большом статистическом материале установлены пороговые значения для индекса Багрова: при $K \geq 1,15$ аномальность поля велика, при $K \leq 0,75$ отмечается незначительная аномалия и при $0,75 < K < 1,15$ аномалия имеет среднюю интенсивность.

Критерий K позволяет объективно оценить степень аномальности температурного поля и количественно отразить продолжительность и временное распределение экстремумов. Однако он не указывает знак аномалии и географическое положение ее очагов, поэтому целесообразно для пространственной характеристики полей температуры использовать одновременно данные о распределении положительных и отрицательных очагов. Стоит заметить, что это ограничение было устранено В.Т. Токаревым.

В данной статье критерий (K) рассчитан для всех весенних месяцев. Значения критерия K существенно изменяются по времени на территории Западного и Восточного Казахстана.

В табл. 3 и 4 приведены статистические характеристики критерия аномальности K для Западного и Восточного Казахстана. Как видно из данных табл. 3 и 4 экстремальные значения K для территории Западного Казахстана колеблются от 0,10 до 5,31, от 0,04 до 6,20 на востоке. Известно, что чем больше K , тем значительнее аномальность поля температуры, чем меньше K , тем аномальность поля слабее.

Повторяемость крупных аномалий средней месячной температуры воздуха как в Западном так и в Восточном Казахстане весной распределяется неравномерно по времени, претерпевая значительные изменения от десятилетия к десятилетию.

Таблица 3

Статистические характеристики критерия Багрова для Западного Казахстана

Статистическая характеристика	Месяц		
	март	апрель	май
K_{\max}	4,43 (2008)	5,31 (1995)	4,88 (1960)
K_{\min}	0,10 (1998, 2005)	0,11 (1988, 2005)	0,17 (2015)
A_K	4,53	5,42	5,05

Таблица 4

Статистические характеристики критерия Багрова для Восточного Казахстана

Статистическая характеристика	Месяц		
	март	апрель	май
K_{\max}	4,56 (2013)	6,20 (1979)	4,06 (1960)
K_{\min}	0,07 (1986)	0,06 (1962)	0,04 (1961)
A_K	4,63	6,26	4,10

Так, в Западном Казахстане значительные отрицательные аномалии температуры воздуха весной встречались в первом десятилетии. В период 2010...2015 гг. значительных отрицательных аномалий температуры не наблюдалось. Повторяемость значительных положительных аномалий наблюдается в последнее десятилетие и в период 2010...2015 гг. Таким образом, в исследуемом периоде в Западном Казахстане отмечался 21 случай экстремально холодных месяцев, экстремально теплых – 26 случаев (табл. 5).

В Восточном Казахстане значительные отрицательные аномалии температуры воздуха также встречались в первом десятилетии, в период 2010...2015 гг. значительных отрицательных аномалий температуры не наблюдалось. Повторяемость значительных положительных аномалий наблюдается в последнее десятилетие и в период 2010...2015 гг. Следовательно, в изучаемом периоде в Восточном Казахстане экстремально холодных и теплых месяцев отмечалось по 26 случаев (табл. 6).

Практический интерес представляют значения аномалий температуры воздуха в экстремально холодные и теплые месяцы (табл. 7 и 8).

Число случаев экстремально холодных (ЭХ) и экстремально теплых (ЭТ) весенних месяцев по десятилетиям для Западного Казахстана

Десятилетие	Март			Апрель			Май		
	общее число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы	общее число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы	общее число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы
1960...1969	4	1960 1964 1969	1962	3	1964 1965	1967	4	1960 1969	1967 1968
1970...1979	3	1972 1976	1977	1		1975	4	1978	1975 1977 1979
1980...1989	3	1980 1985 1987		2	1987	1983	2	1981	1984
1990...1999	3	1994 1996	1990	2	1996	1995	3	1999	1992 1996
2000...2009	4		2001 2002 2004 2008	1		2000	3	2000 2002	2005
2010...2015				1		2012	4		2010 2012 2013 2014
Всего	17	10	7	10	4	6	20	7	13

Таблица 6
 Число случаев экстремально холодных (ЭХ) и экстремально теплых (ЭТ) весенних месяцев по десятилетиям
 для Восточного Казахстана

Десятилетие	Март			Апрель			Май		
	общее число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы	общее число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы	общее число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы
1960...1969	4	1960 1969	1963 1968	4	1960 1963 1964 1969		6	1960 1969	1962 1965 1966 1967
1970...1979	2	1970 1976		1	1979		4	1971 1972 1975	1974
1980...1989	5	1980 1982 1985	1983 1984	1	1984		3	1983 1985 1988	
1990...1999	3	1996 1999	1997	1		1997	4	1993 1995	1997 1999
2000...2009	3	2003	2002 2008	2		2000 2007	3		2001 2004 2008
2010...2015	2		2013 2014	3		2011 2012 2013	1		2015
Всего	19	10	9	12	6	6	21	10	11

Средние значения аномалий температуры воздуха для экстремально холодных и теплых месяцев для Западного Казахстана

Десятилетие	Март			Апрель			Май					
	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ЭТ годы	ΔT_{cp}	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ЭТ годы	ΔT_{cp}	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ЭТ годы	
1960...1969	1960	-7,1	1962	4,8	1964	-5,3	1967	3,1	1960	-4,6	1967	3,2
	1964	-4,6			1965	-4,6			1969	-2,7	1968	2,5
	1969	-6,0										
1970...1979	1972	-4,5	1977	4,1			1975	4,6	1978	-2,4	1975	2,5
	1976	-6,2									1977	2,3
											1979	2,5
1980...1989	1980	-5,1			1987	-5,8	1983	4,1	1981	-2,3	1984	2,4
	1985	-5,5										
	1987	-5,5										
1990...1999	1994	-4,2	1990	5,8	1996	-3,2	1995	6,0	1999	-2,5	1992	2,3
	1996	-3,9									1996	2,3
2000...2009			2001	3,6			2000	3,7	2000	-4,5	2005	2,9
			2002	6,6					2002	-4,3		
			2004	4,3								
			2008	7,5								
2010...2015							2012	6,1			2010	2,3
											2012	3,3
											2013	2,7
											2014	3,1

Таблица 8

Средние значения аномалий температуры воздуха для экстремально холодных и теплых месяцев для Восточного Казахстана

Десятилетие	Март			Апрель			Май					
	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ЭТ годы	ΔT_{cp}	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ЭТ годы	ΔT_{cp}	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ЭТ годы	ΔT_{cp}
1960...1969	1960 1969	-6,6 -4,5	1963 1968	5,4 4,8	1960 1963 1964 1969	-4,4 -4,3 -2,9 -2,7	1960 1969	-3,8 -2,1	1962 1965 1966 1967	3,0 2,8 3,3 2,0		
1970...1979	1970 1976	-4,0 -3,9					1971 1972 1975	-2,1 -2,7 -2,8	1974	2,3		
1980...1989	1980 1982 1985	-3,5 -4,6 -5,6	1983 1984	4,5 3,5	1984	-4,0	1983 1985 1988	-2,9 -2,1 -2,1				
1990...1999	1996 1999	-2,1 -5,2	1997	3,4			1993 1995	-2,3 -2,1	1997 1999	2,0 2,4		
2000...2009	2003	-2,6	2002 2008	3,9 3,7			1997	4,1	2001 2004 2008	2,3 2,4 2,7		
2010...2015			2013 2014	7,0 3,7			2000 2007	2,8 4,2	2011 2012 2013	3,7 5,1 3,1	2015	2,1

В глобальном масштабе все экстремально теплые годы приходятся на последние 20 лет. Казахстан не является исключением, и на территории республики эта особенность хорошо прослеживается.

Как видно из данных табл. 7 и 8 экстремально холодные весенние месяцы наблюдались в основном в 60...90 гг. 20 века на всей исследуемой территории. Первое десятилетие 21 века характеризуется преобладанием экстремально теплых весенних месяцев на всей исследуемой территории.

Самые холодные месяцы в Западном Казахстане: март 1960 г. со средней аномалией $-6,5$ °С, апрель 1987 г. со средней аномалией $-6,0$ °С, май 1960 г. со средней аномалией $-4,3$ °С. Самые теплые месяцы – март 2008 г. со средней аномалией $7,5$ °С, апрель 1995 и 2012 гг. со средней аномалией $6,1$ °С, май 2012 г. со средней аномалией $3,3$ °С.

Самые холодные месяцы в Восточном Казахстане: март 1960 г. со средней аномалией $-6,6$ °С, апрель 1979 г. со средней аномалией $-6,0$ °С, май 1960 г. со средней аномалией $-3,8$ °С. Самые теплые месяцы – март 2013 г. со средней аномалией $7,0$ °С, апрель 2012 г. со средней аномалией $5,1$ °С. Следовательно, весна 1960 года является самой холодной на всей изучаемой территории, причем наибольший вклад имеет март со средней аномалией температуры воздуха $-6,5$ °С... $-7,1$ °С, в апреле и мае средние аномалии колеблются в пределах $-3,8$ °С... $-4,6$ °С.

Экстремально теплые вёсны на изучаемой территории отмечаются в период 2000...2015 гг., когда средние аномалии температуры воздуха составляли $6,1$ °С... $7,5$ °С на западе, на востоке республики они составляли $5,1$ °С... $7,0$ °С, вёсны 2008, 2012, 2013 и 2014 гг. вошли в 10 % экстремально теплых весенних сезонов [6].

В данной статье авторы использовали два индекса ВМО: число жарких дней, когда суточный максимум температуры воздуха превышает $+25$ °С, а также число суток с морозом, когда суточный минимум температуры воздуха опускается ниже 0 °С. Для примера взяты по две метеостанции с запада и востока – Уральск, Атырау и Усть-Каменогорск, Аягуз соответственно. Заметим, что ввиду отсутствия необходимых данных по метеостанции Павлодар была выбрана метеостанция Аягуз.

На рис. 3 представлена динамика временного хода годового числа суток с морозом для М Уральск, М Атырау, М Усть-Каменогорск и М Аягуз. Также приведены линейные и полиномиальные функции этих рядов.

На рис. 4 представлена динамика временного хода числа жарких дней для станций Уральск, Атырау, Аягуз и Усть-Каменогорск. Также приведены линейные и полиномиальные функции этих рядов.

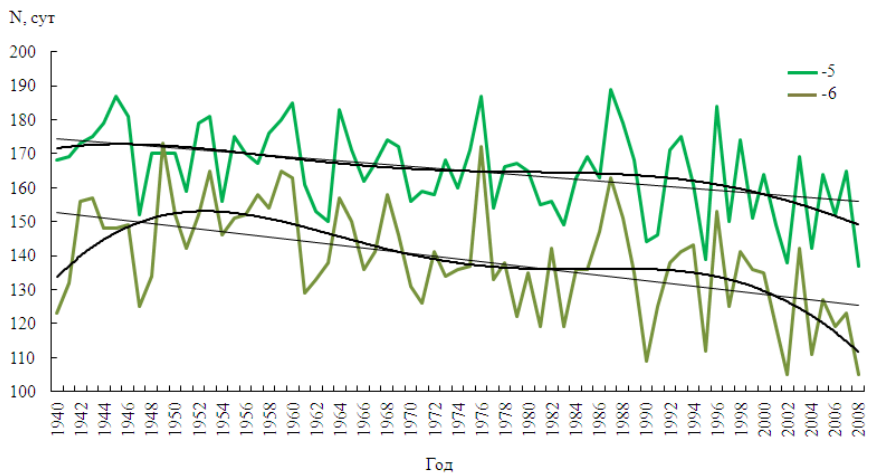
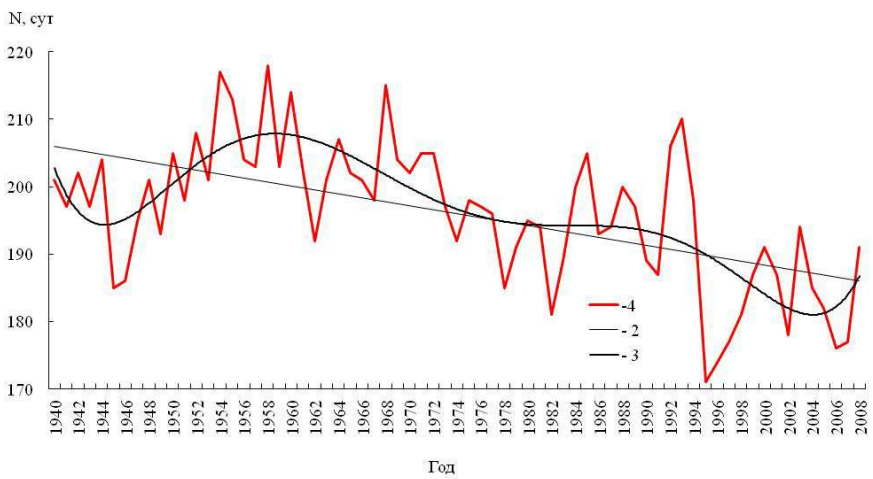
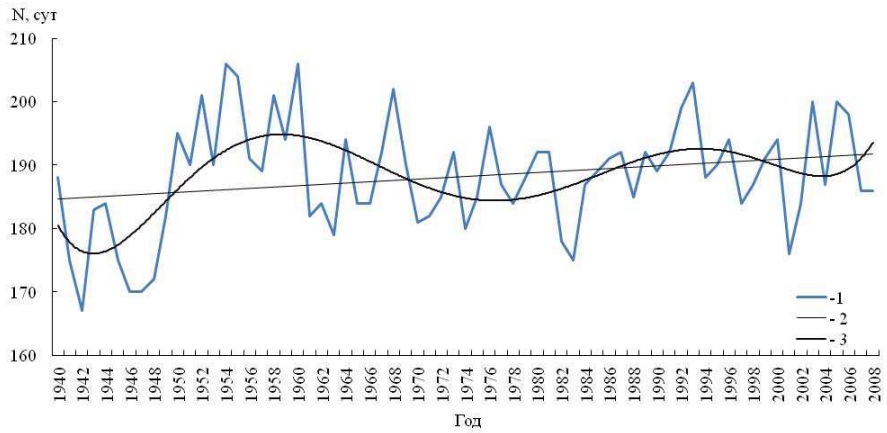


Рис. 3. Временной ход годового числа суток с морозом для станций Усть-Каменогорск (1), Аягуз (4), Уральск (5), Атырау (6) и их линейная (2) и полиномиальная (3) функции.

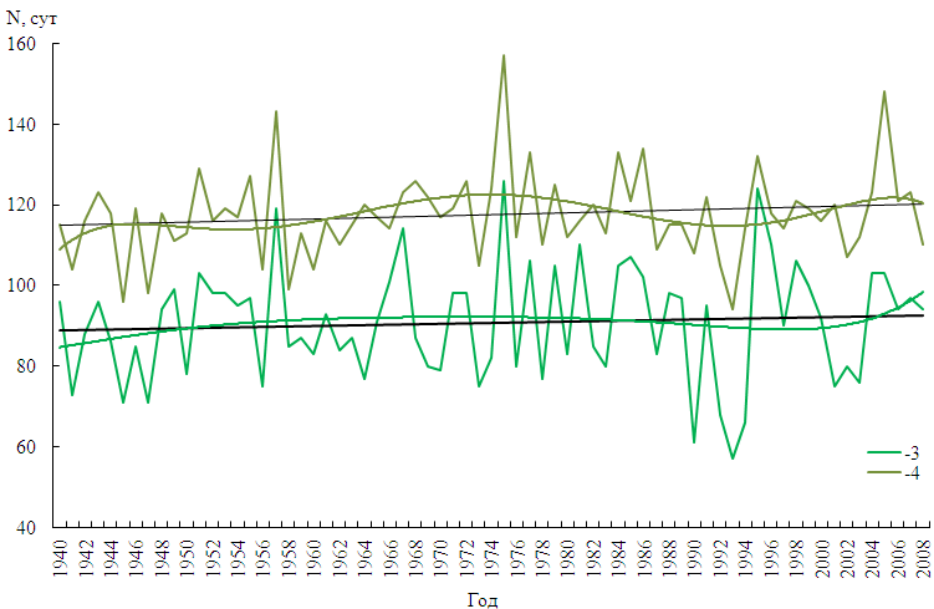
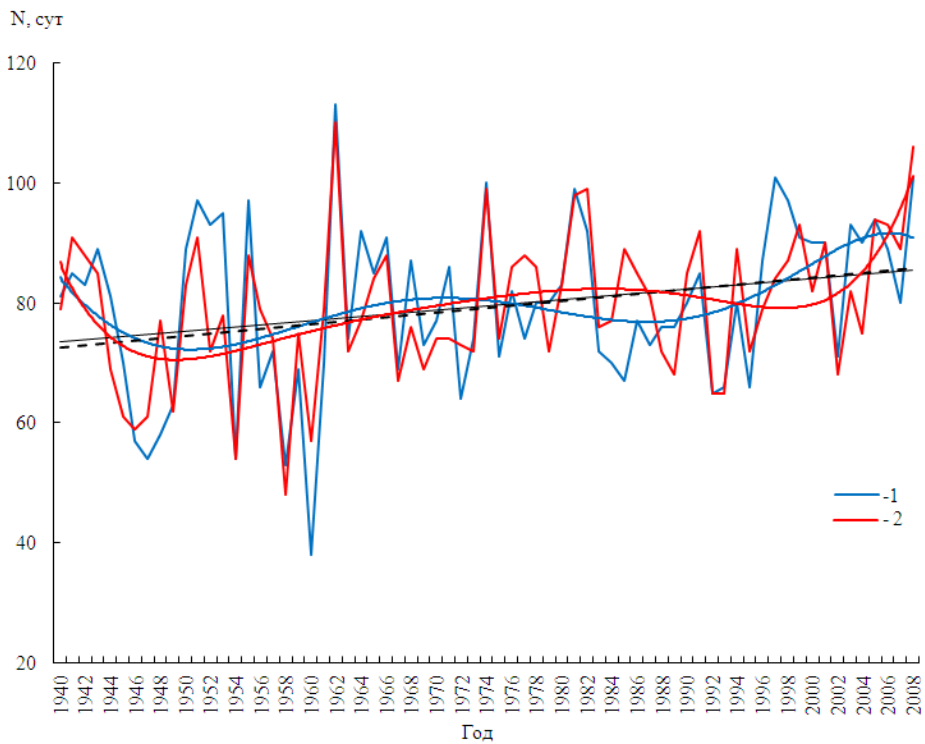


Рис. 4. Временной ход годового числа жарких дней для станций Усть-Каменогорск (1), Аягуз (2), Уральск (3), Атырау (4).

В соответствии с рис. 3 и 4, количество суток с морозом уменьшается на станциях Западного Казахстана: в Уральске со скоростью 20

2,7 сут/10 лет, в Атырау 3,9 сут/10 лет. В Восточном Казахстане: в Аягузе количество суток с морозом уменьшается со скоростью 2,9 сут/10 лет, в Усть-Каменогорске, напротив, незначительно увеличивается со скоростью 1 сут/10 лет.

Число жарких дней увеличивается на всех рассматриваемых станциях: на М Уральск со скоростью 0,4 сут/10 лет, М Атырау – 0,8 сут/10 лет, М Аягуз – 1,9 сут/10 лет и на М Усть-Каменогорск – 1,7 сут/10 лет.

В результате проделанной работы получены следующие **выводы**:

1) Повсеместно на всей исследуемой территории в последние десятилетия наблюдаются положительные тенденции, значимые практически на всей территории за исключением отдельных районов Атырауской, Западно-Казахстанской и Мангистауской областей.

В марте происходит самое значительное повышение температуры воздуха – на 0,41...0,81 °C/10 лет, на некоторых метеостанциях Атырауской области на 1,0 °C/10 лет.

Средняя скорость изменения температуры воздуха в сторону повышения на станциях западного региона в апреле составляет 0,13 °C/10 лет, а на станциях восточного региона она значительно больше и составляет 0,62 °C/10 лет.

В мае наблюдаются положительные тенденции повышения температуры воздуха, однако они не являются значимыми на изучаемой территории запада и востока.

2) Составлен каталог экстремально теплых и холодных весенних месяцев и выявлено, что весна 1960 г. являлась экстремально холодной на всей исследуемой территории, вёсны 2008, 2012, 2013 и 2014 гг. вошли в 10 % экстремально теплых весенних сезонов для Казахстана.

3) Число дней с морозом уменьшается на рассматриваемых станциях со средней скоростью 3,5 сут/10 лет. Число жарких дней увеличивается на всех рассматриваемых станциях: средняя скорость увеличения числа жарких дней на западе составляет 0,6 сут/10 лет, на востоке скорость значительно больше и составляет 1,8 сут/10 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.А., Мякишева Н.Н. Некоторые характеристики аномалий средних месячных температур воздуха // Труды ММЦ. – 1966. – Вып. 9. – С. 3-17.
2. Груза Г.В., Мещерская А.В. Изменение климата России за период инструментальных наблюдений: Оценочный доклад об изменениях кли-

мата и их последствиях на территории Российской Федерации // Под ред. Г.В. Груза, А.С. Зайцев, И.Л. Кароль, В.М. Катцов, Н.В. Кобышева, В.П. Метешко, А.В. Мещерская, В.М. Мирвис, А.И. Решетников, П.В. Спорышев – М.: Росгидромет, 2008. – 288 с.

3. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Вероятностный прогноз приземной глобальной температуры воздуха до 2005 года // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 4. – С. 95-103.
4. Долгих С.А., Илякова Р.М., Кожухметов П.Ж., Никифорова Л.И., Петрова Е.Е. Оценочный доклад об изменении климата на территории Казахстана. – Астана: Казгидромет, 2014 – 55 с.
5. Ежегодный бюллетень мониторинга и изменения состояния климата Казахстана: 2015 год. – Астана: Казгидромет, 2016 – 55 с.
6. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения климата Казахстана: 2012 год. – Астана: Казгидромет, 2013 – 42 с.
7. Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.Н., Важнова Н.А., Наумов Э.П., Шумихина А.В. Изменения климата на территории Приволжского федерального округа в последние десятилетия и их взаимосвязь с геофизическими факторами // Вестник Удмуртского университета. – 2012. Вып. 4. – С. 122-135.
8. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. – СПб: Гидрометеиздат, 1991. – 304 с.
9. Peterson T.C. Climate Change Indices // WMO Bulletin. – 54 (2). – 2005 – P. 83-86.
10. Zhang X., Yang F. RClimDex User Manual – Climate Research Branch Environment Canada downsvew, Ontario Canada, 2004. – 22 p.

Поступила 26.12.2016

М.Д. Стамбеков

Геогр. ғылымд. канд. Г.К. Турулина

БАТЫС ЖӘНЕ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СОҢҒЫ ОНЖЫЛДЫҚТАҒЫ КӨКТЕМДЕГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ТӘРТІБІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Түйінді сөздер: ауа температурасы, ауытқу, индекстер, ауа температура экстремумдары, климаттың өзгеруі

Бұл мақалада Батыс пен Шығыс Қазақстанның бекеттеріндегі ауаның температуралық уақытша барысының талдауы, сонымен қатар көктемдегі ауа температурасының ірі

ауытқулар анықталған. Таңдалған кезең үшін Багров критерийі бойынша анықталған ауытқу бағалауының мысалдар берілген.

Stambekov M.D., Turulina G.K.

TEMPERATURE REGIME IN WESTERN AND EASTERN PART OF KAZAKHSTAN IN THE SPRING IN RECENT DECADES

Keywords: air temperature, deviance, index, extremes of air temperature, climate change

This article shows the analysis of the temporary course of air temperature at the stations of Western and Eastern Kazakhstan, large air temperature anomalies in spring in Western and Eastern Kazakhstan was revealed. Examples of the anomalies assessment for the selected period by Bagrov criterion are given.

УДК 504.064.37; 556.16

Канд. техн. наук

А.Г. Терехов¹

Канд. геогр. наук

С.А. Долгих¹

Л.Н. Никифорова¹

КИТАЙСКИЙ СЕКТОР БАССЕЙНА РЕКИ ИЛИ: СПУТНИКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОГРАФА РЕКИ ТЕКЕС В РЕЗУЛЬТАТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА В 2006 ГОДУ КАПЧАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (КНР)

Ключевые слова: гидрограф, водохранилище, гидрологический режим, спутниковые снимки, площадь водного зеркала, запас воды в водохранилище, регулирование стока реки

Проведена спутниковая диагностика изменений гидрографа р. Текес (Китайский сектор бассейна р. Или) в районе слияния с р. Кунгес (исток р. Или) в результате строительства в 2006 г. в нижнем течении р. Текес крупного гидротехнического объекта (Капчагайское водохранилище). По спутниковым данным LANDSAT 7, 8 регистрируется уменьшение стока теплого периода (май – октябрь) примерно на 10...15 % и увеличение стока холодного периода (ноябрь – апрель) до 40...60 %.

Введение. Формирование стока р. Или (Иле) в верхней, китайской части бассейна, остается непрозрачным для Казахстанских экспертов. Отсутствует достаточный объем гидрологической информации, особенно оперативной, как по стоку р. Или и ее притоков в различных створах, так и по фактическим осадкам в высокогорной зоне формирования стока. Неопределённости параметров водного баланса в Китайском секторе бассейна р. Или имеют две составляющие. Первая, составляющая связана с сезонными погодными вариациями водности года, имеющими, в общем, квазислучайный характер, на фоне слабо выраженной тенденции, формируемой изменением климата. Вторая составляющая, относится к регулярным и закономерным изменениям режимов рек в результате регулирования стока, например, вызванном строительством и эксплуатацией крупных гидротехнических объектов (водохранилищ). Всё это затрудняет прогноз водности р. Или на границе КНР – Казахстан.

¹ Казгидромет, г. Алматы

Одним из крупных гидротехнических объектов, построенных в последнее десятилетие в Китайском секторе бассейна р. Или, является Капчагайское (Капшагайское) водохранилище в низовьях р. Текес. Водохранилище объемом около 2 км^3 было заполнено в 2006 г. Начиная с 2007 г. объект используется для регулирования стока р. Текес в ключевые периоды сельскохозяйственного сезона и выработки электроэнергии.

Река Текес имеет снежно-ледовое питание и собирает воду с хребтов Внутреннего Тянь-Шаня. Естественный гидрограф рек снежно-ледового питания имеет большие различия по объемам стока между зимним и летним периодом. Согласно режиму работы самого гидротехнического объекта это приводит к значительным вариациям объемов хранения воды в водохранилище в течение года. Спутниковые данные способны с высокой точностью регистрировать изменения площади водного зеркала водохранилища, что совместно с 3D-моделью рельефа дна (батиметрией) даёт возможность рассчитывать общий водный баланс между стоком реки и водохранилищем. Многолетний мониторинг запаса воды в резервуаре, включая режим сезонного заполнения и срабатывания, может служить информационной основой для оценки статистически значимых изменений гидрографа реки, возникших в результате строительства и эксплуатации гидротехнического объекта. Изменение гидрографа основных притоков р. Или в китайском секторе её бассейна представляет большой интерес для моделирования и прогноза объема стока р. Или ниже по течению, в пределах территории Казахстана.

Территория мониторинга. Площадка Капчагайского гидроузла расположена в Китайском секторе бассейна р. Или в нижнем течении р. Текес, координаты плотины: $43^{\circ}19' \text{ N}$, $82^{\circ}29' \text{ E}$. Строительство плотины было закончено в 2005 г. С 2005 по 2006 проводилось заполнение водохранилища. По спутниковым оценкам длина водохранилища составляет около 20 км, площадь водного зеркала до 60 км^2 , (рис. 1). Сезонные вариации площади водного зеркала в период 2007...2015 гг. находятся в пределах $27 \dots 58 \text{ км}^2$, вариации абсолютной высоты среза воды: $973 \dots 993 \text{ м}$ над уровнем моря, полезный объем водохранилища около $1,4 \text{ км}^3$.

Спутниковые данные. Значительные вариации размера водной массы в резервуаре дают возможность использовать спутниковые снимки LANDSAT-5, 7, 8 с пространственным разрешением 30 м для мониторинга изменений площади водного зеркала водохранилища. Спутниковые данные LANDSAT периода с 1983 г. по текущий момент доступны в свобод-

ном режиме на интернет ресурсе агентства геологии США [<http://glovis.usgs.gov>]. Частота спутниковой съемки и климат региона Внутреннего Тянь-Шаня позволяет иметь от 9 (2009 г.) до 21 (2014 г.) безоблачных снимков района водохранилища, пригодных для регистрации площади водного зеркала. Определенный пробел в спутниковых данных возникает в зимний период, когда происходит образование снежно-ледового покрова, маскирующего точные границы водного зеркала.

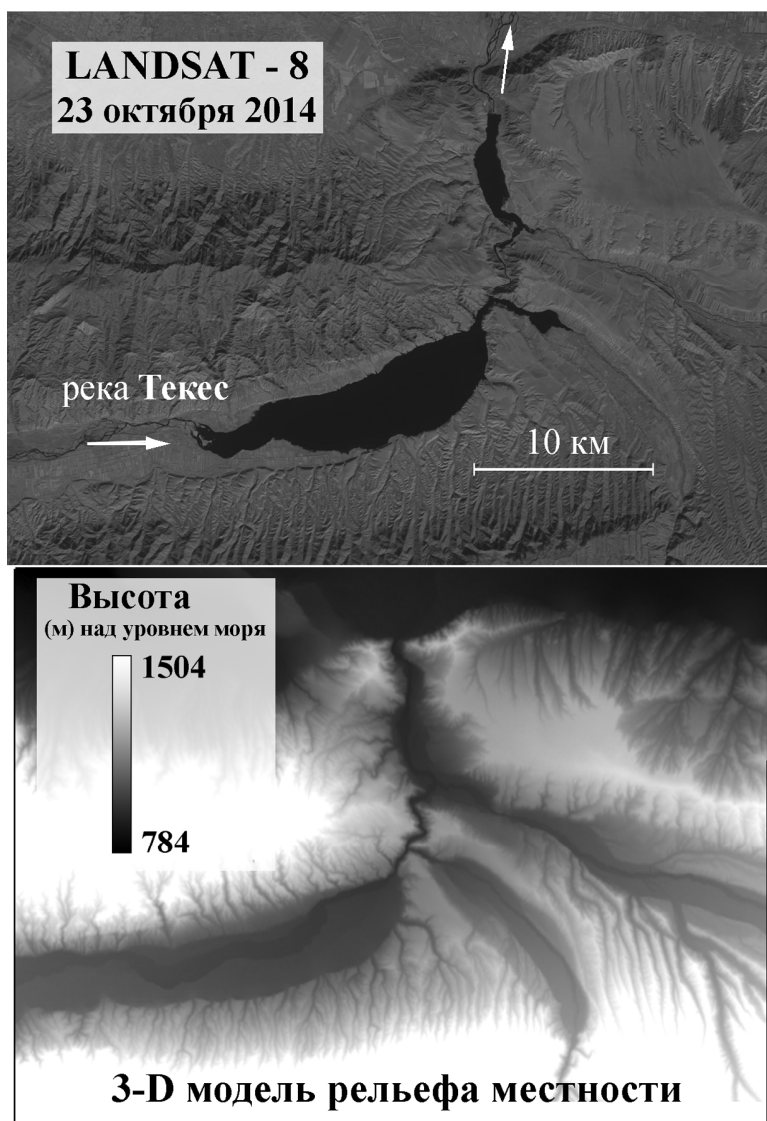


Рис. 1. Фрагмент снимка LANDSAT-8 (дата залёта: 24.10. 2014 г.) с Капчагайским водохранилищем на р. Текес и соответствующая ЦМР местности по данным SRTM-2000 Elevation, гранула 43п-82е.

Оптические каналы мультиспектральной съемки LANDSAT-TM, ETM+: канал 2: 520-600 нм; канал 3: 630-690 нм; канал 4: 760-900 нм; дают возможность распознавать на безоблачных снимках водные поверхности, имеющие характерный спектральный подчёрк. Помехи облачного покрова, в зависимости от их количества и плотности, могут быть нивелированы при экспертном дешифрировании или использовании безоблачной съёмки других дат залёта с близким наполнением резервуара.

Вторым необходимым источником спутниковых данных является 3D-модель рельефа местности, которая покрывает район водохранилища. В задаче мониторинга наполненности Капчагайского водохранилища использовалась модель Satellite Radar Terrestrial Mission (SRTM)-2000 Elevation [1]. Модель рельефа местности была создана на основе спутниковой радарной съёмки проведенной еще до начала строительства водохранилища и поэтому для дна резервуара эта информация может выступать в качестве батиметрии. Относительная точность определения высоты местности в рамках SRTM-2000 Elevation составляет около 1 м [3]. Этого вполне достаточно для количественной оценки режима водного баланса между речным стоком и Капчагайским водохранилищем, поскольку сезонные вариации глубины водохранилища довольно значительны и составляют порядка 20 м.

Методика обработки спутниковой информации. Гранула 43п-82е цифровой модели рельефа SRTM-2000 Elevation использовалась в качестве гипсометрической основы. 157 снимков LANDSAT 5, 7, 8 периода 2005...2015 гг. по сеновой позиции WRS-2: 146/30; привлекались для создания временной серии отсчетов величин площади водного зеркала Капчагайского водохранилища на р. Текес (КНР).

Стратегия обработки спутниковых данных строилась на определении и использовании эмпирической калибровочной зависимости между размером площади водного зеркала и объемом воды в резервуаре, которая строилась на основе 3D-модели рельефа местности. Использование данной калибровочной зависимости переводило регистрируемый спутником размер площади водного зеркала в объём запаса воды в водохранилище [1, 2]. После отнесения полученных данных к календарным датам залёта спутника, формировались оценки общего водного баланса в системе «речной сток – водохранилище» в формате потока, с размерностью ($\pm \text{м}^3/\text{с}$), что в свою очередь, являлось основой для диагностики многолетних изменений гидрографа реки (рис. 2).

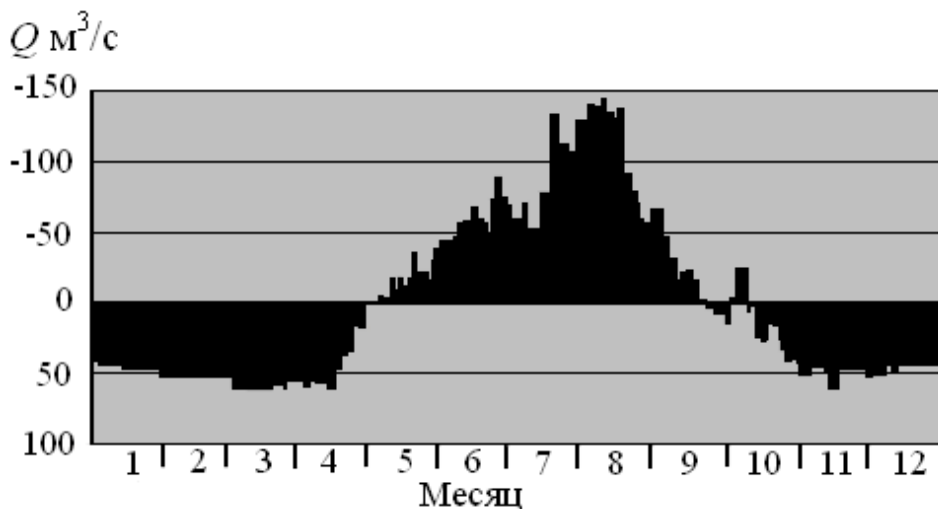


Рис. 2. Средний многолетний водный баланс между стоком р. Текес и Капчагайским водохранилищем (усреднено по 9 сезонам 2007...2015 гг.). Отрицательные значения – изъятия воды из речного стока для хранения в водохранилище. Положительные значения – возврат в речной сток воды из водохранилища. Построено по спутниковым данным LANDSAT.

Обсуждение полученных данных. Доступная наземная историческая информация по объемам стока р. Текес в створе после Капчагайского водохранилища представляет собой временной ряд среднемесячных значений периода 1956...2010 гг. Водность р. Текес имеет естественные и существенные годовые вариации. В наиболее многоводный 2002 г. среднегодовой расход воды составлял $364 \text{ м}^3/\text{с}$, против $200 \text{ м}^3/\text{с}$, в исключительно маловодный 1989 г. Также можно отметить многоводный 2010 г., когда средний расход воды составил $346 \text{ м}^3/\text{с}$.

Наличие длинного ряда наземных наблюдений над объемами стока р. Текес до начала строительства Капчагайского водохранилища (КНР) (1957...2004 гг.) и определенный объем многолетних данных по водному обмену между рекой и водохранилищем, после ввода его в эксплуатацию (2007...2015 гг.), дают возможность сопоставить между собой средние многолетние режимы и оценить изменения гидрографа р. Текес (рис. 3).

Выводы: Доступная наземная информация по среднемесячному стоку р. Текес в нижнем течении ограничена периодом 1956...2010 гг., что позволяет оперировать средними многолетними характеристиками стока периода 1957...2004 гг. (полные годовые сезоны, до начала заполнения водохранилища). Нет оснований считать, что климатические условия в Китайской части бассейна р. Или периода 2007...2015 гг. значимо отлича-

лись от периода 1957...2004 гг. Таким образом, оценка изменений средних многолетних характеристик гидрографа р. Текес ниже Капчагайского водохранилища может базироваться на наземных данных по объемам речного стока периода 1957...2010 гг., взятых в качестве основы и параметров водного баланса (речной сток – водохранилище) за период 2007...2015 гг., зафиксированных спутниками (рис. 4).

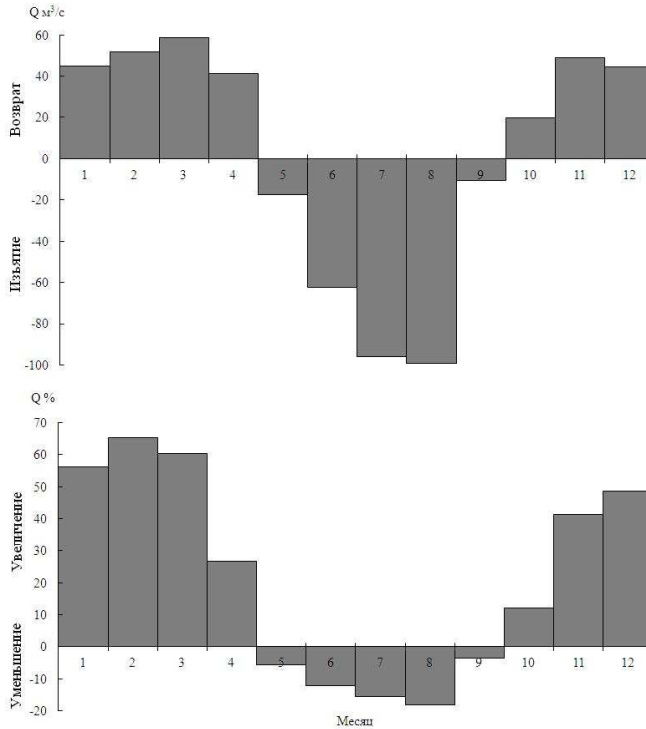


Рис. 3. Сезонный водный баланс между стоком р. Текес и Капчагайским водохранилищем (КНР) в абсолютных ($\text{м}^3/\text{с}$) и относительных единицах (%). Месячный шаг накопления данных, усреднено по 9 сезонам 2007...2015 гг. Построено по спутниковым данным LANDSAT.

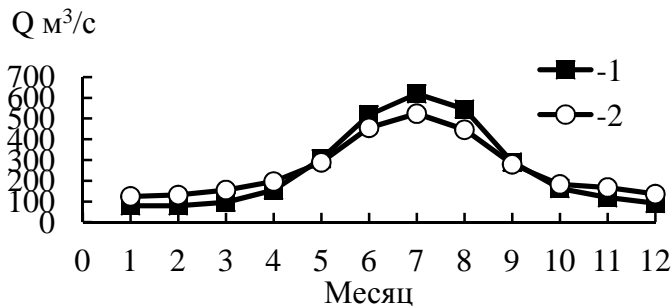


Рис. 4. Средний многолетний гидрограф р. Текес (КНР) в нижнем течении до (1) и после (2) строительства Капчагайского гидроузла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов А.Г., Долгих С.А. Спутниковый мониторинг гидрологического режима водохранилища на реке Текес (китайская часть бассейна реки Или) // Вестник КазНУ (серия географическая) – 2015. – № 1 (40). – С. 143-147.
2. Терехов А.Г., Пак И.Т., Долгих С.А. Данные LANDSAT 5, 7, 8 и ЦМР в задаче мониторинга гидрологического режима Капчагайского водохранилища на реке Текес (китайская часть бассейна реки Или) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. Т. 12, № 6. – С. 174-182.
3. Rodriguez E., Morris C.S., Belz J.E., Chapin E.C., Martin J.M., Daffer W. An assessment of the SRTM topographic products // Technical Report JPL D-31639. Pasadena, California: Jet Propulsion Laboratory, 2005. – 143 p.

Поступила 30.12.2016

Техн. ғылымд. канд. А.Г. Терехов
Геогр. ғылымд. канд. С.А. Долгих
 Л.Н. Никифорова

ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ ҚЫТАЙ СЕКТОРЫНДАҒЫ БАССЕЙІНІ: (ҚХР) 2006 ЖЫЛЫ ТЕКЕС ӨЗЕНІНДЕГІ ҚҰРАСТЫРЫЛҒАН ҚАПШАҒАЙ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ГИДРОГРАФЫНЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ СПУТНИКАЛЫҚ ДИАГНОСТИКАСЫ

Түйін сөздер: гидрографиясы өзендері, су қоймасы, гидрологиялық режимі, спутниктік суреттер, су бетінің ауданы, су қоймасындағы су жеткізу, реттеу өзен ағыны

2006 жылы Текес өзенінің төменгі ағымында Қапшағай су қоймасы атты - ірі гидротехникалық нысанының құрастырылуына байланысты Текес өзенінің (Іле өзенінің Қытай секторындағы бассейні) Күнгес өзенімен қосылатын аймақтағы (Іле өзенінің басталуы) гидрографының өзгеруінің спутникалық диагностикасы жасалған. LANDSAT 7, 8 спутникалық мәліметтері бойынша жылы мезгілде (мамыр – қазан) су ағымының 10...15 % азайуы тіркеледі және де суық мезгілде (қараша – сәуір) 40...60 % көбейуі тіркеледі.

Terekhov A., Dolgikh S., Nikiforova L.

CHINESE SECTOR OF ILI RIVER BASIN: THE SATELLITE DIAGNOSTIC OF THE CHANGE OF RIVER TEKES HYDROGRAPH AS RESULTS OF KAPSHAGAY RESERVOIR CONSTRUCTION

Keywords: hydrograph of rivers, reservoirs, hydrological regime, satellite images, water surface area, water stock in the reservoir, flow regulation river

The satellite diagnostic of the change of river Tekes hydrograph (China 's sector of Ili river basin) was carried out. The change related with construction of the Kapchagay reservoir in 2006 year. The satellite LANDSAT-7, 8 images recorded the decrease of river Tekes runoff during May – September about 10...15 % and the increase ones about 40...60 % during November – April.

УДК 556.13(476)

Доктор геогр. наук А.А. Волчек¹**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕКИ ВИЛИИ НА
ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Ключевые слова: сток, среднегодовой, максимальный, минимальный, летне-осенний, зимний, однородность, изменения, прогноз

Изложены обобщенные результаты исследований колебаний стока р. Вилии за период инструментальных наблюдений. Сделан вывод о неоднородности во временных рядах стока обусловленный как естественно-климатическими, так и антропогенными изменениями гидрологического цикла. По створу с. Михалишки гидрологические ряды наблюдений приведены к бытовому стоку, средний многолетний расход составляет – 59,7 м³/с, максимальный – 1570 м³/с, наименьший летне-осенней межени – 22,0 м³/с, зимней межени – 17,3 м³/с, экологический сток – 21,1 м³/с. Приведены прогнозные оценки изменения стока по сценариям развития климата А1В: прогнозируется некоторое увеличение зимнего и уменьшение летнего стока, при этом произойдет некоторое изменение гидрографа весеннего половодья в сторону увеличения максимальных расходов и продолжительности самого половодья; В1 отмечается некоторое уменьшение максимальных расходов весеннего половодья, но при этом произойдет некоторое увеличение времени спада нисходящей ветви гидрографа. В летние месяцы сток существенно не изменится. При возникновении возможных дефицитных периодов в качестве компенсационных мер могут быть использованы водные ресурсы Вилейского водохранилища.

Введение. Водным ресурсам присуща динамика, а их комплексное и рациональное использование невозможно без прогноза колебаний и изменений во времени. Характер колебаний водных ресурсов определяется климатическими факторами, но, начиная со второй половины 20 века, роль антропогенной составляющей в ряде случаев становится соизмеримой с природными воздействиями. Таким образом, можно констатировать, что

¹ Брестский ГТУ, Республика Беларусь

конец 20 – начало 21 века характеризуется направленной климатической изменчивостью и повышением антропогенной нагрузки на сток рек, особенно малых. Это не могло не сказаться на факторах формирования стока малых рек, их гидрологическом режиме и гидроэкологическом состоянии. Кроме того, воздействие антропогенных факторов на водный режим рек имеет как разнонаправленный характер, так и однонаправленный, что усиливает трансформацию водного режима.

Основные гидрологические характеристики речного стока не являются стабильными величинами. Под влиянием и при участии комплекса разнообразных по генезису и динамике факторов они непрерывно изменяются как по территории, так и во времени. Совокупность этих причин можно разделить на природные и антропогенные, которые различаются характером и последствиями своего влияния на водные ресурсы. Природные причины определяют пространственно-временные колебания водных ресурсов в зависимости от различий в физико-географических условиях, а также под влиянием годового и векового хода климатических условий влияющих на формирование водных ресурсов. Внутригодовые колебания происходят постоянно и последовательно. Вековые колебания происходят сравнительно медленно, распространяются на довольно обширные территории, носят обычно квазипериодический характер и стремятся к некоторой постоянной величине. Исследования показывают, что в историческое время эти отклонения не носили прогрессирующего характера. Периоды похолодания и потепления, засушливые и влажные чередуются во времени и общее состояние водных ресурсов и их качество существенно не изменяются. Главной особенностью естественных причин является то, что происходящие изменения не имеют односторонней тенденции.

Антропогенные причины являются следствием различных видов человеческой деятельности. Они влияют на водные ресурсы и качество вод сравнительно быстро и односторонне, в чем и состоит их главное отличие от природных причин. Виды хозяйственной деятельности, вызывающие изменения количественных и качественных характеристик водных ресурсов, весьма разнообразны, зависят от физико-географических условий территории, особенностей ее водного режима и характера использования.

Современные антропогенные воздействия на водосборах рек достигли ощутимых масштабов, серьезно влияют на речной сток и напрямую от степени освоения и развития той или иной территории. Беларусь относится к странам, где антропогенные воздействия проявляются в изменении-

ях стока. На процесс колебания стока влияют как антропогенные воздействия, так и природные факторы. Поэтому одной из главных задач является оценка степени влияния этих факторов.

Одной из наиболее нагруженных рек в Беларуси является река Вилия. Здесь налицо прямое изъятие воды для питания Вилейско-Минской водной системы, а также влияние современных климатических колебаний. Кроме того, планируется забор воды из реки для нужд Белорусской атомной электростанции (БелАЭС). Проблема усугубляется тем, что р. Вилия является трансграничной рекой Беларусь – Литва.

Целью настоящей работы является объективная оценка изменения режима стока р. Вилии в пределах Беларуси в современных условиях и на ближайшую перспективу для двух сценариев развития экономики и климата сценарии *A1B* и *B1*.

Исходные данные и методы исследования. Река Вилия (литовское название Нярис) протекает по территории Беларуси и Литвы, правый приток р. Неман (р. Нямунас) имеет длину 498 км, в пределах Беларуси 264 км. Площадь водосбора 25100 и 11000 км², соответственно, со среднегодовым расходом воды в устье около 186 м³/с, средний уклон водной поверхности 0,3 ‰. Река берет свое начало из небольшого болота в 1 км северо-восточнее д. Великое Поле Докшицкого района пересекает границу с Литвой в 2 км северо-западнее д. Жернели Островецкого района, впадает в р. Неман на территории Литвы около г. Каунаса. Основные правые притоки на территории Беларуси: Сервич, Нарочь, Стреча; левые притоки: Двиноса, Илия, Уша, Ошмянка. На реке создано Вилейское водохранилище, часть воды из которого по Вилейско-Минской водной системе перекачивается в р. Свислочь. Долина р. Вилии извилистая, хорошо развитая, в верхнем течении шириной 1...3 км, ближе к устью сужается до 0,2...0,4 км. Почти на всем протяжении террасы. Пойма в верхнем течении в основном заболоченная, шириной 200...400 м, ниже прерывистая, шириной 50...70 м, местами до 600 м, на участке между деревнями Стахи и Роздоры Вилейского района много стариц. Русло реки в верховье сильно извилистое, шириной от 1 до 2 м, около устья р. Ушы достигает 40...60 м, местами до 100 м. До впадения р. Болошенки 60...70 м. На реке много островов, осередков, встречаются порожистые участки. Берега крутые, в верховье торфянистые. Весеннее половодье начинается в конце марта и продолжается около 50 суток. Режим отличается интенсивным весенним половодьем (около 45 % годового стока) и низким стоянием воды в летнюю межень. После ввода в эксплуатацию

Вилейского водохранилища уровенный режим и расход воды ниже плотины в пределах Беларуси зарегулирован. Замерзание реки в верхнем течении наступает в начале декабря, в среднем и нижнем течении в конце декабря начале января. Ледоход на реке начинается во второй декаде марта от устья до верховья. Средняя температура воды летом 18...20 °С. На р. Вилии расположены города Вилейка, Вильнюс и Каунас. Почти все притоки Вилии канализованы. Всего в бассейне реки более 40 каналов общей протяженностью около 300 км [15].

Вилейское водохранилище было создано в первой половине 70-х годов прошлого столетия и введено в эксплуатацию в 1975...76 гг. Расположено в Вилейском районе на р. Вилии при слиянии ее с реками Сервич, Илии, Косутки в 5 км восточнее г. Вилейка. Это самый крупный искусственный водоем в Беларуси. Площадь водного зеркала составляет 63,8 км², длиной 27 км и наибольшей шириной 3 км при максимальной глубине 13 м. Длина береговой линии 137 км, объем воды 238 млн. м³, площадь водосбора составляет 4120 км². Распределение воды осуществляется следующим образом: сброс через плотину в р. Вилию около 75 %, в Вилейско-Минскую водную систему – 20 % и другие нужды 5 % [15].

Одной из задач исследования явилась оценка стационарности временных рядов стока р. Вилии с различной степенью антропогенной нагрузки. Для этих целей использованы временные ряды стока (годового, максимального, минимального летне-осеннего и минимального зимнего) р. Вилии в створах д. Стешицы (площадь водосбора $A = 1230 \text{ км}^2$ и периодом наблюдений с 1951 по 2014 гг.); г. Вилейка ($A = 4190 \text{ км}^2$ и периодами наблюдений с 1949 по 1974 гг., с 1976 по 1979 гг. и с 1981 по 2014 гг.); д. Михалишки ($A = 10300 \text{ км}^2$ и периодом наблюдений с 1946 по 2014 гг.) любезно представленные Брестским областным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Для удобства расчетов и сопоставимости полученных результатов принят единый расчетный период с 1946 по 2014 гг. продолжительностью 69 лет. Пропущенные и недостающие данные были восстановлены с помощью компьютерного программного комплекса «Гидролог» [3] с привлечением рек-аналогов согласно требованиям [12]. Как правило, для решения задачи восстановления пропущенных данных используются парные линейные уравнения регрессии вида:

$$Q(t) = \alpha \cdot Q_{\alpha}(t) + \beta, \quad (1)$$

где α и β – эмпирические коэффициенты.

Значения коэффициента корреляции при 60 совместных годах наблюдений колебались в пределах $r = 0,65 \dots 0,95$, что значительно больше критического значения равного $r_{кр.} = 0,25$.

Систематическое преуменьшение дисперсий исключалось путем дополнительного расчета погодичных (Q_i') значений по формуле [12]

$$Q_i' = \frac{Q_i - \bar{Q}_{n'}}{R} + \bar{Q}_{n'}, \quad (2)$$

где Q_i – погодичные значения гидрологической характеристики, рассчитанное по уравнению регрессии; $\bar{Q}_{n'}$ – среднее значение гидрологической характеристики за совместный период наблюдений.

В настоящее время все практические методы гидрологических и водохозяйственных расчетов базируются на принятии гипотезы стационарности естественного процесса многолетних колебаний годового стока, т.е. возможности переноса режимных характеристик определенных в прошлом в будущее в их неизменном виде. Это подтверждает опыт проектирования и эксплуатации многочисленных гидротехнических и водохозяйственных объектов.

Для оценки влияния антропогенных воздействий и природных факторов на сток, исходные временные ряды расходов воды анализировались за различные интервалы осреднения: с 1946 по 2014 гг. (весь период наблюдения, 69 лет); с 1946 по 1976 гг. (период до введения в строй Вилейского водохранилища, 31 год); с 1977 по 2014 гг. (период функционирования Вилейского водохранилища, 38 лет); с 1977 по 1987 гг. (период функционирования Вилейского водохранилища до начала современного потепления климата, 11 лет); с 1988 по 2014 гг. (период функционирования Вилейского водохранилища при современном потеплении климата, 27 лет).

При статистическом анализе временных рядов стока использованы следующие методики:

– для выявления тенденций изменений стока использовались хронологические графики колебаний, разностные интегральные кривые и линейные тренды;

– для оценки различий в статистических параметрах использовался критерий Стьюдента и критерий Фишера:

$$t = \frac{\bar{Q}_1 - \bar{Q}_2}{\sqrt{n_1 \cdot \hat{\sigma}_1^2 + n_2 \cdot \hat{\sigma}_2^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \quad (3)$$

$$F = \frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2}, \quad (4)$$

где \bar{Q}_1, \bar{Q}_2 – выборочные средние; $\hat{\sigma}_1^2$ и $\hat{\sigma}_2^2$ – выборочные дисперсии; n_1 и n_2 – объемы выборок.

Полученное значение t критерия Стьюдента и F – критерия Фишера сравнивалось с их критическими значениями при заданном уровне значимости $\alpha = 5\%$. Если $t > t_\alpha$, принимается гипотеза статистического различия двух выборочных средних, а при $F > F_\alpha$ принимается гипотеза статистического различия в колебаниях рассматриваемых рядов.

При использовании водных ресурсов необходимо обеспечить экологическую устойчивость речных водосборов. Основными элементами, характеризующими возможности эффективного использования речного стока, являются лимитирующие расходы и соответствующие им минимальные уровни воды в периоды летне-осенней и зимней межени. Эти расходы и уровни воды являются одними из определяющих параметров в течение года, как по условиям функционирования водных экосистем, так и по условиям водопотребления и водоотведения. При изъятии части речного стока в реке должен оставаться необходимый его объем, обеспечивающий нормальное функционирование водной экосистемы, и поддерживающий способность речной системы к самовосстановлению.

В настоящее время нет единого подхода для оценки характеристик стока, необходимого для поддержания хорошего экологического статуса водных объектов. В водохозяйственной практике принято, что экологическая безопасность реки обеспечивается сохранением в ней расхода воды в размере 75 % от минимального среднемесячного расхода, в год 95 % вероятности превышения [13]. В Европейском Союзе, начиная с 2000-х годов, дополнительными условиями для экологического функционирования речных экосистем признаются требования по обеспечению условий проточности. Это связано с определенными требованиями к скоростному режиму потока и связанными с ними русловыми процессами, включая заиление и транспорт наносов.

Оценка экологического стока должна включать не только минимальные значения, но и учитывать внутригодовое распределение стока и

изменчивость по годам. Рассматривая более простую реализацию способа переноса обеспеченностей [14], при котором принимаются следующие переходы: $Q_{\text{эк}}^{50} \geq Q_{\text{мес}}^{75}$, $Q_{\text{эк}}^{75} \geq Q_{\text{мес}}^{90}$, $Q_{\text{эк}}^{95} \geq Q_{\text{мес}}^{99}$. Получены значения экологического стока для трех основных расчетных обеспеченностей. Возможно два близких варианта выбора перехода обеспеченностей:

- 25% \Rightarrow 5% , 50% \Rightarrow 25% , 99% \Rightarrow 95% ;
- 25% \Rightarrow 5% , 75% \Rightarrow 50% , 99% \Rightarrow 95% .

Первый вариант ближе к методу перехода предложенному в [10], только с добавлением одной точки 25% \Rightarrow 5% . Второй вариант составлен в большей степени интуитивно, но при этом базируется на подходах описанных выше.

Как и в случае с минимальным месячным стоком, наиболее эффективно описывает исходные данные функция плотности распределения случайной величины Крицкого-Менкеля. Для оценки параметров данной функции решается система дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} 1 - 0,95 = \int_0^{Q_{99\%}} \left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{\gamma}{b}} \frac{1}{\bar{Q} \cdot b \cdot \Gamma(\gamma)} \left(\frac{q}{\bar{Q}} \right)^{\frac{\gamma}{b}-1} e^{-\left(\frac{\Gamma(\gamma+b)q}{\Gamma(\gamma)\bar{Q}} \right)^{\frac{1}{b}}} dq \\ 1 - 0,25 = \int_0^{Q_{50\%}} \left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{\gamma}{b}} \frac{1}{\bar{Q} \cdot b \cdot \Gamma(\gamma)} \left(\frac{q}{\bar{Q}} \right)^{\frac{\gamma}{b}-1} e^{-\left(\frac{\Gamma(\gamma+b)q}{\Gamma(\gamma)\bar{Q}} \right)^{\frac{1}{b}}} dq \\ 1 - 0,05 = \int_0^{Q_{25\%}} \left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{\gamma}{b}} \frac{1}{\bar{Q} \cdot b \cdot \Gamma(\gamma)} \left(\frac{q}{\bar{Q}} \right)^{\frac{\gamma}{b}-1} e^{-\left(\frac{\Gamma(\gamma+b)q}{\Gamma(\gamma)\bar{Q}} \right)^{\frac{1}{b}}} dq \end{cases} \quad (5)$$

где b, γ, \bar{Q} – искомые параметры распределения случайной величины расхода воды; $\Gamma(\gamma)$ – гамма-функция; $Q_{P\%}$ – расход воды в водотоке $P\%$ -ой обеспеченности, м³/с.

Аналогичное уравнение составляется и для второго варианта переноса обеспеченностей. Решая уравнения, получаем две функции плотности распределения экологического стока. Как видно на рис. 1, для экологического стока кривая несколько сместилась влево и приобрела вид близкий к нормальному закону распределения. Кроме этого, используемые два варианта переноса обеспеченностей дали сходные результаты.

Для прогнозных оценок изменения водности р. Вилии адаптирован метод гидролого-климатических расчетов (ГКР), предложенный

В.С. Мезенцевым, основанный на совместном решении уравнений водного и теплоэнергетического балансов [11]. Положив в основу гидролого-климатическую гипотезу В.С. Мезенцева [11], нами разработана многофакторная модель, включающая стандартное уравнение водного баланса участка суши с независимой оценкой основных элементов баланса (атмосферные осадки, суммарное испарение и климатический сток) в годовом разрезе. Разработанная модель использована для оценки возможных изменений водных ресурсов рек в зависимости от тех или иных гипотез климатических колебаний и антропогенных воздействий на характеристики водосборов.

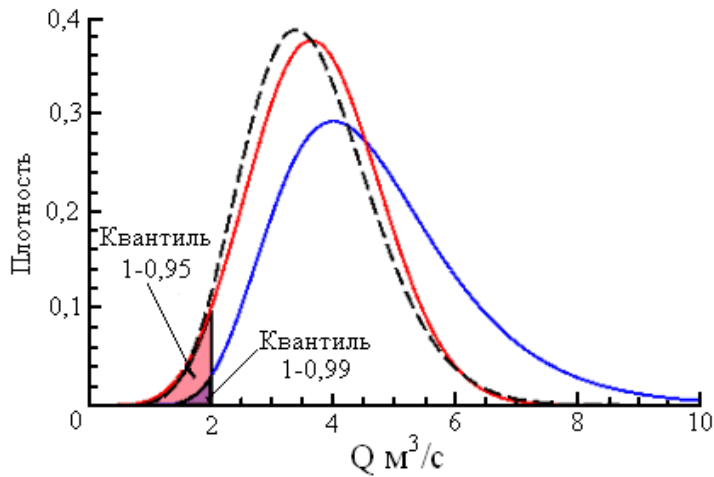


Рис. 1. Кривые плотности распределения среднегодового стока (сплошная синяя) и экологического стока (штриховая черная и сплошная красная).

Уравнение водного баланса речного водосбора за некоторый промежуток времени имеет вид:

$$Y_k(I) = H(I) - E(I) \pm \Delta W(I), \quad (6)$$

где $Y_k(I)$ – суммарный климатический сток, мм; $H(I)$ – суммарные ресурсы увлажнения, мм; $E(I)$ – суммарное испарение, мм; $\Delta W(I)$ – изменение влагозапасов деятельного слоя почвогрунтов, мм; I – интервал осреднения.

Суммарное испарение находится по формуле:

$$E(I) = E_m(I) \left[1 + \frac{\left(\frac{E_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)} \right)^{n(I)}}{\left(\frac{KX(I) + g(I)}{W_{HB}} + V(I) \right)^{n(I)}} \right]^{\frac{1}{n(I)}}, \quad (7)$$

где $E_m(I)$ – максимально возможное суммарное испарение, мм; W_{HB} – наименьшая влагоемкость почвы, мм; $V(I) = W(I)/W_{HB}$ – относительная влажность почвогрунтов на начало расчетного периода; $KX(I)$ – сумма измеренных атмосферных осадков, мм; $g(I)$ – грунтовая составляющая водного баланса, мм; $r(I)$ – параметр, зависящий от водно-физических свойств и механического состава почвогрунтов; $n(I)$ – параметр, учитывающий физико-географические условия стока.

Относительная влажность почвы на конец расчетного периода определяется из соотношений

$$V(I+1) = V(I) \cdot \left(\frac{V_{cp}(I)}{V(I)} \right)^{r(I)} ; \quad (8)$$

$$V_{cp}(I) = \left(\frac{\frac{KX(I) + g(I)}{W_{HB}} + V(I)}{\frac{E_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)}} \right)^{\frac{1}{r(I)}} . \quad (9)$$

Полученные значения $V_{cp}(I)$ сравнивают с относительной величиной полной влагоемкости $V_{ПВ}$. Если $V_{cp}(I) \leq V_{ПВ}$, то принимается расчетное значение относительной средней влажности, в противном случае, когда $V_{cp}(I) \geq V_{ПВ}$ к расчету принимается $V_{cp}(I) = V_{ПВ}$, разница $(V_{cp}(I) - V_{ПВ}) \cdot W_{HB}$ относится к поверхностному стоку.

Величина атмосферных осадков в месяцы холодного периода за вычетом величины суммарного испарения переносится на период половодья, т.е. на март.

Максимально возможное суммарное испарение находится по методике, описанной в работе [4].

Суммарные ресурсы увлажнения определяются следующим образом:

$$H(I) = KX(I) + W_{HB}(V(I) - V(I+1)). \quad (10)$$

Решение системы уравнений (6) – (10) осуществляется методом итераций до тех пор, пока значение относительной влажности почвогрунтов на начало расчетного интервала не будет равно значению относительной влажности на конец последнего интервала. При расчете начальное значение влажности принимается равным значению наименьшей влагоем-

кости, т.е. $W(1) = W_{HB}$, откуда $V(1) = 1$. Сходимость решения метода ГКР достигается уже на четвертом шаге расчета.

Корректировка климатического стока осуществляется с помощью коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов на формирование руслового стока, т.е.

$$Y_p(I) = k(I) \cdot Y_k(I), \quad (11)$$

где $Y_p(I)$ – суммарный русловой сток, мм; $k(I)$ – коэффициент, учитывающий гидрографические характеристики водосбора.

Моделирование водного баланса исследуемой реки реализовано в виде компьютерной программы и осуществляется в два этапа. На первом этапе производится настройка модели по известным составляющим водного и теплового балансов исследуемой реки. При настройке модели преследуется цель достичь наибольшего соответствия рассчитанного климатического и руслового стоков. Первый этап заканчивается построением графиков климатического и руслового стока и выводом ошибки моделирования.

Хорошее совпадение измеренного и рассчитанного стока свидетельствует о корректности модели. Полученные параметры модели использованы при проведении численного эксперимента.

Второй этап представляет собой непосредственный расчет водного баланса исследуемой реки, используя параметры, полученные при калибровке модели. Расчет элементов водного баланса исследуемой реки производится с учетом конкретных особенностей рассматриваемого водосбора [7].

Результаты моделирования свидетельствуют о высокой точности расчета водного баланса как для практического применения, так и для теоретических исследований, что проверено на большом количестве рек Беларуси с площадью водосбора около 1000 км², на которых ведутся гидрометрические наблюдения. Таким образом, программа «Баланс» при наличии данных об атмосферных осадках, температуре воздуха, дефиците влажности воздуха на расчетный период и современные значения стока воды реки, а также гидрографических характеристик водосбора позволяет получить прогнозные оценки водного баланса малых рек Беларуси на расчетную перспективу.

Решение уравнения водного баланса для водосбора связано с определением среднего значения тех элементов, наблюдения за которыми ведутся в отдельных точках водосбора. Поэтому одной из главных составляющих моделирования водного режима является корректная оценка климатических характеристик и их осреднение по водосбору. Это, в свою

очередь, вызывает необходимость интерполяции и осреднения используемых величин. Применяемые в настоящее время методы оценки среднего значения того или иного балансового элемента на водосборе, по существу, являются вариантами способа нахождения среднего взвешенного. Методы осреднения, как правило, отличаются лишь в части приемов оценки весовых коэффициентов; однако, учету основных факторов формирования балансовых элементов уделяется недостаточное внимание.

Пространственно-временное распределение атмосферных осадков зависит от направления движения циклонов, положения фронтальных разделов, происхождения и мощности воздушных масс, от рельефа местности, экспозиции склонов и ряда других факторов.

Каждый бассейн имеет различную конфигурацию, специфическое строение поверхности с присущей ей гаммой индивидуальных свойств. Поэтому распределение величин осадков и стока по реальным периодам на реальных территориях, как правило, пестрое, а их, так называемые, поля уже в силу этого – неоднородные и анизотропные.

В качестве исходной функции распределения гидрометеорологической характеристики в речном бассейне принимается функция $x(\varphi, \lambda, H)$ заданная в табличном виде, в которой λ, φ – принимаемые прямоугольные координаты (географическая широта, долгота) расчетного пункта, H – абсолютная отметка поверхности земли в данном пункте. На основе теоремы Вейерштрасса возможно аналитическое выражение исходной функции распределения гидрометеорологической характеристики, ранее заданной в табличном виде. Это приводит к замене точечных данных наблюдений аппроксимирующей функцией трехмерной нелинейной (полиномиальной) интерполяции.

Нами, на материалах Беларуси, выполнено, с использованием аналогичного подхода, исследование связей климатических характеристик с определяющими их факторами. При этом, использован дифференцированный подход к учету в структуре регрессионной модели трех групп формирующих факторов. Во-первых, – фоновых факторов, определяемых глобальными влагопереносами в атмосфере и, естественно, участвующими в формировании климатических характеристик над всей рассматриваемой территорией. Во-вторых, – региональных факторов, влияющих на ограниченную территорию, охваченной инструментальными наблюдениями. В-третьих, – местных факторов, оказывающих свое влияние на режим кли-

матических характеристик в пределах ограниченной и не охваченной инструментальными наблюдениями территории [2].

В зависимости от точности описания структуры месячных норм климатических характеристик, могут использоваться различные регрессионные уравнения. Так, нормы климатических характеристик за различные интервалы осреднения (месяц, сезон, год) в первом приближении, могут быть оценены по линейным регрессионным зависимостям типа [1]:

$$X_j = a_{1j} \cdot \varphi + a_{2j} \cdot \lambda + a_{3j} \cdot H + a_{0j}, \quad (12)$$

где X_j – месячная (сезонная, годовая) норма ЭВБ в расчетном пункте, мм; λ, φ – условные прямоугольные координаты (широта, долгота) расчетного пункта, принимаемые, относительно некоторого пункта, км; H – абсолютная отметка поверхности земли (в Балтийской системе) в расчетном пункте, м; $a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, a_{0j}$ – коэффициенты частных уравнений регрессии для оценки норм климатических характеристик за различные интервалы осреднения.

Зная значения климатических характеристик, можно определить средний их слой для водосборного бассейна по выражению:

$$\bar{X}_A = \frac{1}{A \cdot \Delta H} \cdot \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \int_{H_1}^{H_2} X(\varphi, \lambda, H) d\varphi d\lambda dH, \quad (13)$$

где A – площадь водосбора, км²; $\varphi_1, \varphi_2, \lambda_1, \lambda_2$ – координаты крайних точек водосбора, м; $\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$ – разность максимальной и минимальной абсолютных отметок поверхности водосбора, м.

Методика имитационного моделирования апробирована автором практически на всех основных климатических характеристиках. Это дало возможность привлечь дополнительно большой объем гидрометеорологической информации о возможных вариантах значений и изменений, случайных величин входящих в балансовые уравнения.

При настройке моделей по предлагаемой методике возникли проблемы с определением параметров для зимних месяцев. Дело в том, что модель недостаточно точно учитывала участвовавшие в последнее время оттепели. Поэтому нами проведена корректировка модели, учитывающая оттепели. Полученная при настройке модели разница между русловым и климатическим стоком относилась к стоку, сформировавшемуся во время оттепелей, которая фиксировалась в настройках модели. При прогнозиро-

вании стока будущего эта составляющая добавлялась непосредственно к стоку, а ее величина отнималась от атмосферных осадков соответствующего месяца и на период половодья переносились осадки за вычетом суммарного испарения и стока в период оттепелей. Причем величина стока в период оттепелей корректировалась с учетом прогнозируемой температуры соответствующего месяца. В первом приближении величину этого стока можно принять из соотношения месячных температур воздуха и величины стока, в период оттепелей полученной при настройке модели.

Прогнозные оценки изменения стока р. Вилии в створе с. Михалишки осуществлялись по следующей схеме. Настраивалась модель по средним многолетним данным по речному стоку, атмосферным осадкам, температуре воздуха и дефициту влажности воздуха. Полученные параметры сохранялись в памяти машины. Затем вводились прогнозные величины для соответствующей перспективы по тем метеостанциям, которые были использованы при настройке модели. Считывались параметры настройки модели, и осуществлялась прогнозная оценка. Полученные значения климатического стока сравнивались между собой по соотношению

$$\Delta_{кл.} = \frac{Y_{кл.}^{пр.}}{Y_{кл.}^{сов.}} \cdot 100\% .$$

Полученные результаты и их анализ. На рис. 2 представлен хронологический ход годовых, максимальных, минимальных летне-осенних и минимальных зимних расходов воды р. Вилии на трех гидрологических постах: у д. Стешицы, г. Вилейка и с. Михалишки. Как видно на графиках имеет место уменьшение годового стока в створе с. Михалишки, г. Вилейка и неизменный сток в створе д. Стешицы. В первых двух случаях это обусловлено изъятием стока в ВМВС, а в створе находящемся выше водохранилища заметных изменений не произошло. Для максимального стока по всей реке наблюдается существенное снижение максимальных расходов воды. Это обусловлено природными факторами (повсеместно на территории Беларуси наблюдается снижение максимальных расходов воды весеннего половодья [8, 9]). Общая тенденция изменения минимального стока на территории Беларуси это повсеместное увеличение зимнего стока, вызванное современным потеплением в холодный период. Это вызывает частые оттепели и повышение стока, летний сток не изменился за исключением Полесья, где произошло некоторое повышение стока, вызванное крупномасштабными мелиорациями и сработкой вековых запасов грунтовых вод верхних горизонтов [5]. Колебания минимального стока, в

створах г. Вилейка и с. Михалишки, как в летне-осенний, так и в зимний период определены режимом работы водохранилища и носят предсказуемый характер.

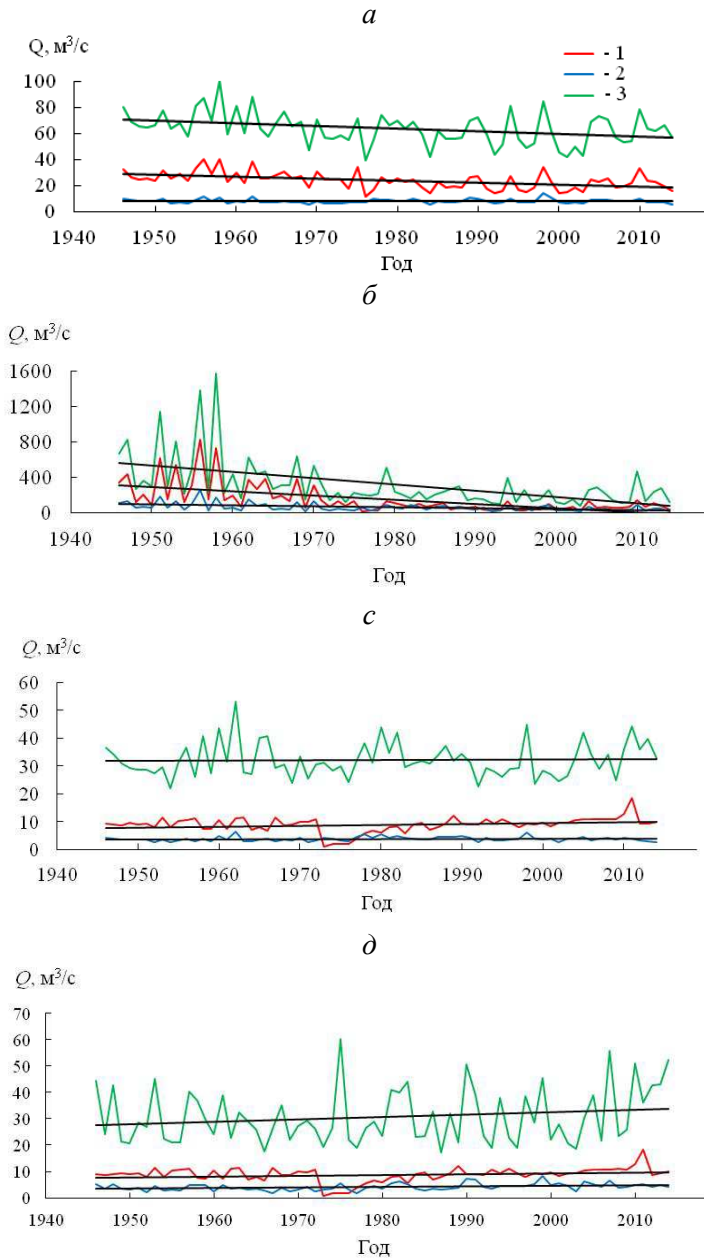


Рис. 2. Хронологический ход стока р. Вилии в различные сезоны года. *a* – годовой сток, *б* – максимальный сток, *в* – минимальный летне-осенний сток, *д* – минимальный зимний сток. 1 – Вилейка, 2 – Стешицы, 3 – Михалишки.

В табл. 1 представлены выборочные оценки основных статистических параметров рассматриваемых временных рядов стока за различные периоды осреднения. Эмпирические кривые обеспеченности для всех периодов осреднения соответствуют трёхпараметрическому гамма-распределению, а соотношение коэффициента асимметрии (C_s) к коэффициенту вариации (C_v), как правило, не превышает $C_s = 1...2C_v$. Поскольку функция распределения вероятностей стока при таких оценках параметров незначительно отличается от функции нормального распределения, применение параметрических критериев для проверки статистических гипотез можно считать допустимым. Гистограммы, построенные для рассматриваемых расходов воды, свидетельствует, что распределение близко к нормальному.

Таблица 1

Статистические параметры расходов воды р. Вилюя за различные периоды осреднения

Параметр	Вид стока											
	средний годовой			максимальны й			минимальный летне-осенний			минимальный зимний		
	Стешицы	Вилюя	Михалишки	Стешицы	Вилюя	Михалишки	Стешицы	Вилюя	Михалишки	Стешицы	Вилюя	Михалишки
<i>Период осреднения 1946...2014 гг.</i>												
Q_{cp}	8,27	24,0	63,7	61,6	152	319	3,73	8,81	32,1	4,16	8,80	30,7
C_v	0,19	0,27	0,19	0,72	1,09	0,88	0,22	0,30	0,19	0,31	0,30	0,34
C_s	1,11	0,47	0,35	1,90	2,32	2,67	0,95	-0,52	0,95	0,67	-0,52	0,88
$Q_{P=5\%}$	11,4	32,8	72,1	147	507	872	5,17	12,2	38,2	6,48	12,2	48,3
$Q_{P=10\%}$	10,5	30,4	68,9	117	360	659	4,75	11,2	36,9	5,84	11,2	43,0
$Q_{P=90\%}$	6,58	18,2	55,8	23,3	24,9	94,5	2,91	6,80	28,3	2,71	6,79	20,5
$Q_{P=95\%}$	6,32	16,9	53,4	18,5	16,3	72,2	2,76	6,43	27,3	2,42	6,43	18,5
<i>Период осреднения 1946...1976 гг.</i>												
Q_{cp}	8,09	27,5	67,6	79,2	255	463	3,51	8,25	31,6	3,59	8,25	29,3
C_v	0,19	0,23	0,18	0,72	0,79	0,77	0,22	0,36	0,20	0,29	0,36	0,33
C_s	1,05	0,08	0,38	1,27	1,37	1,77	1,86	-1,40	1,43	0,36	-1,40	1,44

Параметр	Вид стока											
	средний годовой			максимальны й			минимальный летне-осенний			минимальный зимний		
	Стешицы	Виляя	Михалишки	Стешицы	Виляя	Михалишки	Стешицы	Виляя	Михалишки	Стешицы	Виляя	Михалишки
$Q_{P=5\%}$	9,78	37,5	80,5	207	689	1234	4,89	13,1	43,6	5,10	13,1	46,6
$Q_{P=10\%}$	9,39	35,0	77,1	161	534	953	4,49	11,6	40,1	4,69	11,6	41,2
$Q_{P=90\%}$	7,07	21,0	59,7	25,9	86,0	166	2,74	5,88	24,8	2,67	5,88	21,0
$Q_{P=95\%}$	6,82	19,4	57,7	19,9	66,0	131	2,59	5,45	23,5	2,46	5,45	19,5
	<i>Период осреднения 1977 – 2014 гг.</i>											
Q_{cp}	8,43	21,2	60,5	47,3	67,5	202	3,91	9,27	32,5	4,62	9,26	31,7
C_v	0,19	0,24	0,18	0,49	0,51	0,48	0,20	0,25	0,18	0,29	0,25	0,35
C_s	1,16	0,71	0,16	0,33	0,59	1,43	0,46	1,08	0,51	0,56	1,09	0,55
$Q_{P=5\%}$	10,2	29,1	71,4	93,2	134	402	5,42	13,0	38,4	6,55	13,0	49,9
$Q_{P=10\%}$	9,80	26,9	68,9	80,3	114	334	4,98	11,9	37,1	6,02	11,9	45,0
$Q_{P=90\%}$	7,38	16,4	53,2	21,0	31,5	109	3,03	7,28	28,7	3,47	7,27	21,0
$Q_{P=95\%}$	7,11	15,5	51,3	16,4	25,6	94,9	2,85	6,90	27,4	3,22	6,89	18,8
	<i>Период осреднения 1977 – 1987 гг.</i>											
Q_{cp}	8,26	21,1	61,2	60,1	78,3	237	4,34	7,02	34,4	4,00	7,02	29,0
C_v	0,15	0,18	0,15	0,33	0,45	0,40	0,15	0,24	0,14	0,33	0,24	0,32
C_s	-0,21	-0,39	-0,77	0,02	-0,24	2,59	0,33	-0,29	1,15	0,26	-0,29	0,49
	<i>Период осреднения 1988 – 2014 гг.</i>											
Q_{cp}	8,50	21,2	60,2	42,1	63,2	188	3,74	10,2	31,8	4,87	10,2	32,8
C_v	0,21	0,26	0,20	0,54	0,53	0,51	0,21	0,19	0,19	0,26	0,19	0,36
C_s	1,24	0,83	0,34	0,65	0,99	1,31	0,81	2,92	0,60	0,91	2,90	0,47

Примечание: Q приведено в м³/с.

Анализ однородности рядов стока. Рассмотрим устойчивость выборочных статистик (средних, коэффициентов вариации) для периодов осреднения 1946...1976 гг. и 1977...2014 гг. (оценка влияния ВМВС) и 1977...1987 гг. и 1988...2014 гг. (до и в период современного потепления климата) применительно к анализируемым видам стока и створам

р. Вилии. В табл. 2 приведены матрицы статистических критериев Стьюдента (t) и Фишера (F).

Таблица 2

Статистические критерии для различных интервалов осреднения и видов стока р. Вилии в исследуемых створах

Период	Створ					
	д. Стейшицы		г. Вилейка		с. Михалишки	
	t	F	t	F	t	F
<i>Годовой</i>						
1946...1976 – 1977...2014	0,90	1,19	4,56	1,50	2,50	1,29
1977...1987 – 1988...2014	0,47	2,06	0,04	2,06	0,28	1,25
<i>Максимальный</i>						
1946...1976 – 1977...2014	2,93	6,00	5,13	34,4	3,93	13,7
1977...1987 – 1988...2014	1,21	1,33	1,21	1,12	1,45	0,53
<i>Минимальный летне-осенний</i>						
1946...1976 – 1977...2014	2,13	1,55	1,57	1,55	0,62	1,27
1977...1987 – 1988...2014	2,43	1,43	5,04	1,38	1,61	1,61
<i>Минимальный зимний</i>						
1946...1976 – 1977...2014	3,67	1,79	1,55	1,55	0,96	1,34
1977...1987 – 1988...2014	1,85	1,10	5,02	1,39	1,06	1,61

Примечание: Выделенные значения статистически значимы.

Рассмотрим изменение стока р. Вилии, вызванное строительством ВМВС, т.е. сравним изменения происшедшие со стоком за периоды 1946...1976 гг. и 1977...2014 гг.

Как показал совместный анализ табл. 2 и 3 средний годовой сток на р. Вилии в створах г. Вилейка и с. Михалишки, за рассматриваемые периоды, уменьшился на 6,3 и 7,2 м³/с соответственно, причем различия являются статистически значимыми. Это обусловлено изъятием воды в ВМВС. В створе д. Стейшицы имеет место тенденция увеличения среднего годового стока. Увеличение составляет 0,34 м³/с. Хотя величина статистически не значима, тенденция вызвана мелиорацией, как и на территории Полесья [8]. Как показал анализ дисперсий, изменений в структуре колебания среднего годового стока р. Вилии не отмечается, значения F -критериев не превышали критических. Максимальные расходы воды существенно уменьшились и составили 31,9; 187,5; 261 м³/с соответственно, при этом изменился характер и существенно уменьшилась амплитуда колебаний. Это вызвано наполнением водохранилища в этот период и частыми зимними оттепелями. Минимальный летне-осенний сток реки увеличился во всех рассматриваемых створах и составил – г. Вилейка и с. Михалишки 1,02 и 0,9 м³/с (статистиче-

ски не значимо) соответственно, и определено планом управления водохранилищем, то статистически значимое увеличение стока в створе д. Стейшицы равно $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ вызвано мелиоративными воздействиями [8]. Характер колебаний минимального летне-осеннего стока, судя по F -критериям, существенных изменений не претерпел по всем рассматриваемым створам. Аналогичная картина произошла и с минимальным зимним стоком. Увеличение стока составило 1,03, 1,01 и $2,4 \text{ м}^3/\text{с}$ соответственно. В створе д. Стейшицы увеличение произошло, причем статистически значимо, вследствие зимних оттепелей, выше водохранилища помимо климатического фактора, решающую роль сыграл антропогенный фактор – попуски воды из водохранилища. Характер колебаний минимального зимнего стока существенных трансформаций не претерпел.

Определенный интерес представляет оценка изменения стока при современном потеплении климата. С этой целью сравнивались два периода: 1977...1987 гг. (ввод в эксплуатацию водохранилища до начала современного потепления) и 1988...2014 гг. (начало современного потепления). Как показал анализ, статистически значимых изменений в стоке не произошло. Исключение составил минимальный летне-осенний сток в створах д. Стейшицы и г. Вилейка. В первом случае произошло уменьшение стока на $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$, а во втором – рост на $3 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таким образом, проверка гипотезы об однородности рассматриваемых параметров годового, максимального, минимальных летне-осеннего и зимнего стока для периодов с разными интервалами осреднения основана на использовании критериев Стьюдента и Фишера. Как показал анализ, для некоторых отрезков расхождения в параметрах существенны и могут быть признаны статистически достоверными.

Скорость изменения временных рядов расходов воды р. Вилии в рассматриваемых створах оценивалась с помощью линейных градиентов (α) численно равных произведению коэффициента регрессии линейных трендов (α) на 10 лет. Градиент характеризует изменение расхода воды в $\text{м}^3/\text{с}$ за 10 лет. Значения градиентов стока и их значимость с помощью коэффициентов корреляции (r) приведены в табл. 3.

Для всего рассматриваемого периода (1946...2014 гг.) статистически значимые линейные отрицательные градиенты имеют место для средних годовых расходов воды в створах г. Вилейка и с. Михалишки $-1,53$ и $-2,10 \text{ м}^3/\text{с}$ в 10 лет, соответственно. Это вызвано изъятием воды для ВМВС. Во всех створах градиенты максимальных расходов воды отрицательны и статисти-

чески значимые и составляют -10,2, -47,9 -71,9 м³/с за 10 лет, соответственно. Здесь налицо действие двух факторов антропогенного – наполнение водохранилища и природного – современного потепления климата. Для минимального стока статистически значимый положительный градиент наблюдался в зимний период в створе д. Стейшицы и составил 0,24 м³/с за 10 лет, что характерно для всей территории Беларуси [6].

Таблица 3

Статистические параметры линейных трендов изменения расходов воды р. Вилии за различные периоды осреднения

Параметр	Сток											
	средний годовой			максимальный			минимальный летне-осенний			минимальный зимний		
	Стейшицы	Вилия	Михалишки	Стейшицы	Вилия	Михалишки	Стейшицы	Вилия	Михалишки	Стейшицы	Вилия	Михалишки
<i>Период осреднения 1946...2014 гг.</i>												
α :10	-0,02	-1,53	-2,10	-10,2	-47,9	-71,9	0,03	0,31	0,12	0,24	0,31	0,95
r	-0,02	-0,48	-0,35	-0,46	-0,58	-0,51	0,07	0,23	0,04	0,37	0,23	0,18
<i>Период осреднения 1946...1976 гг.</i>												
α :10	-0,63	-2,11	-5,62	-23,7	-83,5	-151	-0,02	-1,59	-0,64	-0,24	-1,56	-0,63
r	-0,38	-0,31	-0,41	-0,38	-0,38	-0,38	-0,02	-0,49	-0,09	-0,21	-0,49	-0,06
<i>Период осреднения 1977...2014 гг.</i>												
α :10	-0,20	0,16	-0,33	-7,06	-0,24	-12,8	-0,34	1,40	-0,13	0,24	1,39	2,94
r	-0,13	0,04	-0,03	-0,34	-0,01	-0,15	-0,47	0,66	-0,02	0,20	0,66	0,30
<i>Период осреднения 1977...1987 гг.</i>												
α :10	-2,36	-3,86	-12,7	17,1	16,6	-52,3	-1,22	3,38	-4,39	-0,11	3,38	0,17
r	-0,64	-0,33	-0,47	0,29	0,16	-0,18	-0,61	0,67	-0,30	-0,03	0,67	0,01
<i>Период осреднения 1988...2014 гг.</i>												
α :10	-0,61	0,66	0,83	-4,51	11,9	12,5	-0,31	0,82	2,27	-0,11	0,80	4,75
r	-0,27	0,09	0,06	-0,16	0,28	0,10	-0,32	0,33	0,29	-0,07	0,32	0,32

Примечание: Выделенные значения статистически значимы.

Для периода наблюдений (1946...1976 гг.) наблюдается повсеместное снижение стока. Статистически значимо уменьшился среднегодовой сток в створах д. Стейшицы и с. Михалишки, градиент -0,63 и -5,62 м³/с в 10 лет соответственно; максимальный сток во всех створах: -23,7, -83,5, -151 м³/с в 10 лет; минимальный сток как летне-осенний, так и зимний статистически значимо уменьшился в створе г. Вилейка и составил -1,59 и -1,56 м³/с в 10 лет соответственно.

В период с 1977 по 2014 гг. (время функционирования ВМВС) преобладает тенденция уменьшения стока. Статистически значимо уменьшался максимальный и минимальный летне-осенний сток в створе д. Стейшицы $-7,06$ и $-0,34$ м³/с в 10 лет, соответственно. Статистически значимое увеличение градиента минимального стока в створе г. Вилейка вызвано особенностями управления водным режимом водохранилища.

В период с 1977 по 1987 гг. (период работы водохранилища до начала современного потепления) наблюдалось преобладание уменьшения градиента стока, повторяя, как правило, предыдущий период.

В период современного потепления климата статистически значимых градиентов не наблюдалось. Это обусловлено влиянием водного режима водохранилища.

Таким образом, в результате выполненного анализа во временных рядах стока р. Вилии установлена статистическая неоднородность, т.е. в бассейне реки имеет место интенсивная хозяйственная деятельность, существенно нарушающая естественный гидрологический режим.

Современные статистические оценки стока р. Вилии – с. Михалишки. Для рек, в бассейнах которых имеет место интенсивная хозяйственная деятельность, существенно нарушающая естественный гидрологический режим, определение расчетных гидрологических характеристик производят по двум расчетным схемам [12]:

– приведение гидрологических рядов наблюдений к естественным однородным стационарным условиям;

– гидрологические ряды наблюдений приводят к бытовому стоку за весь период наблюдений в предположении, что сложившийся комплекс хозяйственной деятельности с учетом реальных планов развития народного хозяйства действовал с начала наблюдений.

В нашем случае целесообразно воспользоваться второй схемой. Для оценки водных ресурсов р. Вилии на территории Беларуси необходимо получить параметры временных стоковых рядов в створе с. Михалишки. Как видно из данных табл. 2, нарушение в однородности временных рядов стока р. Вилии в створе с. Михалишки имеет место для среднегодовых и максимальных расходов воды. Восстановление стока за весь период наблюдений произведен методами регрессии в период с 1946 по 1976 гг., а в качестве реки-аналога использован створ д. Стейшицы на р. Вилли. Восстановленные ряды проверялись на однородность с использованием статистических методов. Определение основных расчетных гид-

рологических характеристик производились по данным за весь период наблюдений (1946...2014 гг.) без введения поправок на хозяйственную деятельность табл. 4. При этом, для среднегодовых расходов воды использовалось распределение Пирсона III типа, а для максимальных расходов воды – трехпараметрическое гамма распределение Крицкого-Менкеля, которые рекомендуются [12]. Минимальные расходы воды не требуют восстановления, так как попуски воды из водохранилища в маловодья регулировались в рамках естественного стока.

Таблица 4

Статистические параметры характерных расходов воды р. Вилии в створе с. Михалишки за расчетный период 1946...2014 гг.

Параметр	Сток			
	средний годовой	максимальный	минимальный летне-осенний	минимальный зимний
$Q_{cp}, \text{м}^3/\text{с}$	59,7	262	32,1	30,7
$Q_{P=1\%}, \text{м}^3/\text{с}$	89,1	973	41,9	59,8
$Q_{P=5\%}, \text{м}^3/\text{с}$	78,9	621	38,2	48,3
$Q_{P=10\%}, \text{м}^3/\text{с}$	73,9	490	36,9	43,0
$Q_{P=25\%}, \text{м}^3/\text{с}$	71,4	413	34,5	35,9
$Q_{P=50\%}, \text{м}^3/\text{с}$	58,7	222	31,9	29,5
$Q_{P=75\%}, \text{м}^3/\text{с}$	55,0	149	29,9	24,3
$Q_{P=90\%}, \text{м}^3/\text{с}$	46,9	104	28,3	20,5
$Q_{P=95\%}, \text{м}^3/\text{с}$	44,2	84,5	27,3	18,5
$Q_{P=99\%}, \text{м}^3/\text{с}$	35,5	58,0	25,7	15,4
C_v	0,18	0,71	0,19	0,34
C_s/C_v	2,89	2,81	4,95	2,58

Таким образом, полученные обеспеченные величины стока р. Вилия в створе с. Михалишки могут послужить основой для принятия тех или иных управленческих решений.

Экологический сток. Река Вилия и ее притоки имеют важное природоохранное значение для обеспечения благоприятных условий для проходных, полупроходных и других видов рыб, а также для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия прилегающих территорий. Литовская часть р. Вилии (Нерис) является зоной «Натура-2000», которая создана для охраны лосося, выдры, речной миноги, горчака и других видов рыб.

Специалистами ЦНИИКИВР с использованием математического моделирования водного режима, с учетом условий проточности по скоростному режиму и анализа расчетных глубин потока р. Вилии в створе с. Михалишки получены значения экологического стока равного 20,8 м³/с. Это соответствует уровню воды – 118,5 м БС при средней скорости течения – 0,4 м/с.

Используя вышеприведенную методику, автором определен экологический и свободный сток р. Вилии в створе р. Михалишки. Так как при приведении рядов стока к однородным условиям использовалась вторая схема, которая учитывает влияние существующих потребителей на водосборе, то экологический и свободный сток определен с учетом этих потребителей (табл. 5).

Таблица 5

Внутригодовое распределение стока р. Вилии в створе д. Михалишки

Месяц	Водность года								
	средний			маловодный			очень маловодный		
	естественный	экологический	свободный	естественный	экологический	свободный	естественный	экологический	свободный
Март	90,9	67,9	22,9	86,5	67,9	18,5	84,9	67,9	16,9
Апрель	128	90,9	37,3	152	90,9	60,9	114	90,9	22,7
Май	67,5	48,0	19,5	54,3	48,0	6,3	59,9	48,0	12,0
Июнь	56,1	28,9	27,2	38,0	28,9	9,1	36,1	28,9	7,21
Июль	44,4	24,3	20,1	49,5	24,3	25,2	30,3	24,3	6,06
Август	35,9	21,1	14,9	30,6	21,1	9,6	26,3	21,1	5,25
Сентябрь	36,2	21,1	15,1	33,3	21,1	12,3	26,3	21,1	5,25
Октябрь	43,6	23,3	20,3	39,5	23,3	16,2	29,1	23,3	5,81
Ноябрь	54,9	25,5	29,4	48,6	25,5	23,1	31,9	25,5	6,36
Декабрь	46,3	28,8	17,6	52,8	28,8	24,0	36,0	28,8	7,18
Январь	40,9	23,4	17,5	41,8	23,4	18,5	29,2	23,4	5,83
Февраль	59,5	21,6	37,9	33,5	21,6	11,9	26,9	21,6	5,38
Год	58,7	35,4	23,3	55,0	35,4	19,6	44,2	35,4	8,82

Внутригодовое распределение экологического стока осуществлялось по процентному распределению естественного стока очень маловодного года р. Вилии в створе с. Михалишки. Полученные результаты тесно коррелируют с результатами других авторов и использованием других методик, поэтому значения экологического стока вполне соответствуют ре-

альным значениям. Как видно из данных таблицы резерв свободного стока в самые маловодные месяцы составляет $5,25 \text{ м}^3/\text{с}$.

Расчетный экологический сток является величиной условной и зависит от принятой модели расчета. Поэтому реальные данные больших обеспеченностей, наблюдаемые на реке могут служить определенным ориентиром при оценке экологического стока. Анализ минимальных расходов воды р. Виляя в створе с. Михалишки за весь период инструментальных наблюдений дал следующие результаты: наименьший расход периода открытого русла составил $22,0 \text{ м}^3/\text{с}$ и наблюдался два раз с 02.07 по 03.07.1954 г.; наименьший расход зимнего периода составил $17,3 \text{ м}^3/\text{с}$ и наблюдался 26.12.1986 г. В табл. 6 представлены результаты анализа особо маловодных периодов за весь период наблюдений р. Виляя в створе с. Михалишки.

Таблица 6

Оценка особо маловодных периодов р. Виляя в створе с. Михалишки

Год	Количество суток маловодного периода	Дата	Среднесуточный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$	
1950	7	4.01	23,4	
		5.01	22,5	
		6.01	22,9	
		7.01	23,5	
		8.01	23,4	
		9.01	23,1	
		10.01	23,1	
	4	14.01	22,30	
		15.01	20,70	
		16.01	21,80	
		17.01	22,80	
	1954	1	27.11	22,10
	1955	1	1.12	21,40
	1961	1	31.12	23,10
1976	2	27.12	23,00	
		28.12	22,80	
1988	1	2.12	23,20	
1992	14	15-28.08	23,10	
	3	1.09	22,50	
		2.09	22,50	
		3.09	23,10	
2002	2	3.12	21,70	
		4.12	22,50	

Прогнозные оценки изменения стока р. Вилии на территории Беларуси. Водным ресурсам присуща динамика, а их комплексное и рациональное использование невозможно без прогноза колебаний и изменений во времени. Характер колебаний водных ресурсов определяется климатическими факторами, но, начиная со второй половины 20 века, роль антропогенной составляющей в ряде случаев становится соизмеримой с природными воздействиями. Таким образом, можно констатировать, что конец 20 – начало 21 века характеризуется направленной климатической изменчивостью и повышением антропогенной нагрузки на сток рек, особенно малых. Это не могло не сказаться на факторах формирования стока малых рек, их гидрологическом режиме и гидроэкологическом состоянии. Кроме того, воздействие антропогенных факторов на водный режим рек имеет как разнонаправленный характер, что взаимно компенсируется их влиянием, так и однонаправленный, что, в свою очередь, усиливает трансформацию водного режима.

В настоящее время на территории бассейна р. Вилии гидрологический режим водных объектов определяется не только естественными колебаниями метеорологических элементов, но и антропогенными факторами. При этом роль последних с каждым годом усиливается, несмотря на некоторый экономический спад, недоучет их может привести к значительным ошибкам при определении расчетных параметров.

В ходе исследования использовалась климатическая информация, а именно временные ряды наблюдений за температурой воздуха, атмосферными осадками с 1961 по 2010 гг. по метеостанциям, равномерно расположенным по бассейну р. Вилии.

Тенденции изменения метеорологических характеристик в бассейне р. Вилии представлены в работе [16]. В обобщенном виде результаты оценок тенденций метеорологических характеристик по метеостанции г. Вилейка представлены в табл. 7.

Таблица 7

Обобщение результатов расчета метеорологических характеристик в бассейне р. Вилии за период с 1986 по 2010 в сравнении с периодом с 1961...1986 гг.)

Интервал осреднения														12...2	3...5	6...8	9...11	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
<i>Изменение температуры воздуха, °С</i>														1,9	0,9	0,8	0,0	0,9
<i>Изменение количества осадков, %</i>														6	-2	5	-5	1
2,8	2,3	1,5	1,1	0,1	0,4	1,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	1,9	0,9	0,8	0,0	0,9		
16	22	5	-19	9	14	0	1	-1	4	-18	-12	6	-2	5	-5	1		

По рассмотренной методике выполнены прогнозные оценки по р. Вилии в створе с Михалишки для двух сценариев развития климата А1В и В1 в двух вариантах. Первый вариант без учета оттепелей и второй вариант с учетом оттепелей. Детальный анализ изменения стока бассейна р. Неман, в т.ч. и р. Вилии в створе с Михалишки выполнен в работе [16]. Исходя из анализа полученных прогнозных оценок изменения стока рек бассейна Немана, предпочтение следует отдавать варианту 2. На рис. 3 представлены графические материалы настройки модели прогнозирования стока по 2 варианту.

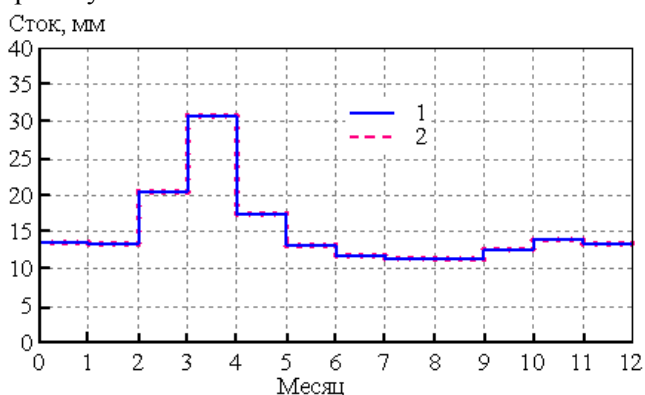


Рис. 3. Измеренный (1) и рассчитанный (2) сток р. Вилии в створе с Михалишки (результаты настройки модели).

На рис. 4 представлены современные и прогнозные значения речного стока для различных прогнозных климатических сценариев по варианту 2.

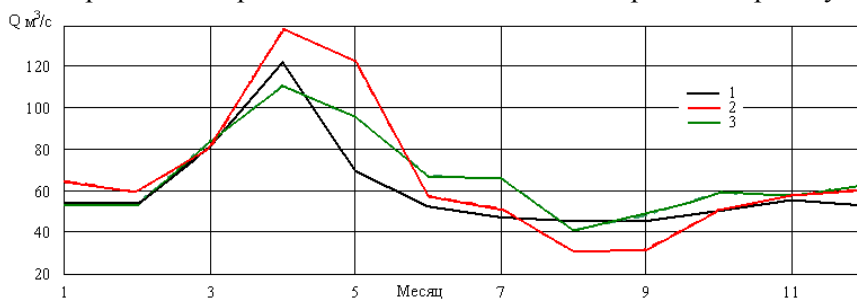


Рис. 4. Современный (1) и прогнозные (2 – прогноз А1В, 3 – прогноз В1) гидрографы стока р. Вилии в створе с Михалишки.

В табл. 8 приведены результаты расчетов прогнозных оценок для различных сценариев климата и двух вариантов модели. Полученные значения стока характеризуют средние многолетние величины. Как видно из данных табл. 8 существенных изменений стока не произойдет, так как прогнозные климатические параметры значимо не изменились. По вариан-

ту А1В прогнозируется некоторое увеличение зимнего и уменьшение летнего стока, при этом произойдет некоторое изменение гидрографа весеннего половодья в сторону увеличения максимальных расходов и продолжительности самого половодья. По сценарию В1 отмечается некоторое уменьшение максимальных расходов весеннего половодья, но при этом произойдет некоторое увеличение времени спада нисходящей ветви гидрографа. В летние месяцы сток существенно не изменится.

Таблица 8

Прогнозные оценки изменения стока р. Вилии в створе с. Михалишки

Параметр	Интервал осреднения												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Современный, м ³ /с	54,2	53,3	81,4	122	69,5	52,4	47,4	45,5	45,4	50,2	55,3	53,1	60,8
<i>Вариант 1</i>													
Прогноз А1В, %	135	119	182	181	167	121	160	119	114	122	129	162	135
Прогноз В1, %	145	121	160	158	161	120	132	91	106	145	140	189	145
<i>Вариант 2</i>													
Прогноз А1В, %	119	112	99	113	176	110	109	67	70	100	105	115	119
Прогноз В1, %	99	100	103	91	138	129	140	90	106	118	104	118	99

Перспективы новых водопользователей в водосборе. Полученные уточненные гидрологические характеристики стока воды р. Вилии в створе с. Михалишки в той или иной степени учитывают существующую структуру водопотребителей и водопользователей необходимую для принятия обоснованных проектных решений. Одним из важных потребителей в бассейне р. Вилии в ближайшее время станет производственное водоснабжение Белорусской АЭС. Территория Островецкой площадки АЭС располагается в северо-западной части Беларуси в пределах Островецкого района Гродненской области примерно в 2,6...3,0 км юго-восточнее населенного пункта Гоza. Река Вилия рассматривается в качестве основного источника технического водоснабжения Белорусской АЭС. Атомная электростанция с реакторами ВВЭР-1000 представляет собой сложный комплекс производственных зданий и сооружений, технологически связанных между собой. Для обеспечения надежного бесперебойного питания водой необходима постоянная подпитка свежей воды для двух энергоблоков – 2,54 м³/с, для четырех энергоблоков – 5,08 м³/с.

При проведении гидрологических изысканий на Островецкой площадке размещения АЭС и оценки воздействия на окружающую среду Белорусской АЭС в 2008...2009 гг. обоснована общая достаточность водных ресурсов р. Вилии как источника производственного водоснабжения АЭС.

Минимальный расчетный среднемесячный расход 95 % обеспеченности в р. Вилии – с. Михалишки составляет 26,3 м³/с. Следовательно, минимальный допустимый расход воды в р. Вилии после забора воды для производственного водоснабжения Белорусской АЭС при любых гидрологических условиях должен составлять не менее 21,1 м³/с.

При возникновении возможных дефицитных периодов в качестве компенсационных мер могут быть использованы водные ресурсы Вилейского водохранилища, которое, исходя из своего большого полезного объема, может рассматриваться как наиболее надежный резервный источник производственного водоснабжения БелАЭС.

Анализ планируемого на перспективу изъятия воды из Вилейского водохранилища для целей перекачки по ВМВС и для других водопользователей позволил специалистам ЦНИИКИВР сделать вывод о целесообразности и принципиальной возможности использования Вилейского водохранилища в качестве основного резервного источника производственного водоснабжения Белорусской АЭС. Существенный фактор, который нужно учитывать при организации попусков из Вилейского водохранилища – относительная удаленность данного водохранилища (более 100 км) от участка размещения поверхностного водозабора Белорусской АЭС, что обуславливает время добегания от водохранилища до требуемого участка в 3...4 суток. Поэтому при возникновении дефицита воды в контексте выполнения экологических ограничений на краткосрочный период до подхода дополнительных объемов из Вилейского водохранилища, в случае необходимости могут быть, в щадящем режиме (не на полный диапазон работы) произведены попуски из Ольховского водохранилища (водохранилища Ольховской ГЭС) и (или) Снягянского водохранилища (водохранилища Рачунской ГЭС).

Таким образом, дополнительное безвозвратное водопотребление АЭС и планируемый на перспективу рост безвозвратных изъятий в бассейне реки, которое по данным ЦНИИКИВР, не превысит 10 % стока 95 % обеспеченности, не окажет существенного воздействия на гидрологический режим р. Вилии.

Заключение. На основе комплексного анализа гидрометрической информации по р. Вилии в створах д. Стешицы, г. Вилейка и с. Михалишки за период с 1946 по 2014 гг. за среднегодовыми, максимальными, минимальными летне-осенними и зимними расходами воды установлена неоднородность во временных рядах среднегодовых расходов

воды по створам г. Вилейка и с. Михалишки; максимальных расходов воды по всем рассматриваемым створам; минимальных летне-осенних и зимних расходов воды в створах г. Вилейка и д. Стешицы.

По створу с. Михалишки гидрологические ряды наблюдений приводят к бытовому стоку за весь период наблюдений в предположении, что сложившийся комплекс хозяйственной деятельности с учетом реальных планов развития экономики действовал с начала наблюдений. Для створа с. Михалишки средний многолетний расход составляет – 59,7 м³/с, максимальный – 1570 м³/с, наименьший летне-осенней межени – 22,0 м³/с, зимней межени – 17,3 м³/с.

Для створа с. Михалишки определен экологический сток, который равен 21,1 м³/с, построены гидрографы экологического стока и определен свободный сток в годовом разрезе для различных по водности лет.

На основе гидролого-климатической гипотезы и многофакторной модели, включающей стандартное уравнение водного и теплоэнергетического балансов речных водосборов с независимой оценкой основных элементов баланса (атмосферные осадки, суммарное испарение и климатический сток) в годовом разрезе получены прогнозные характеристики изменения стока по двум сценариям развития климата А1В и В1.

Наибольшее влияние на объем и режим стока р. Вилии оказывает функционирование Вилейско-Минской водной системы. Для переброски поверхностных вод в бассейн р. Днепр ежегодно изымается более 110 млн. м³ воды, что составляет около 91 % забираемых из поверхностных водных объектов бассейна вод. Объем изъятия воды составляет менее 10 % от годового стока 95 % обеспеченности в створе с. Михалишки, следовательно, заметного влияния на изменения стокового режима реки оказать не может.

Для обеспечения надежного бесперебойного питания водой Белорусской АЭС необходима постоянная подпитка свежей воды для двух энергоблоков – 2,54 м³/с, для четырех энергоблоков – 5,08 м³/с. Минимальный расчетный среднемесячный расход 95 % обеспеченности в р. Вилия в створе с. Михалишки размещения водозабора производственного водоснабжения составляет 26,3 м³/с. Дополнительное безвозвратное водопотребление АЭС и планируемый на перспективу рост безвозвратных изъятий для нужд водопользования в бассейне реки не превысит 10 % стока 95 % обеспеченности.

При возникновении возможных дефицитных периодов в качестве компенсационных мер могут быть использованы водные ресурсы Вилей-

ского водохранилища с привлечением Ольховского и Снягянского водохранилищ, что может рассматриваться как наиболее надежный резервный источник производственного водоснабжения БелАЭС.

Таким образом, дополнительное безвозвратное водопотребление АЭС и планируемый на перспективу рост безвозвратных изъятий для нужд водопользования в бассейне реки не окажет существенного воздействия на гидрологический режим р. Виляя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Циляндь В.Ю. Инженерные расчеты воднобалансовых характеристик // «Наука и мир»: Сб. тез. докл. XXI научно-технической конф., Брест. политехн. институт. – Брест, 1994. – Ч. II. – С. 89-90.
2. Валуев В.Е., Волчек А.А., Юрченко Н.Т. К вопросу интерполяции, осреднения и инженерных расчетов воднобалансовых характеристик / Воспроизводство плодородия мелиорируемых земель Сибири // Тр. СибНИИГиМ. – Красноярск. – 1991. – С. 21-39.
3. Волчек А.А. Автоматизация гидрологических расчетов // Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды: Тр. междунаучно-практ. конф. по проблемам водохозяйственного, промышленного и гражданского строительства и экономико-социальных преобразований в условиях рыночных отношений – Биберах – Брест – Ноттингем, 1998. – С. 55-59.
4. Волчек А.А. Методика определения максимально возможного испарения по массовым метеоданным (на примере Белоруссии) // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству (Минводхоз БССР) – 1986. – № 12. – С. 17-21.
5. Волчек А.А., Волчек Ан.А. Половодья на реках Беларуси: закономерности формирования и прогноз // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 216 с.
6. Волчек А.А., Грядунова О.И. Минимальный сток рек Беларуси. – Брест: БрГУ им. А.С. Пушкина, 2010. – 169 с.
7. Волчек А.А., Парфомук С.И. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – Екатеринбург, 2007. – №1. – С. 50-62.

8. Логинов В.Ф., Волчек А.А. Водный баланс речных водосборов Беларуси. – Минск: Тонпик, 2006 – 160 с.
9. Логинов В.Ф., Волчек А.А. Колебания годового стока воды р. Неман у г. Гродно // Водные ресурсы. – 2006. – То. 33. – №6. – С. 635-663.
10. Маркин В.Н. Внутригодовое распределение экологического стока малых рек / Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России – М.: МГУП, 2005.
11. Мезенцев В.С. Гидролого-климатическая гипотеза и примеры ее использования // Водные ресурсы. – 1995. – Том 22. – №3. – С. 299-301.
12. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.04-168-2009(02250). – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 55 с.
13. «Рекомендации по расчету минимально допустимых расходов воды, не подлежащих изъятию из рек в условиях Республики Беларусь». Приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 3 от 8.01.2003 г.
14. Фашчевский Б.В. Экологическое обоснование допустимой степени регулирования речного стока. – Минск, 1989. – 22 с.
15. Блакітны скарб Беларусі : Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб’ектаў / Маст.: Ю.А. Тарэў, У.І. Цярэнцьеў – Мн.: БелЭн, 2007. – 480 с.
16. The Strategic Framework for Adaptation to Climate Change in the Neman River Basin / United Nations Development Programme in Belarus and United Nations Economic Commission for Europe // V.N. Korneev, A.A. Volchak, L.N. Hertman et al. – Brest: 2015. – 64 p.

Поступила 20.12.2016

Геогр. ғылымд. докторы А.А. Волчек

БЕЛАРУС АЙМАҒЫНДАҒЫ ВИЛИИ ӨЗЕНІ АҒЫНЫНЫҢ ӨЗГЕРУІН БАҒАЛАУ

Түйін сөздер: ағын, орташа жылдық, ең жоғарғы, ең төмен, жазғы-күзгі, қысқы, біркелкі, өзгеріс, болжау

Аспаптық бақылау мерзіміндегі Вилии өзені ағынының қозғалысын зерттеу нәтижелері келтірілген. Гидрологиялық циклдің табиғи-климаттық және антропогендік ықпалдарға негізделген ағындының уақыт аралық тұрақсыз өзгерістеріне қорытынды жасалған. Михалишки ауылындағы жармада бақылаудың

гидрологиялық қатары тұрмыстық ағындыға кетірілген, орташа көпжылдық ағынды – $59,7 \text{ м}^3/\text{с}$, ең жоғарғы – $1570 \text{ м}^3/\text{с}$, жазғы-күзгі сабадағы ең төменгі – $22,0 \text{ м}^3/\text{с}$, қысқы сабадағы – $17,3 \text{ м}^3/\text{с}$, экологиялық ағынды – $21,1 \text{ м}^3/\text{с}$ құрайды. Климаттың АІВ даму сценарилары бойынша ағынды өзгерісін болжау бағалары келтірілген: кейбір қысқы ағындының ұлғайғаны және жазғы ағындының азайғаны болжанды, сонымен қатар көктемгі су тасу гидрографының максималды ағындылар өсуімен және су тасу ұзақтығының өзгеруіне байланысты өзгергендігі байқалады; ВІ көктемгі су тасудағы максималды ағындардың азайғаны көрінеді, бірақ гидрограф бұтағының төмендеу уақытының артқаны байқалады. Жазғы айларда ағынды айтарлықтай өзгермейді. Мерзімдердің жетіспеушілігі туындағанда орнын толықтыру шаралары ретінде Вилей суқоймасы су ресурстарын қолдануға болады.

Volchek A.A.

DRAIN CHANGES ASSESSMENT OF THE VILIA RIVER ON THE TERRITORY OF BELARUS

Keywords: drain, annual average, maximal, minimal, summer-autumn, winter, homogeneity, changes, predictions

Generalized research results of the Vilia river discharge oscillations during the instrumental observations period are presented. A conclusion is made about discharge time series non-homogeneity caused by both natural climate and anthropogenous changes of the hydrology cycle. Hydrological series are casted to a non-regulated stream flow at the Mikhalishki village cross-section: medium long-term water discharge is $59,7 \text{ м}^3/\text{с}$, maximal one is $1570 \text{ м}^3/\text{с}$, minimal ones for summer-autumn low-water season and for winter low-water season are $22,0 \text{ м}^3/\text{с}$ and $17,3 \text{ м}^3/\text{с}$ respectively, and ecological water discharge is $21,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Predictive assessments for the water discharge changes are given according to AIB climate development scenario: some increase of the winter discharge is predicted as far as decrease of the summer one, along with some changes in the spring flood hydrographer towards increase of the maximal discharges and flood duration; ВІ notes some decrease of the spring flood maximal discharges with increased drop time of the hydrographer descending branch. Summer time drain will undergo no substantial changes. In case of possible deficiency period Vileyka Reservoir water resources can be used as a compensation measures.

УДК 504.064.37; 556.16

Канд. техн. наук А.Г. Терехов¹**ПОТЕНЦИАЛ ВЛИЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ КИТАЙСКОГО СЕКТОРА БАСЕЙНА РЕКИ ИЛИ НА РЕЖИМ ЕЁ ВОДНОСТИ НА ГРАНИЦЕ КНР – КАЗАХСТАН**

Ключевые слова: водохранилище, гидрологический режим, спутниковая диагностика, расход воды в реке, сток реки, запас воды в водохранилище, регулирование стока реки

В период с 2007 по 2016 гг. проведена спутниковая диагностика режима работы двух крупнейших водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или. Показано, что объёмы хранения воды в рабочих частях водохранилищ варьируют в пределах 0,5...3,0 км³ в зависимости от водности года и стратегии администрирования ресурсов речного стока. Потенциал влияния водохранилищ на сток р. Или в объёме 2,5 км³ превышает средний многолетний объём стока самого многоводного месяца года (июль: 2,4 км³). Таким образом, режимы сезонного заполнения (срабатывания) водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или способны существенно влиять на сток р. Или на границе КНР – Казахстан, вплоть до формирования техногенного маловодья (многоводья) длительностью до нескольких месяцев.

Введение. Трансграничная р. Или (Иле) является одной из крупнейших рек Казахстана. В верхней части бассейна, расположенной на территории КНР, формируется около 70 % объёма стока реки. Значение р. Или для территории Казахстана определяется, отчасти, использованием речного стока в сельскохозяйственном производстве (посевы риса в нижнем течении реки), но в большей степени экологическими аспектами. Одно из крупнейших озёр мира, расположенное в Казахстане – оз. Балхаш (Балқаш) (15 место в мире по размеру, площадь зеркала 18 тыс. км²), является конечным водным объектом р. Или, а сама река обеспечивает около 80 % поверхностного притока воды в озеро.

В условиях резко континентального климата Центральной Азии, где расположен бассейн р. Или, объёмы речного стока сильно зависят от погод-

¹ Казгидромет, г. Алматы

ных условий сезона. В маловодные годы объём речного стока более чем в 2 раза уступает стоку многоводных лет. Естественная вариабельность водности реки усугубляется высокой антропогенной нагрузкой, формируемой в основном сельскохозяйственным потреблением воды на территории КНР (поливная пашня до 1 млн. га).

Для оптимизации режима водопотребления в китайской части бассейна р. Или в 2007 г. было построено два относительно крупных водохранилища: Капшагайское на р. Текес (объём 2 км^3) и Жарынтайское на р. Каш (объём $2,5 \text{ км}^3$), рис. 1. Суммарный объём водохранилищ в $4,5 \text{ км}^3$ составляет значимую часть годового стока р. Или на границе КНР – Казахстан, которая оценивается, примерно в 12 км^3 . Сумма рабочих объёмов этих двух крупнейших региональных водохранилищ превышает 3 км^3 , что призвано обеспечивать устойчивое водопотребление в течение года в условиях сезонов с различным уровнем водности.

Водные ресурсы р. Или используются на территории двух стран: КНР и Казахстан. При этом каждая страна самостоятельно обеспечивает эффективность использования речного стока. Расположенная выше по течению территория КНР имеет географическое преимущество. Водопотребители на территории Казахстана, расположенной ниже по течению реки, оказываются в зависимом положении. Важным моментом в оптимизации использования речного стока на территории Казахстана является корректное понимание уровня водности сезона (погодная составляющая), а также параметров антропогенной трансформации речного стока на территории КНР.

Одним из значимых факторов антропогенного влияния на сток р. Или, начиная с 2007 г., стала работа двух доминирующих водохранилищ китайского сектора: Капшагайского на р. Текес и Жарынтайского на р. Каш. Можно выделить два характерных момента изменений в режиме стока р. Или в связи с этим. Первый момент определяется изменениями гидрографов основных притоков р. Или, на которых построены водохранилища. Второй момент связан с масштабом экстремумов влияния работы водохранилищ на сток реки Иле, которые регистрировались в период с 2007 по 2016 года, что является предметом данного исследования.

Отнесение китайской стороной оперативной гидрологической информации к классу закрытой, имеющей отношение к безопасности страны, ограничивает информационную обеспеченность казахстанской стороны. Определённым выходом из этой ситуации может быть анализ спутниковых данных. Спутниковые снимки позволяют проводить диагностику на-

полноты водохранилищ, и оценивать влияние их работы на объёмы стока р. Или ниже по течению, как в аспекте средних характеристик, так и в формате величин экстремумов влияния на месячный сток.

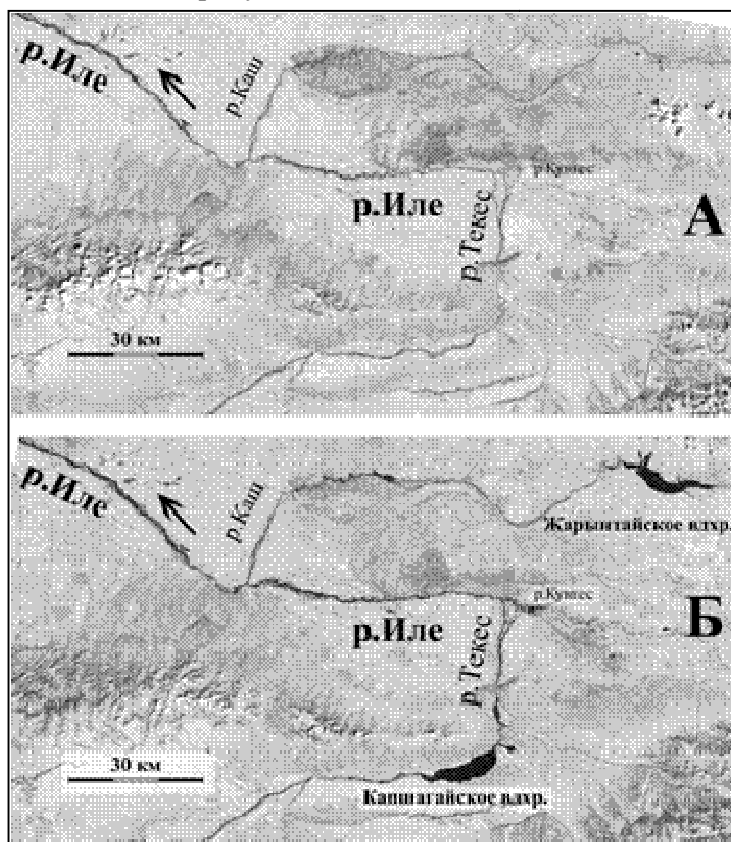


Рис. 1. Спутниковые снимки LANDSAT (разрешение 30 м) фрагмента китайской части бассейна р. Или до и после строительства двух доминирующих региональных водохранилищ (Капшагайское на р. Текес и Жарынтайское на р. Каши): А – снимок за 5 августа 2000 года; Б – снимок за 9 августа 2016 года.

Спутниковые данные. Мультиспектральные спутниковые снимки LANDSAT-5, 7, 8 с пространственным разрешением 30 м доступны на сайте министерства геологии США (<http://glovis.usgs.gov>). 181 снимок LANDSAT-5, 7, 8 периода 2005...2016 гг. по сеновой позиции (WRS-2: 146×30) привлекался для мониторинга территории китайского сектора бассейна р. Или, где расположены региональные водохранилища.

Принципы обработки спутниковой информации. Сезонные вариации площади водных зеркал доминирующих водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или достаточно велики, примерно от 30 до 60 км².

Минимум площади зеркала регистрируется в апреле-мае, максимум в сентябре-октябре. Спутниковый мониторинг размеров водных зеркал совместно с батиметрической информацией даёт возможность оценивать текущий уровень наполненности резервуаров [1, 2]. Анализ 10-летнего периода (2007...2016 гг.) работы Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) водохранилищ позволяет построить статистически корректные характеристики (минимум, среднее, максимум) наполненности резервуаров в течение года (рис. 2).

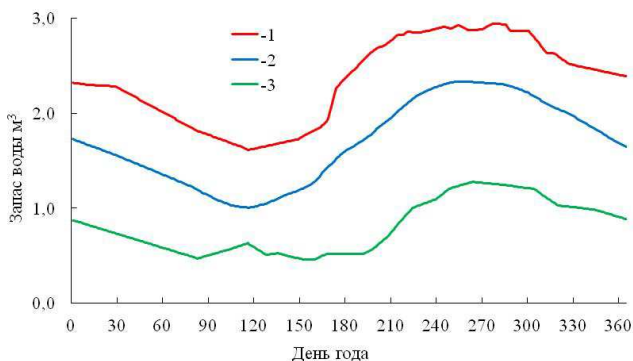


Рис. 2. Спутниковые оценки суммарного запаса воды в рабочих частях Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) водохранилищ в течение года. Период наблюдений: 2007...2016 гг. 1 – максимум, 2 – среднее, 3 – минимум.

Обсуждение полученных данных. 3-D модели резервуаров водохранилищ совместно со спутниковым мониторингом размеров их водных зеркал дают оценку текущих запасов воды. Каждый пролёт спутника с качеством снимка, достаточным для определения площади водного зеркала, позволяет рассчитать величину запаса воды в рабочей части водохранилища. Периодичность посещения спутниками LANDSAT одной сеновой позиции (в данной работе это позиция WRS-2: 146×30) составляет раз в 8 дней. Линейная аппроксимация переводит 8-дневные оценки к суточным, которые служат основой для всех последующих вычислений и анализов.

На рис. 3 показаны величины многолетних вариаций суммарного запаса воды в рабочих частях основных региональных водохранилищ, регистрировавшиеся спутниками в течение 2007...2016 гг., в сравнении со средним многолетними (месячные данные) объёмами стока р. Или (сумма стока р. Каш и Текес).

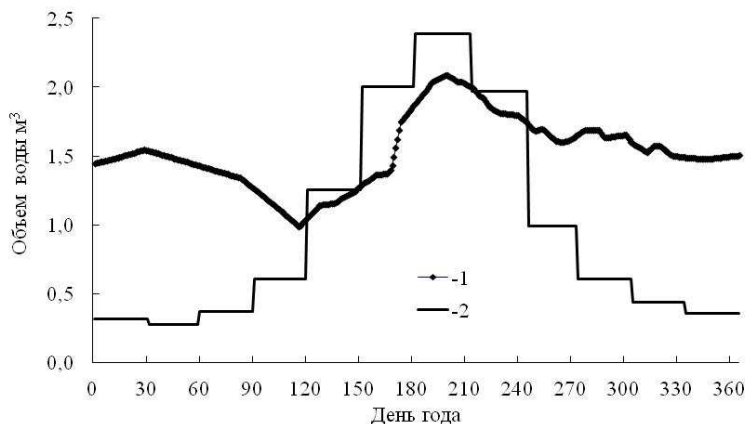


Рис. 3. Средний (1960...2005 гг.) суммарный объём месячного стока рек Текес и Каш в нижнем течении (1). Спутниковые оценки вариативности суммарного запаса воды в рабочих частях Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) водохранилищ в период 2007...2016 гг. (2).

Влияние на сток р. Или в китайской части бассейна от срабатывания водохранилищ может быть весьма значительным. Например, в декабре максимальное влияние на величину расхода воды в р. Или фиксировалось в сезоне 2016 г., (+286 м³/с), минимальное - в 2008 г. (+5,6 м³/с). В тёплый период регистрируется обратный процесс - изъятие воды из стока реки для заполнения водохранилищ. Например, в июне вариации влияния водохранилищ на среднемесячный расход воды по спутниковым оценкам составляли от (-4 м³/с) в сезоне 2013 г., до (-447 м³/с) в сезоне 2016 г. Информация по величинам экстремумов влияния работы водохранилищ на месячные стоки р. Или в период 2007...2016 гг. представлена в таблице.

Таблица

Вариации суммарного расхода воды в основных притоках р. Или (рр. Текес и Каш) и экстремумы влияния на сток р. Или от работы (заполнение-срабатывание) двух доминирующих региональных водохранилищ (Капшагайское и Жарынтайское) зарегистрированные в период 2007...2016 годов, м³/с

Месяц	Вариации (1957...2005 гг.) суммарного расхода воды: р. Текес + р. Каш (при впадении в р. Или)			Экстремумы влияния работы водохранилищ на сток р. Или, (-) изъятие воды; (+) поддержка стока	
	среднее	минимум	максимум	минимум	максимум
Январь	130	95	173	+6	+86
Февраль	119	96	173	+27	+88
Март	144	108	229	+24	+170
Апрель	246	126	418	-59	+162

Месяц	Вариации (1957...2005 гг.) суммарного расхода воды: р. Текес + р. Каш (при впадении в р. Или)			Экстремумы влияния работы водохранилищ на сток р. Или, (-) <i>изъятие воды</i> ; (+) <i>поддержка стока</i>	
	среднее	минимум	максимум	минимум	максимум
Май	468	263	857	-185	+47
Июнь	791	456	1184	-447	-4
Июль	904	607	1253	-220	-34
Август	765	557	1230	-393	-23
Сентябрь	401	254	714	-124	+5
Октябрь	237	182	365	-74	+129
Ноябрь	177	131	283	+54	+194
Декабрь	133	110	212	+6	+286

Выводы. Ввод в эксплуатацию на территории КНР в 2007 г. Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) гидроузлов с водохранилищами суммарного объема 4,5 км³ определило появление ещё одного фактора антропогенного влияния на сток трансграничной р. Или в верхней, китайской части её бассейна. Сезонное наполнение и срабатывание рабочих частей этих водохранилищ в объёме около 3 км³ воды способно значимо влиять на расход воды в р. Или на границе КНР - Казахстан.

По данным за 2007...2016 гг. максимальное влияние на сток р. Или от работы региональных водохранилищ регистрировалось в декабре и июне. Например, в декабре 2016 г. река получила дополнительную поддержку от срабатывания водохранилищ в размере 286 м³/с, что существенно превышает многолетний максимум естественного стока рек Текес и Каш (212 м³/с). В июне 2016 г. изъятие воды из речного стока Или для наполнения водохранилищ оценивалось по спутниковым данным в 447 м³/с, что превышает разницу между средним уровнем и многолетним максимумом (393 м³/с), или многолетним минимумом (335 м³/с).

Таким образом, экстремальный режим работы водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или на заполнение способен изменить водность основных притоков р. Или в течение месяца от многолетнего максимального уровня до среднего или от среднего к маловодному. С учётом того, что основные китайские потребители воды (пахотные земли) находятся ниже водохранилищ по течению, сток р. Или на границе КНР - Казахстан в течение 1...2 месяцев может быть существенно занижен антропогенной нагрузкой, особенно при водности года, ниже среднего уровня.

В настоящее время при моделировании водности р. Или на границе КНР – Казахстан с прогнозным горизонтом 1...2 месяца и менее полезно

включать информацию по фактической заполненности водохранилищ китайского сектора бассейна и ожидаемому режиму их работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов А.Г., Долгих С.А. Спутниковый мониторинг гидрологического режима водохранилища на реке Текес (китайская часть бассейна реки Иле) // Вестник КНУ (серия географическая) – 2015. – № 1(40). – С. 143-147.
2. Терехов А.Г., Пак И.Т., Долгих С.А. Данные LANDSAT-5, 7, 8 и ЦМР в задаче мониторинга гидрологического режима Капшагайского водохранилища на реке Текес (китайская часть бассейна реки Иле) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 6. – С. 174-182.

Поступила 26.12.2016

Техн. ғылымд. канд. А.Г. Терехов

ҚАЗАҚСТАН МЕН ҚХР ШЕКАРАСЫНДАҒЫ ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУЛЫЛЫҒЫНЫҢ ТӘРТІБІНЕ ҚЫТАЙ СЕКТОРЫНДАҒЫ ОРНАЛАСҚАН ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ БАССЕЙНДАҒЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ӘСЕР ЕТУ ПОТЕНЦИАЛЫ

Түйін сөздер: су қоймасы, гидрологиялық режимі, спутниктік, ақаулық, өзендегі су ағыны, өзені ағыны, су қоймасындағы су жеткізу, реттеу өзен ағыны

Қытай секторындағы Іле өзенінің бассейндегі екі ірі су қоймаларының 2007 мен 2016 жылдар аралығындағы жұмыс істеу қабілетіне серіктік диагностикасы жасалған. Жылдың сулылығына қарай және де өзеннің ағу ресурстарының басқару стратегиясына байланысты су қоймалардын жұмыс жасайтын бөлімдерінде суды сақтау көлемі 0,5...3,0 куб. км-ға дейін өзгеріп тұратыны көрсетілген. Су қоймаларының Іле өзеннің ағымына 2,5 куб. км көлемінде әсер ету күші, ең сулы болған жылдағы (шілде: 2,4 куб. км) айдын көп жылдық орташа санын асып түсті. Сонымен, Қытай секторындағы Іле өзенінің бассейнінің су қоймаларының мезгілдік толу (босатылуы) тәртібі Қазақстан мен ҚХР шекарасындағы Іле өзеннің өзгеруіне байқаулы әсер етуі мүмкін, көп айлар бойы сақталатын техногендік су тапшылығы (су көптігі) болуы мүмкін.

Terekhov A.

**THE POTENTIAL OF THE INFLUENCE OF CHINESE RESERVOIRS
ON THE RIVER ILE RUNOFF ON THE BOUNDARY
OF THE CHINA – KAZAKHSTAN**

Keywords: reservoir, hydrological regime, satellite diagnostics, river discharge, river runoff, water deposits in the reservoir, flow regulation river

The satellite diagnostics of the seasons (2007...2016 year's) evolution of the two dominant reservoirs in Ile river basin was carried out. It was determined the water deposits in reservoir working parts are varied from 0.5 to 3,0 km³. The volume of reservoir's water deposits depended from values and using regime of season's river Ile runoff. The reservoirs have the 2,5 km³ water potential of the influence on river Ile runoff. This is more then the biggest season average of the month's runoff (July – 2,4 km³). Thus the reservoir's water deposits can to have solid influence on parameters of Ile river runoff during several months.

УДК 551.311.21:627.141.2

Доктор геогр. наук Б.С. Степанов¹
Доктор техн. наук Р.К. Яфязова

МЕТОД СВЕРХКРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА СЕЛЕЙ ДОЖДЕВОГО ГЕНЕЗИСА

Ключевые слова: сель, дождь, снеговая линия, температура воздуха, вертикальный температурный градиент, слой осадков, прогноз, метод

Целью краткосрочных прогнозов селей является уменьшение ущерба, наносимого здоровью и жизни людей, их движимому имуществу и хозяйственной деятельности. Разработанный в РГП «Казгидромет» метод сверхкраткосрочного прогноза селей основан на данных о гидрометеорологических характеристиках на момент составления прогноза, что позволяет в значительной мере увеличить его оправдываемость при приемлемой заблаговременности предупреждения о селевой опасности.

Помнится, какой-то умник сказал, что методику прогноза селей нужно разрабатывать в обход прогноза дождя ...

Ю.Б. Виноградов

Систематические исследования в рамках решения проблемы прогноза селей на северном склоне Иле Алатау (Заилийский Алатау) начали проводиться во второй половине 20 века. Несовершенство синоптических прогнозов осадков, которые использовались при прогнозе селей, стало основанием для проведения в КазНИГМИ в 60-е годы исследований с целью радиолокационного обнаружения и прослеживания ливневых осадков на северном склоне Иле Алатау [8].

Оценивая среднее отклонение и среднюю относительную погрешность измерений трех типов дождей (мелкокапельный обложной дождь, охватывающий весь бассейн; ливневой дождь со слабой грозой в дневное время; ливень с сильной грозой и шквалом в дневное время) А.Ф. Литовченко [9] пришел к выводу, что относительная погрешность измерений осадков сравнима с их величиной, что совершенно недостаточ-

¹ Казгидромет, г. Алматы

но для надежного прогнозирования селей. Однако при осреднении осадков по зонам или бассейну за весь сезон метод дает погрешность, близкую к 10 %, что приемлемо, по мнению автора обсуждаемой работы, для оценки сезонной водности горных рек, запасов воды для увлажнения бассейна и т.д. Работы по использованию метеорологических радиолокаторов для прогнозирования селей в Иле Алатау в дальнейшем не проводились.

Сведения об использовании метеорологического радиолокатора МРЛ-5 с применением современного программно-технического комплекса [1] для оценки селевой опасности на южном склоне Большого Кавказа приведены в работе Б.А. Будагова и С.Г. Сафаровой [2]. На южном склоне Большого Кавказа радиолокационная картина распределения выпадающих осадков, полученная с помощью автоматизированных МРЛ-5, позволяет в любой точке пространства оценить характеристики выпадающих осадков. Это, по мнению авторов [2], позволяет, с учетом особенностей местной циркуляции, прогнозировать селевые потоки с заблаговременностью 2...5 ч (с учетом времени формирования и добегания селя до конкретного пункта). К сожалению, информация о месте расположения МРЛ-5 и данные о рельефе местности в описываемом районе в статье отсутствуют, что не позволяет оценить степень прогресса использования МРЛ в горной местности для прогноза селей за последнее десятилетие.

Сель – сложный многофакторный процесс. Важную роль в формировании селей дождевого генезиса играют климатический, метеорологический, геоморфологический, геологический, почвенно-растительный и антропогенный факторы. Изменчивость во времени и пространстве характеристик этих факторов значительно затрудняет прогнозирование селей.

Качество прогнозов селей в горной местности в решающей мере определяется объемом и достоверностью оперативной информации об изменении во времени гидрометеорологических характеристик в очагах формирования селей. Рассуждая о путях увеличения оправдываемости прогнозов селей, доктор техн. наук Ю.Б. Виноградов писал: «Метеорологи почему-то не пытаются прогнозировать продолжительность и интенсивность ливня уже начавшегося, уже идущего. Многие неопределенности, сводящие на нет заблаговременный (24 или 12 ч) прогноз, уже исчезли, их заменила вполне конкретная ситуация. Вы скажите, что поздно уже копаться с прогнозом. Отнюдь нет ... Что можно противопоставить такому «сверхкраткосрочному» прогнозу? Только сигнал службы оповещения о прохождении уже сформировавшегося селя в какой-либо точке бассейна,

пусть даже сразу ниже селевого очага. Сколько времени у нас в запасе? Для объектов, которые первыми войдут в соприкосновение с селем, это время исчисляется минутами, иногда десятками минут. Ну а если заблаговременность предупреждения увеличить еще на 20...40 минут? В большинстве случаев этого достаточно, чтобы избежать жертв и спасти то, что можно убрать из опасной зоны за полчаса-час. Мне думается, что если в ближайшем будущем и можно рассчитывать на серьезный прогноз ливневых селей, то именно на такой» [4].

Однако, по мнению профессора М.А. Петросянца, для успешного прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений в горной местности расстояние между метеостанциями не должно превышать 25 км, интервал времени между измерениями – 45 мин, погрешность измерения метеоэлементов уменьшена в 2...3 раза. Обеспечить получение и своевременную передачу таких данных в ближайшие годы маловероятно.

О целесообразности, возможности и путях реализации сверхкраткосрочного прогноза селей в 1988 г. писала Т.Л. Киренская [6]. По ее мнению, «... В каждом селевом районе имеются селевые объекты, возникновение селей в которых представляет наибольшую угрозу, поэтому для них целесообразна разработка методик прогноза селей, базирующихся на фактической информации о гидрометеорологическом режиме на данном объекте. Заблаговременность таких прогнозов несколько превышает время добегания. ... Она включает блоки исследования процессов селеформирования с определением критических для возникновения селей расходов дождевых паводков, а также исследования стокообразующих процессов с выбором модели для прогноза паводка на водосборе селевого очага. ... Для составления прогнозов в таком случае необходима система автоматизированных сбора, передачи и обработки информации».

В отсутствие системы автоматизированных сбора, передачи и обработки информации Т.Л. Киренская, путем численных экспериментов по модели формирования паводков Ю.Б. Виноградова, выполнила определение (для бассейна р. Кумбель) критических значений интенсивности осадков, при которых возможно формирование селей: 0,7 мм/мин в течение 10 минут; 0,5 мм/мин – 20 минут; 0,4 мм/мин – 30 минут. Проверку полученных результатов Т.Л. Киренская проводила на материалах о ходе выпадения всех сильных дождей, имевших место в данном районе без формирования селей, и плювиограмме при селевом потоке 1950 г.

Касаясь стратегии доверия прогнозу, Т.Л. Киренская писала: «... В связи с редкой повторяемостью селевых явлений осуществить оценку оправдываемости методики прогноза на основе существующих в настоящее время «Наставлений» не представляется возможным. Так, в период испытаний 1983...1986 гг. около 20 раз наблюдалось выпадение осадков слоем более 20 мм на М Мынжилки. Но согласно методике ни одного прогноза, предусматривающего прохождение селевых потоков, составлено не было. Селевых явлений не наблюдалось. Без использования методики прогноза обстановка оценивается как «селеопасная» около 10 раз. Оценка качества методики на основе сокращения числа перестраховочных прогнозов является нетрадиционной. Поэтому в работе выполнено исследование экономической эффективности прогнозов селевых явлений.

В результате анализа матрицы сопряженности фактического и прогностического состояния, а также матрицы потерь выявлено, что стратегия доверия прогнозу будет целесообразной при составлении одного перестраховочного прогноза в течение 2-х лет» [6, 7].

Опыт краткосрочного (12...72 ч) прогноза селей на северном склоне Иле Алатау свидетельствует о низкой его оправдываемости из-за относительно большой погрешности синоптического метода, используемого при прогнозе осадков. Возможности численных методов прогноза осадков ограничены объемом и качеством имеющейся исходной информации.

В связи с низкой оправдываемостью краткосрочных прогнозов селей дождевого генезиса возникла необходимость в разработке метода прогноза селей без привлечения данных прогноза осадков для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы (Малая и Большая Алматинка), поскольку сели угрожают г. Алматы, и эти бассейны являются рекреационной зоной.

В период 2008...2010 гг. в РГП «Казгидромет» был разработан метод сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы [12]. Метод основан не на прогнозе осадков, а на данных о фактическом выпадении жидких осадков в высокогорной и среднегорной зонах, а также результатах анализа гидрометеорологических условий, предшествовавших «моменту» составления прогноза: высоты сезонной снеговой линии, температуры воздуха и вертикального температурного градиента, степени увлажнения селеформирующих грунтов и т.д.

Сезонная снеговая линия. Важную роль при прогнозе дождевых селей играют данные о положении сезонной снеговой линии. Широко рас-

пространенное мнение (отрицательно сказывающееся на оправдываемости прогнозов селей в Казахстане) о том, что положение сезонной снеговой линии «вторично по отношению к температуре воздуха», соответствует действительности только для *климатической* снеговой линии, определяемой как высотный уровень, выше которого накопление твердых атмосферных осадков преобладает над их таянием и испарением.

Сезонная снеговая линия – временное (сезонное) положение нижней границы снежного покрова на склонах гор. В течение лета эта граница постепенно смещается вверх до высоты климатической снеговой линии. Ее положение во времени определяется толщиной снежного покрова, образовавшегося зимой, интенсивностью снеготаяния, а также выпадением снега в весенний, летний и осенний периоды времени.

Так, на северном склоне Иле Алатау (бассейн р. Киши Алматы) в первой декаде июня 2016 г. сезонная снеговая линия располагалась на высоте 3100...3200 м (высота климатической снеговой линии близка к 3900 м), на метеорологической площадке Института географии (высота 3400 м) высота снега превышала 2 м, а на леднике Туйыксу – 3 м, и это при погоде, когда нулевая изотерма, находилась на высоте 4500...5000 м.

Представляется очевидным, что положение сезонной снеговой линии – важный фактор формирования селей дождевого генезиса. Низкое положение снежного покрова приводит не только к увеличению температурного скачка, но и вероятности выпадения осадков в твердом виде (град, снежная крупа, снег), а также перехвату жидких осадков снежной массой. В связи с вышесказанным, при прогнозе селей и паводков необходимо отслеживать положение сезонной снеговой линии, что позволяет значительно увеличить оправдываемость и предупрежденность об СГЯ.

Температура воздуха и вертикальный температурный градиент. Важная роль в формировании селей принадлежит температуре воздуха. Температура воздуха в значительной мере определяет как слой выпадающих осадков (рис. 1), так и их фазовый состав [5].

При сверхкраткосрочном прогнозе селей впервые используется не прогностическое значение температуры воздуха, а ее фактическая величина на момент составления прогноза селя. В ходе выпадения осадков оценивается текущая информация об изменении температуры воздуха и вертикального температурного градиента, которая позволяет более надежно прогнозировать изменение фазового состояния выпадающих осадков в различных высотных зонах. Считается, что для того, чтобы снежинка пре-

вратилась в каплю дождя, она должна пролететь в слое воздуха, имеющем положительную температуру, около 500 м [10].

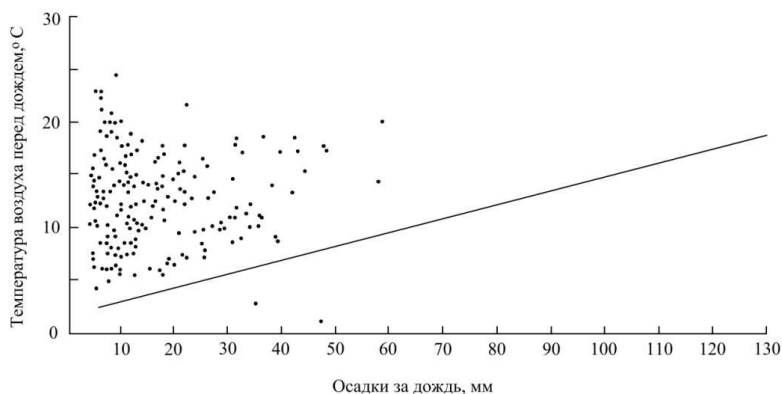


Рис. 1. Возможное наибольшее количество осадков на северном склоне Иле Алатау в зависимости от температуры воздуха перед дождем (по С.П. Кавецкому).

Знание высоты нулевой изотермы позволяет определить высоту, на которой осадки будут выпадать в жидком виде и, следовательно, оценить площадь водосбора, принимающего участие в формировании паводкового стока.

Улучшение качества прогноза дождевых селей происходит и за счет того, что при расчете высоты нулевой изотермы, используется значение не осредненного вертикального температурного градиента, равного 0,7 °C/100 м, как это принято сейчас, а фактическое значение.

Высота нулевой изотермы (H_0), если она определяется для высоты, превышающую высоту М Мынжилки (H_m) с известным значением температуры воздуха, определяется по формуле

$$H_0 = H_m + \frac{100T}{\delta}, \quad (1)$$

где H_m – высотная отметка М Мынжилки (м); T – температура воздуха на М Мынжилки (°C), δ – вертикальный температурный градиент (°C/100 м), который определяется по формуле

$$\delta = \frac{100(T_{ш} - T_m)}{H_m - H_{ш}}, \quad (2)$$

где $T_{ш}$ – температура воздуха на метеостанции с относительно малой высотной отметкой ($H_{ш}$); T_m – температура воздуха на метеостанции с относительно большой высотной отметкой (H_m).

Средний летний вертикальный температурный градиент для северного склона Иле Алатау равен $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$. Однако высокая стабильность вертикального температурного градиента характерна лишь для среднегодовых значений, которые не могут быть использованы при прогнозе селей дождевого генезиса. Обработка данных наблюдений на М Мынжилки (высота 3017 м) и М Шымбулак (высота 2200 м) показала, что погодная суточная изменчивость приводит к большим изменениям вертикального температурного градиента. Так, за период испытаний (май – август 2011 г.) среднесуточные значения вертикального температурного градиента, в даты выпадения относительно больших осадков (более 10 мм/сут, таких случаев было 13), изменялись в пределах $0,33\dots 0,78\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$. В отдельные дни расчетное значение вертикального температурного градиента увеличивалось до $1,03\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ (6 ч 21.08.2011 г.) и уменьшалось до нуля (12 ч 08.05.2011 г.), среднее арифметическое – $0,61\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$. Представляется очевидным, что использовать при расчете высоты нулевой изотермы постоянное значение вертикального температурного градиента недопустимо.

Интенсивность выпадающих осадков. Важнейшая роль в селевой активности на северном склоне Иле Алатау принадлежит атмосферным осадкам. Под ливневыми осадками средних широт принято понимать сравнительно кратковременные интенсивные осадки случайного характера. Определение (случайный) относится как к месту, так и ко времени выпадения осадков. Установлено, что существует обратная зависимость между продолжительностью и средней интенсивностью осадков за период выпадения. Данные о характеристиках осадков, зарегистрированных на М Мынжилки, подтверждают эту закономерность. К ливням были отнесены дожди, удовлетворяющие критерию Э.Ю. Берга [3].

Пятнистость и распределение осадков. Пятнистость осадков и распределение центра дождей в значительной мере определяют селевую активность на северном склоне Иле Алатау. Выпадение осадков в высокогорной зоне при относительно низкой температуре воздуха приводит к тому, что они выпадают в твердом виде. Их таяние происходит настолько медленно, что вода просачивается в почвогрунты, не образуя поверхностного стока, при этом остается нереализованным такой мощный фактор селеформирования, как большая энергия рельефа высокогорья. При расположении центра дождей в лесной зоне имеет место значительный перехват осадков растительностью, поэтому для формирования селей требуются большие слой и интенсивность осадков. Вследствие этого формирование

катастрофических селей в среднегорной зоне – явление очень редкое. Сели в низкогорной зоне образуются в основном в областях наиболее активного проявления сейсмической деятельности в прошлом, приведшей к разрушению горных пород. Эти породы не обладают плодородием, необходимым для произрастания растительности, способной перехватывать осадки и препятствовать эрозионным процессам.

Слой жидких осадков. Анализ слоя жидких осадков, приводящих к формированию селей на северном склоне Иле Алатау, показал, что в качестве оптимального значения выпавшего слоя осадков, после которого целесообразен прогноз селевой опасности (ОЯ или СГЯ), является 40 мм. Выбор этого значения обусловлен тем, что в реальных условиях сель образуется при выпадении дождя слоем, близким к 60 мм. Подобные осадки в обсуждаемом районе в селеопасный период выпадают 1 раз в 2...3 года. В таких условиях время предупрежденности о селевой опасности складывается из времени выпадения осадков, при котором слой выпавших осадков увеличится с 40 до 60 мм, и времени добегания селя от места зарождения до объектов поражения. Это в несколько раз превышает время добегания селя и, при использовании современных технических средств оповещения о селевой опасности, обеспечивает безопасность населения. О времени между моментом выпадения 40 и 60 мм можно судить по рис. 2.

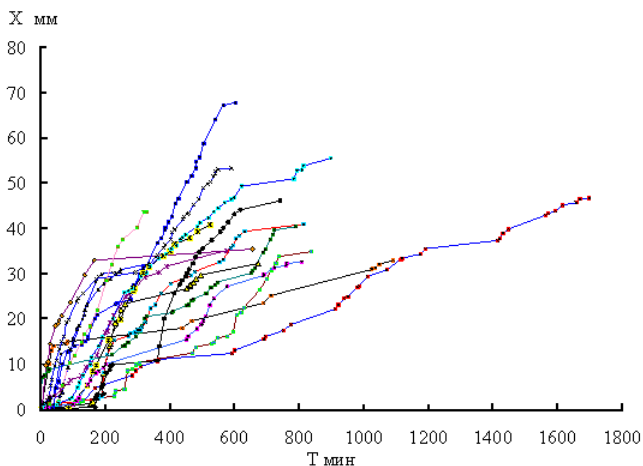


Рис. 2. Плювиограммы дождей со слоем больше 30 мм по М Верхний Горельник.

Нетрудно видеть, что время между моментом выпадения 40 и 60 мм осадков превышает 40 минут.

Предварительное увлажнение. Важная роль в формировании селей дождевого генезиса на северном склоне Иле Алатау принадлежит предвари-

тельному увлажнению почвогрунтов. Наиболее благоприятные условия для формирования дождевых паводков создаются при выпадении продолжительных и интенсивных дождей. Установлено, что катастрофические сели в центральной части северного склона Иле Алатау реализуются при выпадении более 40 мм жидких осадков при запасах в почвогрунтах, превышающих 450...500 мм в 150-сантиметровом слое почвогрунтов. Осадки в жидком виде выпадают в том случае, когда высота нулевой изотермы как минимум на 500 м превышает максимальную высотную отметку поверхности водосбора. При сверхкраткосрочном прогнозе селей предварительное увлажнение почвогрунтов оценивается по А.Ф. Литовченко [9].

Алгоритм сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы. Поскольку заблаговременность сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей относительно невелика, представляется целесообразным увеличение его эффективности за счет предварительной подготовленности к возникновению чрезвычайной ситуации подразделений Казгидромета и МЧС, принимающих участие в мониторинге и проведении мероприятий, направленных на предотвращение и смягчение ущерба, наносимого селями. Положительный эффект достигается поэтапным оповещением государственных органов и населения о потенциальной угрозе, что позволит практически на порядок увеличить оправдываемость прогноза катастрофических селей дождевого генезиса при заблаговременности, обеспечивая безопасность людей, оказавшихся в потенциально опасной зоне.

Первый этап. При краткосрочном прогнозе жидких осадков: «Сильные осадки в селеопасных районах» (слой превышает 15 мм) дается «Предупреждение о сильных осадках в селеопасных районах». Однако это предупреждение доводится только до метеостанций, участвующих в мониторинге селей, а также уполномоченного органа МЧС (без права распространения информации населению).

Второй этап. С началом выпадения упомянутых выше осадков на М Мынжилки и М Шымбулак, о которых наблюдатели метеостанций сообщают отделу гидропрогнозов, дается «Предупреждение о начале выпадения осадков», которое доводится до органов МЧС (без права дальнейшего распространения), отвечающих за безопасность от природных катаклизмов в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы.

Третий этап. При выпадении 40 мм осадков на М Мынжилки и наличии других факторов, определяющих возможность формирования се-

ля, отделом гидропрогнозов дается «Штормовое предупреждение» СГЯ (сель), которое доводится до органов МЧС с целью предупреждения населения и организаций о высокой вероятности формирования селя.

Предлагаемая схема предупреждения о селевой опасности позволит Казгидромету и МЧС заблаговременно подготовиться к мониторингу опасного явления и мероприятиям, обеспечивающим безопасность населения и функционирования хозяйственного механизма в чрезвычайной ситуации. С другой стороны, население будет избавлено от многочисленных не оправдавшихся прогнозов селей, что повысит доверие к прогнозам селей, без которого прогнозирование не имеет смысла. Алгоритм сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы приведен на рис. 3.

Для обсуждаемого региона слоем осадков, при превышении которого вероятность формирования селя дождевого генезиса резко возрастает, принято считать 40 мм. В среднегорной и высокогорной зонах северного склона Иле Алатау подобные осадки выпадают в среднем один раз в 2 года. В последние десятилетия сели, угрожающие здоровью и жизни людей и наносящие существенный ущерб, формируются в среднем один раз в 4 года. Следовательно, если выпадение 40 мм жидких осадков принять за критерий целесообразности предупреждения о селевой опасности, оправдываемость прогноза будет близка к 50 %, а один из двух прогнозов можно квалифицировать как перестраховочный (ложный).

Возникает вопрос: хорошо это или плохо? В соответствии с требованием РД №52.27.284-91 [11] для того, чтобы значение критерия надежности было показательным, вероятность осуществления прогнозируемого явления должна превышать его природную повторяемость. Для рассматриваемой ситуации природная повторяемость составляет 0,25. Следовательно, качество прогноза (по фактору слой осадков) – удовлетворительное.

Эффективность предупреждений о селевой опасности равна сумме оценок оправдываемости явления и предупрежденности. Поскольку **предупрежденность** случаев ОЯ, СГЯ, РИП – отношение числа правильно спрогнозированных ОЯ, СГЯ, РИП к общему числу наблюдавшихся ОЯ, СГЯ, РИП [11], в рассматриваемой ситуации предупрежденность будет равна 100 %, а эффективность предупреждений – 150 %.

При 100 % предупрежденности о селевой опасности, в условиях современного климата, «перестраховочный» прогноз селя будет в среднем иметь место один раз в 2 года, т.е. в несколько раз реже, нежели это имеет место в настоящее время. Результаты оценок прогнозов селей за период 2011...2016 гг. подтверждают вышесказанное.

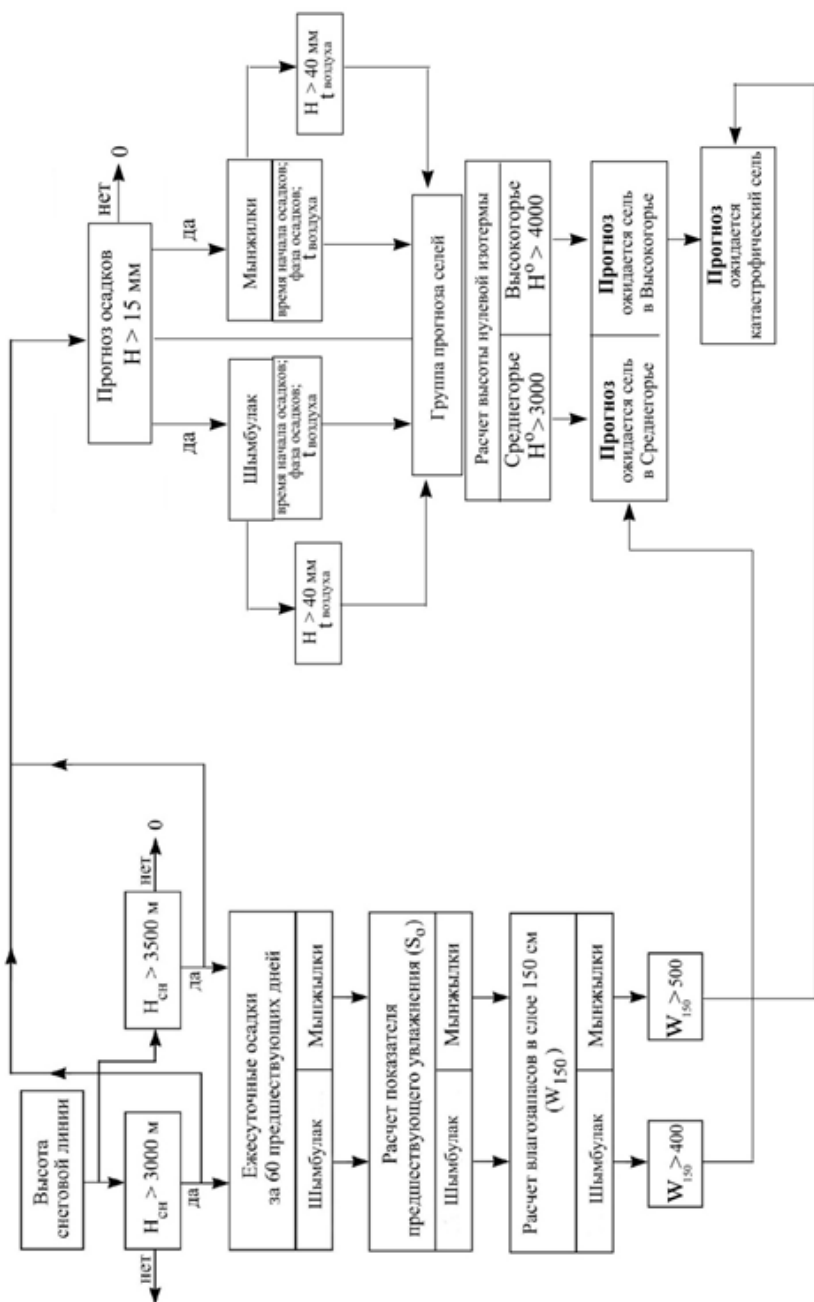


Рис. 3. Алгоритм сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абшаев М.Т. Автоматизированная система обработки радиолокационной информации для активного воздействия на градовые процессы // Труды ЦКБ ГМП. – 1996. – №4. – С. 80-90.
2. Будагов Б.А., Сафаров С.Г. Селевые явления на южном склоне Большого Кавказа и гидрометеорологические факторы их формирования // Известия РАН. Серия географическая. – 2008. – №2. – С. 116-121.
3. Великанов М.А. Гидрология суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 530 с.
4. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.
5. Кавецкий С.П., Гулина В.Р. Пособие по прогнозированию селеопасности. – Алма-Ата, 1960. – 59 с.
6. Киренская Т.Л. Методические основы прогнозирования селевых потоков ливневого происхождения (на примере Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1988. – 20 с.
7. Киренская Т.Л. О прогнозировании ливневых селей в Заилийском Алатау // Селевые потоки. – 1985. – №9. – С. 77-84.
8. Кортаев Г.А. Опыт измерения осадков в горах радиолокационным методом / Исследования облаков и осадков в Казахстане // Труды КазНИГМИ. – 1969. – Вып. 37. – С. 62-77.
9. Литовченко А.Ф. Экспериментальное изучение элементов водного баланса горных водосборов. – Киев: Вища школа, 1986. – 187 с.
10. Мучник В.М. Прогнозирование фазового состояния осадков // Метеорология и гидрология. – 1953. – №7. – С. 32– 34.
11. РД №52.27.284-91 Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – 150 с.
12. Яфязова Р.К. К концепции сверхкраткосрочного прогноза // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №4. – С. 52-57.

Поступила 26.12.2016

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

ӘДІСІ СВЕРХКРАТКОСРОЧНОГО БОЛЖАМЫ СЕЛ ДОЖДЕВОГО ГЕНЕЗИСІ

Түйін сөздер: сел, жаңбыр, қар сызығы ауаның температурасы, тік температуралық градиент, қабаты жауын-шашын, болжам әдісі

Мақсатында қысқа мерзімді болжамдар сел азайту болып табылады нұқсан келтіретін адамдардың денсаулығы мен өміріне, олардың жылжымалы мүлік және шаруашылық қызметі. Әзірленген "Қазгидромет" РМК әдісі сверхкраткосрочного болжамы сел негізделген деректер туралы гидрометеорологиялық сипаттамалары жасау кезінде болжау, мүмкіндік береді айтарлықтай арттыру оның болжамының расталуы кезінде қолайлы алдын ала ескерту туралы сел қаупі.

Stepanov B.S., Yafyazova R.K.

METHOD FOR SUPER SHORT-TERM FORECAST OF RAINFALL DEBRIS FLOWS

Keywords: debris flow, rainfall, snow line, air temperature, vertical temperature gradient, precipitation, forecast, method

The aim of short-term forecasts of debris flows is mitigation of damage to health and lives of people, their movable property and economic activity. The method for super short-term forecast devised by "Kazhydromet" based on hydrometeorological data at the time of the forecast, which allows greatly increase its accuracy at a reasonable advance warning of debris flow hazard.

УДК 911.6:631.452

Канд. с-х. наук

Т.Р. Рыспеков¹

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЗАСУШЛИВОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И СИСТЕМАТИЗАЦИИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ПОДЗОНЕ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Ключевые слова: атмосферные осадки, максимальные осадки за сутки, почвенно-климатические условия, систематизация осадков, многолетние данные

В работе представлены материалы, которые помогут привести к правильной оценке засушливости территории в летний период. Сложность правильной оценки и точного прогноза вероятности почвенной засухи вызывается трещиноватым строением почвы. Один из факторов, вызывающий засуху является частота и объем атмосферных осадков, которые в некоторые годы имеют сильные отклонения от нормы в изучаемой подзоне. Эти отклонения требуют систематизации, что бы в дальнейшем имелась возможность управлять прогнозом. Для этого автор показывает режим выпадения атмосферных осадков в подзоне темно-каштановых почв.

Наряду со средними многолетними данными выпадения атмосферных осадков, рассмотрены случаи, когда сумма осадков за сутки или за несколько суток подряд превышал 20 мм. За период с 1986...2006 гг. в 70 % лет были случаи, когда летом выпадали такие осадки. Из рассматриваемого ряда лет частота выпадения достигала 23 случаев. При анализе данных (М Караменды) за период с 1986...2015 гг. в 66 % лет выпадали «разовые» осадки с частотой 35 случаев.

Суммарное за несколько суток и однодневное выпадение «разовых» осадков, может достигать среднемноголетних месячных величин, а иногда и превышать их в несколько раз. Автор считает, что систематизация таких осадков позволяет просчитывать вероятность урожайности культур, и возможных с их выпадением ситуаций в регионе.

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

В современных условиях земледелия в подзоне темно-каштановых почв Северного Казахстана прогноз обеспеченности растений почвенной влагой имеет важное значение. Актуальность этого вопроса не снижается из года в год, так как сложно найти закономерности, которые дали бы прогноз урожайности культур с высокой долей вероятности.

По почвенно-климатическим зонам и подзонам Северного Казахстана летние засухи и их повторяемость проявляются в разной степени. Так, например, в подзоне темно-каштановых почв отмечается повторяемость засух до 7 лет, а в подзоне каштановых почв – до 10 из каждых 20 лет [7].

Характеризуя темно-каштановые карбонатные почвы Северного Казахстана, автор [1] пишет, что территория относится к степной континентальной области. По количеству осадков – к зоне достаточного и неустойчивого увлажнения. В мае – июне часто наблюдаются засухи продолжительностью 20...30 суток, а также пыльные бури.

В своей работе [6] авторы делают выводы, что в условиях сухих степей, где первым лимитирующим фактором является влага, урожайность трав зависит от осадков. Однако не годовое количество определяет уровень урожая, а сколько их выпадает в тот или иной период. Осадки, выпадающие в осенне-зимний и весенний периоды, определяют урожай для многолетних трав. В осенне-зимний и весенний периоды в среднем в Северном Казахстане выпадает от 130 до 180 мм, т.е. 50...60 % годовых осадков. Однако часто период их выпадения смещается на лето (июнь, июль, август). В такие годы, как правило, осадки наиболее эффективно используют однолетние травы [6].

Высоко значение атмосферных осадков для зерновых культур на темно-каштановых почвах. В работе [4] пишут, что наибольшим погодным колебаниям было подвержено количество выпадающих осадков (табл. 1). В этой статье приведено среднее количество осадков за май – август с 1949...2011 гг., которые равнялись 141,2 мм (за 63 года). Однако приведенные данные атмосферных осадков за период с 2006 по 2015 гг. не дали ни одного такого же совпадения количества осадков со средним.

По наблюдениям автора в экспедиционных поездках, анализах статистических данных, отчетов, научной литературы в этих сильных отклонениях от средних значений играют большую роль ливни. Значение ливней для накопления влаги в почве, в водоемах занимает важное место. «В тесной связи с летним минимумом осадков находится величина урожая зерновых культур, урожай пастбищной растительности, степень развития

почвенно-эрозийных процессов, вспышки эпифитотий болезней сельскохозяйственных культур и прочее» – пишет Байдал М.Х. в своей работе [2]. М.Х. Байдал считает, что всякие связи летнего максимума осадков, позволяющие объективно и доступно для практиков определять их с достаточной заблаговременностью и обеспеченностью, представляют значительный интерес. Максимальное количество осадков выпадает в летние месяцы. В многолетнем среднем максимум приходится на июль [2]. Наиболее детальное изучение ливней на основе обработки более 1600 ливнемерных записей произведено в Государственном гидрологическом институте в 1937...1940 гг. [5].

Таблица 1

Сумма осадков в ТОО «Заречный» [4]

Год	Сумма осадков за май – август	Год	Сумма осадков за май – август
2006	101,0	2011	236,0
2007	275,0	2012	145,5
2008	65,0	2013	210,0
2009	83,0	2014	146,0
2010	30,0	2015	151,0

Ливневые осадки усложняют расчеты по впитыванию их почвой, образованию стока. Особенно эти сложности увеличиваются, если выпадают на поверхность почвы, где стали появляться поверхностные трещины. Наши экспедиционные исследования, которые проводились летом 2015 г. показывают, что этот период характеризовался сухой и жаркой погодой. Вследствие этого урожайность трав и посевов зерновых была не высокая. На поверхности почвы в середине июля уже начинали появляться трещины. Скорость раскрытия этих трещин была заметной в конце июля.

Погодные условия вегетационного периода 2016 г. в подзоне темно-каштановых почв складывались таким образом, что начиная с середины июня, во многих хозяйствах, интенсивно вели укос трав на сено. Сенокосная пора продолжалась до середины августа. Хорошая фитомасса была сформирована на многих временно естественных ландшафтах подзоны. На поверхности почвы в 2016 г. трещины начинали появляться на месяц позже, в середине августа. При этом скорость раскрытия трещин этого года была слабо заметной.

На почвах изучаемой подзоны расчет среднего многолетнего месячного испарения с естественно увлажненных территорий сложен, потому что многолетние значения осадков сильно варьируют. Так как в неко-

торые годы погодные условия создают возможность возникновения суховея в начале лета, способных вызвать иссушение верхнего слоя почвы, вызывающего раскрытие генетических почвенных трещин. Это ведет к быстрому иссушению глубоко лежащих слоев почвы и приводит к почвенной засухе. В тоже время в случае выпадения ливневых осадков, возникает обратная картина, которая позволяет заполнению трещинных участков влагой. Эта трещинная влага способствует быстрой передаче осадков в глубоко лежащие слои почвы. При этом следует учесть, что речь идет о генетических почвенных трещинах, которые возникают в этих почвах в одних и тех же местах, т.е. имеющиеся почвенные особенности создают разную способность водопроницаемости и испарения влаги на генетических почвенных деталях. Отсюда возникают сложности в прогнозе обеспеченности растений почвенной влагой, для формирования определенной фитомассы.

Степень возникновения почвенной засухи увеличивается, если неправильно оценивать роль трещин-затеков в иссушении почвенной массы. Также ожидаемая вероятность засухи, может уменьшиться при выпадении «разовых» атмосферных осадков, вследствие быстрого просачивания части влаги по трещинам и, в дальнейшем закрытия этих трещин. Отбор почвенных проб на трещинах и межтрещинных пространствах по определению в них содержания влаги будут отличаться по показаниям друг от друга, что также влияет на правильный прогноз прихода и расхода влаги.

Если обычно принято, что погрешности вычисления месячных сумм испарения комплексным методом, средних за многолетний период и за конкретные годы, составляют соответственно 20...25 и 30...35 % [3]. То, в нашем случае, эти прогнозы будут более реальные при установлении зависимости между количеством осадков, размерами трещин на поверхности, рельефом местности.

В то же время, систематизация и анализ выпадения максимального количества осадков на определенной территории более 20 мм в сутки или «разовых» осадков, выпадающих подряд за несколько дней, но более 20 мм, позволит улучшить прогноз урожаев различных растений и ситуаций на местности.

Рассмотрим режим выпадения атмосферных осадков в подзоне умеренно сухой степи (М Диевское) в летние месяцы за период 1986...2006 гг. по данным РГП «Казгидромет». За рассматриваемый период было 694 суток с осадками. В среднем в год это составляет 33,0 суток

за лето. Максимальное количество суток с осадками было летом 1993 и 1994 гг. – 50 суток с суммой осадков – 147,6 и 166,0 мм, соответственно. Минимальное количество суток (12) было летом 1989 г. с суммой осадков 22,3 мм. Атмосферные осадки в июне в сумме составили – 601, в июле – 809, в августе – 697 мм, т.е. за 21 год летом выпало 2108 мм, что в среднем составляет 100 мм. Однако, максимальное количество за лето составило 189 мм в 1990 г., а минимум осадков – 22 мм, которые выпали в 1989 г.

Из летнего ряда данных мы выделили максимумы однодневных и «разовых» осадков. Ниже приведены данные по М Диевское (табл. 2), которые были очень контрастными. За изучаемый период «разовые» осадки, выпавшие за сутки, в сумме составили 12 раз. Это осадки, в основном, от 21 до 25,6 мм. Но также было и наибольшее количество (38,3 мм), которое выпало в июне, а 35,2 мм в августе. Следует отметить, что из 12 случаев – 10 выпадений осадков не достигали 30 мм.

Таблица 2

«Разовые» атмосферные осадки за летний период по месяцам с 1986 по 2006 гг., с выделением количества случаев выпадения (М Диевское)

Год	Июнь, мм	Количество суток дождя	Июль, мм	Количество суток дождя	Август, мм	Количество суток дождя	Частота за лето
1987	-	-	(36,8) 22,1	7 1	-	-	2
1988	-	-	(33,7) (44,9) 23,1	4 10 1	-	-	1
1990	(24,8)	6	(67,4)	12	(30,6) (20,2)	2 4	4
1991	-	-	-	-	(24,5)	4	1
1992	(61,7) 38,3	9 1	-	-	-	-	1
1993	(22,5)	7	-	-	(36,7)	10	2
1994	-	-	-	-	24,8 (36,8) (28,0)	1 6 6	2
1995	-	-	-	-	(45,6) 35,2	5 1	1
1996	-	-	-	-	(26,1)	8	1
1997	-	-	(33,2) 22,1	6 1	-	-	1
1999	(37,3)	11	25,6	1	-	-	2

Год	Июнь, мм	Количество суток дождя	Июль, мм	Количество суток дождя	Август, мм	Количество суток дождя	Частота за лето
2001	-		(44,3) -21,0 24,8 24,4 (74,6)	9 1 1 1 6	-	-	1
2003	23,5 (44,6)	1 7	-	-	-	-	2
2005	(21,5)	5	-	-	(25,2)	4	1
2006	(20,4)	4	-	-	-	-	1

Примечание: в скобках даны суммарные атмосферные осадки, идущие несколько суток подряд.

Если в течение нескольких суток наблюдаются атмосферные осадки, но за один дождь они превышают 20 мм, то в таблице это учитывается как отдельный случай. Например, в 1987 г. с 1-го по 7-е июля, т.е. за 7 суток выпало 36,8 мм осадков, а с 9-го по 12-е июля выпало 33,7 мм, но из них 22,3 мм осадков выпало за один дождь 10 июля. Получается, что частота образования «разовых» осадков составляет 2 случая.

Суммы данных по атмосферным осадкам подразумевают только подряд зафиксированные дни с осадками. Максимум таких дождливых дней составил в июле 1990 г. – 12, в июне 1999 г. – 11, а в августе 1993 г. было 10 дождливых дней подряд. За эти сутки мы насчитали 67,4; 37,3; 36,7 мм осадков, соответственно. Основная масса разовых осадков за один день находилась в пределах от 21,5 до 25,6 мм.

Максимальная сумма «разовых» осадков выпала в июле 2001 г. – 74,6 мм, они выпали за 6 суток. Из них 70,2 мм выпало за 3 дня. Из всех месячных осадков, выпадающих в течение лета за период 1986...2006 гг. самое максимальное количество выпало в июле 2001 г. – 103,1 мм. Частота за лето достигла 23. Частота определяется при прерывистом возникновении «разовых» осадков в течение лета. Так за 21 летний период в 1986, 1989, 1998, 2000, 2002 и 2004 гг. разовые осадки в течение лета отсутствовали, что составляет 29 %.

Рассмотрим режим выпадения атмосферных осадков в подзоне умеренно сухой степи (М Караменды) в летние месяцы за период 1986...2006 гг. по данным РГП «Казгидромет». За рассматриваемый период было 614 суток с осадками. В среднем в год это составляет 29,2 суток

за лето. Максимальное количество суток с осадками было летом 1990 и 1993 гг. – 47 и 65 дней с суммой осадков – 149,4 и 256,7 мм, соответственно. Минимальное количество суток (12) было летом 1989 г. с суммой осадков 36,3 мм. За период 1986...2006 гг. в сумме осадки в июне составили – 589, в июле – 794, в августе – 681 мм, т.е. за 21 год летом выпало 2064 мм, что в среднем составляет 98,3 мм. Однако, максимальное количество за лето составило 256 мм в 1993 г., а минимум осадков – 29 мм, которые выпали в 1986 г.

Анализ максимального количества атмосферных осадков в сутки показал, что их в июньских месяцах выпало 2 раза, в июльских – 6, а в августовские – 3 раза. При этом наибольшее количество (74,8 мм) выпало в августе. «Разовые» осадки, выпадающие подряд за несколько суток распределились следующим образом: в июньских 7 раз, в июльских – 13 и в августовских месяцах – 7 раз. Максимумы однодневных и «разовых» осадков, по сравнению с очень сухими степями, в этой подзоне имеют отличия. А относительно осадков умеренно-засушливой степи – не так часты и интенсивны.

Осадки максимально «разовые» за сутки и «разовые» за несколько дней по данным М Караменды показали, что 2003 г. с 4 по 10 июня в сумме выпало 44,2 мм, со 2 по 5 июля – 46,9, из которых 3 июля выпало 40,6 мм. Значительные осадки выпали в 2005 году с 22 по 25 июня – 36,0 мм. Объемы этих атмосферных осадков превышают среднемесячные нормы по этой метеостанции, которые по месяцам: в июне равны – 28,1; в июле – 37,8; в августе – 32,4 мм (табл. 3).

В табл. 3 добавлены данные с 2007 по 2015 гг. Атмосферные осадки 2008 г. выпадали несколько дней подряд с 30 мая по 3 июня и составили в сумме 24,7 мм, следующие осадки с 26 по 29 июня в сумме составили 27,6 мм. В этом же году 17 июля выпало сразу 29,5 мм осадков. Осадки «разовые» зафиксированы в августе 2009, мае-июне 2011, в июле 2012, в июле и августе 2013 гг. Частота атмосферных «разовых» осадков за летний период по месяцам с 1986 по 2015 г. равно 35. Из 30 рассматриваемых лет в 10 отсутствовали «разовые» осадки, что составляет 33,3 %. В табл. 2 и 3, убраны годы, когда атмосферные «разовые» осадки за летний период отсутствовали.

Наибольшее количество «разовых» осадков – 17 раз выпало в июле, что составляет половину случаев таких осадков. В многолетнем среднем максимум атмосферных осадков приходится на июль (по всем метео-

станциям), чем севернее расположена метеостанция, тем больше осадков в этом месяце. Такой закономерности в июне и августе не наблюдается (табл. 4).

Таблица 3

«Разовые» атмосферные осадков за летний период по месяцам с 1986 по 2015 гг., с выделением количества случаев выпадения (М Караменды)

Год	Июнь, мм	Количество суток дождя	Июль, мм	Количество суток дождя	Август, мм	Количество суток дождя	Частота за лето
1987	-	-	34,8 (44,9)	1 3	41,9 (45,9)	1 3	2
1988	-	-	(21,1)	5	(82,8) 74,8	5 1	2
1990	-	-	(63,8) 25,7	17 1	-	-	1
1991	-	-	(33,9) 30,2	3 1	-	-	1
1992	(22,2)	5	-	-	-	-	1
1993	(22,2)	8	(20,2) (20,0) (36,6) 21,0	4 4 10 1	(39,1) (36,9) 20,9	5 4 1	6
1994	-	-	-	-	(23,2)	5	1
1995	(24,2)	3	-	-	-	-	1
1997	-	-	(23,8)	4	-	-	1
1998	(28,7)	3	-	-	-	-	1
1999	-	-	(45,3) (33,4)	5 7	-	-	2
2001	-	-	(35,2)	2	-	-	1
2002	(30,0)	4	(25,8)	2	-	-	2
2003	(44,2)	7	(46,9)	4	-	-	2
2005	(36,0)	4	-	-	(24,5)	5	2
2008	(24,7) (27,6)	5 4	29,5	1	-	-	3
2009	-	-	-	-	(22,9)	3	1
2011	21,1 (44,7) (20,2)	1 6 8	-	-	-	-	2
2012	-	-	(22,5)	3	-	-	1
2013	-	-	(29,2)	5	(62,0)	7	2

Сравнительные данные атмосферных осадков по почвенным подзонам показывают закономерное их различие (табл. 4). Атмосферные осадки выпадают в подзоне темно-каштановых почв чаще и интенсивнее, по сравнению со среднекаштановыми почвами в этой подзоне. А относительно осадков, выпадающих в подзоне обыкновенных черноземов – не так часто и интенсивно.

Таблица 4

Среднемесячное количество суток с осадками и объем осадков в летний период за ряд лет

Метеорологическая станция	Сутки с осадками в летний месяц				Выпадение осадков (мм) по месяцам			
	июнь	июль	август	за лето	июнь	июль	август	за лето
Аркалык	8,7	7,9	7,3	23,9	28,9	29,3	28,8	87,0
Диевское	9,9	11,7	11,4	33,0	28,6	38,6	33,2	100,4
Караменды	9,0	10,8	9,4	29,2	28,1	37,8	32,4	98,3
Карабалык	12,0	14,8	14,5	41,4	60,7	68,9	38	167,6
Михайлов	-	-	-	-	40,1	56,9	43,4	140,4

Таким образом, в подзоне темно-каштановых почв относительно высока вероятность выпадения «разовых» осадков. Объем выпадающих осадков может приближаться к среднемесячным показателям, а иногда и превышать их. Они могут влиять на температуру воздуха и почвы, а также увлажнять почву. Очень важно связать погодные условия с урожайностью в данной местности. Сложность этих взаимосвязей усиливается не только из-за их большой вариабельности по годам, но и из-за особенностей строения почв изучаемого региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдигалиев Т. Эффективность удобрений на эродированных темно-каштановых карбонатных почвах Северного Казахстана (На примере совхоза «Новоишимский» Целиноградской области) // Вопросы географии и охраны природы Северного Казахстана / Сб. научных работ. – Алматы: Кайнар, 1982. – С. 47-54.
2. Байдал М.Х. Колебания климата Кустанайской области в 20 столетии. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.
3. Богословский Б.Б., Мамохин А.А., Иванов К.Е., Соколов Д.П. Общая гидрология (гидрология суши). – Л.: Гидрометеиздат. – 1984. – 357 с.
4. Макаров А.И., Серова А.А. Экологическое испытание сортов зерновых культур на темно-каштановых почвах Акмолинской области // Земле-

- делие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе: Матер. междунар. науч.-практич. Конф. – Астана-Шортанды, 2016. – Т. 2. – С. 115-120.
5. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 351 с.
 6. Почвозащитная система земледелия: справочник / под ред. Бараева А.И., Сулейменова М.К. – Алматы, 1985. – 200 с.
 7. Семанова Е.И. Земельный фонд Казахской ССР и его качественная характеристика / Успехи почвоведения в Казахстане (к X Международному конгрессу почвоведов). – Алматы: 1975. – С. 36-48.

Поступила 15.12.2016

А.-шар. ғылымд. канд. Т.Р. Рыспеков

ТЕРРИТОРИЯ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ТӘСІЛДЕРІ МЕН КҮҢГІРТ ҚАРА ҚОҢЫР ТОПЫРЫҚ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫНДЫ ЖҮЙЕЛЕУ

Түйін сөздер: Атмосфералық жауын-шашын, тәулігіне максималды біржолғы, топырақ-климаттық жағдайлар, талдау әдістері, жауын-шашынды

Бұл еңбекте жаз мезгілінде аймақтағы құрғақшылықты дұрыс бағалауға әкеліп соғатын жолдарды іздеу мәліметтері ұсынылған. Топырақ құрғақшылығының ықтималдығын нақты болжау және дұрыс бағалау қиындығы топырақтың жарықшалық құрылымымен байланысты. Құрғақшылықты туғызытын бірден – бір фактор атмосфералық жауын-шашынның жиілігі мен көлемі болып табылады, ал зерттеліп отырған белдем тармағында (подзона) кейбір жылдары олардың нормадан үлкен ауытқушылықтары орын алған. Бұл ауытқушылықтарды жүйелеу талап етіледі, мұнан былай болжамды басқару (меңгеру) мүмкіндігіне ие болу мақсатында. Сондықтан мақала авторы күңгірт қара қоңыр топырақ белдем тармағында атмосфералық жауын-шашынның түсу режимін (тәртібі) ашып көрсетеді.

Атмосфералық жауын-шашын түсуінің орташа көпжылдық мәліметтерімен қатар, бір тәулікте немесе бірнеше тәулік қатарынан жауған жауын-шашын қосындысы 20 мм асып түсетін жағдайлар қарастырылған. 1986 мен 2006 жылдар аралығында жылдардың 70 %-да, жаз мезгілінде осындай жауын-шашын түскен жағдай орын алған. Қарастырылып отырған жылдары жауын-шашын түсу жиілігі 23 рет жеткен. Мәліметтерді талдау барысында (М Караменды),

1986...2015 жылдар аралығында жылдардың 66 %-да «біржолғы» жауын-шашындар 35 жиілікпен түскен.

«Біржолғы» жауын-шашындардың бірнеше күн қосындысы және біркүндік түсуі орташа көп жылдық айлық шамасына жетуі мүмкін, ал кей уақытта бірнеше рет артып кетуі мүмкін. Автордың ойынша, осындай жауын-шашындарды жүйелеу, дақылдардың өнімділігін, сонымен қатар аймақтағы байланысты жағдайлардың ықтималдығын санауға мүмкіндік береді.

Ryspekov T.R.

APPROACHES TO THE EVALUATION OF DRYING AREAS AND SYSTEMATIZATION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE SUBZONE OF DARK CHESTNUT SOIL

Keywords: atmospheric precipitation, maximum daily precipitation, soil-climatic conditions, the approach to the study, systematization of precipitation, long-term data of medium red soil

The article presents the materials of searching ways, which can lead to a correct assessment of aridity of a territory in the summer. The complexity of the correct assessment and an accurate forecast of the probability of soil drought caused by fractured structure of the soil. One of the factors causing drought is the frequency and volume of rainfall, which in some years have a strong deviation from the norm in the study subzone. These variations require systematization, to have a possibility in the future, to control the forecast. Therefore, author shows the rainfall regime in the subzone of dark chestnut soil.

Along the averagelong term data of rainfall, considered the cases, when the amount of precipitation for the day or for several days in a row exceed 20 mm. During the period from 1986 to 2006, in 70% of this time, there have been cases where such rainfall fell in the summer. Among these years the frequency of fall reached 23 times. During the analyzing the data (M Karamendy) for the period from 1986 to 2015, in 66% of this time fell "single" precipitation with a frequency 35 times.

The total for a few days and one-day fall of "one-time" percipitations, can reach long term averagemonthly values, and sometimes exceed them several times. The author believes that the systematization of precipitation allows to calculate the probability of both crop yields and the possible situations in the region because of rainfall.

УДК 631.45; 67

Канд. биол. наук Т.К. Томина¹

СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ГРУНТАХ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ключевые слова: нефтяной амбар, нефтехимическое загрязнение почв, замазученные техногрунты, рекультивация, почвенный разрез, нефтепродукты, ПДК

В статье приводятся данные по содержанию нефтепродуктов в рекультивированных грунтах на участках бывших нефтешламных амбаров, их распределение по расчетным слоям профиля, превышение ПДК, динамика по годам. Грунты визуальнo загрязнены, выявлено превышение до 10636,8 уровня ПДК.

Введение. Проблема загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами (НП) является актуальной и насущной. Загрязнение почв нефтью и НП является настоящей экологической катастрофой экосистемы. Основными источниками загрязнений нефтью и НП являются добывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища НП, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Значительное число хранилищ нефтешламов и отходов, построенных с начала 50-х годов 20 века, превратилось из средства предотвращения нефтезагрязнений в постоянно действующий их источник. Значительное количество нефтяных разливов происходит при транспортировке и хранении нефти. Добыча и переработка нефти, транспортировка и хранение НП связаны с загрязнением территории нефтедобычи, чрезвычайными ситуациями на транспорте и трубопроводах, утечками из нефтехранилищ, образованием нефтесодержащих сточных вод и нефтяных шламов. Нефтяное загрязнение создает неблагоприятную экологическую обстановку, что приводит к глубокому изменению всех звеньев естественных биоценозов или их полной трансформации. В целом при окислительной деградации нефти в почвах независимо от того, происходит ли механическое вымывание загрязняющих веществ или нет, идет накопление смолисто-асфальтеновых веществ.

¹ КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

Нефть является экологически опасным веществом при попадании в почву угнетающим и заставляющим по-другому протекать важные жизненные процессы. Высокие концентрации НП в почве и воде нарушают дыхательную активность и микробное самоочищение почвы. Изменяют соотношение между отдельными группами почвенных микроорганизмов, меняют направление почвенного метаболизма, подавляют процессы дыхания, азотфиксации, нитрификации, разрушения целлюлозы, приводят к накапливанию трудноокисляемых продуктов, уменьшают количество корневых выделений и органических остатков растений, являющихся важнейшими факторами питания микроорганизмов.

Например, сточные воды предприятий нефтехимии остаются токсичными даже после 6 месяцев отстаивания, а в местах пролива нефти на почву («коричневых пятен») трава очень долго не растет. Для быстрой очистки и восстановления жизненных процессов загрязненной нефтью почвы необходимо максимально удалить из почвы нефтяной загрязнитель. Таким образом, одним из наиболее опасных веществ, загрязняющих среду обитания, является нефть – сложнейшая система углеводородов различного строения и молекулярной массы, состоящая почти из 3000 ингредиентов, большинство из которых легкоокисляемы. В геологических условиях нефть находится в определенном термобарическом равновесии. Попадая на земную поверхность, она изменяет свое энергетическое состояние в соответствии с химическим составом и условиями окружающей среды. Это приводит к деструктивным превращениям вследствие улетучивания легких фракций, вымывания водорастворимых соединений, химического и биологического окисления в почве остаточных компонентов.

К местам размещения отходов (МРО) относятся нефтешламоаккумуляторы, пруды-отстойники, полигоны твердых бытовых и производственных отходов (ТБО и ТБПО), площадки биологической очистки нефтешламов и нефтезагрязненных почвогрунтов (биомодули), несанкционированные свалки отходов и т.п. Они являются источниками загрязнения окружающей среды нефтяными углеводородами, биогазом, фенолами, тяжелыми металлами.

Нефтешламы – стойкие водонефтяные эмульсии, свойства которых переменны во времени и зависят от множества факторов: газосодержания, обводненности нефтяных скважин, минерализации пластовых вод, способа добычи, компонентного состава, физико-химических и коллоидно-химических свойств нефти и ее природных стабилизаторов, наличия час-

тиц механических примесей и их состава, температуры. Устойчивость таких систем сильно возрастает при их длительном хранении в открытых амбарах и прудах. Происходит это вследствие «старения» эмульсий, уплотнения и упрочнения во времени бронирующих оболочек на каплях воды, испарения легких фракций, осмоления нефтепродуктов, увеличения механических примесей за счет атмосферной пыли.

Накопление и хранение нефтешламов осуществляется в открытых земляных резервуарах – нефтешламовых амбарах различной конструкции. В результате длительного накопления нефтешламов в амбарах и под воздействием внешних условий происходит их расслоение на плавающий эмульсионный слой, содержащий 81...98 % нефти, минерализованную воду и донные осадки, содержащие 10...44 % нефти. В зависимости от сроков хранения нефтешламов изменяется их фракционный состав и, соответственно, плотность (от 885 до 988 кг/м) и вязкость (от 33,4 до 12497 мм/с при 20 °С) [4].

В нефтедобывающих регионах Казахстана в рамках опытно-промышленных работ, проводится восстановление замасоченных территорий цеолитно-микробиологическим методом, позволяющим с помощью бактерий-деструкторов углеводородов вернуть потерянные плодородные свойства почвы.

Объект исследования – это трансформирующиеся в пострекультивационный период техногрунты 4-х участков в местах бывших амбаров для слива буровых растворов, нефтяной эмульсии, которые были очищены в 2011...2014 гг. цеолитно-микробиологическим методом на территории месторождения Кара-Арна. Во время полевых исследований в июне 2015 г. было заложено 7 почвенных разрезов на техногрунтах рекультивированных участков бывших амбаров.

Из 14 почвенных разрезов, заложенных в 2016 году: 8 на рекультивированных в 2011...2014 гг. участках: разрезы №5 и №6 заложены на участке рекультивации 2014 г.; разрезы №1 и №4 на участке рекультивации 2013 г.; разрезы №2 и №3 на участке рекультивации 2012 г. Разрез №12 в юго-восточной части месторождения на участке рекультивации 2011 г. На замасоченных грунтах северного крыла месторождения для сравнения заложены разрезы №9, №10, №11 на солончаках соровых обсыхающих, также сделаны прикопки. Целинный разрез №13 был заложен на зональной бурой солончаковой почве.

Содержание нефтепродуктов в почве определялось по методике «Методика выполнения измерения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Спектрофотометрический метод основан на экстракции нефтепродуктов тетрахлоридом углерода, дальнейшее определение проводилось в инфракрасной области спектра [3]. В качестве растворителя использовали четыреххлористый углерод. Полосы поглощения четыреххлористого углерода компенсировали кюветой сравнения.

Целью исследований являлось определение общего содержания нефтепродуктов в грунтах рекультивированных участков на месторождении. Выявление превышения уровня ПДК, изменение в годовой динамике.

Результаты исследований. На месторождении Кара-Арна на замазученном участке впервые в 2011 г. была применена технология очистки почвогрунта согласно патенту № 17975, от 15.11.2006, ТОО «Таза-Су» [1]. Способ очистки почв и грунтов от нефтезагрязнений заключалась в следующем: обработка загрязненного участка биодеструктором нефтяных углеводородов, внесение разрыхляющего агента на основе навоза и введение азот- и фосфорсодержащих минеральных добавок, далее последующее увлажнение и фрезерование. Отличался способ тем, что в качестве биодеструктора использовали биомассу, представляющую собой комплекс природного цеолита с внедренными в структуру нефтеокисляющими микроорганизмами *Pseudomonas* sp., или *Rhodococcus* sp, взятой 11 т биомассы на 1 га. В качестве минеральных добавок использовали минеральную селитру и нитроаммофос, которые вводили последовательно по 0,375 т на 1 га, а в качестве разрыхляющего агента использовали навоз в количестве 13 т на 1 га.

Примененный способ описан в патенте 2015 г. «Способ биологической рекультивации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами». Согласно этой технологии при рекультивации нефтехимически загрязненных почвогрунтов применялись следующие дозы препаратов: цеолит 5,0...7,5 т/га; биопрепарат «Бакойл» – 75 кг/га; нитроаммофос – 180 кг/га, биогумус (вермикомпост) – 4...6 т/га [4].

Участки на месторождении очищались по данной технологии в 2011...2014 гг. Основные исследования проводились на грунтах рекультивированных участков бывших нефтяных амбаров, представляющих собой до проведения рекультивации смесь замазученных грунтов, пропитанных

нефтяной эмульсией, разливами пластовых жидкостей и буровых растворов, содержащих множество застывших кусков битумных кор.

Биомасса, представляющая комплекс природных цеолитов с нефтеокисляющими микроорганизмами, позволяла значительно ускорить микробиологическую деструкцию углеводородов нефти и обеспечивала эффективную деградацию сложных нефтяных углеводородов, достичь высокой очистки почвы от загрязнений за короткое время [2].

Во время полевых исследований 2015 г. был заложен разрез №8 за территорией санитарно-защитной зоны (СЗЗ) месторождения, в 1 км от границы на целинной зональной бурой солончаковой почве. Выявлено, что техногрунты всех рекультивированных участков имеют визуальные признаки загрязнения, превышение уровня ПДК по содержанию НП до 10636,8 мг/кг. Максимальное загрязнение грунта в пределах 1 ПДК выявлено в первый год последствия в нижней и средней части почвенного профиля разреза 6 (участок рекультивирован в 2014 г.). На поверхности грунта разбросаны многочисленные темные мелкие и крупные комки разлагающегося битума.

Грунт разреза №3 на участке рекультивации 2012 г. загрязнен НП в пределах 1 ПДК выше допустимого в верхней части профиля – 738,5 мг/кг. В грунте отмечены признаки процессов разложения и минерализации: темные остатки битумных кор на 3-й год последствия превратились в серые рассыпающиеся куски с рыхлой пластинчатой структурой распадающегося битума (рис. 1). Поверхность техногрунта вспучена солями, выделением CO_2 и испарением легких фракций.



Рис. 1. Кусок распавшегося битума на рекультивационном участке 2012 г.

Ниже на диаграммах по данным химических анализов приведены результаты содержания НП в техногрунтах рекультивированных участков (разрезы № 1-7), целинном разрезе № 8 и вблизи скв № 4 разреза № 9.

Содержание нефтепродуктов в техногрунтах рекультивационных участков имеют превышения относительно уровня ПДК и имеют визуаль-

ные признаки загрязнения. Содержание их в образцах грунта составляет от 0,42 до 3406,76 мг/кг (рис. 2).

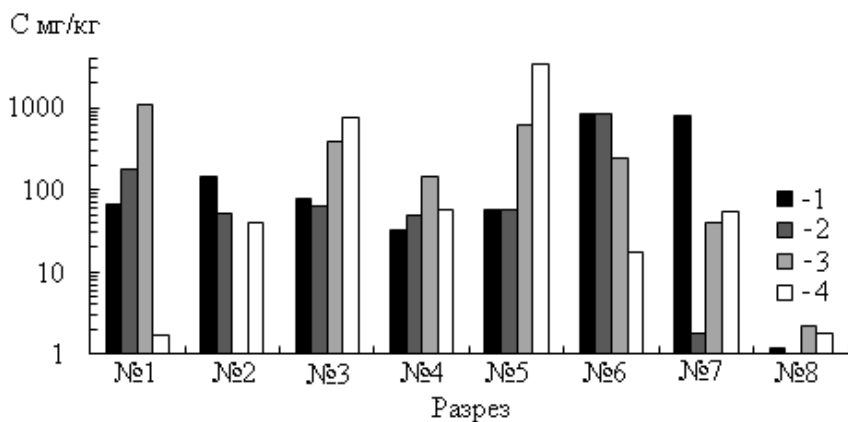


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов в расчетных слоях техногрунтов рекультивационных участков и целине. 2015 г. 1 – 0...10 см, 2 – 10...30 см, 3 – 30...50 см, 4 – 50...100 см.

Разрезы №1 и №2 были заложены на участке рекультивированном в 2013 г., площадью 6,8 га. Участок полностью покрыт бороздами высотой 25...35 см с обильным включением остатков замазученного грунта, множеством ракушек и выпотом солей на поверхности. По визуальным наблюдениям и данным содержания нефтепродуктов, проведенные рекультивационные работы не способствовали разложению нефтяных включений и замазученного грунта. Поверхность участка имеет остаточные признаки загрязнения: темно-бурые нефтяные пятна, комки замазученного грунта, остатки битумных кор (рис. 3). В последствии все это продолжает разлагаться под влиянием примененной технологии, также постоянно подвергается воздействию аридного климата (действие прямого солнечного излучения и характерных сильных ветров).



Рис. 3. Общий вид участка рекультивации 2013 г. Места закладки разрезов №1 и №2.

Из профиля разреза №1 сильный запах нефти, в почвенной яме разреза выявлен битумизированный горизонт на глубине 30...50 см, который состоит из чистого битума (влажный, тягучий, бесструктурный) черного цвета и нефтяным запахом. Частично он переслоен песком (следы рекультивации). Содержание нефтепродуктов в этом слое 1078,4 мг/кг.

На поверхности разреза №2 с южной стороны участка также обнаружены темные куски разлагающегося битума. В этой части участка заметны признаки разложения битума и нефтяных остатков: нет крупных комков битума, а имеются комки темно-серого цвета, затронутые процессами разложения и с заметными признаками минерализации. Грунты этого разреза имеют значительное включение песка. Это в основном бесструктурный мокрый коричневато-бурый песок. Результаты анализов подтверждают, что содержание нефтепродуктов здесь небольшое, оно увеличивается вглубь профиля: максимум на глубине 50...100 см – 145,7 мг/кг, это ниже ПДК. Таким образом, техногрунты участка рекультивации 2013 г. загрязнены битуминозными образованиями как с поверхности, так и в нижней части профиля: содержание НП в слое 50...100 см более 1 ПДК.

Техногрунты разрезов № 3 и №4 на участке рекультивации 2012 г. также загрязнены нефтепродуктами, но в пределах 1 ПДК: до 738,5 мг/кг – максимальное значение в верхней части профиля.

Замазученные грунты участка за более длительный период последующего применения примененной технологии рекультивации, хотя и имеют слабый запах нефти из разреза, но комки разлагающегося битума здесь в горизонтах более мелкие. Поверхность участка уже почти сnivelирована, гряды после боронования были высотой до 20 см, покрыта белесым налетом – выпотом солей, имеются кусочки разлагающегося битума. Поверхность техногрунта вспучена – признаки выделения газов. Замазученный грунт и остатки нефти продолжают минерализовываться благодаря действию нефтеокисляющих микроорганизмов и всего комплекса проведенных мероприятий. Аридные условия также способствуют разложению.

В грунте разреза №5, на участке, рекультивированном в 2011 г., содержание нефтепродуктов остается повышенным: максимально до 3 ПДК в верхнем слое (рис. 2). Визуальные признаки загрязненности также присутствуют: на поверхности участка разбросаны редкие куски полуразложившегося битума. В профиле разреза также отмечены куски разлагающегося битума и удобрений. Рассмотрение профильной динамики НП показало их миграцию и снижение с глубиной: максимум – 3ПДК в верх-

нем слое. И хотя этот участок интенсивно год от года зарастает (сначала единичные растения солероса по краям участка), в последующие годы уже образовались вегетативные бугорки под крупными куртинами солероса (рис. 4). В 2015 г. мы отметили зарастание участка злаковыми (между солеросами уже имеются разрастающиеся розетки ежи сборной).



Рис. 4. Зарастание солеросом участка рекультивации 2011 г.

В 2015 г. в разных частях участка рекультивации 2014 г. были заложены разрезы №6 и №7. Загрязнение грунта по содержанию нефтепродуктов в пределах 1 ПДК выявлено только в разрезе №6. На поверхности грунта многочисленные как мелкие, так и крупные комки разлагающегося битума.

Анализ данных по содержанию нефтепродуктов (НП) в грунте разрезов, заложенных в 2016 г. на рекультивированных в разные годы (2011...2014 гг.) участках (бывших нефтяных амбаров) показал, что проведенные мероприятия по рекультивации цеолитно-микробиологическим методом дали эффект. Содержание нефтепродуктов в замазученных техногрунтах почти повсеместно резко сократилось (рис. 5). Во всех разрезах содержание НП меньше уровня ПДК. Кроме грунта разреза №3, где загрязнение сохранилось выше уровня ПДК в 8 и 4 раза: на глубине 10...30 см – 8559,28 и на глубине 30...50 см – 4215,74 мг/кг. Грунт разреза №2 также загрязнен НП на уровне, приближенном к ПДК. На целинном разрезе в верхнем горизонте максимум – 207,55 мг/кг. Рассмотрение миграции нефтепродуктов по расчетным слоям профиля показало снижение их содержания с глубиной: максимум накопления приходится на верхние слои.

Прошлогодние исследования на этом же участке также показали повышенное содержание в техногрунте разреза №3 (участок рекультивации 2012 г.) нефтепродуктов в пределах 1ПДК: до 738,5 мг/кг: максимальное значение также в верхней части профиля. Визуально здесь также от-

мечены признаки разложения и минерализации замазученных грунтов: темные остатки битумных кор на 3-й год превратились в серые рассыпающиеся куски с рыхлой пластинчатой структурой распавшегося битума. Поверхность техногрунта вспучена, имеются признаки выделения CO_2 .

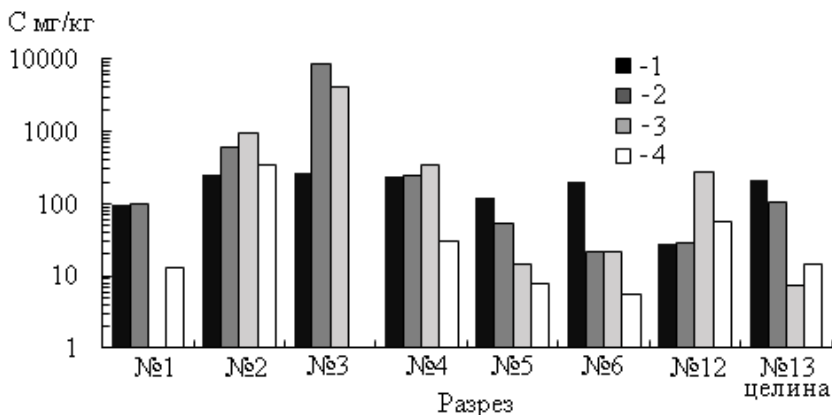


Рис. 5. Общее содержание нефтепродуктов в грунте разрезов 2016 г. на рекультивационных участках 2011...2014 гг. и целинном разрезе. Усл. обозн. см. рис. 2.

Бурая солончаковая зональная почва целинного разреза №8 (отбор 2015 г.) совсем не загрязнена нефтепродуктами. По данным анализов получены минимальные значения концентрации. Эти данные и данные по всем химическим свойствам можно использовать как контрольные значения для сравнения с загрязненными почвами на территории месторождения.

На северо-западе от месторождения Кара-Арна в 3 точках были сделаны прикопки на замазученных солончаках соровых в районе расположения нефтяных скважин с отбором почвенных образцов на глубине 0...20, 20...40 см. На этой локальной территории большие площади заняты замазученными грунтами, которые также требуют проведения рекультивации. По результатам анализов видно, что наибольшее загрязнение грунта выявлено в грунте прикопки №1 – 5,7 ПДК (рис. 6).

Максимальное загрязнение техногрунта выявлено в разрезе №6 в нижней и средней части почвенного профиля (участок рекультивации 2014 г.) Техногрунты разреза №3 на участке рекультивированном в 2012 г. также загрязнены нефтепродуктами в пределах ПДК – 738,5 мг/кг.

Территория рядом с нефтяной скважиной №4 неоднократно подвергалась проливам нефти, о чем свидетельствует наличие битумного слоя в профиле разреза №9 и наличие застарелых битумных кор рядом со скважиной (рис. 7). Поэтому, как и следовало ожидать, уже в верхнем 0...10 см

слое загрязнение почвы составило 10 ПДК. И в профиле обнаружен битуминозный слой. Загрязнение очень большое.

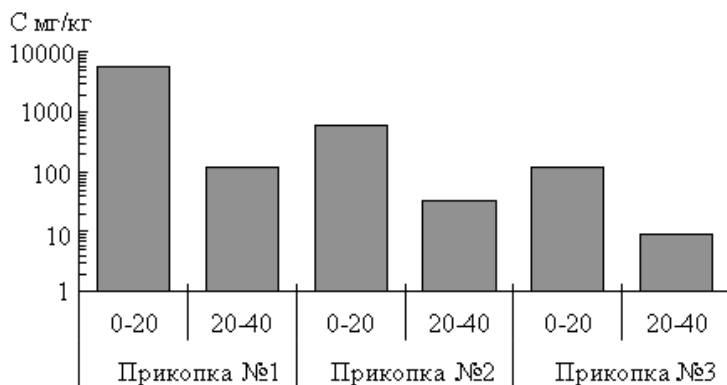


Рис. 6. Содержание нефтепродуктов в замазученном грунте прикопок 2015 г.



Рис. 7. Нефтяной пролив-амбар (а) и битумная кора (б) рядом с разрезом №9.

На диаграмме рис. 8 показано содержание НП в грунте прикопок, отобранных в 2016 г., как в северной, так и в восточной, долговременно эксплуатируемой части месторождения. В грунте всей группы прикопок в северной части (прикопки №2...№5) выявлено загрязнение нефтепродуктами до 53,75 ПДК.

Таким образом, наибольшее загрязнение грунта НП выявлено в верхних горизонтах прикопки №3 на участке, рекультивированном в 2012 г. Грунт прикопки №2 на этом же участке также загрязнен НП на уровне, приближенном к ПДК.

На основании анализа данных можно сделать вывод об эффективности рекультивации загрязненных нефтью техногрунтов бывших амбаров. В результате проведенных работ по очистке нефтехимически загрязненных участков и примененной технологии их рекультивации цеолитно-микробиологическим методом, грунты постепенно переходят в состояние с более безопасным уровнем загрязнения, при котором они способны уже

к естественному самовосстановлению в исходные почвы. Тогда как, по мнению большинства исследователей, процесс самовосстановления среды в естественных условиях идет 10...25 лет. Результаты исследований показали эффективность примененной технологии рекультивации нефтезагрязненных грунтов цеолитно-микробиологическим методом, значительно снижающим уровень их загрязнения и способствующим более быстрому восстановлению их в исходные почвы.

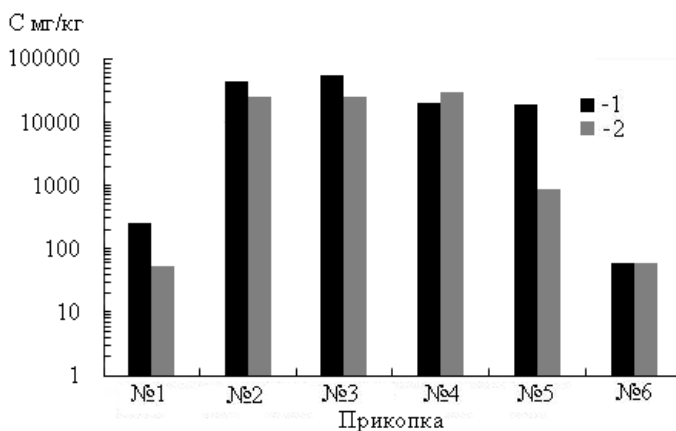


Рис. 8. Содержание нефтепродуктов в грунте прикопок восточного и северного крыла месторождения Кара-Арна. 2016 год. 1 – 0...20 см, 2 – 20...40 см.

Заключение. Выявлено превышение уровня ПДК по содержанию нефтепродуктов в грунте рекультивированных в разные годы участков. Максимальное превышение составило 4,2...8,5 ПДК в верхнем полуметровом слое грунта разреза №3 на участке, рекультивированном в 2012 г.

Отмечен высокий уровень загрязнения в замазученных грунтах и прикопках северного крыла месторождения – от 7,1 ПДК до 53 ПДК.

Исследования показали эффективность примененной технологии рекультивации нефтезагрязненных грунтов цеолитно-микробиологическим методом, значительно снижающим уровень их загрязнения и способствующим более быстрому восстановлению их в исходные почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 17975 Республика Казахстан 15.11. 2006 «Способ очистки почвогрунта от загрязнений нефти и нефтепродуктов» / Идрисова У.Р.; заявитель и патентообладатель ТОО «Газа-Су», заявл. 15.11.2006; опубл. 15.02.2010, Бюл. № 2. – 3 с.

2. Патент 30176 Республика Казахстан 02.06.2014 «Способ биологической рекультивации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами». / Идрисова У.Р., Саданов А.К., Мусалдинова Т.Б., Идрисова Д.Ж., Айткельдиева С.А., Ауэзова О.Н.; заявитель и патентообладатель ТОО «Таза-Су», заявл. 02.06.2014; опубл. 15.07.2015, Бюл. № 7. – 5 с.
3. ПНД Ф 16.1:2.21-98. Методика выполнения изменения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». – СПб. – 1997. – 16 с.
4. Фердман В.М. Комплексная технология утилизации нефтешламов и ликвидация нефтешламовых амбаров в промышленных условиях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук – Уфа, 2002. – 25 с.

Поступила 26.12.2016

Биол. ғылымд. канд. Т.К. Томина

МҰНАЙ КЕН ОРНЫНЫҢ БАЙЫРҒЫ АМБАРЛАР АУМАҒЫНДАҒЫ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒЫН ГРУНТТАРДЫҢ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІ

Түйін сөздер: мұнай, мұнай өнімдерінің топырақтағы концентрациясы, ластанған грунттар, топырақ пен грунттың ластану дәрежесі, ШЖК-дан асуп түсуі

Әр алуан жылдары рекультивацияланған учаскелердегі мұнай өнімдерінің мөлшері, олардың грунт кескіні бойынша орналасуы және олардың шектеулі жол берілген концентрациядан асып түсуі анықталған. Аумақтың солтүстік қанатындағы ластанған грунттар ШЖК-дан 7,7 есе, жанама шұңқырларда ШЖК-дан 53 есе артқан.

Tomina T.K.

THE OIL CONTENT OF REMEDIATED GROUND OIL FIELD

Keywords: oil barn, petrochemical contamination of soil, oiled tehnogrunty, reclamation, soil profiles, petroleum products, the maximum permissible concentration

The article presents data on the content of refined-products in the reclaimed soils in areas of the former nave-teshlamovyh barns, their distribution in the calculated profile of the layers, the excess of the MPC, the dynamics data. Soils contaminated visually revealed excess to 10636.8 MPC level.

УДК 631.45.67

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов¹**ДИНАМИКА СОЛЕВОГО РЕЖИМА ТЕХНОГРУНТОВ
РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ ТЕРРИТОРИИ АМБАРОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРААРНА**

Ключевые слова: рассоление техногрунта, хлор, сульфат, натрий, магний, кальций, калий, аккумуляция солей, солончак

Изучены процессы засоления и рассоления техногрунтов рекультивированных участков территории амбаров. Динамика солевого режима техногрунтов исследуемых участков 2012, 2013 и 2014 годов складывалась в сторону уменьшения засоленности. Наблюдался сезонно-необратимый тип рассоления. На рекультивированном участке в 2011 году солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу засоления ГАС > 1 и составлял 1,29 из-за расположения участка в рельефе.

Засоление почв широко и повсеместно проявляется в регионе, особенно в пустынной зоне и связано со слабой дренированностью территории, исходной засоленностью озерно-морских почвообразующих пород и минерализованными водами.

Территория Прикаспийского региона в галогеохимическом отношении расположена в пределах сульфатно-хлоридной провинции засоленных почв бассейна стока Каспийского моря.

В региональном плане в зоне черноземов и тёмно-каштановых почв распространено преимущественно хлоридно-сульфатное засоление с очагами хлоридного соленакопления по депрессиям рельефа (соры) и речным долинам. В зоне бурых пустынных почв оно сменяется на хлоридное и сульфатно-хлоридное. В подзоне серо-бурых почв – сульфатное (гипсовое) с очагами хлоридного засоления по депрессиям рельефа (соры).

Борное засоление отмечено в прибрежной зоне Каспийского моря, дельте р. Жайык (Урал), районах залива Мертвый Култук и полуострова Бузачи и связано с засоленными морскими осадками. Среди солончаков в регионе широко распространены приморские солончаки (сульфатно-

¹ КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

хлоридные), луговые (хлоридно-сульфатные, реже хлоридные) и континентальные (соровые, хлоридные).

Засоление почв так же происходит в результате сброса на поверхность высокоминерализованных нефтепромысловых вод. Последнее отмечается на площади всех действующих нефтепромыслов.

Сточные воды нефтедобывающих месторождений характеризуются высокой степенью минерализации, преимущественно хлор-кальциевого и сульфат-натриевого состава. Сумма солей достигает 150...300 г/л, содержание хлор-иона – 150, сульфатов 3,9...16,0 и общая щелочность 0,2...0,4.

По мере увеличения степени минерализации сточных вод растет содержание хлора и натрия, уменьшается количество сульфатов, щелочность и pH среды.

Минерализованные сточные нефтепромысловые воды вызывают глубокую трансформацию морфолого-генетического профиля почвы. В местах аккумуляции их формируются техногенные луговые солончаки и солончаковатые почвы с измененными морфологическими, химическими и физико-химическими свойствами по отношению к исходной почве. Почвы, затапливаемые сточными нефтепромысловыми водами отличаются высоким засолением.

Рекультивационные работы проводились на солончаке соровом, который трудно поддается рекультивации и при загрязнении нефтепродуктами обладает очень слабой способностью к самовосстановлению. Эти почвы отмечаются полным отсутствием биогенности. Связанной с очень высоким содержанием легкорастворимых солей и длительным пребыванием их в переувлажненном состоянии. Их формирование происходит при непосредственном участии сильно минерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине 1,0...1,3 м при загрязнении нефтью экосистем соров. Не исключена возможность попадания ее в грунтовые воды, после чего полная очистка экосистем от нефтепродуктов практически окажется невозможной.

Объектом исследования явились почвы и грунты образовавшиеся в промысловых условиях на предприятиях АО «Матен Петролеум» загрязненные нефтью, устойчивыми нефтяными эмульсиями и нефтяными шламами. Это техногрунты участков в местах бывших амбаров после проведенной в 2011...2014 гг. рекультивации на месторождении Караарна.

На территории месторождения Караарна были проведены полевые научно-исследовательские работы по изучению изменений экологических функций территории амбаров, находящихся в условиях рекультивации.

При исследовании применялись сравнительно-экологические, лабораторно-аналитические и графические методы.

По данным аналитических исследований определено содержание солей, степень засоления, химизм засоления техногрунтов. Расчетным методом вычисляли запасы солей, коэффициенты годовой аккумуляции солей (ГАС). Лабораторно-аналитические исследования образцов почв проводились в соответствии с общепринятыми в почвоведении методиками. Основные химические и физико-химические свойства техногрунтов определяли и выполняли по общепринятым в почвоведении методикам описанным Аринушкиной Е.В. [1].

Целью исследований являлось изучение динамики солевого режима техногрунтов рекультивированных участков территории амбаров.

Солевой режим техногрунтов тесно связан с водным режимом, последний связан с уровнем грунтовых вод. Она в зависимости от поступления дождевых вод по сезонам года имеет синусоидальные колебания. Наиболее низкий уровень приходится на март. Затем по мере таяния снега после весенних дождей начитается постепенное повышение. Высокое стояние грунтовых вод в зимне-весенний период меньше способствует засолению почв, чем в летний. Еще в 1930 г. Б.Б. Польшов [5] отметил значение глубины залегания грунтовых вод. Допустимую величину подъема уровня грунтовых вод Б.Б. Польшов предложил назвать критической глубиной, т.е. критическим уровнем засоления.

Как известно, критическая глубина, выше которой подъем грунтовых вод опасен, зависит от многих факторов [4]. Одним из основных является их минерализация: чем она выше, тем глубже должны находиться грунтовые воды [7]. Главными источниками увлажнения являются атмосферные осадки, грунтовые воды. Размеры и темпы засоления почвогрунтов зависят от подвижности почвенной влаги, от способности ее к максимальному поднятию и скорости движения. Наиболее подвижной является капиллярная форма влаги.

Согласно исследованиям Н.А. Качинского [2], А.А. Роде [6] и других, передвижение и испарение капиллярных вод, а следовательно, транспортировка ими водно-растворимых солей, возможна не только при условии непосредственной связи с грунтовыми водами, но и при образовании капиллярно-подвешенной влаги. В песчаных почвах и грунтах, а также суглинистого и глинистого механического состава, обладающих хорошо выраженной микроструктурой, восходящего передвижения влаги при ис-

парении не наблюдается, и просыхание ее идет постепенно сверху вниз. В пылевато-суглинистых почвах и грунтах с плохо выраженной микроструктурой к восходящему передвижению при испарении способна значительная часть подвешенной влаги.

Для понимания особенностей перемещения влаги в почвах интерес представляет работа И.Н. Фелицианта [8], который экспериментальными исследованиями выяснил закономерность капиллярного передвижения воды в слоистых грунтах. Он установил, что в профиле с облегчающимся снизу вверх механическим составом кривые капиллярного передвижения воды имеют изломы на границах разделов между горизонтами. На этих же границах наблюдаются временные задержки капиллярного поднятия. Период подъема капиллярной влаги в таких почвах складывается из времени поднятия в составляющих их грунтах и остановок воды на границах раздела. Вода, поднявшись по нижнему тяжелому слою к границе, не может дальше передвигаться в силу того, что в верхнем более легком слое нет таких мелких пор, в которых создавались бы менисковые силы, способные преодолеть силы тяжести и трения. В слоистых же почвогрунтах с утяжеляющимся снизу вверх зерновым составом высота капиллярного поднятия всегда больше, чем в однородных грунтах.

Кроме того, подвижность почвенной влаги находится в зависимости от механического состава почвогрунта и его структурности. Так, в крупнозернистых почвогрунтах, состоящих из частиц крупнее 1 мм, при влажности меньше НВ, подвижность почти равна нулю, максимальной она будет при ПВ и может характеризоваться при помощи коэффициента фильтрации. Для тонкозернистых почвогрунтов суглинистого и глинистого механического состава возможны три случая: а – бесструктурные, б – с хорошо выраженной микроструктурой, в – с хорошо выраженной макроструктурой.

В первом случае (а) вся влага, содержащаяся в почве, является связанной даже при наивысших величинах увлажнения, что наблюдается в иллювиальных горизонтах солонцов и сильно солонцеватых почв, а также в глеевых горизонтах болотных почв. Благодаря связанности влага обладает очень низкой подвижностью и передвигается лишь под влиянием сорбционных сил от толстых слоев пленки к тонким. Во втором случае (б) влага обладает наибольшей подвижностью при полном насыщении почвогрунта (от ПВ до НВ) – легкоподвижная; с уменьшением влажности от НВ до ВРК подвижность влаги также уменьшается – средне подвижная; при влажности меньше ВРК движение влаги прекращается – трудно подвижная. В третьем

случае (в) подвижность влаги наивысшая при ПВ; с уменьшением влажности до НВ влага сохраняется только во внутриагрегатных порах, подвижность ее становится такой же как в микроструктурных почвах.

Водно-солевой режим зависит от уровня грунтовых вод. Для грунтовых вод характерен гидрологический режим с колебаниями уровня по сезонам от 1 до 1,8 м. Это позволяет считать водный баланс почв неустановившимся, с тенденцией перехода от весны к лету от положительно – к отрицательно декомпенсированному. В связи с этим, режим влажности изменяется от элювиального с капиллярно-грунтовым подпитыванием до капиллярно-грунтового и характеризуется сочетанием двух периодов: ранневесеннего промывного, когда происходит насыщение профиля влагой атмосферных осадков и смыкание нисходящих токов с близко залегающими грунтовыми водами, и летне-осеннего десуктивно-выпотного, когда уровень грунтовых вод падает за счет их расхода на отток и испарение. В связи с этим для солевого профиля техногрунтов в годовом аспекте характерна высокая динамичность коэффициента годовой аккумуляции (ГАС).

Для техногрунтов рекультивированного участка в 2011 г. коэффициент годовой аккумуляции солей составил 1,29. Для остальных участков 2012, 2013 и 2014 гг. коэффициент годовой аккумуляции составил меньше единицы и колебался от 0,456 до 0,680.

По В.А. Ковде [3] солевой режим является сезонно-необратимым, а в многолетнем цикле – неустойчиво-благоприятным. Анализ полученных данных показывает, что при уровне грунтовых вод выше 1,0 м создается оптимальное увлажнение в толщах техногрунтов и активизируется засоление верхних горизонтов. При залегании грунтовых вод ниже 1,0 м в связи с низкой водоподъемной способностью техногрунтов верхний слой техногрунтов иссушается и засоления не происходит. Эти критические параметры могут быть приняты для оптимизации водно-солевого режима техногрунтов рекультивированных участков.

Динамика солевого режима техногрунтов рекультивированных участков за 2015...2016 гг. Для оценки суммарной интенсивности годового засоления, интенсивности накопления отдельных ионов предлагается определять коэффициент годовой аккумуляции солей (ГАС). Он может рассчитываться как для процентного содержания солей, так и для абсолютного их запаса на всю толщу почвы или для отдельного горизонта. Если ГАС равна единице, годового засоления не было, если больше единицы – имело место сезонное засоление, если меньше единицы, то в сезоне произошло рассоление

почвы и динамика солей была направлена в сторону уменьшения. В дальнейшем изложении динамики солевого режима исследуемого объекта будем придерживаться данной классификации так как она наиболее соответствует режиму техногрунта рекультивированного участка.

Динамика солевого режима исследуемой территории тесно связана с динамикой грунтовых вод и водного режима техногрунта. В связи с проведением рекультивационных работ изменились водный режим и режим грунтовых вод территории бывших амбаров, что повлекло за собой изменение солевого режима. Вместе с тем солевой режим не является простым отношением водного режима и режима грунтовых вод. Фильтрация воды из поверхности техногрунта может быть различной, поэтому опреснение техногрунта может быть различным. Легкорастворимые соли выщелачиваясь могут отличаться в одной точке, тогда как солевой режим всей территории бывших амбаров может оставаться стабильным.

Как показывают аналитические данные (табл. 1) в зависимости от давности проведения рекультивационных работ режим техногрунта исследуемых участков может складываться по типу годового-необратимого засоления и годового-необратимого рассоления.

Данные анализа показывают, что на рекультивационных участках в 2012, 2013 и 2014 гг. за два года увеличение солей по горизонтам техногрунта не произошло, хотя перемещение солей по сезонам года отмечено.

На рекультивированном участке 2011 г. произошло засоление по всем расчетным слоям. Здесь складывается сезонно-необратимый тип засоления. На целинной бурой пустынной солончаковой почве засоление произошло в верхнем 0...30 см слое, а в нижних слоях рассоление. В метровом слое почва рассолилась на 85 т/га. Здесь складывается сезонно-необратимый тип рассоления.

Рассмотрим подробно, как складывается динамика солевого режима на техногрунтах рекультивированного участка. На участке рекультивированном в 2013 г. складывается годовой необратимый тип рассоления. Хлориды уменьшаются по всему расчетному слою в итоге они уменьшились на 73,64 т/га. Сульфаты также уменьшаются по всем расчетным слоям. В метровом слое уменьшились наполовину. Гидрокарбонаты также уменьшаются по всем расчетным слоям и в метровом слое уменьшаются на 0,54 т/га. Катионы кальция на первом полуметровом слое увеличиваются, а на втором полуметровом слое уменьшаются. В итоге уменьшаются на 5,25 т/га.

Таблица 1

Динамика солевого режима техногрунтов рекультивированного участка за 2015...2016 гг. (т/га)

Мощность слоя, см	Рекультивированный участок 2011 г.		Рекультивированный участок 2012 г.		Рекультивированный участок 2013 г.		Рекультивированный участок 2014 г.		Целина	
	P-5		P-3		P-1		P-6		P-8	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
0...10	28,00	38,29	90,61	65,38	38,29	56,26	90,44	74,90	8,68	22,31
0...30	56,00	78,26	167,16	122,83	78,26	120,12	180,88	83,41	36,96	52,95
0...50	54,04	78,68	150,08	109,48	78,68	120,68	85,96	65,24	88,48	51,52
0...100	126,70	165,2	337,4	229,6	165,2	361,9	498,40	183,4	185,50	100,8
	Сумма солей									
0...10	4,91	14,67	32,07	27,38	14,67	18,90	39,59	41,27	0,53	15,38
0...30	9,80	29,34	58,24	53,59	29,34	42,28	79,18	44,85	7,00	23,21
0...50	9,24	29,20	50,96	46,56	29,20	45,64	92,40	34,99	14,56	19,35
0...100	20,30	61,46	93,10	99,61	61,46	135,10	311,50	86,03	35,00	39,37
	Хлориды									
0...10	14,50	11,20	27,34	14,90	11,20	17,61	18,94	6,83	5,35	0,196
0...30	29,00	22,40	51,52	25,70	22,40	35,84	37,88	17,81	17,92	10,27
0...50	28,00	23,48	47,32	24,25	23,48	33,04	32,42	13,33	30,24	13,80
0...100	75,60	48,79	109,20	48,72	48,79	99,40	94,36	40,30	79,10	28,42
	Сульфаты									
0...10	0,17	0,17	0,28	0,28	0,17	0,24	0,24	0,28	0,31	0,31
0...30	0,34	0,38	0,50	0,53	0,38	0,51	0,48	0,50	0,52	0,60
0...50	0,32	0,37	0,46	0,46	0,37	0,53	0,52	0,47	0,50	0,51
0...100	0,94	0,86	1,00	0,93	0,86	1,40	1,35	1,03	1,12	0,88
	Гидрокарбонаты									

Мощность слоя, см	Рекультивированный участок 2011 г.		Рекультивированный участок 2012 г.		Рекультивированный участок 2013 г.		Рекультивированный участок 2014 г.		Целина	
	P-5		P-3		P-1		P-6		P-8	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
0...10	5,60	4,9	6,30	4,90	4,20	4,9	7,00	5,18	1,40	0,91
0...30	11,20	9,8	11,84	8,96	8,96	9,8	14,00	5,6	3,16	3,72
0...50	10,36	10,03	10,47	8,40	9,24	10,03	14,00	3,98	4,70	4,45
0...100	22,19	22,05	21,84	16,10	27,3	22,05	39,69	12,88	14,56	7,77
0...10	1,27	1,36	2,55	2,60	0,85	1,36	2,55	3,40	0,42	0,50
0...30	2,55	2,12	4,87	3,86	2,80	2,12	5,09	3,39	1,82	1,15
0...50	2,03	2,46	4,62	3,47	3,08	2,46	5,09	2,72	3,14	1,12
0...100	4,77	4,55	11,10	6,86	7,00	4,55	17,50	6,86	7,42	14,42
0...10	2,85	6,61	21,77	15,61	14,28	6,61	21,77	17,50	0,46	6,74
0...30	5,71	13,22	39,48	29,54	29,04	13,22	43,54	20,06	6,04	13,47
0...50	5,32	21,46	35,15	25,77	28,84	21,46	49,38	16,13	12,60	9,49
0...100	12,30	38,20	79,59	56,36	90,49	38,20	167,56	43,71	26,62	19,67
0...10	0,18	0,224	0,30	0,224	0,14	0,224	0,35	0,434	0,14	0,28
0...30	0,36	0,448	0,53	0,448	0,36	0,448	0,70	0,437	0,26	0,476
0...50	0,34	0,42	0,48	0,4172	1,16	0,42	0,80	0,364	0,34	0,369
0...100	0,77	0,826	1,08	0,910	1,50	0,826	2,26	1,022	0,70	0,63

Катионы магния уменьшаются по всем расчетным слоям и в итоге уменьшились на 2,45 т/га. Катионы натрия уменьшаются по всем расчетным слоям и в итоге уменьшились на 52,29 т/га, то есть уменьшились в 2,36 раза. Катионы калия увеличиваются в верхнем 30 см слое. Далее вглубь толщи техногрунта уменьшаются. В метровом слое техногрунта катионы калия увеличились на 0,67 т/га из-за его подвижности, стекая в нижние слои техногрунта. Таким образом, на участке рекультивированном в 2013 г. сложился годовой обратимый тип рассоления.

Теперь рассмотрим рекультивированный участок 2012 г. Динамика солевого режима на этом участке складывается по годовому необратимому типу рассоления. Хлориды уменьшаются в верхнем полуметровом слое техногрунта, а во втором полуметровом слое увеличиваются и в итоге метровый слой техногрунта засоляется на 6,51 т/га, так как хлориды подвижные и накапливаются в нижних горизонтах техногрунта.

Сульфаты уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге уменьшаются в метровом слое на 60,48 т/га. Гидрокарбонаты уменьшаются по всем расчетным слоям и в итоге уменьшаются на 0,07 т/га. Катионы кальция уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге уменьшаются на 5,74 т/га. Катионы магния уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге они составили 4,24 т/га. Катионы натрия уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге составили 23,23 т/га. Катионы калия также уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге составили 0,17 т/га.

Теперь рассмотрим рекультивированный участок 2014 г. Динамика солевого режима исследуемого участка направлена в сторону уменьшения. Если рассмотреть подробно, то хлориды увеличились в слое 0...10 см, а в остальных расчетных слоях уменьшились. В метровом слое составили 225,47 т/га. Этот показатель в 3,62 раза ниже, чем в предыдущем году. Сульфаты уменьшились по всем расчетным слоям и в итоге составили – 54,06 т/га.

На рекультивированных участках 2011 г. сложилась иная картина. Динамика солевого режима направлена в сторону засоления и складывается солевой режим по сезонно-необратимому типу засоления. Хлориды увеличились по всем расчетным слоям и в итоге составили 43,38 т/га. Сульфат-ионы наоборот уменьшились по всем расчетным слоям до 26,18 т/га. Гидрокарбонаты также уменьшились по всем расчетным слоям и в итоге составили в метровом слое – 0,18 т/га. Катионы кальция уменьшились по всем расчетным слоям и в итоге составили – 0,14 т/га. Катионы магния также уменьшаются по всем расчетным слоям и в метровом слое

составили 0,22 т/га. Катионы натрия увеличиваются по всем расчетным слоям и в метровом слое составили – 25,9 т/га. Катионы калия также увеличиваются по расчетным слоям и в итоге в метровом слое составили – 0,056 т/га. Таким образом, увеличение запасов солей произошло за счет увеличения хлоридов, магния, натрия и калия.

Рассмотрим бурую пустынную солончаковатую почву, которую мы брали для контроля. Годичный цикл солевого режима направлен по годовому необратимому типу рассоления. Рассмотрим подробнее. Хлориды увеличиваются по всему расчетному слою и в метровом слое составили 4,37 т/га. По сульфату наоборот уменьшаются по всем расчетным слоям и составили – 50,68 т/га. Гидрокарбонаты наоборот увеличились по всем расчетным слоям и составили 0,24 т/га. Катионы кальция также уменьшаются по всем расчетным слоям и составили 7,29 т/га, т.е. уменьшились наполовину. Катионы магния уменьшились в первом полуметровом слое, но во втором полуметровом слое увеличились и в метровом слое техногрунта увеличились в два раза и составили 7,0 т/га. Катионы натрия увеличились в верхнем 0...30 см слое, но в слое 0...50 см уменьшились, и во втором полуметровом слое также уменьшились и в итоге в метровом слое почвы составили 6,95 т/га. Катионы калия увеличились в первом полуметровом слое, но во втором полуметровом слое уменьшились и в итоге в метровом слое почвы составили 0,07 т/га. Таким образом, запасы солей уменьшились за счет хлоридов и катионов магния. Солевой режим бурой пустынной солончаковатой почвы складывается по сезонно-необратимому типу рассоления.

Теперь несколько слов о годовой аккумуляции солей на рекультивированных участках. На рекультивированном участке 2011 г. (P-5) солевой режим складывается по сезонно-необратимому типу засоления.

$$ГАС = \frac{163,8}{126,7} = 1,29 \text{ Здесь ГАС больше единицы, имело место сезонное}$$

засоление из-за расположения в рельефе. Участок расположен в понижениях и дождевые воды стекают сюда с вышележащих участков и фильтруются.

На рекультивированном участке 2012 г. (P-3) солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу рассоления. Здесь

$$ГАС = \frac{229,6}{337,4} = 0,68, \text{ что меньше единицы и значит в сезоне произошло}$$

рассоление и динамика солей была направлена в сторону уменьшения.

На рекультивированном участке 2013 г. (Р-1) солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу рассоления. Здесь $GAC = \frac{165,2}{351,9} = 0,47$, что меньше единицы, значит, в сезоне произошло рассоление, и динамика солей была направлена в сторону уменьшения.

На рекультивированном участке 2014 г. (Р-6) солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу рассоления. Здесь $GAC = \frac{165,2}{361,9} = 0,46$, коэффициент меньше единицы, значит в сезоне произошло рассоление и динамика солей была направлена в сторону уменьшения.

В заключение необходимо отметить, что осенне-весенние погодно-климатические условия 2015...2016 сельскохозяйственных годов были весьма благоприятными для ведения сельскохозяйственного производства. Впервые за всю историю Атырауской области весенний период характеризовался повышенными осадками, количество которых в 3,5...4,0 раза превышало среднеголетнюю норму. Осенне-весенние осадки способствовали промывке почв и в результате снизились запасы легкорастворимых солей. Во-вторых, токсичные для растений соли в процессе химической реакции переходят в менее токсичные, а также трудно растворимые формы. Таким образом, с воздействием выше сказанных факторов техногрунты рекультивированных участков рассолились.

Анализ солевого режима техногрунта исследуемого участка показал, что наряду с различными процессами засоления и рассоления, общий процесс при этом направлен на рассоление. Он периодически может прерываться и засолением в связи с поднятием уровня высокоминерализованных грунтовых вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 482 с.
2. Качинский Н.А. Физика почв. Ч. 2. – М.: Высшая школа, 1970. – 358 с.
3. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. 1. – М-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 568 с.
4. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: 1956. – 439 с.
5. Польшов Б.Б. Определение критической глубины залегания уровня засоляющей почву грунтовой воды / Избранные труды. – М.: 1956. – С. 49-78.

6. Роде А.А. Водный режим и его типы. // Почвоведение. – 1956. – №4. – С. 1-21.
7. Розов Л.П. Мелиоративное почвоведение. – М.: 1956. – 439 с.
8. Фелициант И.Н. Опыт изучения закономерностей капиллярного передвижения воды и растворов солей в слоистых грунтах. – Ташкент: Изд-во МСХ УзССР, 1961.

Поступила 29.11.2016

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

ҚАРААРНА МҰНАЙ КЕН ОРНЫНЫҢ АМБАРЛАР АУМАҒЫНДАҒЫ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒАН УЧАСКЕЛЕРДІҢ ТҰЗ РЕЖИМІНІҢ ДИНАМИКАСЫ

Түйін сөздер: техногрунттардың тұзсыздануы, хлор, сульфат, натрий, магний, кальций, калий, тұздардың жылдық жинақталуы, сортаңдану

Амбарлар аумағындағы рекультивацияланған учаскелердің техногрунттарының тұздану – тұзсыздану үрдістері зерттелінген. 2012, 2013 және 2014 жылдары рекультивацияланған учаскелердің тұз режимінің динамикасы олардың тұзсыздануына бағытталған. Мұнда маусымдық – қайтымсыз тұзсыздану типі жүреді. 2011 жылы рекультивацияланған учаскенің тұз режимі маусымдық – қайтымсыз тұздану типі бойынша жүруде. Мұнда тұздардың жылдық жинақталуы (ТЖЖ) бірден жоғары да ол 1,29 тең. Осы учаскенің тұздануы оның жер бедеріндегі орналасуына байланысты.

Dosbergenov S.N.

DYNAMICS SALINATION REGIME RECLUTIVATION AREA OF THE KARAARNA ON DEPOSITS TERRITORY

Keywords: unsalinization tehnoground, chlor, sulphate, sodium, magnesium, calcium, potassium, accumulation of salt, alkali soil

This article shows process salinization and unsalinization on reclaimed tehnoground areas of Karaarna barns. Dynamics salinization soils regime in 2012, 2013 and 2014 years to be going for unsalinization. Here has formed season – unreturn type unsalinization. On the reclaimed tehnoground in 2011 years dynamics salinization regime to be going to salinization. The recultivation area was situated under the slope. Here has has formed season – unreturn type salinization.

УДК 502.05

Е.Х. Мендыбаев¹Ж.Г. Берденов²Г.М. Атаева¹А.Т. Тажекенова¹

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ БЫВШЕГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА ИМЕНИ КИРОВА (АЛГИНСКИЙ РАЙОН АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ключевые слова: окружающая среда, антропогенные изменения, экологический мониторинг, отходы производства, почва, растительность

Исследование степных экосистем является актуальным, так как на протяжении 50 лет Алгинский химический завод им. Кирова, загрязнял прилегающие территории, а шламонакопители являются опасными источниками загрязнения компонентов природной среды не только данного региона, но и всего бассейна р. Илек. В работе приведены результаты исследования почвенного и растительного покрова Алгинского района Актюбинской области в окрестностях бывшего химического завода им. Кирова.

Введение. Одной из важнейших экологических проблем Республики Казахстан являются отходы, в том числе бесхозные [1, 6]. Данные отходы могут представлять серьезный риск для природных объектов и здоровья человека.

Загрязнение территории Алгинского района Актюбинской области бром можно считать «историческим». Проблемы начались с вводом в строй в 1941 г. Актюбинского химзавода им. С.М. Кирова (борнокислое производство), который до 1964 г. осуществлял прямой сброс в р. Илек. А с 1964 по 1980 годы сброс производственных стоков осуществлялся в шламонакопители, расположенные на первой надпойменной террасе р. Илек без противофильтрационного экрана. По данным института «Казводоканалпроект» в подземных горизонтах накоплено более 890 т бора [2].

¹ Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

² Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана

Актюбинский химический завод им. С.М. Кирова (г. Алга) обанкротился в 1996 году. Начатые природоохранные объекты остались не завершенными. На площадке пиритного огарка площадью 46,0 га накоплено 960,0 тыс. т токсичных отходов. Производственная территория завода является также источником загрязнения окружающей среды. Борное загрязнение происходит в результате промывки атмосферными осадками отходов борного производства, инфильтрации загрязненных осадков в грунтовые воды и выклинивания грунтовых вод в русло реки [3].

Объект и методы исследования. К наиболее важным компонентам природной среды можно отнести почву и растительный покров. Их охрана из-за антропогенного фактора с каждым годом возрастает. Среди экологических функций почв важнейшее значение имеет аккумуляция почвами биофильных химических элементов, т.е. элементов особенно необходимых для жизни растений и животных.

Процессы почвообразования изменяют отдельные свойства почв, почвенные горизонты и почвенный профиль, а на молекулярном уровне определяют процесс гумификации, обменные реакции, изоморфные замещения в минералах, окисление и восстановление соединений в почве. Эти процессы, в свою очередь, изменяют такие свойства почвы, как плотность, водопроницаемость, влагоёмкость, способность фиксировать органическое вещество и т.п. [4].

Результаты исследования. Исследования проводилось на территории Алгинского завода в период с сентября по ноябрь 2015...2016 гг. на 3-х полустационарных участках в разных широтных подзонах степей:

Участок 1 – Алгинский район, 1,5 км от завода (49°55'39.12" с.ш. и 57°20'55.15" в.д.).

Участок 2 – Алгинский район, правобережье р. Илек, 1,8 км от завода (49°54'15.06" с.ш. и 57°21'00.66" в.д.).

Участок 3 – Алгинский район, 600 м от завода (49°55'02.55" с.ш. и 57°20'22.37" в.д.).

Значительные изменения на территории претерпевают почвы. Главным признаком этих изменений является деформация почвообразовательных процессов, функционирования почвы, накопление гумуса [5].

Почвенный покров исследуемого района представлен тремя почвенными разностями:

- 1) темно-каштановая почва (нарушенная);
- 2) каштановая почва (нарушенная);

3) лугово-каштановая почва (нарушенная).

Химическая характеристика почв аккумулятивного полугидроморфного типа фаций приводится по результатам анализа образцов из почвенного разреза.

Анализы почв проводились по следующим методикам: органическое вещество определялось по ГОСТ 26213-91, рН – по ГОСТ 26423-85, бор – ГОСТ ИСО 22036-2014, фосфор – ГОСТ 26204-91, калий – ГОСТ ИСО 22036-2014. Содержание тяжелых металлов в почве: свинец, кадмий, медь определялось по СТ РК 11047-2007. Бор, фосфор, калий, свинец, кадмий и медь в растениях определялось по ГОСТ ИСО 22036-2014. Результаты анализов приведены в табл. 1...4.

Таблица 1

Состав водной вытяжки темно-каштановой почвы (нарушенная)

Горизонт и глубина	Вещество							
	рН	гумус, %	В, мг/кг	Р, мг/кг	К, мг/кг	Сu, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
ПДК						3,0	0,5	32,0
А-3 – 30 см	5,82	< 2,0	25,3	129,3	3901,1	0,61	0,5	0,75
В-32 – 70 см	6,47	< 2,0	118,0	135,6	3566,0	0,77	0,48	0,82
С-75 – 100 см	6,95	< 2,0	34,1	140,2	3724,7	0,69	0,43	0,70

Таблица 2

Состав водной вытяжки каштановой почвы (нарушенная)

Горизонт и глубина	Вещество							
	рН	гумус, %	В, мг/кг	Р, мг/кг	К, мг/кг	Сu, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
ПДК						3,0	0,5	32,0
А-7 – 37 см	4,37	< 2,0	13,1	250,8	2385,0	1,37	0,81	1,33
В-39 – 69 см	6,35	< 2,0	7,7	240,6	1391,5	1,12	0,95	1,54
С-70 – 110 см	5,48	< 2,0	8,1	239,1	1533,4	1,32	0,74	1,38

Таблица 3

Состав водной вытяжки лугово-каштановой почвы (нарушенная)

Горизонт и глубина	Вещество							
	рН	гумус, %	В, мг/кг	Р, мг/кг	К, мг/кг	Сu, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
ПДК						3,0	0,5	32,0
А-1 – 15 см	8,13	< 2,0	802,2	326,4	1219,3	1,18	0,74	2,33
В-17 – 32 см	7,88	< 2,0	822,8	370,9	748,0	1,11	0,53	1,71
В ₁ -34 – 55 см	6,84	< 2,0	457,2	146,8	628,7	1,32	0,71	1,84
В ₂ -57 – 80 см	7,16	< 2,0	324,1	164,5	1243,4	1,01	0,60	2,18
С-81 – 110 см	6,07	< 2,0	213,4	150,3	2134,3	1,27	0,67	2,09

Таблица 4

Химический анализ растений участка №1, 2, 3

Отбор пробы	Вещество					
	бор мг/кг	фосфор мг/кг	калий мг/кг	свинец мг/кг	кадмий мг/кг	медь мг/кг
ПДК				0,3	0,03	10,0
Участок 1	127,23	3206,24	12886,51	н/о	0,24	18,61
Участок 2	230,12	3812,43	12553,8	н/о	0,67	21,48
Участок 3	285,61	6295,7	21057,8	н/о	0,94	25,93

Анализ таблиц №1, 2, 3 показал, что содержания гумуса на всех трех участках < 2,0%. Максимальное содержание бора выявлено в лугово-каштановой почве (нарушенной) в горизонтах А – 802,2 и В – 822,8 мг/кг (табл. 3).

Исследование загрязнения комплекса тяжелыми металлами показало, что медь и свинец не превышают ПДК на всех трех участках.

Содержание кадмия:

- в темно-каштановой почве (нарушенной) во всех горизонтах равняется значению ПДК (табл. 1).

- в каштановой почве (нарушенной) кадмий превышает значение ПДК, в горизонте А – в 1,62 раз, В – в 1,90 раз, С – в 1,48 раз (табл. 2).

- лугово-каштановой почве (нарушенной) максимальное превышение ПДК выявлено в горизонте А-1 – 15 см в 1,48 раз (табл. 3).

Среда почвенного раствора на участках №1 и 2 слабкокислая (табл. 1, 2), а на участке №3 на поверхности слабощелочная, а ниже по профилю кислотность возрастает (табл. 3).

Химический анализ растений показал, что на участке №3 выявлено высокое содержание бора (285,61 мг/кг). Анализ загрязнения растений тяжелыми металлами показал, что кадмий и медь превышают ПДК на всех трех участках. Наибольшее превышение этих элементов отмечено на участке №3, кадмий в 31,1 раза, медь в 2,6 раза (табл. 4).

Закключение. Анализ табл. 1, 2, 3 показал, что на участке №3 выявлено максимальное содержание бора в почве и в растениях, так как пробы отбирались на шламонакопителе.

Загрязнение комплекса тяжелыми металлами (медь и свинец) не превышает ПДК на всех трех участках.

Содержание кадмия превышает значение ПДК в каштановой почве (нарушенной) (участок №2) в горизонте А – в 1,6 раза, В – в 1,9 раза, С – в 1,5 раза; лугово-каштановой почве (нарушенной) А-1 – 1,5 раза и в растениях в 1,9 раза. В заключении можно сказать, что растения в процессе своей жизнедеятельности аккумулируя тяжелые металлы из почвы очищают ее [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В., Родин Л.Е., Нечаева Н.Т., Левин Ф.И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах – М.: Изд. «Мысль», 1978. 183 с.
2. Барбер С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механический подход / Пер. с англ. Ю.Я. Мазеля – М.: Агропромиздат, 1988. – 376 с.
3. Грановский Э.И., Неменко Б.А. Современные методы определения тяжелых металлов и их применение для биологического мониторинга / Аналитический обзор – Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1990.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 152 с.
6. Лимешкина Е.С., Богомазова О.А., Яковлева Н.А., Альмурзаева С.И., Избакиев А.М. Эколого-гигиенический риск бесхозяйных отходов Актыбинской области и основные пути его снижения // Вестник КАСУ. – 2011. – №6 – С. 81-85
7. Линдиман А.В. Процессы миграции свинца и кадмия в системе «почва – растение»: Автореф. дис. ... канд. хим. наук – Иваново, 2009.

Поступила 20.12.2016

Е.Х. Мендыбаев
Ж.Г. Берденов
Г.М. Атаева
А.Т. Тажекенова

КИРОВ АТЫНДАҒЫ БҰРЫНҒЫ ХИМИЯЛЫҚ ЗАУЫТТЫҢ МАҢЫНДА ҚОРШАҒАН ОРТА ҚҰРАУЫШТАРЫНЫҢ ТАЛДАУ

Түйін сөздер: қоршаған орта, адам іс-әрекетінің өзгеруі, экологиялық мониторинг, өнеркәсіптік қалдықтар, топырақ, өсімдік

Осы уақытта дала экожүйелерін зерттеу өзекті проблема болып саналады, ойткені Киров атындағы химиялық зауыт 50 жылдан астам уақыт бойы ластап, тіпті әлі күнге дейін қауіпті нысандардың бірі болып табылады. Мақалада Ақтөбе облысының Алға ауданының бұрынғы Киров атындағы химиялық зауыттың маңындағы топырақ және өсімдік зерттеу нәтижелері ұсынылады.

Mendybaev E.H., Berdenov ZH.G., Atayeva G.M., Tazhekenova A.T.

GOEHIMICHESKY ANALYSIS OF COMPONENTS OF THE ENVIRONMENT IN THE VICINITY OF FORMER CHEMICAL PLANT NAMED AFTER KIROV

Keywords: environment, human-induced changes, environmental monitoring, industrial waste, soil, vegetation

Research steppe ecosystems at this time is considered to be relevant since over 50 years Alga Chemical Plant named after Kirov, polluted and still is one of the dangerous objects, even though he is closed. The article presents the results of the study of soil and vegetation Alga district of Aktobe region in the vicinity of the former chemical plant named after Kirov.

УДК 631.95

Доктор техн. наук Ж.С. Мустафаев¹
Доктор техн. наук А.Т. Козыкеева¹
К.С. Абдывалиева²

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ
ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ
АГРОЛАНДШАФТОВ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬЯ В
УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ**

Ключевые слова: анализ, оценка, система, систематизация, засоление, почва, процесс, экология, антропогенная, природа, методика, динамика, земля, агроландшафт

На основе систематизации многолетних информационно-аналитических материалов по засолению почв агроландшафтов Кызылординской области в разрезе орошаемых массивов разработана методика оценки уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов и экологического состояния с использованием индекса Шеннона, которые позволяют определить интенсивность и направленность трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем в условиях антропогенной деятельности.

Мелиорация сельскохозяйственных земель – это один из способов повышения продуктивности агроландшафтов с целью обеспечения продовольственной безопасности населения. Одновременно она приносит серьезные проблемы, прежде всего, геоэкологического характера, т.е. превращение естественного ландшафта в агроэкосистему всегда приводит к очень глубоким преобразованиям территории.

Масштабные изменения почвенно-мелиоративного состояния агроландшафтных систем, происходящие в экологически неустойчивой природной среде низовьев р. Сырдарья с низким биологическим потенциалом, неблагоприятным для интенсивной хозяйственной деятельности, привели к тому, что почвенная среда в значительной степени преобразована.

В связи с необходимостью анализа изменений почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах и сложившихся

¹ Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан;

² КазНИИ рисоводства им. Ы. Жакаева, г. Кызылорда, Казахстан

гидрогеохимических ситуациях геоэкологическая оценка трансформации почвенных процессов в низовьях р. Сырдарьи в условиях интенсивной мелиорации земель очень важны для реализации начальных этапов различных проектов в области природопользования.

Цель исследования – разработка методики геоэкологической оценки почвенно-мелиоративных процессов, выявление и анализ закономерностей антропогенной трансформации почв агроландшафтов Кызылординской области как базового компонента природно-технических систем (техногеосистем) в низовьях р. Сырдарьи.

Материалы и методы исследования. Для геоэкологической оценки почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем использованы многолетние информационно-аналитические материалы Государственного гидрогеологического института (ГГИ) России, института почвоведения АН РК, Южно-Казахстанской и Кызылординской мелиоративно-гидрогеологических экспедиций, а также литературные источники за 60 лет [3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11]. Анализ показывает, что воздействие орошения на почву многогранно (табл. 1).

Таблица 1

Почвенно-мелиоративное состояние массивов орошения в низовьях р. Сырдарьи (Кызылординская область)

Год	Мелиоративное состояние почвы			
	незасоленные	слабо засоленные	средне засоленные	сильно засоленные
<i>Казалинский массив орошения (59450 га)</i>				
1960	22450	8100	3000	25900
1970	20160	8700	5460	25130
1980	14700	9260	7210	28280
1985	6850	10128	14260	28212
1990	4200	13267	15180	26803
1995	3586	12640	17520	27430
2000	3013	14120	14887	27430
<i>Куан-Жанадарьинский массив орошения (67100 га)</i>				
1960	1000	28700	6300	31100
1970	1000	28100	7400	30600
1980	950	28500	7950	29700
1985	950	29100	8150	28900
1990	940	29600	8260	28300
1995	920	28200	9450	28530
2000	900	27282	10918	30000
<i>Кызылординский массив орошения (128900 га)</i>				
1960	32200	30500	12500	53700
1970	30100	28500	13600	56700

Год	Мелиоративное состояние почвы			
	незасоленные	слабо засоленные	средне засоленные	сильно засоленные
1980	29500	27630	14200	57570
1985	29150	26500	15000	58250
1990	28100	26150	16500	58150
1995	26100	25400	17450	59950
2000	25450	24600	18500	60350
<i>Шиели-Жанакорганский массив орошения (45600 га)</i>				
1960	10700	5800	8000	21100
1970	9200	6820	16150	13430
1980	7150	10520	14500	13430
1985	5420	15200	11000	13980
1990	3327	17771	15730	8772
1995	3059	23000	10153	9388
2000	2980	23500	11420	7700
<i>Тогускенский массив орошения (31500 га)</i>				
1960	14100	6500	5000	5900
1970	13100	7100	6180	5120
1980	12200	6800	8000	4500
1985	11000	5000	12000	3500
1990	10000	3000	14500	4000
1995	9640	2980	15080	3800
2000	8500	2850	16950	3200

Теоретической и методологической основой работы является системный подход к почвенно-мелиоративному исследованию агроландшафтных систем, а также система общих принципов и общенаучных подходов – комплексного и интегрального, общенаучных и специальных методов математического, статистического и корреляционно-регрессивного анализа.

Результаты исследования. В настоящее время методы эквивалентного сопоставления разнородных показателей применяются для оценки технического уровня проектных решений в мелиоративной науке [6, 11]. Поэтому, для геоэкологической оценки трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем, можно использовать показатель, характеризующий отношения количественного изменения почвенно-мелиоративного состояния почвы по степени засоления к общей площади, занимаемой агроландшафтами в системе природопользования [7]:

$$K_{ci} = \frac{F_{ci}}{F_{oa}},$$

где F_{co} – общая площадь агроландшафтов в системе природопользования, га; F_{ci} – площадь агроландшафтов по i – степени засоления почвы в аг-

роландшафтных системах, га; K_{ci} – коэффициент, характеризующий изменения почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах в условиях мелиорации или антропогенной деятельности.

Для геоэкологической оценки интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах в результате мелиорации, можно использовать обобщенный показатель K_{mnm} , который определяется по формуле [7, 13]:

$$K_{mnm} = 1 - \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i^i},$$

где K_{mnm} – показатель, характеризующий интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах; $K_i^i = \exp(-K_{ci})$ – относительные значения уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах [2].

На основе информационно-аналитических материалов, представленных в табл. 2, характеризующих гидрогеохимическое состояние агроландшафтных систем Кызылординской области в разрезе массивов орошения определено количественное значение коэффициента, характеризующего изменения направленности почвенно-мелиоративных процессов в условиях мелиорации или антропогенной деятельности.

Таблица 2

Количественное значение коэффициента, характеризующего изменение почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем в условиях мелиорации или антропогенной деятельности в условиях Кызылординской области

Год	Коэффициент			
	незасоленные ($K_{нзи}$)	слабо засоленные ($K_{слзи}$)	средне засоленные ($K_{срзи}$)	сильно засоленные ($K_{сизи}$)
Казалинский массив орошения (59450 га)				
1960	0,378	0,136	0,050	0,436
1970	0,339	0,146	0,092	0,423
1980	0,247	0,156	0,121	0,476
1985	0,115	0,170	0,240	0,475
1990	0,070	0,223	0,255	0,452
1995	0,060	0,213	0,294	0,433
2000	0,050	0,237	0,250	0,463
Куан-Жанадарьинский массив орошения (67100 га)				
1960	0,015	0,428	0,094	0,463

Год	Коэффициент			
	незасоленные ($K_{нзи}$)	слабо засоленные ($K_{слзи}$)	средне засоленные ($K_{срзи}$)	сильно засоленные ($K_{сиззи}$)
1970	0,015	0,418	0,110	0,457
1980	0,014	0,424	0,118	0,444
1985	0,014	0,433	0,121	0,432
1990	0,014	0,441	0,123	0,422
1995	0,014	0,420	0,140	0,426
2000	0,013	0,406	0,163	0,418
<i>Кызылординский массив орошения (128900 га)</i>				
1960	0,250	0,237	0,097	0,416
1970	0,233	0,221	0,106	0,440
1980	0,229	0,214	0,110	0,447
1985	0,226	0,206	0,116	0,452
1990	0,218	0,203	0,128	0,451
1995	0,202	0,197	0,135	0,466
2000	0,197	0,191	0,143	0,469
<i>Шиели-Жанакорганский массив орошения (45600 га)</i>				
1960	0,235	0,127	0,175	0,463
1970	0,201	0,150	0,354	0,295
1980	0,157	0,230	0,319	0,294
1985	0,119	0,333	0,242	0,306
1990	0,073	0,390	0,345	0,192
1995	0,067	0,504	0,224	0,205
2000	0,065	0,515	0,251	0,169
<i>Тогускенский массив орошения (31500 га)</i>				
1960	0,448	0,206	0,159	0,187
1970	0,416	0,225	0,196	0,163
1980	0,387	0,215	0,253	0,145
1985	0,349	0,159	0,380	0,176
1990	0,317	0,095	0,460	0,128
1995	0,306	0,094	0,478	0,122
2000	0,270	0,093	0,538	0,099

Как видно из данных табл. 2, на всех орошаемых массивах Кызылординской области наблюдается общая тенденция трансформации незасоленных почв в слабо засоленные, слабо засоленных в средне засоленные и средне засоленных в сильно засоленные почвы, что определяется процессами двухстороннего засоления сложившегося в низовьях р. Сырдарьи. Это выветривание солей с высохшего дна Аральского моря и участием высокоминерализованных оросительных и грунтовых вод на геологический круговорот в агроландшафтных системах. При этом следует отме-

титель, что при оценке почвенно-экологической ситуации агроландшафтных систем в прогнозных расчетах учитывают долю площади земли занимающих слабо засоленные, средне засоленные и сильно засоленные почвы, которые оказывают влияние на формирование почвенно-мелиоративного состояния орошаемых массивов. С такой позиции определено значение коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области (табл. 3).

Таблица 3

Значения коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области

Год	Показатель, характеризующий отношения количественных изменений почвенно-мелиоративного состояния по степени засоления			Показатель, характеризующий интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах ($K_{тмл}$)
	слабо засоленные ($K_{сли}^i$)	средне засоленные ($K_{срi}^i$)	сильно засоленные ($K_{сui}^i$)	
<i>Казалинский массив орошения (59450 га)</i>				
1960	0,873	0,951	0,647	0,267
1970	0,864	0,912	0,655	0,281
1980	0,856	0,886	0,621	0,314
1985	0,843	0,787	0,621	0,358
1990	0,800	0,775	0,636	0,372
1995	0,808	0,745	0,648	0,376
2000	0,789	0,778	0,629	0,378
<i>Куан-Жанадарьинский массив орошения (67100 га)</i>				
1960	0,651	0,910	0,629	0,390
1970	0,658	0,896	0,633	0,389
1980	0,654	0,888	0,641	0,389
1985	0,648	0,886	0,649	0,390
1990	0,643	0,884	0,656	0,389
1995	0,657	0,869	0,653	0,385
2000	0,666	0,849	0,658	0,390
<i>Кызылординский массив орошения (128900 га)</i>				
1960	0,788	0,907	0,659	0,314
1970	0,801	0,899	0,644	0,319
1980	0,807	0,895	0,639	0,321
1985	0,814	0,890	0,636	0,321

Год	Показатель, характеризующий отношения количественных изменений почвенно-мелиоративного состояния по степени засоления			Показатель, характеризующий интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах ($K_{млм}$)
	слабо засоленные ($K_{сли}^i$)	средне засоленные ($K_{срi}^i$)	сильно засоленные ($K_{сui}^i$)	
1990	0,816	0,879	0,637	0,324
1995	0,821	0,874	0,627	0,329
2000	0,826	0,866	0,625	0,295
<i>Шиели-Жанакорганский массив орошения (45600 га)</i>				
1960	0,880	0,839	0,629	0,318
1970	0,860	0,702	0,744	0,330
1980	0,794	0,727	0,745	0,344
1985	0,716	0,785	0,736	0,357
1990	0,677	0,708	0,825	0,371
1995	0,604	0,799	0,814	0,373
2000	0,597	0,778	0,844	0,374
<i>Тогускенский массив орошения (31500 га)</i>				
1960	0,814	0,853	0,829	0,241
1970	0,798	0,822	0,849	0,254
1980	0,806	0,776	0,865	0,264
1985	0,853	0,684	0,838	0,300
1990	0,909	0,631	0,880	0,289
1995	0,910	0,620	0,885	0,293
2000	0,911	0,584	0,905	0,306

Расчет показывает, что значения коэффициентов, характеризующих уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов на Калининском массиве орошения, увеличились с 0,267 до 0,378, что свидетельствует об очень высокой интенсивности трансформации гидрогеохимических процессов в условиях мелиорации земель. На Куан-Жанадарьинском массиве орошения при высокой степени в естественных засоленных почвах значения коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов изменился с 0,385 до 0,390, а на Кызылординском массиве орошения с 0,314 до 0,390, что указывает на высокий темп трансформации гидрогеохимических процессов.

На Шиели-Жанакорганском массиве орошения коэффициент изменился с 0,318 до 0,374, что показывает на невысокую интенсивность трансформации гидрогеохимических процессов. На Тогускенском массиве

орошения этот показатель изменялся с 0,241 до 0,306, т.е. высокая интенсивность трансформации гидрогеохимических процессов (рис. 1).

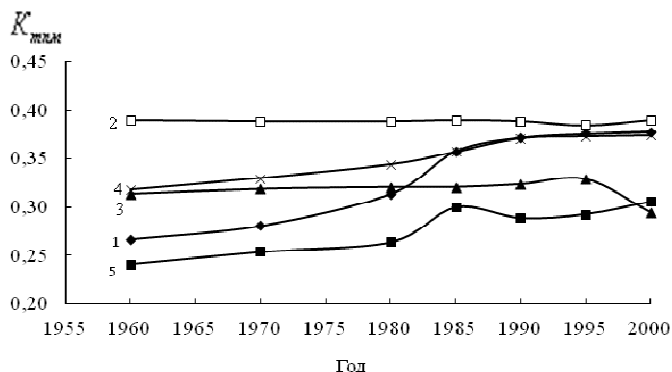


Рис. 1. Изменение коэффициента, характеризующего трансформацию почвенно-мелиоративных процессов (K_{mmm}) во временном масштабе. 1 – Казалинский массив орошения, 2 – Куан-Жанадарьинский массив орошения, 3 – Кызылординский массив орошения, 4 – Шиели-Жанакорганский массив орошения, 5 – Тогускенский массив орошения.

При этом следует отметить, чем выше естественное засоление почвы по степени и площади, тем меньше интенсивность трансформации гидрогеохимического процесса, которая показывает определенную внутреннюю устойчивость к антропогенным процессам.

В качестве структурных характеристик экосистем могут быть использованы показатели видовой, размерной, трофической структуры, структуры потоков. Для количественной характеристики структуры чаще всего используются разные индексы, среди которых наиболее часто – индекс Шеннона (H) [1]:

$$H = \sum (N_i / N) \cdot \lg 2(N_i / N),$$

где N_i – численность i -го вида; N – численность всех видов.

Индекс Шеннона, отражает разнообразие и степень сложности структуры: сложно организованные сообщества, более разнообразные, характеризуются высокими значениями индекса и, наоборот, чем более простое по структуре сообщество, тем выше степень доминирования видов и тем меньше значение индекса. Индекс Шеннона может рассматриваться как одна из интегральных характеристик структуры системы, который изменяется во времени в зависимости от качественных и количественных изменений факторов среды, т.е. это эволюционные процессы, протекающие в течение длительных отрезков времени [12]. Аналогично про-

исходят изменения и при антропогенных воздействиях, но при этом процессы изменения в экосистемах протекают с большими скоростями, которые характеризуют не только трансформации видового разнообразия биологических масс, а также могут характеризовать почвенно-мелиоративные процессы в агроландшафтных системах.

При этом методика расчетов сводится к оценке почвенно-мелиоративного состояния агроландшафтов по показателям: коэффициенту, характеризующему трансформацию почвенно-мелиоративных процессов (K_{mm}) и индексу Шеннона (H) (табл. 4).

Таблица 4

Классификация уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов в условиях антропогенной деятельности по показателю K_{mm}

Показатель	Уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов			
	низкая	средняя	высокая	очень высокая
K_{ci}	0,25	0,50	0,75	1,00
K_{mm}	0,12	0,23	0,32	0,40
Трофность почвы	олиготрофные	мезотрофные	эвотрофные	гиперэвтрофные
H	2,30...1,85	1,85...1,52	1,52...1,25	1,25...1,10
Экологическое состояние агроландшафтов	без изменений	стадия обратимых изменений	пороговая стадия	стадия необратимых изменений

На основе информационно-аналитических материалов представленных в табл. 4 построен график связи индекса Шеннона (H) и коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов (K_{mm}) (рис. 2).

Как видно на рис. 2, получена кривая связи H от K_{mm} с высоким коэффициентом корреляции $R^2 = 0,98$.

$$H = 1,782 \cdot \exp(-1,15 \cdot K_{mm}) .$$

Таким образом, для оценки качества агроландшафтных систем или орошаемых массивов можно использовать индекс Шеннона (H) позволяющий определить их экологическое состояние. Таким образом Казалинский, Куан-Жанадарьинский и Кызылорддинский массивы орошения находятся на пороговой стадии, а Шиели-Жанакорганский и Тогускенский

массивы орошения – на стадии обратимых изменений, что необходимо учитывать при мелиорации сельскохозяйственных земель.

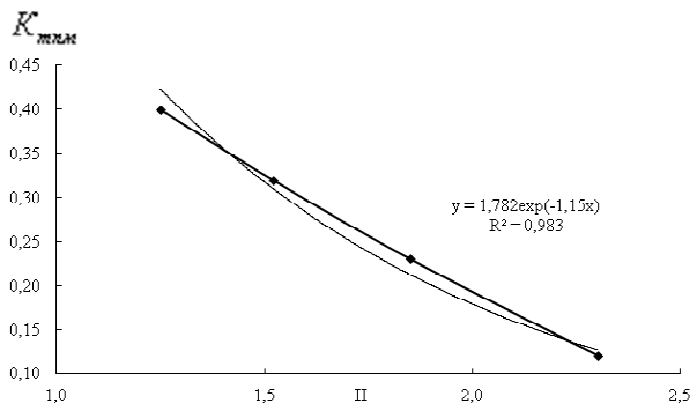


Рис. 2. График зависимости индекса Шеннона (H) от коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов ($K_{млн}$).

Обсуждение. На основе анализа многолетних информационно-аналитических материалов разработана методика оценки уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов и экологического состояния с использованием индекса Шеннона. Она позволила определить интенсивность и направленность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в условиях антропогенной деятельности. При этом выполнение прогнозного расчета на основе разработанной методики оценки уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов и экологического состояния агроландшафтных систем показывает, что на всех орошаемых массивах ухудшается гидрогеохимический режим почв. Это требует необходимости разработки системы гидротехнических и мелиоративных мероприятий для восстановления и сохранения их эколого-мелиоративной устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем – СПб: ЗИН РАН, 2000. – 147 с.
2. Джени К. Средние величины – М.: Статистика, 1990. – 341 с.
3. Джумабеков А.А. Оптимизация орошения на рисовых системах Приаралья – Алматы: НИЦ «Бастау», 1996. – 192 с.
4. Карпенко Н.П., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Ескермесов Ж.Е. Анализ экологической ситуации и комплексная мелиоративная оценка состояния орошаемых агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи // Природообустройство. – 2015. – №2 – С. 8-12.

5. Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарья: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тараз: 1998. – 22 с.
6. Кошкараров С.И. Мелиорации ландшафтов в низовьях реки Сырдарья – Алматы: 1997. – 267 с.
7. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель – Тараз: 2004. – 306 с.
8. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане – Алматы: 1997. – 358 с.
9. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Ескермесов Ж.Е. Комплексная гидрогеохимическая оценка степени трансформации гидроландшафтов в низовьях реки Сырдарья // Техносферная безопасность: наука и практика: Матер. междунар. научно-практ. конф. – Бишкек, 2015. – С. 126-128.
10. Решеткина Н.М., Икрамов Р.К. Борьба с засолением земель и экологический кризис в Приаралье // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – №1. – С. 33-36.
11. Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – №12. – С. 5-12; 1991. – №1. – С. 2-9.
12. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов – М.: ФГБОУ ВПО РАГУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. – 162 с.
13. Щедрин В.Н., Гузыкин Д.С. Эколого-экономические аспекты обоснования мелиорации // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – №2 – С. 9-11.

Поступила 13.09.2016

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мустафаев
Техн. ғылымд. докторы	А.Т. Козыкеева
	К.С. Абдывалиева

**СЫРДАРЬЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САЛАСЫНЫҢ
АГРОЛАНДШАФТАРЫНЫҢ ТОПЫРАҚ-МЕЛИОРАТИВТІК
ҮДІРІСТЕРІҢ ЖЕРДІ МЕЛИОРАЦИЯЛАУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ
ӨЗЕРУІН ГИДРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДА БАҒАЛАУ**

Түйін сөздер: талдау, баға, жүйе, жүйелеу, тұздану, топырақ, үдіріс, экология, жағдай, табиғи-техногендік, табиғат, әдістеме, динамика, жер, агроландшафт

Қызылорда облысының агроландшафтық жүйесінің суару алқаптарының шеңберіндегі топырағының тұздануының жағдайы туралы көп жылдық ақпараттық-аналитикалық мәліметтерді

жүйелеу және талдаудың негізінде Шеннонның белгісін қолдану арқылы топырақ-мелиоративтік үдірістердің және экологиялық жағдайдың өзгеруін бағалауға арналған әдістемелік нұсқа құрылған, ол табиғи-техногендік қызметтің кезіндегі агроландшафттық жүйелердегі топырақ-мелиоративтік үдірістердің қарқынын және бағытын анықтауға мүмкіншілік береді.

Mustafayev ZH.S., Kozykееva A.T., Abdiyvaliyeva K.S.

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF TRANSFORMATION SOIL-RECLAMATION PROCESSES IN THE LOWER REACHES SYRDARIA IN THE LAND RECLAMATION

Keywords: analysis, evaluation system, systematization, salinization, soil, process, environment, state, anthropogenic nature, technique, dynamics, land

On the basis of ordering and system analysis of long-term information and analytical materials on the soil salinization of irrigated areas of Kyzylorda region in the context of irrigated areas the technique of assessing the level of transformation of soil-reclamation processes and ecological condition of using the Shannon index, which allows to determine the intensity and direction of the transformation of soil-reclamation processes agrolandscape systems in terms of human activities.

УДК 504.06

Доктор техн. наук	Ж.С. Мустафаев ¹
Доктор техн. наук	А.Т. Козыкеева ¹
Канд. эконом. наук	К.Ж. Мустафаев ²
Канд. техн. наук	К.Б. Койбагарова ²
	Н.А. Турсынбаев ³

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСЛУГИ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Ключевые слова: принцип, формирование, использование, природа, ресурсы, распределение, вода, река, бассейн, модель, функция, природопользование

На основе принципов формирования и использования природных ресурсов речных бассейнов разработана функциональная модель экологической услуги, позволяющая выявить новые и обосновать известные закономерности, протекающие в бассейнах трансграничных рек, т.е. межгосударственного распределения водных ресурсов на основе принципов, принятых в «Повестка дня в 21 веке».

Введение. Совместное равноправное использование и охрана водных ресурсов трансграничных рек, где сосредоточены экономические и политические интересы каждого отдельного государства, расположенных в одном речном бассейне, является одной из главных и сложных международных проблем, требующих всестороннего анализа и обобщений для выработки единого консенсуса.

Происходящие во всех развитых странах мира экономические, социальные и институциональные процессы привели к конфликту между объективной необходимостью дальнейшего промышленного развития и сохранением среды обитания человека, особенно в речных бассейнах, где сосредоточено сельскохозяйственное производство и промышленность. В этой связи особую актуальность приобретают услуги речных бассейнов, оказываемые хозяйствующим субъектам, направленные на визуализацию загрязнения окружающей среды в ходе их хозяйственной деятельности.

¹ Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан;

² ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация», г. Тараз, Казахстан;

³ Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Казахстан

Решение экологических проблем речных бассейнов является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития любого современного государства. Это связано с повышением требований к качеству окружающей среды, в результате усилившегося техногенного воздействия человека на биосферу и проявляется в экологизации экономики не только путем прямого вмешательства государства, но и путем организации рыночного сектора – рынка экологических услуг.

В настоящее время сложившаяся ситуация по использованию водных ресурсов трансграничных рек породила на рынке услуг спрос на услуги экологической направленности, т.е. произошло формирование рынка экологических услуг – одного из самых молодых из существующих рынков.

Материалы и методика. Ситуация на рынке экологических услуг в речных бассейнах изменяется под влиянием спроса, который в свою очередь, зависит от общей экономической обстановки, экологической конъюнктуры и испытывает регулирующее воздействие государства. Успешное развитие рынка экологических услуг в речных бассейнах, его масштаб и наполнение зависят от государственного или межгосударственного воздействия на природопользователей с целью соблюдения ими природоохранных требований.

При этом в речных бассейнах жизненно важные для человека экосистемные функции группируются в три основные категории [2]:

- средообразующие (биосферные, жизнеобеспечивающие) функции – формирование и поддержание параметров окружающей среды, пригодных для жизни человека;
- производционные функции – производство биомассы, которую человек изымает из экосистем (древесина, морепродукты, пушнина и другие природные ресурсы);
- нематериальные или информационные (эстетические, культурные, научные) функции – информация, которая содержится в природных экосистемах и организмах.

Таким образом, процессы, происходящие в природе и обществе, связаны между собой и оказывают друг на друга взаимное влияние для обеспечения их жизнедеятельности в рамках оказания экологических услуг. При этом следует отметить, что жизнедеятельность человека протекает в системе «экономика – экология – социум», что требует изучения экономической (производственной) подсистемы, которую невозможно рассмотреть без взаимодействия экологических и социальных подсистем,

особенно в бассейнах рек. Из этого вытекает необходимость разработки инструментов анализа – моделей использования природных ресурсов, учитывающих роль природного капитала, позволяющих выявить новые и обосновать известные закономерности протекающих в бассейнах рек.

Naturalcapital – природный капитал – запасы, состоящие из жизнеподдерживающих систем (систем жизнеобеспечения), биоразнообразия, возобновимых и невозобновимых ресурсов, используемых человеком или представляющих для него производственный интерес.

В речных бассейнах природный капитал рассматривается как источник не только природного сырья для производства, но и так называемых «экологических услуг». Проведенный системный анализ по данной проблеме выявил наличие различных определений термина «экологические услуги», т.е. система мероприятий, направленных на поддержание качества жизни в условиях активного воздействия на окружающую среду. «Природный капитал» может производить экологические услуги, т.е. использования водных и земельных ресурсов природной системы путем регулирования водного стока, – то, что обычно называется экосистемными функциями. Экосистемными функциями речных бассейнов, т.е. услугами называют материальные, энергетические и информационные потоки, порождаемые запасами «природного капитала» [1].

В Стандарте деятельности (СД) 6 Международной финансовой корпорации (МФК) экосистемные услуги определяются как «выгоды для населения и предприятий, полученные в результате использования экосистем». Это соответствует определению, приведенному в рабочей программе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия (ОЭ)», где отмечают, что не существует единой классификации экосистемных услуг, то структура, изложенная в ОЭ, получила широкое признание и, как указано в рекомендательной записке к СД 6 МФК, является хорошей отправной точкой, где экосистемные услуги делятся на четыре вида [9]: обеспечивающие услуги; регулирующие услуги; культурные услуги; поддерживающие услуги. Таким образом, экологические услуги, это деятельность природной системы оказываемая обществу для обеспечения своей потребности в процессе жизнедеятельности, которая не наносит вред среде обитания человека и окружающей среде, т.е. сохраняет экологическую устойчивость в процессе производства и потребления продукции.

Результаты исследования. При этом главной целью оказания экологических услуг речных бассейнов является обеспечение потребности

общества и недопустимость ущерба жизни, здоровью населения, а также окружающей среде или улучшение среды обитания человека. На основе таких позиций сформирована логически-деятельностная система, оказывающая экологические услуги в речных бассейнах (рис.), которая состоит в основном из трех взаимосвязанных и взаимообусловленных блоков:

- услуги природной системы, это способности компонентов природной среды, удовлетворяющие определенным потребностям общества, представляемые природой без приложений усилий человека;

- услуги природно-техногенной системы (регулирующие), это антропогенная деятельность общества, которая стремится обеспечить необходимые потребности на основе обустройства природной системы, т.е. выгоды, которую люди получают от регулирования экосистемных процессов;

- поддерживающие услуги, обеспечивающие жизнедеятельность природно-техногенной системы, которая способствует экологическому оздоровлению окружающей среды и сохранению устойчивости во время их функционирования.

Таким образом, произошло формирование рынка экологических услуг – одного из самых молодых существующих рынков. Ситуация на рынке экологических услуг изменяется под влиянием спроса, который в свою очередь, зависит от общей экономической обстановки, экологической конъюнктуры и испытывает регулирующее воздействие государства расположенных в бассейнах трансграничных рек. Успешное развитие рынка экологических услуг, его масштаб и наполнение зависят от государственного воздействия на природопользователей с целью соблюдения ими природоохранных требований. Сегодня без анализа рынка экологических услуг в бассейнах трансграничных рек нельзя представить себе эффективную систему управления качеством окружающей среды.

Экологические услуги речных бассейнов – это организационно-экономический механизм природно-техногенной системы, обеспечивающий взаимодействие его участников (водных ресурсов – потребителей воды и производителей экологических услуг) в сфере обеспечения потребности общества и предотвращения загрязнения окружающей среды на всех этапах потребления воды за счет экологических услуг.

Услуги природной системы для обеспечения потребности общества в речных бассейнах осуществляются использованием водных, земельных и климатических ресурсов.



Рис. Структурная схема прикладных моделей экологических услуг речных бассейнов.

Водные ресурсы – поверхностные и подземные воды природной системы, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы для удовлетворения потребности жизнедеятельности общества и отдельных компонентов природной среды, т.е. оказывают экологические услуги для поддержания жизнедеятельности человека и биологического сообщества [5, 8].

Земельные ресурсы – совокупный природный ресурс поверхности суши как пространственного базиса расселения и хозяйственной деятельности, основное средство производства продукции, обеспечивающее продовольственную безопасность общества, т.е. оказывают экологические

услуги с использованием плодородия почвы, которые выступают в процессе производства как предмет и как орудие труда [5, 8].

Климатические ресурсы природной системы относятся к ресурсам атмосферы, включающие солнечную энергию, влагу и тепло, являются неисчерпаемыми ресурсами, т.е. могут быть использованы многократно, и запасы их практически неограниченны за счет особых свойств, которые обладают способностью к постоянному возобновлению.

При этом компенсация дефицита экологических услуг природной системы обеспечивается с помощью природно-техногенной системы созданной антропогенной деятельностью человека [5, 8].

Природно-техногенная система (ПТС) – это упорядоченная материально-энергетическая совокупность природных объектов и технических сооружений, т.е. совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, условия существования которых, взаимосвязаны и взаимозависимы. Они существуют и управляются человеком как единое целое за счет взаимодействия, распределения и перераспределения имеющих, поступающих извне и продуцируемых этой системой веществ, энергии и информации.

Водохозяйственная система – это комплекс взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны вод ресурсов речных бассейнов, т.е. оказывают экологические услуги для удовлетворения водопотребности естественных и культурных сельскохозяйственных угодий с целью повышения их экологической емкости и общества [3].

Агроландшафт – это сложно организованная многомерная экосистема земли с определенным обликом и соответствующей структурой. Функционирует в зависимости от системы земледелия, т.е. «понимается земельный массив, состоящий из комплекса взаимодействующих природных компонентов, а также элементов системы земледелия с относительно автономными водными, тепловыми и другими режимами с признаками единой экологической системы». Агроландшафт формируется под воздействием сельскохозяйственной деятельности человека, т.е. оказываются экологические услуги для обеспечения продовольственной безопасности общества [3].

Поддерживающие услуги – услуги, обеспечивающие экологическую устойчивость водосборов речных бассейнов в процессе производства всех других экосистемных услуг, т.е. платежи за экологические услуги для поддержания и сохранения средообразующих способностей природной системы речных бассейнов.

Платежи за экосистемные услуги становятся перспективным инструментом в комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов, так как они позволяют регулировать конфликтности территориальных интересов на фоне производственных, природных и социальных, обусловленных развитием общества, определяют прикладные проблемы управления водными ресурсами трансграничных рек с позиции концепции устойчивого развития.

Валовая продукция природно-техногенной системы – показатель, характеризующий в денежном выражении общий объем продукции полученных с водосборных территорий речных бассейнов, т.е. один из видов экологических услуг, обеспечивающих благосостояние общества.

Кадастровая оценка земельных ресурсов природно-техногенной системы является важнейшим экономическим инструментом управления рациональным использованием земельных ресурсов на стадии выбора и обоснования проектных решений. Один из видов экологических услуг характеризующий механизм создания системы налогообложения и ценообразования, а также для составления имущественных договоров относительно земель и права их аренды на вторичном рынке. Для ее практической реализации в производственных условиях разработана методика комплексной оценки цены земли с учетом качественного состояния почвы, вступающих в процессе производства как предмет и как орудие труда [4].

Ценообразование водных ресурсов речных бассейнов, является одним из компонентов природно-техногенной системы. В основном служит сигналом для того, какими путями следует направлять ограниченные водные ресурсы на наиболее ценные формы их использования – ценные в финансовом плане или с точки зрения других преимуществ, т.е. справедливое ценообразование природного ресурса и оказания услуги доставки водопотребителей.

Основой экономического механизма ценообразования платы за воспроизводство водных ресурсов является принцип возмещения всех затрат, связанных с управлением водными ресурсами, эксплуатацией объектов на водоисточниках, воспроизводством, транспортировкой и их охраной. К основным объектам водного хозяйства, затраты по которым формируют плату, относятся сооружения по регулированию речного стока, территориального перераспределения водных ресурсов, магистрального транспорта воды, по защите от вредного воздействия вод, природоохранного назначения, а также прочие фонды и оборотные средства, необходимые для функционирования основных водохозяйственных сооружений.

Для реализации экологических услуг разработана концепция ценообразования и пакет методик по определению тарифной ставки водопользования. Они охватывают все уровни процесса водопользования от формирования и magazинирования водных ресурсов и зоны их рассеивания, которые могут быть использованы при разработке интегрированного использования водных ресурсов и стать основой эколого-адаптивного природопользования в бассейне трансграничных рек [6].

Комплексная оценка эколого-социально-экономического ущерба природно-техногенной системы, причиняемая окружающей среде, означает возможные или фактические экономические, экологические и социальные потери, возникающие в результате нарушения природоохранного законодательства и хозяйственной деятельности человека. На основе систематизации и системного анализа источников проявления эколого-социально-экономического ущерба разработана структурно-логическая схема познания ущерба природной системы речных бассейнов в результате антропогенной деятельности человека, что позволило сформировать принципы комплексной оценки эколого-социально-экономического ущерба бассейна трансграничных рек [7].

Следовательно, чтобы обеспечить сбалансированность и равноправное использование водных ресурсов трансграничных рек возникает необходимость в определении всех видов дополнительной прибыли и ущерба, получаемых в результате антропогенной деятельности человека. Разработанная комплексная методика оценки экономического ущерба, получаемого государствами, расположенными в бассейне трансграничных рек, обеспечивает более точный учет ущерба, получаемого отдельными государствами в результате зарегулирования стока рек путем строительства водохранилищ, работающих в ирригационно-энергетическом режиме.

Выводы. Таким образом, разработанная прикладная модель экологических услуг речных бассейнов в результате природной и природно-техногенной деятельности позволяет определить их уровень участия в производстве продукции для удовлетворения потребности населения в пространственных масштабах. Она может быть использована при сбалансированном распределении водных ресурсов трансграничных рек между государствами, обеспечивающими соблюдение принципа равноправного, разумного и справедливого использования природных ресурсов, предложенных в 1992 году Рио-де-Жанейро в «Повестке дня на XXI век».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. – М.: ООО «Типография левко», Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. – 72 с.
2. Дарбалаева Д.А., Романова Т.Г., Яковлева В.Б. Природный капитал в устойчивом развитии эколого-экономической системы. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2012. – 134 с.
3. Кирейчева Л.В., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Турсынбаев Н.А. Экосистемный подход при комплексном обустройстве водосбора трансграничных рек (на примере реки Талас) // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2015. – №5 (143). – С. 3-11.
4. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Рябцев А.Д., Мустафаев К.Ж., Турсынбаев Н.А. Экологические услуги при обустройстве речных бассейнов: цена земельных ресурсов // Гидрометеорология и экология. – 2015. – №1. – С. 167-176.
5. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Турсынбаев Н.А. Формирование и функционирование экосистемы реки Талас при ее комплексном обустройстве // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №2. – С. 134-151.
6. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б. Моделирование ценообразования при использовании водных ресурсов трансграничных рек // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. – 2013. – №3(63). – С. 4-9.
7. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б. Подход к комплексной эколого-социально-экономической оценки ущерба бассейна трансграничных рек // Материалы международной конференции Костяковские чтения / Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства в России. – Москва, 2013. – С. 449-453.
8. Мустафаев К.Ж., Маймеков З.К. Экологические услуги в речных бассейнах. – Тараз: «Формат-Принт», 2015. – 146 с.
9. Экосистемы и благосостояние человека: водно-болотные угодья и водные ресурсы. / Синтез «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» Институт мировых ресурсов, Вашингтон, округ Колумбия Millennium Ecosystem Assessment, 2005. – 68 с.

Поступила 5.12.2016

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы	Ә.Т. Қозыкеева
Эконом. ғылымд. канд.	Қ.Ж. Мұстафаев
Техн. ғылымд. канд.	Қ.Б. Қойбағарова
	Н.А. Тұрсынбаев

ӨЗЕН АЛАБЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТІНІҢ ФУНКЦИОНАЛЬДЫҚ ҮЛГІСІ

Түйін сөздер: қағида, қалыптасу, пайдалану, табиғат, қор, тарату, су, өзен, алаб, үлгі, қызмет, табиғаты пайдалану

Өзен алабының табиғи қорларын пайдалану және қалыптастырудың қағидасының негізінде, шекаралас өзендердің алабында өтетін белгілі және жаңа заңдылықтарды ашуға мүмкіндік беттерін өзен алабының экологиялық қызметінің функциональдық үлгісі құрылған, яғни су қорларын ел аралық таратуды «XXI ғасырдың күнделікті мәселесінде» қабылданған табиғаты ақылмен, әділеті және теңгермелік қағидасына негізделген.

Mustafayev ZH.S., Kozykееva A.T., Mustafayev K.Zh., Koybagarova K.B.,
Tursynbaev N.A.

FUNCTIONAL MODEL OF ENVIRONMENTAL SERVICES RIVER BASIN

Keywords: principles of formation, use, nature, resources, distribution, water, river, swimming pool, model, function of nature

On the basis of the principles of formation and use of natural river basin resources developed a functional model of ecological river basin services that identify new and justify known patterns occurring in transboundary river basins, ie the interstate distribution of water resources, based on the principles of a reasonable, fair and balanced nature adopted «Agenda XXI century».

УДК 910.3:502.1 (591)

Канд. с.-х. наук Т.К. Салихов¹**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ УРАЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ
САЙГАКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА
«БОКЕЙОРДА» ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ключевые слова: сайга, особо охраняемые природные территории, уральская популяция сайгаков, степь, биоразнообразие, местообитание, экосистема

Данная работа посвящена научному обоснованию проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области. Изучена уральская популяция сайгаков, их современное состояние и оценка влияния на эти процессы человеческой деятельности. Даны рекомендации по сохранению вида и их местообитания. На основе экосистемного анализа и ГИС-технологий определены наиболее важные для сохранения биоразнообразия участки, определены границы резервата и составлена карта миграционных путей сайгаков уральской популяции.

В Казахстане свыше 120 млн. га составляют естественные степные пространства. Степные экосистемы Казахстана являются местами распространения уникального растительного и животного мира степей, глобально исчезающих видов степной фауны.

Степные экосистемы Казахстана являются площадкой для около 2000 видов флоры, включая приблизительно 30 эндемических видов, уникальных флористических составов. В степях Казахстана также водятся глобально исчезающие виды степной фауны, в т.ч. 9 из 24 видов исчезающих млекопитающих, обитающих в стране.

Основную угрозу степным экосистемам Казахстана представляет деградация естественной среды, связанная с изменениями в популяции и области распространения копытных видов животных, которые, в сочетании с охотой, практически стерли с лица земли популяцию сайгаков. Степи являются наименее защищенным типом экосистем в Казахстане и не-

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г.Астана, Казахстан

достаточно представлены в системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В сохранении степных экосистем ООПТ играют важную роль. Увеличение площади степных экосистем в системе особо охраняемых природных территорий республики является одной из главных задач проекта «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами».

В настоящее время система особо охраняемых природных территорий Западно-Казахстанской области представлена тремя государственными природными заказниками республиканского значения и 7 ООПТ областного значения, суммарная площадь которых составляет 188,7 тыс. га или 1 % от площади области. Вместе с тем, в области отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны и статусом юридического лица [10].

Цель исследования: изучение современного состояния уральской популяции сайгаков на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области для сохранения места обитания редких и эндемичных видов биоразнообразия всего региона. Организация резервата в местах обитания уральской популяции сайгаков (*S. tatarica*) особенно актуальна после массовой гибели от пастереллеза в мае 2010 года (12 тысяч особей) и в мае 2011 года (более 400 особей). В результате численность уральской популяции сайгаков сократилась с 39 тыс. до 27 тыс. особей [9].

Комитетом лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан принята научно-исследовательская программа по сохранению биологического разнообразия. В рамках программы предусмотрены работы по созданию государственного природного резервата «Бокейорда». Программа включена в проект Правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», направленная на увеличение степных ландшафтов в системе особо охраняемых природных территорий Казахстана.

Теоретико-методическую основу исследования составляют общенаучные методы: описательный, сравнительный, статистический, системного анализа, картографический. Методология исследования базируется на системе общих принципов и подходов. Общенаучных: комплексного, интегрального, системного, экологического, географического [1-8].

Сайгак (*Saiga tatarica* L., 1766) – уникальное мигрирующее стадное животное пустынь и полупустынь Евразии, сумевшее на протяжении ты-

сячелетий выжить в условиях жесточайших природных катаклизмов (рис. 1).



Рис. 1. Сайгак (Ақбөкен).

В Казахстане по вине человека они уже дважды находились под угрозой истребления. Первый раз в 20-х годах 20 столетия несколько сотен особей этих животных сохранились в самых глухих уголках Бетпак-Далы, Устюрта и Волго-Уральского междуречья. В связи с этим охота на сайгака была запрещена в 1919 г. и как редкий вид они были взяты под охрану. После принятых мер уже к пятидесятым годам 20 века сайгак вновь стал объектом промысловой охоты.

На протяжении 40 лет (1958...1998 гг.) сайгак был одним из самых многочисленных охотничье-промысловых животных (в те годы в Казахстане их обитало около 1 млн.) и источником миллионных прибылей для экономики государства. За эти годы было добыто 5,5 млн. голов, получено 90 тыс. т мяса, 1,7 млн. м² ценнейшего кожевенного сырья, 250 т рогов – исключительно экспортной продукции, а полученный доход от реализации продукции сайгачьего промысла составлял в среднем ежегодно около 3 млн. \$ США.

На территории Казахстана находится основная часть современного мирового ареала (80...85 %) этого вида. Здесь обитают три отдельных популяции сайгака: бетпакдалинская (между оз. Балхаш и Аральским морем), устюртская (между Аральским и Каспийским морями) и уральская (между р. Волгой и р. Уралом (р. Жайык)).

Численность сайгака подвержена резким колебаниям. Если в 1991...1993 гг. в Казахстане насчитывалось 800...900 тыс. сайгаков, то в последующие годы спад их численности продолжался до 2004 года. В течение 40 лет численность сайги сократилась почти в 13 раз.

Причин резкого сокращения численности сайгаков несколько:

1. Основной причиной снижения является резко возросшее в 90-е годы браконьерство на всем протяжении ареала и во все сезоны года при одновременном ослаблении инспекторского надзора. Целенаправленное истребление самцов сайги браконьерами ради получения рогов, их скупка и контрабандный вывоз начался еще в конце 80-х годов 20 века и не прекращается до сих пор. Кроме того, в последние годы сайгаков начали истреблять и ради мяса, продавать его и заготавливать на зиму. Выбивая самцов-производителей, браконьеры нарушают процентное соотношение полов животных, тем самым изменив репродуктивную способность стада. В результате снизилась плодовитость и уровень воспроизводства.

2. В результате эпизоотии «пастерелллёза». В мае 1981 г. в Тургайской области от этой болезни пали около 100 тыс. сайгаков. В февралемарте 1984 г. в Волго-Уральском междуречье – более 250 тыс. сайгаков. В 1988 г. в мае в Тургайской области – около 434 тыс. сайгаков. 18-21 мая 2010 г. в Северо-Западной части Западно-Казахстанской области к северу от пос. Борсы произошла массовая гибель сайги – погибло 11920 голов, в том числе 7625 самок, 4250 только что родившихся детенышей и 45 самцов. Это около 1/3 от общей численности Уральской популяции (в апреле 2010 г. насчитывалось около 39 тыс. особей) и в мае 2011 г. в Западном Казахстане пала 441 сайга.

3. Третьим по значимости фактором, воздействующим на поголовье сайгаков, выступает хищничество волков, по сведениям областных управлений охотничьего хозяйства, их поголовье уже сейчас в Казахстане насчитывает не менее 65...70 тыс. особей. Система регуляционного отстрела этих хищников в данное время не действует, а при малочисленности домашнего скота волки круглый год истребляют сайгаков. В этой ситуации эти опасные хищники выступают мощным фактором, сдерживающим рост поголовья сайгаков. Истинный ущерб, причиняемый волками, выяснить трудно и это требует дальнейшего исследования.

Катастрофическому снижению численности сайгаков способствовало и ослабление природоохранных служб, начавшееся с ликвидации Казглавохоты. Заказники не выполняют своих функций по охране животных из-за слабости материально-технической базы. Как известно, охота на сайгу в Казахстане была запрещена Постановлением Правительства РК с 1999 г. по 2011 год. На самом же деле обстановка с сайгой сложилась тревожная, если не принимать срочные меры могут быть самые тяжелые по-

следствия, вплоть до полного уничтожения популяции этих животных в республике. Поэтому необходимо принятие непосредственных экстренных мер по охране сайги.

Международная озабоченность о трудном положении антилопы сайги явилась причиной включения ее в 1995 г. в Приложение II CITES (Конвенция по международной торговле вымирающими видами дикой фауны и флоры), устанавливающее международный контроль торговли продуктами этого вида. В 1996 г. сайгак был внесен также в Красный Список МСОП (Международный союз охраны природы) в качестве «уязвимого вида». Поскольку его численность продолжала снижаться, в 2002 г. статус был пересмотрен и сайгак определен уже как «критически угрожаемый вид». В настоящее время организацию охраны сайгаков осуществляет Комитет лесного и охотничьего хозяйства МСХ РК с подведомственными подразделениями «ПО Охотзопром» и областными управлениями лесного и охотничьего хозяйства.

На территории Западно-Казахстанской области обитает сайга Волго-Уральской группировки. Группировку сайги междуречья Волги и Урала мы подразделяем еще на две части – западную или Азгирско-Урдинскую и восточную или Махамбетскую. Сайга Азгирско-Урдинской группировки держится здесь обычно в весенне-осенний период, на зимовку уходит на территорию Атырауской области. Основными районами обитания ее являются окрестности сора Хаки, р. Ащыюзек, оз. Аралсора; в отдельные годы она поднимается на север до пос. Казталовки и Борсы. Основными районами обитания Махамбетской группировки являются восточные окрестности Камыш-Самарских разливов, район оз. Едильсор, междуречье Кушума и Урала. На север она поднимается обычно до Чижинских разливов; зимует же в Атырауской области (рис. 2).

Область распространения сайгака сократилась, по сравнению с началом 90-х годов прошлого века преимущественно по периферии и, в целом, остается еще обширной. Однако на большей части прежнего ареала плотность населения сайги очень низка: животные встречаются единично или небольшими табунами и в период рождения детенышей скоплений не образуют.

Зоны основного обитания сайги, включая места зимовок, летовок и массового отела, занимают в настоящее время окрестности северо-западной части Волго-Уральского междуречья. В основном, это менее освоенные хозяйственной деятельностью и удаленные от крупных населенных пунктов территории. Очевидно, они предпочтительнее для сайгаков и в кормовом отношении.

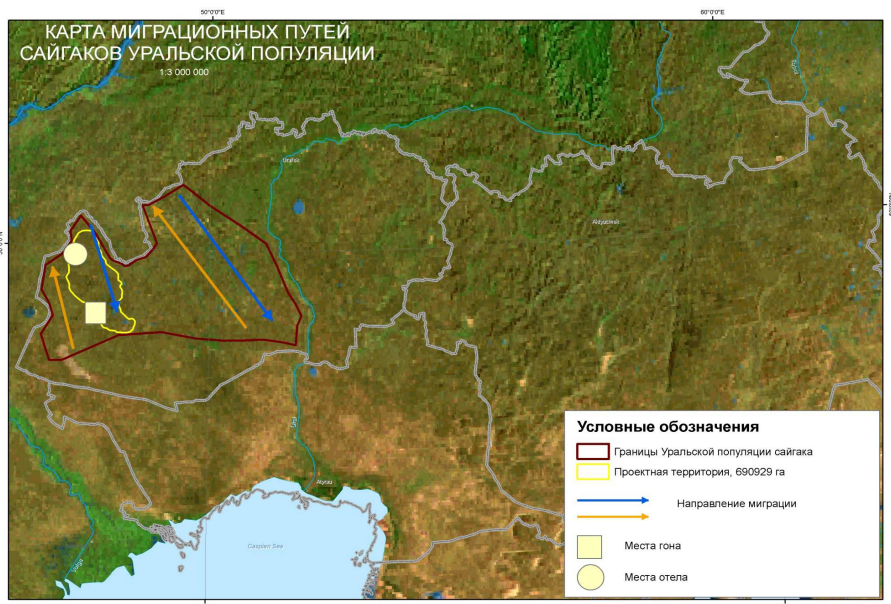


Рис. 2. Карта миграционных путей сайгаков Уральской популяции.

Так, в Волго-Уральском междуречье большая часть сайгаков концентрируется в настоящее время в Аралсорской озерно-солончаковой котловине с господством здесь пустынно-солончакового комплекса растительности и доминированием в нем наиболее предпочитаемых сайгаком растений из семейства Маревых. В сходных условиях небольшая часть сайгаков держится постоянно на Эльтонско-Боткульской озерно-солончаковой равнине в соседней Волгоградской области.

В Волго-Уральском междуречье места массового отела животных в настоящее время располагаются несколько севернее, чем прежде: к востоку и северу от оз. Аралсор и даже в пос. Борсы – самой северо-западной части междуречья.

С уменьшением области распространения сократилась и протяженность миграционных путей сайгаков. В Волго-Уральском междуречье расстояние между районами зимнего и летнего обитания животных (от северной части Волго-Уральских песков до северной границы Казахстана) составляет 150...250 км. Сроки весенних и осенних миграций сайгаков в целом не изменились, и по-прежнему зависят от погодно-климатических условий того или иного года.

Для сайгака характерна групповая организация особей, выражающаяся в образовании стад разной величины и более крупных скоплений. Величина и состав стада изменяются в разные сезоны года. В ноябре-

декабре преобладают мелкие стада, что связано с образованием небольших гаремов перед гоним и во время гона. Весной и осенью во время миграций стада заметно укрупняются, а в мае, в период родов, сайгаки образуют многотысячные скопления.

Стадность также коррелирует с общей численностью животных. Если в 70-х годах 20 в. при высоком уровне численности в апреле мелкие стада (до 50 особей) составляли 35 %, средние (51...500 особей) – 30 % и крупные (более 500 особей) – 35 % [11], то при низком уровне численности в апреле 2005...2010 гг. (во время авиаучетов) мелкие стада составляли 83,4...100 % встреч, средние – 0...16,6 %, крупные – 0...0,6 %. Средние показатели стадности в эти годы в разных регионах – от 7,0 до 36,9 особей в группе [11]. Величина скоплений сайгаков в местах отела уменьшилась тоже пропорционально численности – от десятков и сотен тысяч в 60...90-х годах до 1...5 тыс. животных в 2004...2010 гг. В некоторых регионах в эти годы массовых родовых скоплений сайгаков не отмечалось совсем.

В начале зимы сайгаки держатся в основном в северо-западной части междуречья (окрестности пос. Караоба), но после сильных снегопадов мигрирует южнее – к оз. Аралсор и далее к югу (южнее автотрассы Сайхин – Новая Казанка). В апреле, ко времени проведения авиаучета сайгаки уже мигрировали севернее, почти до границы с Россией. Отел проходит западнее р. Малый Узень и к северу от пос. Борсы.

В Уральской популяции сайги 2004...2009 гг. по сравнению с 2003 г., численность незначительно увеличилась, что, очевидно, является следствием некоторого улучшения охраны животных в последние годы, а также относительно благоприятных погодных-климатических условий в этот период. Так, поголовье уральской популяции сайгака увеличилась с 26,6 тыс. особей (2009 г.) до 39,0 тыс. (2010 г.) (табл.).

Таблица

Численность сайгаков в Западном Казахстане

Год учета	Численность популяции (тыс. особей)		
	Уральской	всего в Казахстане	процент (%)
1999	84,0	384,0	21,9
2000	17,5	148,5	11,8
2001	9,3	79,3	11,7
2002	6,9	30,0	23,0
2003	6,5	21,2	30,7
2004	8,8	30,7	28,7
2005	10,0	39,6	25,2
2006	12,8	47,4	27,0

Год учета	Численность популяции (тыс. особей)		
	Уральской	всего в Казахстане	процент (%)
2007	15,6	54,8	28,5
2008	18,3	61,0	30,0
2009	26,6	81,0	32,8
2010	39,0	97,4	40,0
2011	17,9	102,0	17,5

В настоящее время численность антилоп в Западном Казахстане остается на очень низком уровне.

В мае 2010 г. уже после проведения учетов в ареале этой популяции произошел падеж животных. Массовая гибель сайгаков произошла в период с 18 по 21 мая к северу от п. Борсы, где животные сконцентрировались на время окота («родильный дом»).

Согласно заключению специально созданной комиссии из специалистов ветеринарных, медицинских, зоологических и природоохранных служб, причиной массовой гибели сайгаков послужила вспышка пастерелллёза (возбудитель *Pasteurella multocida*). Случилось это на фоне снижения естественной резистентности организма у маточного поголовья в период массового окота после суровой зимовки.

На территории резервата сохранились редкие в степных просторах природные комплексы, которые служат убежищем для многих исчезающих видов растений и животных. Территория значима для мигрирующих видов животных, таких как сайгак (*S. tatarica*), так как в данной области сохранились важные естественные кормовые угодья. Они разнообразны по своим кормовым свойствам и по сезонности использования. Данные растительные сообщества позволяют получать корма высокой питательной ценности почти в течение всего года.

Существующий природный потенциал, в частности, экологические условия, позволяют сайгакам реализовать на территории все стадии биологического цикла, прежде всего стадию размножения. Однако, как показали исследования, воздействие внешних факторов, как естественных, так и антропогенных на представителей всех позвоночных значительно, и продолжает возрастать в связи с возрастающим хозяйственным освоением территории. Необходимо принятие дополнительных более эффективных мер по сохранению видов и мест их обитания.

В настоящее время на континенте Евразии только Казахстан и Монголия обладают участками степей и полупустынь в естественном состоянии, которые перспективны для охраны и восстановления редких и

исчезающих видов животных и растений, а также для сохранения экосистем в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров Б.Д. Популяция сайгака в России и проблемы ее сохранения // Вестник Российской академии наук. – 2007. – Т. 77. – №9. – С. 785-793.
2. Грачев Ю.А. Состояние популяций сайгака в Казахстане в 2004 году // Степной бюллетень. – №17. – зима 2005 г.
3. Грачев Ю.А., Бекенов А.Б. Состояние популяций и перспективы сохранения сайгака в Казахстане // Степной бюллетень. – 2007. – №21-22. – С. 15-17.
4. Красная книга Казахстана. Животные. – Алматы: 2010. – 324 с.
5. Ларионов К.О. Питание и обеспеченность сайгаков *Saiga tatarica* кормом в зависимости от особенностей растительности на пастбищах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2008. – 27 с.
6. Лебедева Л.С. Материалы к изучению весенних кормов и пастбищ сайгаков правобережья Волги // Зоол. журн. – 1960. – Т. 39. – Вып. 9. – С. 1438-1442.
7. Лебедева Л.С. Питание сайгака на правобережье Волги // Бюлл. МОИП, Сер. биол. – 1959. – Т. 64. – Вып. 5. – С. 27-35.
8. Мельдебеков А.М., Бекенов А.Б., Бекенова Н.А. Проблемы сохранения и воспроизводства населения сайги в Казахстане // Современные проблемы охоты на экономику Казахстана и смежных стран. – Алма-Ата, 2014. – С 5-8.
9. Отчет по теме «Ретроспективный анализа причин заболевания и падежа сайгаков в 2010...2011 гг. в Западном Казахстане», Астана, 2011 г.
10. Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Иркалиева Р.М., Рамазанов С.К., Сдыков М.Н., Дарбаева Т.Е., Кольченко О.Т., Чернышов Д.М. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. – Уральск: ЗКГУ, 1998. – 176 с.
11. Фадеев В.А., Слудский А.А. Сайгак в Казахстане (Экология, хозяйственное значение). – Алма-Ата: Наука, 1982. – 160 с.

Поступила 27.12.2016

А.- шар. ғылымд. канд. Т.К. Салихов

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДА ЖОБАЛАНҒАН
«БӨКЕЙОРДА» МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ РЕЗЕРВАТ
АУМАҒЫНДАҒЫ ОРАЛ КИІКТЕР ПОПУЛЯЦИЯСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ
КЕЗДЕГІ ЖАЙ-КҮЙІ**

Түйін сөздер: ақбөкен, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, орал киіктер популяциясы, дала аймағы, биоалуантүрлілігі, мекен ортасы, экожүйе

Бұл ғылыми зерттеулер жүргізіліп отырған жоба мысалында Қазақстанның қоршаған ортасын қорғау мәселелеріне арналған. Бұл жұмыста Батыс Қазақстан облысында жобаланған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерватын ғылыми зерттеу негіздемесі келтірілген. Зерттеу нәтижесінде орал киіктер популяциясы зерттелді, олардың қазіргі кездегі жай-күйі мен бұл процестерге адам қызметінің әсерін бағалауы берілді, киіктердің мекен ортасы мен түрлерін сақтау үшін ұсыныстар берілді. Экожүйелік талдау және ГАЖ технологиясы негізінде араландылықты сақтау үшін ең маңызды учаскелері мен резерватың шекаралары анықталды және орал киіктер популяциясының көші-қон жолдарын картасы жасалды.

Salikhov T.K.

CURRENT STATUS URAL SAIGA POPULATION IN DESIGN OF STATE NATURE RESERVE «BOKEYORDA» WEST KAZAKHSTAN REGION

Key words: saiga, protected natural areas, the Ural saiga population, steppe, biodiversity, habitat, ecosystem

This work is devoted to problems of environmental protection of Kazakhstan on the example of ongoing project, where the results of the scientific study of the projected State Natural Reserve «Bokeyorda» West Kazakhstan region. The studies examined the Ural saiga population, their current status and assessment of the impact of these processes of human activity, recommendations for the conservation of species and their habitats. On the basis of the ecosystem analysis and GIS technology identified the most important areas for biodiversity conservation, defined the boundaries of the reserve, and a map of migration routes of the Ural saiga population.

УДК 504 (054+064)

А.У. Сафина¹

**МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ И МОРФОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ
ИЗМЕНЧИВОСТЬ АРАЛЬСКОЙ ПЛОТВЫ (*RUTILUS RUTILUS
ARALENSIS*, BERG, 1916) ИЗ ШАРДАРИНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

Ключевые слова: морфобиологическая изменчивость, морфопатологическая изменчивость, марфометрические признаки, биоиндикация, аральская плотва, шардаринское водохранилище

В данной статье была рассмотрена морфологическая и марфопатологическая изменчивость Аральской плотвы из Шардаринского водохранилища (Южно-Казахстанская область) в сравнении с уже известными данными. Была выявлена умеренная вариация средней упитанности рыб, количественное преобладание самок над самцами. Это может говорить о благоприятной среде обитания и малых размерах водоема. Наблюдалась изменчивость в некоторых счетных и пластических признаках. Отмечены патологии внутренних органов рыб (печень и жабры), говорящие о наличии токсических веществ в водоеме.

Введение. Для оценки приспособительных возможностей вида, его пластичности, а также в целях выявления наследственной неоднородности популяций, способствующей сохранению целостности вида, представляет большой теоретический и практический интерес изучение внутривидовой изменчивости [4].

Кроме того, как показал Ю.С. Решетников [6], проблема изменчивости рыб связана с вопросами оценки состояния пресноводных экосистем и разработкой методов экологического прогнозирования.

Исследованию послужила Аральская плотва из Шардаринского водохранилища, находящегося на территории Южно-Казахстанской области. **Аральская плотва (*rutilus rutilus aralensis*, Berg, 1932)** широко распространена в бассейнах рек Амударья, Сырдарья, Зарафшан, от низовьев до верхнего течения. Одна из массовых рыб во многих озёрах, водохранилищах и каналах. В водоёмах образует быстрорастущие полупро-

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

ходные, жилые и медленно растущие камышовые формы. Этот вид является доминирующим и преобладающим видом рыб в промысловых уловах Южно-Казахстанской области.

Шардаринское водохранилище – водохранилище, расположенное на р. Сырдарье на территории Южно-Казахстанской области Казахстана. Построено в 1966 году. Осуществляет многолетнее регулирование стока, также используется для энергетики. На плотине находится Шардаринская ГЭС и Кызылкумский канал (для ирригации). Является источником воды для г. Шардара.

Цель данной работы – анализ изменчивости морфобиологических и морфопатологических показателей Аральской плотвы из Шардаринского водохранилища в сравнении с известными данными. В соответствии с поставленной целью исследовались внешние морфологические признаки и проведен морфопатологический анализ аральской плотвы из Шардаринского водохранилища.

Материалы и методики. Были изучены фондовые материалы биологического факультета КазНУ им. аль-Фараби. Фиксированную рыбу хранили в 4 % растворе формалина. Биологическому анализу был подвергнут 25 экземпляров.

В ходе исследования использовались следующие методики:

1. Морфобиологический анализ по И.Ф. Правдину (1966).
2. Морфопатологический анализ по Ю.С. Решетникову и др. (1999).
3. Изучение флуктуирующей асимметрии по В.М. Захарову и др. (2000).

Морфобиологический анализ – исследование морфологии, т.е. формы и строения биологических объектов. Анализ основан на различных методах сравнения измерительных или описательных признаков [5].

Определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков является наиболее простым и доступным для широкого использования способом оценки стабильности развития. Этот подход достаточно прост с точки зрения сбора, хранения и обработки материала. Он не требует специального сложного оборудования, но при этом позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий (включая антропогенные факторы). Выборки должны быть одновозрастными и при изучении взрослых рыб необходимо учитывать, что полученные оценки уровня флуктуирующей асимметрии отражают воздействие среды на момент формирования

исследуемых признаков. Учитывая дальнейшую статистическую обработку, объем выборки должен быть порядка 20...30 особей [2].

Морфопатологический анализ – анализ, предусматривающий наружный осмотр рыб с последующим их вскрытием. Морфопатологические исследования подводят фундамент, необходимый для понимания сущности патологии разной причины, а в комплексе с методами патологической физиологии и биохимии позволяют анализировать болезнь во всем ее объеме [3].

Коэффициент упитанности по Т. Фультону был найден по следующей формуле:

$$K_y(\Phi) = P \cdot 100 / L^3, \quad (1)$$

где P – масса рыбы (г), L – длина тела (см).

Коэффициент упитанности по Ф. Кларку был найден по следующей формуле:

$$K_y(K) = P \cdot 100 / L^3, \quad (2)$$

где P – масса порки (г), L – длина тела (см).

Для статистической обработки материалов использовались программы электронных таблиц Excel.

Результаты и обсуждения. В таблице приведены полученные данные по изменчивости плотвы из Шардаринского водохранилища в сравнении с обобщенными литературными данными [1].

Таблица

Полученные данные в ходе исследования

Параметр	Авторские данные						Данные по [1]	
	min	max	M	$\pm m$	σ	C_v	min	max
1 Биологические показатели								
L, мм	126	195	145,0	13	19,29	13,30	100	250
Lst, мм	105	158,5	119,9	9,43	14,10	11,75		
Q, г	25,0	111,1	42,8	16,60	24,65	57,56	13	530
q, г	19,3	82,2	33,1	12,11	17,96	54,23		
Fulton	1,6	3,1	2,3	0,33	0,41	17,79	1,13	4,1
Clark	1,2	2,3	1,8	0,22	0,28	15,94	0,75	3,2
2 Пластические признаки								
aD	45,7	59,8	53,3	3,09	3,98	7,46	48	60
pD	26,5	37,6	32,0	1,92	2,47	7,72	31,5	40
aP	20,0	26,1	23,8	1,30	1,64	6,88		
aV	44,0	51,9	47,7	1,58	2,00	4,19		
aA	63,5	77,4	69,9	2,52	3,26	4,66		
Lca	11,4	24,1	19,4	1,89	2,58	13,31		
PV	18,9	28,5	24,8	1,73	2,29	9,24	21,9	32

Параметр	Авторские данные						Данные по [1]	
	min	max	M	$\pm m$	σ	C_v	min	max
VA	20,4	28,4	24,8	1,33	1,72	6,94	21,5	28,6
C	20,7	26,7	23,9	1,39	1,67	6,98	18	25
Ao	5,0	10,5	6,5	0,72	1,06	16,18	4,8	8
Oh	5,0	7,0	5,9	0,50	0,61	10,43	4	6,5
Ov	5,0	7,0	6,0	0,46	0,56	9,32		
Op	8,6	13,4	11,8	0,84	1,09	9,23	9,1	12,4
Lmix	6,3	14,9	8,5	0,98	1,60	18,67		
Lmd	4,3	8,8	7,6	0,70	0,97	12,82		
Io	8,0	10,3	9,3	0,48	0,59	6,39		
Hco	10,3	18,4	13,8	1,15	1,57	11,34		
Hop	19,4	30,9	23,4	1,82	2,39	10,20		
Hc	16,5	22,3	19,1	1,19	1,50	7,87	13	22
H	26,0	37,8	33,1	2,24	2,90	8,77	26	40
h	9,3	12,3	10,8	0,54	0,73	6,81	8	14
HTT	12,1	17,7	14,6	1,00	1,30	8,93		
htt	2,6	5,2	3,9	0,42	0,56	14,39		
ID	11,7	17,6	15,0	0,98	1,29	8,61	12,7	19,0
hD	17,6	27,1	23,1	1,57	2,03	8,79	17,6	29,1
IA	11,0	21,1	13,5	1,40	2,04	15,07	10,0	17,7
hA	12,7	19,6	15,9	1,48	1,79	11,19	11,0	19,5
IP	15,2	22,1	18,9	1,54	1,87	9,87	16,0	22,0
IV	15,6	22,9	18,8	1,14	1,55	8,25	16,0	21,4
ICs	21,2	28,7	24,3	1,81	2,13	8,77		
ICi	20,0	30,4	26,7	1,83	2,41	9,01		
3 Счетные признаки								
ll	33	49	40,08	1,22	2,1	5,23	35	45
ll +	1	3	1,88	0,42	0,6	31,91		
llca	8	12	9,88	0,64	0,88	8,91		
llca+	1	3	1,84	0,40	0,55	30,09		
Zip	7	9	7,92	0,29	0,49	6,22		
Int	3	4	3,52	0,49	0,50	14,48		
Dr	1	3	1,72	0,46	0,54	31,48	1	3
Dsf	7	11	9,76	0,60	0,87	9,01	8	11
Ar	1	3	1,32	0,46	0,55	42,18	1	3
Asf	10	13	10,64	0,66	0,81	7,61	9	12
P	11	16	14,32	0,92	1,14	7,99	13	17
V	6	9	7,92	0,30	0,57	7,21	8	8
Sp.br	8	14	10,6	0,89	1,15	10,89	7	15
Suop	3	8	5,88	1,11	1,36	23,19		
Smd	3	7	5,32	0,75	0,98	18,57		

Примечание: **L** – полная длина рыбы, **lst** – длина тела без хвостового плавника, **Q** – полная масса рыбы, **q** – масса тела без внутренних органов, **Fulton** – коэффициент упитанности по формуле Т. Фультона, **Clark** – коэффициент упитанности по формуле Ф. Кларка, **ll** – число чешуй боковой линии, **llca** – число че-

шуй в хвостовом стебле, **Sup** – число чешуй рядов над боковой линией, **Int** – число чешуй рядов под боковой линией, **Dr** – число ветвистых лучей в спинном плавнике, **Dsf** – число не ветвистых лучей в спинном плавнике, **Ar** – число ветвистых лучей в анальном плавнике, **Asf** – число не ветвистых лучей в анальном плавнике, **P** – число лучей в грудном плавнике, **V** – число лучей в брюшном плавнике, **Sp. br** – число жаберных тычинок, **aD** – антедорсальное расстояние, **pD** – постдорсальное расстояние, **aP** – расстояние от вершины рыла до начала основания грудного плавника, **aV** – антевентральное расстояние, **aA** – расстояние от вершины рыла до начала основания анального плавника, **Ica** – длина хвостового стебля, **PV** – расстояние между брюшным и грудным плавником, **VA** – расстояние между брюшным и анальным плавником, **c** – длина головы, **ao** – длина рыла, **oh** – горизонтальный диаметр глаза, **ov** – вертикальный диаметр глаза, **op** – длина заглазья, – – нет данных. **max** – наибольшее значение, **min** – наименьшее значение, **M** – среднее значение, $\pm m$ – среднее отклонение, C_v – коэффициент вариации, σ – стандартное отклонение [3].

Как видно из приведенных данных вариация средней упитанности плотвы из Шардаринского водохранилища умеренная. Полная длина рыб небольшая. Это позволяет предположить возможную внутривидовую конкуренцию, связанную с большой численностью рыб и маленьким размером водоема.

Также отмечена разница между полной массой рыбы и массой рыбы без внутренних органов. В процессе исследования наблюдалась наполненность кишечника у всех рыб на 5 баллов по 5-тибальной шкале. Данные наблюдения могут говорить о том, что у аральской плотвы Шардаринского водохранилища нет недостатка в питании.

Аральская плотва в количестве 26 шт. была представлена 15 самками и 11 самцами, среднее соотношение – 1,4:1,0. Для проанализированных рыб характерно количественное преобладание самок над самцами. Преобладание численности самок над численностью самцов может быть причиной благоприятной среды обитания [1].

В исследованной выборке нарушения строения половых желез не отмечается. Размерная изменчивость заметна в следующих признаках: антедорсальное расстояние, постдорсальное расстояние, расстояние между брюшным и грудным плавником, длина головы, длина рыла, чешуй боковой линии, лучей в грудном плавнике. Изменение длин рыла, рта и жаберных крышек может говорить о достаточном питании у рыб. Также отмечается изменчивость в длине спинных и анальных плавников в сравнении с литературными данными [1]. Как известно, данные плавники исполняют роль рулей в движении рыб. Изменчивость в длине спинных и анальных плавников может говорить о том, что рыба, в основном, двигается вперед, а не ма-

неврирует. Это, в свою очередь, может говорить о большой численности рыб в Шардаринском водохранилище. В целом форма и положение плавников в норме. Диаметр глаза у рыб увеличен, что может свидетельствовать о мутности воды. Патологические изменения на макроморфологическом уровне выявлены в печени (набухшие кровеносные сосуды) и жабрах (анемия) у всех исследованных рыб. Эти органы отвечают за детоксикацию организма, поэтому отклонения в их внешнем виде указывают на наличие токсичных веществ в среде обитания.

Выводы. Автором отмечена умеренная вариация средней упитанности и не большая длина рыб в Шардаринском водохранилище. Это может указывать на большую численность рыб в водоеме и о малых размерах водоема. Наполненность кишечника говорит о достаточном питании у рыб. Патологии печени и жабер могут указывать на токсическое загрязнение Шардаринского водохранилища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дукравец Г.М. Маркова Е.Л. Рыбы Казахстана. Т.4. Карповые – Алмата: Наука, 1989. – 312 с.
2. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
4. Поляков Г.Д., Каневская Н.К. Методы изучения и некоторые закономерности внутривидовой межпопуляционной изменчивости морфологических признаков рыб на примере судака / Изменчивость рыб пресноводных экосистем. – М., 1979. – С. 195-214.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
6. Решетников Ю.С. Изменчивость рыб и экологическое прогнозирование / Изменчивость рыб пресноводных экосистем. – М.: 1979. – С. 5-12.

Поступила 22.01.2016

А.У. Сафина

ШАРДАРА СУҚОЙМАСЫНЫҢ АРАЛ ТОРТА БАЛЫҒЫНЫҢ (RUTILUS RUTILUS ARALENSIS, BERG, 1916) МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ МАРФОПОТОЛОГИЯЛЫҚ ӨЗГЕРГІШТІК

Түйін сөздер: биоиндикация, арал торта, морфологиялық талдау, морфопатологиялық талдау, ауытқып ассиметрия, Шардара суқоймасы

Мақалада Шардара суқоймасында (Оңтүстік Қазақстан облысы) тіршілік ететін Арал торта балығының сыртқы морфологиялық және морфопатологиялық өзгеріштік қаралды. Аталықтары аналықтарына қарағанда саны жағынан және де орташа қондылықтың жоғары вариациясы байқалды. Бұл қолайлы тіршілік ету ортасын және су қоймасының шағын мөлшерін көрсетуі мүмкін. Кейбір сандық және пластикалық белгілерінде өзгерістер көрінеді. Суқоймадағы токсикалық заттардың көптігінен балықтардың ішкі органдарында патология анықталды.

Safina A.U.

MORPHOLOGICAL AND MORPHOPATOLOGICAL VARIABILITY OF ARAL ROACH (*RUTILUS RUTILUS ARALENSIS*, BERG, 1916) FROM THE SHARDARA RESERVOIR

Keywords: bioindication, aral roach, morphological analysis, morfoopatologicheskyy analysis, fluctuating asymmetry, Shardara reservoir

In this paper, morphological and morfoopatological variability of Aral roach from Shardara reservoir was considered (South Kazakhstan region) in comparison with the known data. Moderate variation of average fatness fish quantitative predominance of females over males has been identified. This may indicate a favorable habitat and the small size of the reservoir. There was some variability in the counting and plastic signs. Noted the pathology of the internal organs of fish (liver and gills) what may tell about the presence of toxic substances in the water.

УДК 631.52:633.31

Доктор с.-хоз. наук	А.М. Нургизаринов ¹
Канд. техн. наук	А.Т. Жунисов ¹
Канд. техн. наук	Е.А. Назаров ¹
	А.Ж. Шарипова ¹

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА В КАЗАХСТАНСКОМ ПРИАРАЛЬЕ

Ключевые слова: Аральское море, рыбный промысел, пресноводные, улов, Сырдарья, экология, дельтовые озера

В статье рассматривается экологическое состояние рыбного промысла в Казахстанском Приаралье. Аральское море как бессточный внутриматериковый водоем существовало благодаря стокам Амударьи и Сырдарьи. Его вода была менее соленой, чем вода других морей. Поэтому в Аральском море водились в основном пресноводные рыбы и продуктивность их была довольно высокой. В 50...60-е годы прошлого века, когда уровень Аральского моря стоял на отметке 53 м абс ежегодная добыча рыбы достигала 45...50 тыс. т. После 60-х годов уровень его стал быстро снижаться, обсохло более половины его территории. Море потеряло рыбохозяйственное значение, и рыбный промысел прекратился в дельтовых озерах Приаралья. В этих трудных условиях Казахстан построил Кокаральскую дамбу на морском проливе Берга и сохранил Северную часть Аральского моря. Благодаря этим мероприятиям в настоящее время улов рыбы возрастает и успешно работает рыбный промысел в Приаралье.

Введение. Аральское море уникальный географический объект, созданный природой. Благодаря этому, в пустыне Турана сложились благоприятные природно-климатические условия. Море тысячелетиями служило человеку, сыграв огромную роль в судьбе народов, населявших его бассейн. За время своего существования Аральское море неоднократно подвергалось усыханию, но каждый раз восстанавливалось и продолжало жить. Причина – человеческая деятельность. Отступая, Аральское море

¹ Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Казахстан

оставило после себя огромные территории пустыни, которые необходимо облагораживать. Необходимо эффективно использовать природные ресурсы моря, прежде всего, рыбное богатство, что бы сохранить его для будущих поколений людей.

Основная часть. Аральское море после отчленения от Мирового океана, затем от Каспия, своим существованием как самостоятельный внутриматериковый замкнутый бассейн обязано стокам двух крупнейших Среднеазиатских рек – Амударьи и Сырдарьи. Поэтому его, иногда, называли пресноводным морем.

В 50-е годы прошлого века наибольшая длина Аральского моря составила 475 км, а ширина – 287 км. Его площадь составляла 66 тыс. км². Соленость воды была равна 10 промилле, в составе солей: сульфаты – 31 %, хлористый натрий – 54 %, от всей суммы солей. Основная площадь моря характеризовалась глубинами от 10 до 30 м. Наибольшая глубина 65,5 м отмечалась в западной части (Аральский грабен), средняя глубина 16,5 м [7, 8].

Аральское море расположено в Туранской низменности среди пустынь, где климат резко континентальный. Летом сильно нагревается, зимой охлаждается. Установлено, что внутриморское течение проходит по часовой стрелке. Аральская вода очень прозрачная, насыщена кислородом до 100...130 ‰. Большая часть дна Аральского моря была покрыта серым илом. В море преобладала мягкая подводная растительность, состоящая из роголистика, рдесты, харовых, зоостера, толипеллы. Надводная растительность состоит из зарослей тростника, рогаза, камыша.

Аральское море было бедно биогенными элементами (азот, фосфор), что указывает на малые запасы кормового планктона. Бентос (кормовые для рыб организмы) по числу видов тоже беден, но некоторые формы – мотыла, моллюск, дрейсина, адакна и олигохеты являлись прекрасными кормами для рыб и их запасы были в большом количестве.

В состав животного планктона входили в основном пресноводные коловратки, бокоплавцы, ветвистоусые и другие ракообразные. Биомасса бентоса, состоящего преимущественно из двустворчатых моллюсков дрейсины, не превышает 20 г/м³ воды. Средняя биомасса в Аральском море была 148 мг/м³ воды. Для сравнения отметим, что этот показатель в Каспийском море был 553 мг/м³, в Азовском – 326 мг/м³, в Черном – 573 мг/м³.

Эти данные показывают, что биомасса зоопланктона, который является основным питанием леща, сазана, воibly в Аральском море гораздо меньше, чем в других морях [1, 5].

Хотя кормовые запасы в Аральском море меньше в сравнении с другими морями, но по рыбопромысловой продуктивности Арал не так уж беден рыбами. Если в Средиземном море на гектар водной площади приходится 0,5 кг рыбы, в Черном – 2 кг, в Балхаше – 6 кг, в Северном Каспии – 30 кг, то в Аральском море – 10 кг.

В Аральском бассейне обитают 20 видов рыб из 7 семейств. Это осетровые, лососевые, карповые, сомовые, щуковые, окуневые и др. В ихтиофауне Аральского моря в основном преобладают карповые. В 50-е годы их ежегодная добыча составляла 90 % от общего улова.

В Аральском море промысловыми являются проходные и полупроходные рыбы, мечущие икру в пресноводных участках водоема. Поэтому для рыб Аральского моря исключительно большое значение имеет дельта р. Сырдарьи и дельтовые озера, богатые кормовыми запасами. Дельта Сырдарьи является основным местом воспроизводства леща, сазана, воблы. В полноводные годы общая площадь нерестовых водоемов в дельте Сырдарьи достигала 110 км², что обеспечивает нерест 10...15 млн. штук производителей рыб.

Рыбный промысел в Аральском море берет свое начало с 1775 года. Тогда рыболовством занимались уральские казаки исключительно в продовольственных целях. Для развития Аральского рыбного промысла послужило строительство в 1905 году железной дороги. С открытием железнодорожного сообщения было вывезено с Арала 300 т рыбы, а в 1910 году вывоз увеличился до 3340 т.

Начиная с 20-х годов прошлого века, государство создало необходимые условия для развития рыбного промысла на Аральском море. Были организованы рыбодобывающие коллективы, и они успешно занимались добычей рыб (табл. 1).

Таблица 1

Динамика добычи рыб в Аральском море (тыс. ц)

Зона	Год			
	1929	1931	1941	1947
Южный Арал	93,4	167,6	234,0	154,0
Северный Арал	162,9	220,2	153,5	89,0
Всего	256,3	387,8	387,5	243,0

В 1961 году в результате укрупнения прежних рыболовецких коллективов в Северном Аральском море стали работать Бугуньская и Кувандарьинская базы рыболовов. В том же году рыбаки Аральского района за-

готовили рыбной продукции в количестве: замороженная рыба – 2340 т, мороженая – 1560 т, соленая – 7840 т, копченая – 2740 т, сушеная – 3760 т.

Эти данные показывают, что рыбный промысел Арала внес большой вклад в экономику страны. Тогда уровень Аральского моря стоял на самой высокой отметке – 53 м (БС), объем водной массы составлял 1070 км^3 , соленость – 11,13 г/л, т.е. были самые благоприятные условия для увеличения объема добычи рыбы [2, 3].

В те годы значительный объем улова давали дельтовые озера, расположенные в низовьях р. Сырдарья. Общая площадь дельтовых озер, имеющих рыбохозяйственное значение, достигала 115,0 тыс. га. Из этих водоемов ежегодно вылавливалось 8 тыс. т рыбы, что составляло 20 % от общей массы рыбы, добываемой в Казахстанской части Аральского моря. Начиная с 1961 г. в связи с расширением площади орошаемого земледелия в бассейнах Амударьи и Сырдарьи безвозвратный отъем воды из речного стока многократно увеличился, что вызвало снижение уровня Аральского моря. При этом уменьшение объема моря шло очень интенсивно. Если в 1961...1975 гг. среднегодовое понижение уровня моря составило 46 см, то в 1975...1985 гг. этот показатель достиг 71 см. Таким образом, к 1985 году уровень моря понизился до 41,4 м (БС) или на 11,4 м [5, 6, 10].

Следует отметить, что интенсивность понижения уровня моря была связана с резким уменьшением объема речного стока, поступавшего в море. В те годы ежегодно из двух рек Аральское море получало в среднем до $45...50 \text{ км}^3$ воды, а к 1990 г. объем стока рек сократился до $5...7 \text{ км}^3$. В результате уровень моря снизился с 53 м (1960 г.) до 40,3 м (1987 г.), а в 1992 г. до 37,2 м (БС). Из этой динамики видно, что потери морской воды значительно опережали поступление речного стока в море. Об этом говорят следующие данные: 1960 году в Аральское море поступило $46,0 \text{ км}^3$ стока из двух рек, 1970 г. – $35,6 \text{ км}^3$, 1980 г. – $10,0 \text{ км}^3$, а 1986 г. из двух рек не поступило ни одного км^3 воды. Речные стоки просто не доходили до моря. В результате скорость усыхания моря многократно возросла. Поэтому за четверть века на глазах одного поколения людей Аральское море потеряло большую часть своей водной территории. На Казахстанской части Аральского моря на обсохшем дне образовалась безводная пустыня площадью $21,4 \text{ тыс. км}^2$. Сохранилась только Северная часть Аральского моря, куда впадет река Сырдарья. Но поскольку сток реки в Северное Аральское море сильно сократился, оно также потеряло более половины своей водной территории, две Северные части: заливы Бутакова и Сары-

шиганак (Сарышығанак) осушились полностью. Вода покрывала территории Центральной части и залива Шевченко, но Северное море сильно обмелело, соленость воды резко возросла и достигла 35 г/л против 10 г/л в 1960 г. Уменьшились кормовые (подводная растительность, бентос, животный планктон) запасы для рыб. Не выдерживая высокой солености морской воды и недостаток кормов коренные виды рыб, в основном, карповые (лещ, сазан, вобла, шемая, усач, жерех и др.) потеряли промысловое значение. Немногочисленные их косяки водились в устье реки Сырдарьи на площади 17 % от общей территории Северного Арала. Таким образом, в Аральском море и его сохранившейся Северной части прекратился рыбный промысел [4].

Сильно пострадали дельтовые водоемы. Среди них наиболее крупная Камыстыбасская (Камышлыбасская) система, расположенная на берегу Сырдарьи. В нее входят озера Камыстыбас (Камышлыбаш) (площадь 18 тыс. га), Лайколь (Лайкөл), Каязды, Раим (Райым) и Жаланаш. Наибольшее рыбохозяйственное значение имеет озеро Камыстыбас, в котором до 1930 г. уловы (в основном сазана) достигали 20 тыс. ц. С понижением уровня воды площадь озера из 18 тыс. га сократилось до 10 тыс. га и добыча рыбы уменьшилась до 1,5...2,0 тыс. ц в год. Основными промысловыми рыбами, обитающими в этом озере являются сазан, лещ, судак, жерех, сом, щука, вобла. В 60-е годы в него выпустили для акклиматизации белого амура и толстолобика.

Утратила свое былое рыбохозяйственное значение и Акшатауская система озер, расположенная на левом берегу р. Сырдарьи. В состав ее входят озера Акшатау, Шомишколь (Шөмішкөл) и Каракуль (Қарақұл).

В дельте Сырдарьи одна из обширных озерных систем является Аксай-Кувандарьинская система, имеющая в прошлом общую площадь до 53 тыс. га. Она тоже сократилась до 50 тыс. га. Раньше в ее озерах ежегодная добыча достигала 25 тыс. ц рыбы, с сокращением водной акватории озера ежегодная добыча рыбы составила всего 5...6 тыс. ц.

Дельтовые озера в низовьях р. Сырдарьи в зависимости от места расположения и с учетом гидрологических и гидрохимических условий объединяются в озерные системы (табл. 2) [4, 9]. Озера, входящие в каждую систему расположены по цепочке и вода из речного стока поступает к ним последовательно от одного к другому. По мере последовательного движения воды от одного к следующему качество ее снижается, вследствие повышения концентрации солей вода становится солоноватой. Эту не

качественную воду принимает озеро, находящееся в конце цепочки. Эти условия определяют биологическую продуктивность озер в зависимости от места их расположения. В особенно маловодные годы в концевые озера поступает не свежая солоноватая вода, которая ухудшает условия среды. При этом уменьшаются кормовые запасы, прежде всего, бентоса и животного планктона.

Таблица 2

Крупные озерные системы Приаралья

Система озер	Название озер, входящих в систему
Северный Арал	Центральная часть, заливы Шевченко, Бутакова, Сарышиганак
Камыстыбасская	Камыстыбас, Лайколь, Каязды, Жаланащ, Раим
Акшатауская	Акшатау, Сорчак, Каракуль, Шомишколь, Котанкуль
Аксай-Кувандарьинская	Лакалы, Хан, Жувансадырбай, Каратерень, Тасарык
Акпай-Акирекская	Макпал, Жаркуль, Каракуз
Приморье	Каратерень, Карачалань, Жиланды, Баян, Акбасты

В 1974 году сток Сырдарьи увеличился, и в нижнее течение реки поступила вода в объеме 14 км^3 . А в 1976 году в низовье поступило всего $0,065 \text{ км}^3$ воды. Уменьшение стока реки вызвало ухудшение экологических условий дельтовых озер. Многие мелководные, но имеющие рыбохозяйственное значение озера, прежде всего, расположенные во второй половине и, особенно в конце цепочки. По объему водной массы и размерам водной акватории крупные и средние озера, например, Камыстыбас, Акшатау, имели относительную стабильность и менее подвергались неблагоприятному влиянию экологических условий. Хотя они и сохранились, но сильно пострадали. Эти озера обмелели, повысилась соленость воды, вдоль береговой линии образовалась заболоченная и заросшая растениями (тростник, рогоз) полоса. Пресноводные рыбы, обитающие в этих водоемах, преимущественно карповые (сазан, лещ, вобла и др.) не выдерживали высокую соленость воды, не могли нереститься, и в результате резко уменьшилось поголовье рыб. Профессиональные рыбаки хотя и продолжали ловить рыбу, но объем добычи не оправдывал затраты и промысел стал невыгодной отраслью хозяйства [9].

В этих тяжелых условиях были приняты меры по искусственному зарыблению озер, путем акклиматизации новых видов рыб, обитающих в

соленой морской воде и выращивания мальков местных пресноводных рыб в питомниках «Тастак» и «Косжар».

К тому времени соленость воды Северного Аральского моря повысилась до 34 г/л. Считалось, что в такой сильно соленой воде может жить и давать продукции только камбала-глосс. Ее стали привозить из Азовского моря. Первый раз доставили 400 голов, потом ежегодно по 2000 экземпляров. В новых условиях камбала удачно прижилась, находила достаточно кормов, нерестилась, быстро набирала массу. За короткое время она превратилась в промысловую рыбу. Ежегодно в Северном Аральском море вылавливали 1,5...2,0 тыс. т. рыбы. Из них на долю камбалы приходилось 70 %, остальные ранее акклиматизированные белый амур, толстолобик и местные пресноводные карповые (сазан, лещ, вобла, жерех и др.). Последние виды в основном сосредоточены в устье р. Сырдарьи.

Большое внимание было уделено искусственному зарыблению дельтовых озер Приаралья. С этой целью в 80-е годы на базе озерных систем Камыстыбас, Акштатау, Раим были организованы озерные хозяйства.

Ежегодно в эти озерные системы выпускали до 70 млн. голов годовалых мальков, преимущественно сазана, карпа, трех видов буффало и белого амура. Но эти меры не давали ожидаемой отдачи. Годовалые особи росли медленно, слабо набирали массу и поэтому давали малый улов. Тогда решили выращивать мальков до 2-х лет в питомнике. Этот вариант оказался удачным. Двухлетние мальки после выпуска в озеро чувствовали себя нормально, росли быстро, набирали массу и увеличился улов. После выпуска 2-х летних мальков улов сазана (карпа) в озеро Камыстыбас составил 65,0 т, в последующие годы ежегодная добыча достигла 191 т. Тогда же было выловлено 8 т толстолобика, а затем его улов возрос до 48 т в год.

В 90-е годы в связи с усилением экологического кризиса и сокращением стока р. Сырдарьи, а также ослаблением работ организационного характера снизилась добыча рыбы в товарно-озерных хозяйствах. Так, в 1991 г. эти хозяйства добывали 371 т рыбы, в 1992 – 178 т, в 1993 – 101 т.

В те же годы по разным причинам рыбопитомники «Тастак» и «Косжар» резко уменьшили количества мальков двухлеток, выпускаемых в озера. Эти факторы отрицательно сказались на добыче рыбы, и рыбный промысел Арала не мог внести достойный вклад в экономику Казахстана.

Для решения проблемы потребовалось создать контролируемые системы озер в низовьях р. Сырдарьи и восстанавливать рыбный промысел в Приаралье. Самым крупным из этих озер должно было стать Север-

ное Аральское море. Надо отдать должное, что Казахстан принял такое решение и в 2003...2005 годах построил Кокаральскую дамбу на морском проливе Берга (рис. 1). Дамба отделяет Северное Аральское море от большого Арала. После завершения строительства дамбы Северный Арал сохраняется как рукотворный водоем и имеет более высокую рыбопродуктивность, чем дельтовые озера.



Рис. 1. Дамба на морском проливе Берга.

После строительства Кокаральской дамбы вода Северного Аральского моря становится значительно преснее, чем раньше до отделения его от большого Арала. Для пресноводных аборигенов условия водной среды превосходные, поэтому они размножаются нормально и быстро прибавляют массу, следовательно, уловы растут. Если 2010 г. в Северном Аральском море и дельтовых озерах общий улов составил 2320 т, то в 2015 г. было выловлено 6226 т, из них 5796 т приходится на долю моря (Рис. 2).

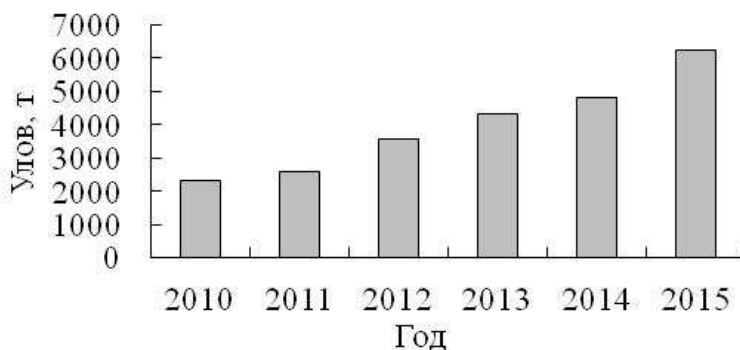


Рис. 2. Динамика улова рыб за 2010...2015 гг.

В настоящее время площадь водной акватории Северного моря составляет 2850 км², объем водной массы – 20,9 км³, что соответствует уровню 40 м абс. Эти данные получены при дешифровке аэрофотосъемки.

Важной составной частью проекта РРССАМ является гидроэлектростанция «Аклак», строительство которой затянулось на 4 года и завершилось в октябре 2009 г. С тех пор достигнуто регулирование стока р. Сырдарья в ее нижнем течении. При этом часть стока поступает в Северное Аральское море, а другая часть идет в обсохшие дельтовые озера. По данным авторов на июнь 2013 г. (начиная с 2009 г.) общая площадь обводненных территории составляет 17 тыс. га. При сохранении этого темпа восстановления обсохших дельтовых озер в ближайшие годы Приаралье может иметь дополнительно еще 60 тыс. га дельтовых озер, имеющих рыбохозяйственное значение.

Но это еще не все проводимые мероприятия по возрождению рыбного промысла в Приаралье. В 2014 г. началось осуществление второй очереди проекта РРССАМ по переустройству Кокаральской дамбы. В ближайшем будущем после окончания второй очереди высота дамбы достигнет 48 м, а уровень водной поверхности Северного Аральского моря – 46 м абс. Тогда объем воды в озеро будет $42,4 \text{ км}^3$, площадь водной акватории составит 4213 км^2 (42130 га).

Ожидается, что с окончанием строительства второй очереди Кокаральской дамбы общая площадь водной акватории озер, включая Северное Аральское море, имеющей рыбохозяйственное значение составит 135455 га, против нынешней 61825 га. Тогда ежегодная добыча рыбы достигнет 10,3 тыс. т.

Важно подчеркнуть, что Приаральский рыбный промысел не только добывает рыбу, но и перерабатывает ее по Европейскому стандарту. Для этого в г. Аральске с 2009 г. работает ультрасовременный завод мощностью 6000 т/г. Его продукция идет на зарубежные рынки. Таким образом, Аральский рыбный промысел возрождается, и успешно работает для развития рыбохозяйственного комплекса.

В заключение отмечаем, что после усыхания Аральского моря Казахстан потерял не только море с его неповторимой уникальностью, но и богатый рыбный промысел как важнейший источник укрепления экономики республики. Несмотря на эти трудности, энергичные меры Казахстана по сохранению Северного Арала и восстановлению дельтовых озер дают свои результаты. Можно сказать, что в этих водоемах увеличивается добыча рыбы и в полном объеме работает рыбный промысел. Добываемая рыба идет не только для удовлетворения внутренней потребности населения, но переработанная по современной технологии рыбная продукция

поступает на зарубежный рынок. Все это есть результат выполненных природоохранных мероприятий, которые имеют свое продолжение при осуществлении второй очереди проекта РРССАМ.

Выводы.

1. Выполнение природоохранных мероприятий позволило отделить Северный Арал и приостановить уход стока р. Сырдарьи в большое море. В результате достигнуто равномерное распределение стока реки в ее нижнем течении между Северным Аралом и дельтовыми озерами.

2. При этом в водоемах увеличилась водность, расширилась водная акватория, снизилась соленость воды, возросло количество кормов для рыб (бентос и животный планктон). Водная среда стала благоприятной для размножения и роста биомассы рыб. Растет ежегодный улов рыбы в несколько раз больше, чем в прежние годы.

3. Часть стока р. Сырдарьи направляется в обсохшие дельтовые озера и площадь их обводненной территории расширяется. В ближайшие годы к водоемам, имеющим рыбохозяйственное значение, прибавится еще 60 тыс. га восстановленных озер.

4. С 2014 г. началось строительство второй очереди проекта по переустройству водоемов и по окончании его общая площадь водной акватории озер возрастет в 2 раза. Тогда ежегодный улов рыбы составит свыше 10 тыс. т.

5. Для лучшей организации и управления рыбным промыслом создан рыбный консорциум с объединением всех физических и юридических лиц, что позволило положить конец беспорядкам в рыболовецкой отрасли казахстанского Приаралья. Теперь рыба, добываемая в Приаральских водоемах идет на современный завод для переработки, и продукция поставляется на зарубежный рынок, а часть свежей рыбы идет для внутреннего потребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева С.Н. Макробентофауна Аральского моря в современных условиях // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Матер. XVIII научной конференции. – Ташкент, 1983. – 48 с.
2. Бервальд Э.А. Биология размножения основных промысловых рыб Арала. / В кн: Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. – М.: МОИП, 1950. – С. 85-111.
3. Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря. – М.: МОИП, 1940. – 216 с.

4. Нургизаринов А., Шапшанов К. Экологизация промышленности Приаралья. – Алматы: 2001. – С. 93-109.
5. Рыбное богатство Казахстана (Справочник рыбака). – Алма-Ата: 1963. – С. 28-44.
6. FAO Fishery Statistics. Commodities/ UN Food & Agriculture Organization -Rome: FAO. [Электрон. ресурс] – 1995. – URL: <http://www.fao.org/waicent/FAOINFO/Fishery/publ.htm> (Дата обращения: 12.01.1999)
7. Krivonogov S.K., Nurgizarinov A.N, Kurmanbaev R.K., Kenshinbay T.I. New data on sea level changes of Aral // «Aral-Syrdarya region in the history and culture of Eurasia»: Collected materials of international scientific conference – Almaty, 2009. – P. 207-212.
8. Nourgaliev D.K., Heller F., Borisov A.S., Hajdas I., Bonani G., Iassonov P.G., Oberhänsli H. Very high resolution paleosecular variation record for the last ~1200 years from the Aral Sea // Geophysical Research Letters. – 2003. – V. 30. – N17. 1914. doi: 10.1029/2003GLO18145.
9. Nurgizarinov A.M., Tapalova A.S., Nazarov E.A., Sharipova A.Z. New data on the ecology of the Northern Aral Sea after the construction of the first Kokaral dam on the Berg Strait. // Life Science Journal. – 2014. – №11(5s). – P. 296-299.
10. Review of Fishery Resources: Marine Fisheries/ FAO Fishery Department.- Rome: FAO. 1996. <http://www.fao.org/waicent/FAOINFO/Fishery/publ.html> (12.01.1999)

Поступила 12.12.2016

А-шар. ғылымд. докторы	А.М. Нұрғызарынов
Техн. ғылымд. канд.	А.Т. Жүнісов
Техн. ғылымд. канд.	Е.А. Назаров
	А.Ж. Шаріпова

ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАЛЫҚ АУЛАУ ҚАЗАҚСТАН АРАЛ АУДАНЫНЫҢ

Түйін сөздер: Арал теңізі, балық аулау, тұщы, аулау, Сырдария, экология, атырауы көлдерінің

Мақалада авторлар тобының Қазақстандық Арал өңіріндегі балық өнеркәсібінің экологиялық жағдайы қарастырылған. Арал теңізі ағыссыз ішкі материктік су қоймасы ретінде Амудария мен Сырдария ағыстарының есебінен тіршілік етті. Оның суы басқа теңіз суларына қарағанда аз тұзды болып табылатын. Сондықтан

Арал теңізінде негізінен тұщы балықтар болған және оның өнімділігі айтарлықтай жоғары болған. Өткен ғасырдың 50...60 жылдарында Арал теңізінің деңгейі 53 м белгіде болғанды (БЖ-Балтишлық жүйе бойынша) балық өндірудің жылдық есебі 45...50 мың тоннаға дейін жеткен. Бірақ 60-жылдардан соң оның деңгейі төмендеді және аумақтың жартысынан көбі кеуіп қалды. Теңіз өзінің балық өндірісі шаруашылығы деген мәнін жоғалтты және Арал өңірінің атыраптарында балық өндірісі тоқтады.

Жағдайдың осындай қиын кезеңінде Қазақстан Берг теңізі бұғазында Көкарал бөгетшесін салып Арал теңізінің Сол жақ бөлігін сақтап қалды. Осындай жасалынып отырған іс шаралардың арқасында қазіргі таңда балық аулау жұмыстары ұлғайып, Арал өңірінің балық өнеркәсібі жақсы жұмыс жасауда.

Nurgizarinov A.M., Zhunisov A.T., Nazarov E.A., Sharipova A.Zh.

ECOLOGICAL STATE FISHERY KAZAKHSTAN ARAL REGION

Keywords: Aral Sea, fishing, freshwater, catch, Syrdarya, ecology, delta lakes

The article reviewed an ecological state of the fishery in the Aral Sea region in Kazakhstan. As drainless inland water body the Aral Sea existed due to the wash-offs of Amu Darya and Syr Darya. Its water was less salty than other seas water. Therefore, in the Aral Sea there mainly were freshwater fish and the productivity of it was quite high. In 50...60-s of the last century, when the level of the Aral Sea was at around 53 m. (according to the Baltic system – BS), the annual fish production reached 45...50 thousand tones. But after 60-s, the level of the Aral Sea quickly dropped, dried out more than half of its territory. The sea lost its fishery value and fishing ceased in delta lakes of Aral region.

In these difficult circumstances Kazakhstan built a Kokaral dam on the Berg sea strait and preserved the northern part of the Aral Sea. Today, through these activities the fish catch increases and successfully operates in the Aral Sea fishing.

УДК 504.3.054

	Р.Е. Есказиева ¹
Канд. техн. наук	Л.С. Курбанова ²
PhD	У.К. Сарсембин ²

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА АЛМАТЫ

Ключевые слова: мониторинг, предельно-допустимая концентрация, посты наблюдений, индекс загрязнения атмосферы, инверсия, стратификация

В статье проанализировано экологическое состояние атмосферного воздуха г. Алматы. Представлены результаты комплексного анализа состояния атмосферы г. Алматы по данным аналитического контроля. Приведена динамика комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) за 2012...2015 гг.

Введение. Загрязнение атмосферы является самым мощным и постоянно действующим фактором воздействия на здоровье человека и окружающую среду [3]. Качество воздуха формируется в результате сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов.

Основной проблемой загрязнения атмосферы г. Алматы является постоянный рост выбросов автотранспортом, в связи с ростом численности легковых и грузовых автомобилей.

Величина загрязнения воздуха, его характер и особенности распространения в значительной степени определяются метеорологическими условиями. На уровень загрязнения атмосферы влияют стратификации температуры и ветровой режим в нижнем слое толщиной до 1,5 км. При этом важно учитывать, что способность земной поверхности поглощать или излучать теплоту влияет на вертикальное распределение температуры в приземном слое и приводит к температурной инверсии (возникают инверсионные слои, в которых наблюдается повышение температуры с высотой). В условиях температурных инверсий ослабляется турбулентный обмен, ухудшаются условия рассеивания вредных примесей в приземном

¹ Казгидромет, г. Алматы,

² КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

слое атмосферы. Устойчивая стратификация и слабые ветры (< 2 м/с) способствуют накоплению вредных примесей [1].

Город Алматы является мегаполисом республиканского значения, площадь города составляет 682 км², численность населения 1 млн. 600 тыс. человек (2014 г), плотность населения $2346,04$ чел./км². Город расположен на юго-востоке Казахстана на севере горных отрогов Тянь-Шаня у подножия Илейского (Заилийского) Алатау на высоте $600\dots 900$ м над уровнем моря, в долинах рек Большая и Малая Алматинки.

Природно-климатические факторы города создают условия для формирования высокого загрязнения атмосферы. Повторяемость слабых ветров (до 1 м/с) здесь оценивается летом 71 %, зимой – 79 %. Среднегодовое значение скорости ветра в городе не превышает $1,7$ м/с.

Природные и климатические особенности местности способствуют образованию инверсий температуры, сохраняющихся, особенно в зимний период, длительное время. Город расположен во впадине, где часто наблюдается безветрие, туманы и инверсии. Это приводит к накоплению в приземном слое выхлопных газов автомобилей, выбросов котельных и ТЭЦ, промышленных объектов [5].

Объект и методы исследования. Мониторинг экологического состояния воздушного бассейна г. Алматы проводится РГП «Казгидромет» – на 16 постах наблюдения (рис. 1), из них:

– 5 стационарных постов (№1 – улица Амангельды, угол улицы Сатпаева; №12 – проспект Райымбека угол улицы Наурызбай батыра; №16 – микрорайон Айнабулак-3; №25 – улица Маречка угол улицы Б. Момышулы; №26 – микрорайон Тастак-1, улица Толе би, 249).

– 5 наземных автоматических постов (№27 – Метеопост «Медеу»; №29 – аэрологическая станция, район аэропорта; №30 – улица Р. Зорге, 14; №31 – микрорайон Жулдыз, 20; №28 – микрорайон «Орбита» на территории Дендропарка АО «Зеленстрой»).

– 6 высотных автоматических постов (№1 – пр. Абая, 191, ДГП «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева»; № 2 – ул. Тимирязева, 74, КазНУ им. аль-Фараби; №3 – ул. Жандосова, 55, КазЭУ им. Т. Рыскулова; № 4 – акимат Алатауского района, микрорайон Шанырак-2, ул. Жанкожи батыра, 26; № 5 – ул. Сатпаева, 22, КазНГУ им. К. Сатпаева; №6 – ул. Пушкина 72(здание акимата Медеуского района).

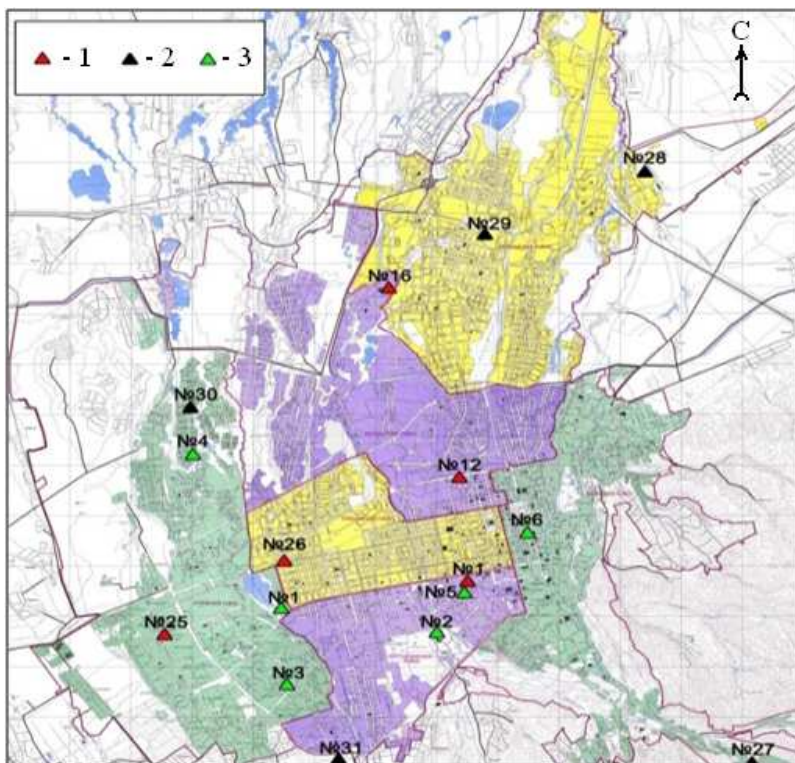


Рис. 1. Карта-схема расположения постов по отбору проб воздуха в городе Алматы. 1 – стационарные посты, 2 – наземные автоматические, 3 – высотные автоматические.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся:

- по неполной программе, 3 раза в сутки – 07, 13, 19 часов по местному времени (на 4-х стационарных постах №12, №16, №25, №26)
- по полной программе, 4 раза в сутки – 01, 07, 13, 19 часов по местному времени (пост №1);
- в непрерывном режиме (автоматические посты). Каждые 20 мин. выдает данные. В сутки 72 замера.

При отборе проб учитываются метеорологические характеристики окружающей среды – температура, влажность воздуха, скорость и направления ветра, общее состояние погоды – облачность, наличие осадков. Отбор проб проводился по более, чем 17-и загрязняющим веществам (взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, сероводород, фенол, формальдегид, аммиак и др.).

Концентрации загрязняющих веществ определялись согласно РД 52.04.186 – 89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

Определение интегрального уровня загрязнения атмосферы выполнено путём расчёта индекса загрязнения атмосферы (ИЗА₅) в соответствии с РД 52.04.186 – 89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». Расчет индекса основан на предположении, что на уровне ПДК все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при дальнейшем увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества [4].

Оценка степени загрязнения атмосферы приведена в таблице [2].

Таблица

Оценка степени загрязнения атмосферы [2]

Загрязнение атмосферы	Показатели загрязнения атмосферы	Оценки за		
		сутки	месяц	год
Низкое	СИ	0-1	0-1	0-1
	НП, %	-	0	0
	ИЗА	-	-	0-4
Повышенное	СИ	2-4	2-4	2-4
	НП, %	-	0-19	0-19
	ИЗА	-	-	5-6
Высокое	СИ	5-10	5-10	5-10
	НП, %	-	20-49	20-49
	ИЗА	-	-	7-13
Очень высокое	СИ	> 10	> 10	> 10
	НП, %		> 50	> 50
	ИЗА		-	≥ 14

Результаты и их обсуждение. Источником, вносящим наибольший вклад в загрязнение воздушной среды г. Алматы, является автотранспорт, также значительную долю загрязнения составляют выбросы ТЭЦ и производства.

Согласно отчетным данным территориального департамента экологии, с 2013 по 2015 гг. наблюдается снижение выбросов загрязняющих веществ. В 2013 г. объемы выбросов загрязняющих веществ составили 35,862 тыс. т, в 2014-м – 34,941 тыс. т, за 9 месяцев 2015 г – 21,828 тыс. т. Из общего объема выброшенных в атмосферный воздух загрязняющих веществ от стационарных источников 84,1 % составили газообразные и жидкие вещества, 15,9 % – твердые. Снижение обусловлено переходом Алматинской ТЭЦ-1, находящейся в центре города, на природный газ в качестве основного топлива и передачи части мощностей на ТЭЦ-2, пере-

водом ряда котельных на использование природного газа, выполнением природоохранных мероприятий на других предприятиях.

В 2012 г. в г. Алматы отмечался высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) составил 10,5.

На диаграмме (рис. 2) показана динамика изменения показателей ИЗА₅ в г. Алматы.

Средняя концентрации формальдегида составила 3,4 ПДК, диоксида азота – 2,5 ПДК, взвешенные вещества – 1,1 ПДК. Содержание оксида углерода, диоксида серы и фенола находилось в пределах нормы.

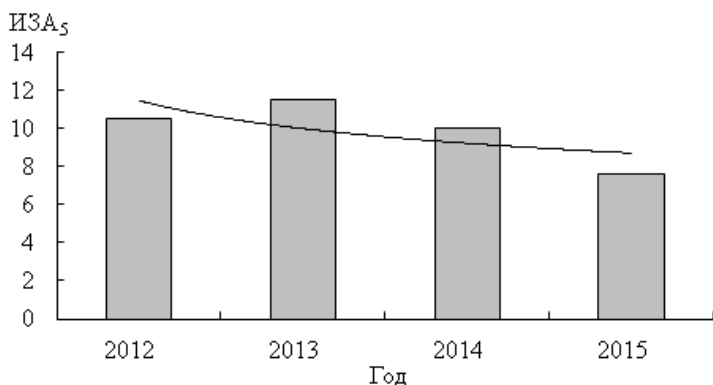


Рис. 2. Динамика изменения показателей ИЗА₅ г. Алматы.

Максимальная из разовых концентраций взвешенных веществ составила 11,7 ПДК, диоксида азота – 4,5 ПДК, оксида углерода – 4,0 ПДК, формальдегида – 1,5 ПДК, фенола – 1,1 ПДК.

В 2012 году в сравнении с 2011 годом уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Алматы, увеличился.

В 2013 году в г. Алматы отмечался высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) составил 11,5. Средняя концентрация диоксида азота составила 3,4 ПДК, формальдегида – 3,2 ПДК. Содержание взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода и фенола находились в пределах нормы.

Максимальная из разовых концентраций диоксида азота составила 9,4 ПДК, оксида углерода – 5,4 ПДК, взвешенных веществ – 2,0 ПДК, фенола – 1,2 ПДК.

В 2013 году в сравнении с 2012 годом уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Алматы не изменился.

С 2014 года для оценки загрязнения атмосферы с учетом значений ПДК рассчитываются наибольшая повторяемость (НП, %) и стандартный индекс (СИ). В 2014 году атмосферный воздух города в целом охарактери-

зовался высоким уровнем загрязнения. ИЗА составил 10,0. СИ равен 11,8, НП – 88,8 %. Воздух города более всего загрязнен диоксидом азота.

В целом по городу среднемесячная концентрация диоксида азота составила 1,9 ПДК_{с.с.}, формальдегида – 3,7 ПДК_{с.с.}, содержание тяжелых металлов и других загрязняющих веществ – не превышали ПДК. Число случаев превышения ПДК составило: по взвешенным веществам – 96, по диоксиду серы – 2970, по оксиду углерода – 5897, по диоксиду азота – 30330, по оксиду азота – 589, по фенолу и формальдегиду – 2 случая. Кроме того, по диоксиду азота были зарегистрированы 673 случаев превышения более 5 ПДК и 105 случаев превышения более 10 ПДК.

По данным автоматического поста наблюдений в городе Алматы зафиксировано 105 случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха.

За 2015 год атмосферный воздух города в целом характеризуется высоким уровнем загрязнения. ИЗА составил 7,6. СИ – 8,7, НП – 47,8 %. Воздух города более всего загрязнен диоксидом азота.

В целом по городу среднемесячные концентрации составили: диоксида азота – 2,6 ПДК_{с.с.}, формальдегида – 1,5 ПДК_{с.с.}, взвешенные вещества – 1,2 ПДК_{с.с.}, содержание тяжелых металлов и других загрязняющих веществ – не превышали ПДК.

За год по городу зафиксированы превышения более 1 ПДК: по диоксиду азота – 10118, по оксиду углерода – 3776, по диоксиду серы – 3751, по оксиду азота – 322, по взвешенным веществам – 212, по фенолу – 5 случаев, а также более 5 ПДК по диоксиду азота – 83, по оксиду азота – 10, по оксиду углерода – 4 случая.

Выводы. Природно-климатические факторы в г. Алматы создают условия для формирования высокого уровня загрязнения атмосферы. Также основной проблемой остается постоянный рост выбросов загрязняющих веществ автотранспортом. В целом уровень загрязнения за исследуемые годы остается высоким.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасности уровни воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Минздрав России, 1998. – С. 70-201.
2. ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения, 2004. – 8 с.

3. Егоров А.А., Царева Ю.И. Рассеяние в атмосфере оксида углерода от автомобильного транспорта // Экология и промышленность России. – 2006. – № 1. – С. 38-41.
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.

Поступила 27.12.2016

Р.Е. Есказиева
 Техн. ғылымд. канд. Л.С. Курбанова
 PhD У.К. Сарсембин

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАСЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН БАҒАЛАУ

Түйінді сөздер: мониторинг, шекті-рұқсат етілген концентрация, бақылау постылары, атмосфераның ластану индексі, инверсия, стратификация

Мақалада Алматы қаласының атмосфералық ауасының экологиялық жағдайы талданған. Аналитикалық бақылау мәліметтеріне сәйкес Алматы қ. атмосферасының жағдайына жүргізілген кешенді талдау нәтижелері ұсынылған. 2012...2015 жылдар аралығындағы атмосфераның кешенді ластану индексі (АЛИ) көрсеткіштерінің өзгеру динамикасы келтірілген.

Eskaziyeva R.E., Kurbanova L.S., Sarsembin U.K.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF AIR POLLUTION OF THE CITY ALMATY

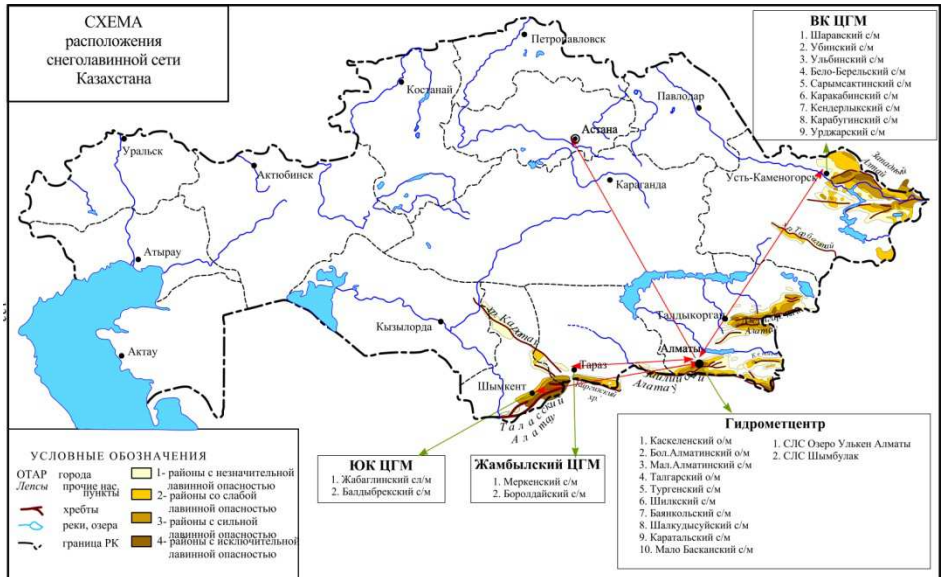
Keywords: monitoring, permissible level of pollution, observational station, air pollution index, inversion, lamination

In this paper is analyzed the ecological state of atmospheric air in Almaty. According to the analytical control parameters are given comprehensive analysis results of the atmospheric conditions in Almaty. The dynamics of change of indicators of integrated air pollution index (API) for 2012...2015 are showed.

СНЕГОЛАВИННОЙ СЛУЖБЕ КАЗАХСТАНА 50 ЛЕТ

В условиях интенсивного промышленного и рекреационного освоения горных территорий Казахстана снежный покров и лавины оказывают большое влияние на природные процессы и хозяйственную деятельность человека. Актуальность изучения их связана с хорошей обжитостью и перспективой дальнейшего освоения горных территорий.

Наряду с лесоразработками, геологоразведочными работами также возрос интерес к таким видам спорта как массовый альпинизм, горный туризм и горнолыжный спорт, что привело к строительству в горах спортивных курортов с канатными дорогами, в том числе и в гляциальной зоне, где кататься можно круглый год.



Одним из необходимых условий для успешного освоения природных богатств и рекреационных ресурсов горных территорий является развитие дорожного строительства и автомобильного транспорта.

В марте 1966 года во всех горных регионах Казахстана, от Алтая до западных хребтов Тянь-Шаня (2000 км) отмечался массовый сход катастрофических лавин, которые нанесли огромный материальный ущерб различным отраслям хозяйствующих субъектов, и привели к десятком человеческих жертв. В мае того же года Постановлением правительства Казахской ССР республиканскому Управлению по гидрометеорологии (Каз

УГКС) было поручено создать специализированную снеголавинную службу с целью прогнозирования и предупреждения об этом грозном стихийном явлении, аналогичную службам, которые уже тогда работали при Гидрометах во многих горных регионах СССР. На основании данного Постановления с **26 декабря 1966 года** начала работать первая в Казахстане снеголавинная станция (СЛС) «Большое Алматинское озеро», в качестве самостоятельного подразделения в составе снегомерно-лавинной гидрографической партии (СЛГП) «Казгидромета».



Учитывая актуальность вопроса исследования лавин и необходимость совершенствования службы предупреждения о лавинной опасности, в Казахстане в последующие годы была создана сеть из 6 снеголавинных станций, обслуживающая

горную территорию республики.

Сход снежных лавин это явление, которое среди других опасных явлений природы наиболее распространённое и ежегодно повторяемое в горах стихийное бедствие. Поэтому, при тщательном изучении причин, приводящих к возникновению лавинной опасности, возможно, разработать методы прогнозирования наступления такой опасности и заблаговременно предупредить о её наступлении. При необходимости осуществлять профилактические спуски лавин в местах их максимальной угрозы. Кроме того, профессиональные специалисты осуществляют картирование мест схода снежных лавин с оценкой их разрушительной силы и при необходимости могут давать заключение об опасности освоения любого горного участка.

Снеголавинная служба в Казахстане до 1997 года успешно решала поставленные перед ней задачи и была одной из лучших в СССР. Огромная заслуга в этом принадлежала начальнику СЛГП мастеру спорта по альпинизму, неоднократному чемпиону СССР по высотным восхождениям Попову Виктору Ивановичу. Под его руководством было обследовано сотни квадратных километров горных регионов республики. Составлена карта степени лавинной опасности в горах Казахстана. Для лавин различных наиболее распространённых генетических типов её сотрудниками были разработаны методики прогнозирования с высокой степенью оправданности. Кроме того, в наиболее освоенных ущельях были выявлены уча-

стки, где самопроизвольный сход лавин мог привести к человеческим жертвам. На этих участках по рекомендации сотрудников службы и при их непосредственном участии, стали осуществляться профилактические спуски лавин путём подрыва опасных скоплений снега в зоне отрыва.



В штат снеголавинной службы, учитывая трудность и опасность производимых работ, в основном принимались сознательные взрослые люди крепкие здоровьем и с хорошей горной подготовкой (как правило, из альпинистов и горных туристов). Оперативно-прогностические обязанности выполняли специалисты профессионалы с большим опытом работы (не менее 10 лет) в снеголавинных подразделениях. Статус «лавинщика» в Госкомгидромете СССР был очень высок и приравнялся к зимовщикам полярных и антарктических станций. Поэтому вакантные места на снеголавинных станциях бывали крайне редки. Многие годами ожидали, когда по той или иной причине появится вакансия на станции.

В тяжёлом, по экономическим условиям, 1997 г. руководство Казгидромета посчитало, что содержание снеголавинной и селевой служб очень накладно для бюджета. Подразделения этих служб были закрыты, а сотрудники уволены. Однако, поскольку сход опасных снежных лавин от этого не прекратился, через два года было принято решение воссоздать работу двух снеголавинных станций из шести («Большое Алматинское озеро» и «Чимбулак») в усечённом варианте со штатом в три раза меньше прежнего, сохраняя те же обязанности. При этом статус специализированного прогностического подразделения был приравнен к статусу обычной режимной метеостанции. В связи с этим, было потеряно много перспективных и опытных работников.

Многолетний опыт всех стран с горными территориями показывает, что с расширением инфраструктуры и освоением всё больших площадей в горах, растёт число человеческих жертв от снежных лавин. А наибольший материальный ущерб несут те компании, которые на стадии проектирования различных объектов в горах не привлекают специалистов.

В Казахстане идёт активное освоение горных районов. Строятся новые дороги, спортивно-туристические комплексы, линии электропередач и т.п. В 2011 г. была проведена зимняя Азиада. В 2017 г. в стране будет проводиться зимняя универсиада, на которую помимо участников придут многочисленные туристы. В том числе из-за рубежа. Не теряет надежд Казахстан получить право на проведение зимних олимпийских игр. Президент страны ставит задачу по привлечению в страну сотен тысяч зарубежных туристов. Естественно возрастает ответственность принимающей стороны за безопасность людей и объектов инфраструктуры в горах. Учитывая все сказанное, необходимость укрепления и развития снеголавинной службы Казахстана актуальна, как никогда!

Автор считает, что на базе снеголавинной станции «Большое Алматинское озеро» необходимо организовать учебно-методический центр, где опытные специалисты-лавинщики будут проводить подготовку молодых специалистов в области лавиноведения.

Несмотря на все трудности, которые испытывает снеголавинная служба Казахстана сегодня, поздравляю всех ветеранов и специалистов службы со знаменательной датой! Надеюсь, что история будет продолжать развиваться, и снеголавинная служба будет процветать, как прежде, внося свой скромный вклад в экономику нашей страны!

Начальник снеголавинной станции
«Озеро Улькен Алматы», ветеран
службы О.А. Берман

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

опубликованных в журнале «Гидрометеорология и экология» в 2016 г.

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Аллахвердиев З.С. Оценка воздействия климатических изменений на температуру поверхности воды Западного побережья Южного Каспия. №1, С. 41-48.

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К. Изменение альбедо по территории Казахстана по данным спутникового зондирования. №3, С. 19-25.

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К. Расчет интенсивности рассеянного излучения на основе численной модели его переноса в атмосфере для оптического диапазона спектра. №2, С. 20-26.

Ахметова С.Т., Меирбекова М.Ж. Метеорологические условия формирования метелей на севере Казахстана. №1, С. 7-14.

Байшоланов С.С., Муканов Е.Н., Чернов Е.Н., Жакиева А.Р. Агроклиматические особенности вегетационного периода в Акмолинской области. №2, С. 27-36.

Елеуова К.Т., Баймагамбетов Б.О., Болатов К.М., Болатова А.А. Районирование территории Казахстана по толщине стенки гололеда. №3, С. 7-18.

Ерисковская Л.А. Влияние атмосферных осадков на температуру воздуха на леднике Туйыксу. №1, С. 15-21.

Кожакметов П.Ж., Исаков Е.А., Байбазаров Д. Использование стандартизированного индекса осадков (СИО) для выявления засух в Казахстане. №1, С. 22-31.

Кожакметов П.Ж., Кожакметова Э.П. Экстремальные метеорологические явления в Казахстане в условиях глобального потепления климата. №2, С. 7-19.

Кязимова С. Воздействие современных климатических изменений на водные ресурсы Азербайджана. №2, С. 37-42.

Рыспеков Т.К. Подходы к оценке засушливости территорий и систематизации атмосферных осадков в подзоне средне-каштановых почв. №1, С. 32-40.

Рыспеков Т.Р. Подходы к оценке засушливости территорий и систематизации атмосферных осадков в подзоне темно-каштановых почв. №4, С. 84-94.

Спивак Л.Ф., Батырбаева М.Ж., Витковская И.С., Муратова Н.Р., Бердыгулов Н.И., Момбекова Д.К., Жаксыбекова К.А., Капатай Ж.Т. Возможность использования спутниковых данных при оценке засушливости на территории Казахстана. №3, С. 26-36.

Стамбеков М.Д., Турулина Г.К. Особенности температурного режима на западе и востоке Казахстана весной в последние десятилетия. №4, С. 7-23.

Сулейменов Т.И., Сафаров С.Г., Рамазанов Р.Г. Оценка пространственно-временной изменчивости самых жарких дней и ночей в теплый период года на северо-восточном склоне Малого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики). №1, С. 49-59.

ГИДРОЛОГИЯ

Абдрахимов Р.Г., Елтай А.Г. Характеристики годового и максимального стока реки Нура. №1, С. 80-86.

Алмамедли М.Г. Морфометрический анализ склонов бассейна р. Лянкяранчай (Азербайджан). №2, С. 95-101.

Амиржанов Р.Р. Превентивное опорожнение озёр моренно-ледниковых комплексов. №3, С. 70-78.

Арыстамбекова Д.Д., Жүсіпбеков Д.Қ. Нура – Сарысу алабы өзендерінің көктемгі ағынды сипаттамаларын қалпына келтіру. №1, С. 103-113.

Вилесов Е.Н. Изменение размеров горного оледенения Казахстана за вторую половину 20 – начало 21 в.. №2, С. 43-64.

Волчек А.А. Оценка изменения стока реки Вилии на территории Беларуси. №4, С. 32-62.

Гальперин Р.И., Давлетгалиев С.К., Махмудова Л.К., Молдахметов М.М., Чигринцев А.Г. Пересыхание и перемерзание рек Казахстана. №3, С. 47-49.

Давлетгалиев С.К. Оценка характеристик годового стока неизученных рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна. №1, С. 60-66.

Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. Оценка водных ресурсов на современном этапе развития Арало-Сырдарьинского природно-хозяйственного комплекса. №1, С. 93-102.

Достай Ж.Д., Сарсенбаев М.Х., Достаева А.Ж. Формирование химического состава атмосферных осадков на северном склоне Иле Алатау. №2, С. 66-71.

Дускаев Қ.Қ., Тайтелиева Д.Т. Қараой өзенінің 2015 жылдың вегетация кезіндегі ағынына жасалған болжамға қорытынды. №1, С. 87-92.

Жұмабаев Е.М. Елек өзені алабының көктемгі су тасу кезеңінің сипаттамалары. №2, С. 72-78.

Ивкина Н.И. Изменение притока воды в Каспийское море в результате антропогенного воздействия и изменения климата на примере р. Жайык (Урал). №3, С. 50-55.

Минеев В.Н., Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Некоторые инженерные уроки села 2015 г. на р. Каргаalinka. №2, С. 102-113.

Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Камбарбеков Г.М. Торғай және Ырғыз өзендері ағындысының кеңістіктік-уақыттық таралу заңдылығының ерекшеліктері. №2, С. 86-94.

Степанов Б.С., Яфязова Р.К. К особенностям опорожнения озер моренно-ледниковых комплексов. №3, С. 63-69.

Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Метод сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса. №4, С. 71-83.

Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Оглянуться, чтобы предсказать. №1, С. 67-79.

Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Особенности селевых процессов 23 июля 2015 г. в бассейне р. Каргаalinka. №2, С. 79-85.

Талипова Э.К., Исақан Г. Балқаш-Алакөл сушаруашылық алабы бойынша өзен ағындысының жылдық үлестірімін бағалау. №1, С. 114-122.

Терехов А.Г. Потенциал влияния водохранилищ китайского сектора бассейна реки Или на режим её водности на границе КНР – Казахстан. №4, С. 63-70.

Терехов А.Г., Долгих С.А., Никифорова Л.Н. Китайский сектор бассейна реки Или: спутниковая диагностика изменений гидрографа реки Текес в результате строительства в 2006 году Капчагайского водохранилища (КНР). №4, С. 24-31.

Турсунов Э.А., Нурсеитов Д.Б., Джалалов Д.К., Альмагамбетова Л.Ж. Результаты гидрографических работ на акватории оз. Балхаш в 2011...2015 годах. №3, С. 56-62.

ЭКОЛОГИЯ

Атаназаров К.М., Отенова Ф.Т., Курбаниязов А.К., Гулдурсунбаева А.Т. Изменение лимнических экосистем низовьев Амударьи. №1, С. 130-136.

Бекмухамедов Б.Э., Балакай Л.А., Каипов И.В. Мониторинг нефтяных загрязнений на акватории Каспийского моря методами дистанционного зондирования. №2, С. 114-124.

Бектурганов Н.С., Акиянова Ф.Ж., Арыкбаева З.К. Особенности хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов в зоне влияния евразийского транзита через территорию Казахстана. №3, С. 79-90.

Берденов Ж.Г., Мендыбаев Е.Х., Джаналеева Г.М. Ландшафтно-экологический анализ геосистем Северного Казахстана. №1, С. 123-129.

Досбергенов С.Н. Динамика солевого режима техногрунтов рекультивированных участков территории амбаров месторождения Караарна. №4, С. 107-118.

Досбергенов С.Н. Изменение состава поглощенных оснований под влиянием гумуса и гуминового препарата-адаптогена ПА 2-1 на аллювиально-луговых почвах опытного участка (Махамбетский массив орошения). №3, С. 141-149.

Досбергенов С.Н. Роль поглощенных оснований в экологии техногрунтов. №1, С. 156-166.

Досбергенов С.Н. Содержание элементов питания на рекультивированных участках территории амбаров месторождения Караарна. №2, С. 125-133.

Мендыбаев Е.Х., Берденов Ж.Г., Атаева Г.М., Тажекенова А.Т. Геохимический анализ компонентов природной среды в окрестностях бывшего химического завода имени Кирова (Алгинский район Актюбинской области). №4, С. 119-124.

Мукаев Ж.Т., Озгелдинова Ж.О. Экологические факторы устойчивости ландшафтов бассейна озера Алаколь к рекреационным нагрузкам. №2, С. 185-191.

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Абдывалиева К.С. Геоэкологическая оценка трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья в условиях мелиорации земель. №4, С. 125-136.

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Абдывалиева К.С. Оценка трансформации экологической ситуации в низовьях реки Сырдарья в условиях антропогенной деятельности человека. №3, С. 97-111.

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Есенгельдиева П.Е., Жигитова С.З. Прикладная модель формирования продуктивности сельскохозяйственных культур в гидроагроландшафтных системах. №2, С. 170-184.

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жанымхан К. Особенности формирования гидрогеохимического режима р. Каратал. №2, С. 160-169.

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жидекулова Г.Е., Есенгельдиева П.Е. Прикладные методы оценки устойчивого функционирования гидроаглоландшафтов. №1, С. 137-146.

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б., Турсынбаев Н.А. Функциональная модель экологической услуги речных бассейнов. №4, С. 137-146.

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Турсынбаев Н.А. Формирование и функционирование экосистемы р. Талас при ее комплексном обустройстве. №2, С. 134-151.

Нургизаринов А.М., Жунисов А.Т., Назаров Е.А., Шарипова А.Ж. Экологическое состояние рыбного промысла в Казахском Приаралье. №4, С. 164-175.

Салихов Т.К. Современное состояние уральской популяции сайгаков на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области. №4, С. 147-156.

Салихов Т.К. Физические свойства почвенного покрова геозкосистем Зерендинского сельского округа. №3, С. 133-140.

Салихов Т.К., Салихова Т.С. Биохимические свойства почвенного покрова геозкосистем Зерендинского сельского округа. №3, С. 112-118.

Сафина А.У. Морфобиологическая характеристика аральской плотвы (*rutilus rutilus aralensis, berg, 1916*) из Шардаринского водохранилища. №4, С. 157-163.

Сафина А.У. Морфобиологическая характеристика обыкновенного окуня (*perca fluviatilis, linnaeus, 1758*) из Темиртауского водохранилища. №3, С. 119-125.

Томина Т.К. Содержание нефтепродуктов в рекультивированных грунтах нефтяного месторождения. №4, С. 95-106.

Чердниченко Алексей В. Возможная политика Казахстана в области изменения климата с учетом принятия нового климатического соглашения и сотрудничества с Российской Федерацией в энергетической сфере. №1, С. 147-155.

Чуб В.Е., Верещагина Н.Г., Щетинников А.А. Особенности формирования мутности воды в каналах и коллекторах в низовьях Амударьи. №3, С. 91-96.

Шарипова О.А., Шарипова А.В. Зависимость накопления микроэлементов в донных отложениях оз. Балхаш от содержания органического вещества в них. №2, С. 152-159.

Якубов У.Ш. Занятость населения Средней Азии в условиях малой доходности сельского хозяйства и экологических проблем. №3, С. 126-132.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Ердесбай А.Н., Дускаев К.К. Современное экологическое состояние основной водной артерии Центрального Казахстана. №1, С. 167-170.

Есказиева Р.Е., Курбанова Л.С., Сарсембин У.К. Оценка загрязнения атмосферного воздуха города Алматы. №4, С. 176-182.

Оразбаев А.Е., Умбетбеков А.Т., Танабекова Г.Б., Ердесбай А.Н., Сонгулов Е.Е. Алматы қаласының шайынды суларындағы азот қосылыстарының динамикасы. №1, С. 171-175.

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

Шмидт М.Э., Худякова Т.В., Мынжанова А., Нурғалиева Т., Криво-ручко Т.И., Ильясов Я.З., Васенина Е.И., Муқанов Е., Долгих С.А., Бай-базаров Д.К. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2015 году. №3, С. 150-180.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Бурлибаев М.Ж. Весомый вклад в науку о водной токсикологии Казахстана. №3, С. 181-184.

ХРОНИКА

Голубцов В.В. – «Гидрометеорология саласының үздігі». №1, С. 183-184.

Клиновитский И.Ф. – «Гидрометеорология саласының үздігі». №1, С. 185.

Кожаметов П.Ж. – «Гидрометеорология саласының үздігі». №1, С. 182.

Ли В.И. (к 70-летию со дня рождения). №2, С. 192-194.

Макаревич К.Г. (к 95-летию со дня рождения). №3, С. 188-193.

Мальковский И.М. (к 80-летию со дня рождения). №1, С. 176-179.

Нугуманова У.К. – «Гидрометеорология саласының үздігі». №1, С. 181.

Северский И.В. (к 80-летию со дня рождения). №3, С. 185-187.

Снеголавинной службе Казахстана 50 лет. №4, С. 183-186.

Цапенко В.С. – «Гидрометеорология саласының үздігі». №1, С. 180.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ СТАТЬИ

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. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском и английском языках. **Аннотация должна быть:** информативной (не содержать общих слов); оригинальной (для английского варианта не быть калькой русскоязычной аннотации с дословным переводом, написана качественным английским языком); содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье);- компактной (укладываться в объем от 100 до 250 слов). Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), а так же ключевые слова, в количестве 10...12 штук. Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется электронный. Для иногородних достаточно электронного варианта.

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)

Доктор геогр. наук
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев
А.Т. Иванов

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК

ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС, МАССА ПЕСКА, РАСХОД, РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР, МОДЕЛЬ, ДОЛИНА СЕНЕК

Исследован дисперсный состав подвижных песков Туяесу 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 (Painbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисун-

ка 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.

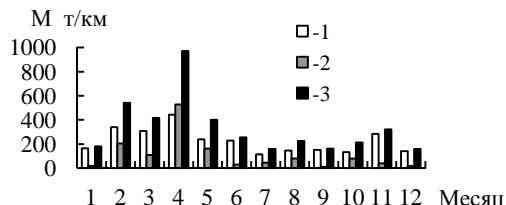


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

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.

Список литературы оформляются в соответствии с ГОСТ 7.5-98. В качестве примера приводятся наиболее распространенных описания – статьи, книги, материалы конференций, патенты и электронные ресурсы удаленного доступа.

Статья из периодического издания:

Аскартов Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Метод количественного определения леукомизина // Вестн. КазНУ. Сер. хим – 2003. – Т. 1. № 8. – С. 40-41

Книга:

Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – С. 35-37

Публикация из материалов конференций (семинара, симпозиума), сборников трудов:

Абимульдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф., Вена, Австрия, 2009. – Алматы, 2010. – С. 10-13

Электронный ресурс:

Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (дата обращения: 12.03.2009).

При оформлении пристатейной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [].

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, адреса электронной почты, 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.

С импакт-фактором журнала можно ознакомиться на сайте nauka.kz – Национальные ресурсы НТИ – Казахская база цитирования (АО НЦ НТИ).

РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.

«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 ПҚ-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
№ 1 2010

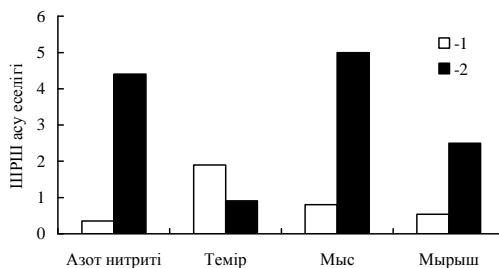
ӘОЖ 577.4:66.046.44.59

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 (Painbrush) 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.**

**Авторам, подаваемым статьи в наш журнал, необходимо заполнить
таблицу, приведенную ниже**

Сведения о статье

(заполняется на каждую статью журнала)

№	Сведения (статья)	
1	УДК	
2	Авторы (русск., каз., англ. яз.)	
4	Место работы авторов (русский, казахский, англ. яз.)	
5	Название статьи (русский, казахский, англ. яз.)	
6	Название журнала	Гидрометеорология и экология
7	Год издания	
8	Номер издания	
9	Страницы	
10	Ключевые слова (русский, казахский, англ. яз.)	
11	Резюме на русском языке	
12	Резюме на казахском языке	
13	Резюме на английском языке	
14	Список литературы	