

*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

**№ 1**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2017

*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**

**№ 1 (84)**

©

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](mailto: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

<b>Э.С. Сафаров, Родриго Абарка Дел-Рио, С.Г. Сафаров, Р.М. Мамедов, Жан Франсуа Крето</b>	
Явление Эль-Ниньо и колебания уровня Каспийского моря . . . . .	7
<b>Л.Ф. Спивак, И.С. Витковская, М.Ж. Батырбаева</b>	
Возможность использования дистанционно определяемых параметров для априорной оценки условий вегетационного сезона . . .	15
<b>З.С. Аллахвердиев, Р.Ю. Ахмедова</b>	
Распределение поверхностных волн при различных скоростях и направлениях ветра на Среднем и Южном Каспии . . . . .	28
<b>Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова</b>	
Сейсмическое оповещение о селевой опасности . . . . .	38
<b>Е.Н. Вилесов</b>	
Оценка эволюции оледенения казахстанской части бассейна реки Текес за сто лет (1915...2015) . . . . .	49
<b>А.Г. Чигринец, Д.Д. Арыстамбекова</b>	
Оценка характеристик стока весеннего половодья равнинных рек Казахстана на примере бассейна р. Есиль . . . . .	62
<b>А.К. Мусина, Д.Д. Арыстамбекова</b>	
Тобыл өзені көктемгі ағындысына антропогендік өзгерістердің әсерін бағалау . . . . .	75
<b>Т.К. Томина</b>	
Содержание тяжелых металлов в техногрунте рекультивированных участков на нефтяном месторождении . . . . .	90
<b>С.Н. Досбергенов</b>	
Засоленность почв под лесомелиоративными защитными насаждениями саксаула на осушенном дне Аральского моря . . . . .	100
<b>К.К. Хамитова, А.Б. Курбанова</b>	
Влияние деятельности хлопковой промышленности на почвенный покров . . . . .	117

**А.М. Нургизаринов, А.Т. Жунисов, Е.А. Назаров,  
А.Ж. Шарипова**

Экологические основы повышения биологического плодородия  
орошаемых почв в низовье реки Сырдарья . . . . . 124

**Т.К. Салихов, Т.С. Салихова**

Уникальные и значимые растительные сообщества проектируемо-  
го государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-  
Казахстанской области . . . . . 135

**Е.К. Умаров, А.К. Курбаниязов**

Анализ и оценка природных ресурсов Приаральского региона . . . 144

**Т.К. Салихов**

Геоморфологические особенности проектируемого государствен-  
ного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской  
области . . . . . 151

**Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К.С. Абдывалиева**

Геоэкологическая оценка трансформации концентрации загряз-  
няющих веществ в водах низовья реки Сырдарья . . . . . 160

**А.А. Ни, А.К. Курбаниязов, Г.Ж. Нурғалиева**

Палеосток рек Аральского бассейна (на примере р. Малый Нарын  
в период максимального оледенения в неоплейстоцене) . . . . . 170

**А.С. Худоназаров**

Влияние лесоразведения на водную среду . . . . . 177

## **ХРОНИКА**

**Л.П. Мазур** (к 80-летию со дня рождения) . . . . . 186

**М.Х. Сарсенбаев** (к 70-летию со дня рождения) . . . . . 190

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

<b>E.S. Safarov, R. Abarca del Rio, S.H. Safarov, R.M. Mamedov, J-F. Cretaux</b>	
El-Nino phenomenon and Caspian Sea Level fluctuations . . . . .	7
<b>L. Spivak, I. Vikovskaya, M. Batyrbayeva</b>	
Possibility of using of a remotely defined parameters for a priori assessment of the vegetation season conditions . . . . .	15
<b>Z.S. Allakhverdiyev, R.Y. Akhmadova</b>	
Research of the surface wave at the different speed graduations of wind types in the middle and southern part of the Caspian Sea . . . . .	28
<b>B.S. Stepanov, R.K. Yafyazova</b>	
Debris flows hazard seismic warning . . . . .	38
<b>E.N. Vilesov</b>	
Evaluation of the evolution of glaciations of the Kazakhstan's part of the Tekes River Basin for a hundred years (1915...2015) . . . . .	49
<b>A.G. Chigrinets, D.D. Arystambekova</b>	
Estimation of the spring floods characteristics of the lowland rivers of the Kazakhstan on the example of Yesil River Basin . . . . .	62
<b>A.K. Mussina, D.D. Arystambekova</b>	
Assessment of anthropogenic changes of a spring water flow of the Tobyl River . . . . .	75
<b>T.K. Tomina</b>	
Heavy metals content in technograde reclaimed plots in the oil field . . .	90
<b>S.N. Dosbergenov</b>	
Soil salinity under protective agroforestry plantations saxaul on the Aral Sea dry bottom . . . . .	100
<b>K.K. Khamitova, A.B. Kurbanova</b>	
Influence of the cotton industry to the soil cover . . . . .	117
<b>A.M. Nurgizarinov, A.T. Zhunisov, E.A. Nazarov, A.Zh. Sharipova</b>	
Ecological bases of increase of the irrigated soils biological fertility in the Syr Darya River lower reach . . . . .	124

<b>T.K. Salikhov, T.S. Salikhova</b>	
Unique and major plant communities projected state «Bokeyorda» Nature Reserve in the West Kazakhstan's Region .....	135
<b>E.K. Umarov, A.K. Kurbanyazov</b>	
Analysis and assessment of natural resources of the Aral Sea Region	144
<b>T.K. Salikhov</b>	
Geomorphological features of the projected state «Bokeyorda» Nature Reserve in the West Kazakhstan's Region .....	151
<b>ZH.S. Mustafayev, A.T. Kozykeeva, K.S. Abdiyvaliyeva</b>	
Geo-ecological assessment transformation of a pollutants concentration in the lower reaches Syrdaria River waters .....	160
<b>A.A. Nee, A.K. Kurbaniyazov, G.J. Nurgaliyeva</b>	
Paleoflow of the rivers of the Aral Sea Basin (on the example Small Naryn River in the period of maximum glaciations in the neopleistocene) .....	170
<b>A.S. Khudonazarov</b>	
Impact of forest on water environment .....	177
<b>CHRONICLE</b>	
<b>L.P. Mazur</b> (the 80-th anniversary) .....	186
<b>M.H. Sarsenbayev</b> (the 70-th anniversary) .....	190

УДК 551.461.25

	Э.С. Сафаров <sup>1</sup>
Доктор	Родриго Абарка Дел-Рио <sup>2</sup>
Доктор геогр. наук	С.Г. Сафаров <sup>3</sup>
Доктор техн. наук	Р.М. Мамедов <sup>1</sup>
Доктор	Жан Франсуа Крето <sup>4</sup>

### ЯВЛЕНИЕ ЭЛЬ-НИНЬО И КОЛЕБАНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

**Ключевые слова:** индекс Южной осцилляции, кросс-вейвлет, вейвлет-ковариантность, локальная периодичность

*С помощью вейвлет-анализа исследуется возможная связь между колебаниями уровня Каспийского моря и явлениями Эль-Ниньо и Ла-Ниньо. Применение методов кросс-вейвлет (XWT) и вейвлет-ковариантности (WTC) показывает, что изменения в индексах осцилляции в масштабе 14...16 лет отражаются в изменениях уровня моря с некоторым опозданием.*

Эль-Ниньо или же Южная осцилляция (*Southern Oscillation, ENSO*) представляет собой колебания поверхностной температуры воды в экваториальной части Тихого Океана. Это явление существенно влияет на климат [1, 6, 7]. В действительности Эль-Ниньо является одной из фаз Южной осцилляции, при которой зона нагретых поверхностных вод перемещается к востоку. Обратная фаза Эль-Ниньо называется Ла-Ниньо. Характерными периодами осцилляции Эль-Ниньо считается 3...8 лет, однако в реальности его мощность и продолжительность заметно меняется [3, 4].

В настоящее время для количественной оценки этих явлений принимается значения положительных (для Ла-Ниньо) или же отрицательных (для Эль-Ниньо) аномалий температуры, превышающих 0,5 °C за время, не меньше чем 5 месяцев, в близких к экваториальной части территории Тихого Океана.

Для оценки этих явлений широко используется еще один индекс (SOI – *Southern Oscillation Index*), который рассматривается как разница

<sup>1</sup> Институт географии НАНА, г. Баку, Азербайджан;

<sup>2</sup> Университет «Концепсион», Чили;

<sup>3</sup> Национальный департамент по гидрометеорологии, г. Баку, Азербайджан;

<sup>4</sup> CNES/Legos, г. Тулуза, Франция

атмосферного давления между островами Таити (Французская Полинезия) и Дарвин (Австралия). Отрицательные значения индекса относятся к фазе Эль-Ниньо, а положительные к Ла-Ниньо.

На традиционно влажных территориях явление Эль-Ниньо приводит к засухе, а на засушливых – к паводкам и наводнениям. Многолетние наблюдения, проводимые на различных территориях мира показывают, что Эль-Ниньо и Ла-Ниньо значительно влияют на погодные условия [1, 4, 6, 7]. В ряде исследований эти явления характеризуются как факторы, резко влияющие на глобальный климат и приводящие к засухам, обильным осадкам и связанным с ними паводкам и наводнениям [8, 9].

В последние годы для выявления влияний Эль-Ниньо и Ла-Ниньо на климатические характеристики, в том числе на атмосферные осадки и опасные гидрометеорологические явления применяются методы вейвлет-анализа, особенно кросс-вейвлет (XWT – Cross Wavelet Transform) и вейвлет-ковариантность (WTC – Wavelet Transform Coherence) [4]. Более подробную информацию о вейвлет преобразованиях, в том числе о кросс-вейвлете и вейвлет-ковариантности можно получить из [5].

Так-как современные колебания уровня Каспийского моря в значительной степени связаны с климатическими факторами, выявление какого либо влияния Эль-Ниньо и Ла-Ниньо на эти колебания имеет большое значение. В отдельных исследованиях рассмотрены некоторые аспекты данной проблемы [2, 3]. Однако XWT и WTC анализ связи между колебаниями уровня моря и указанными выше индексами представляет наибольший интерес.

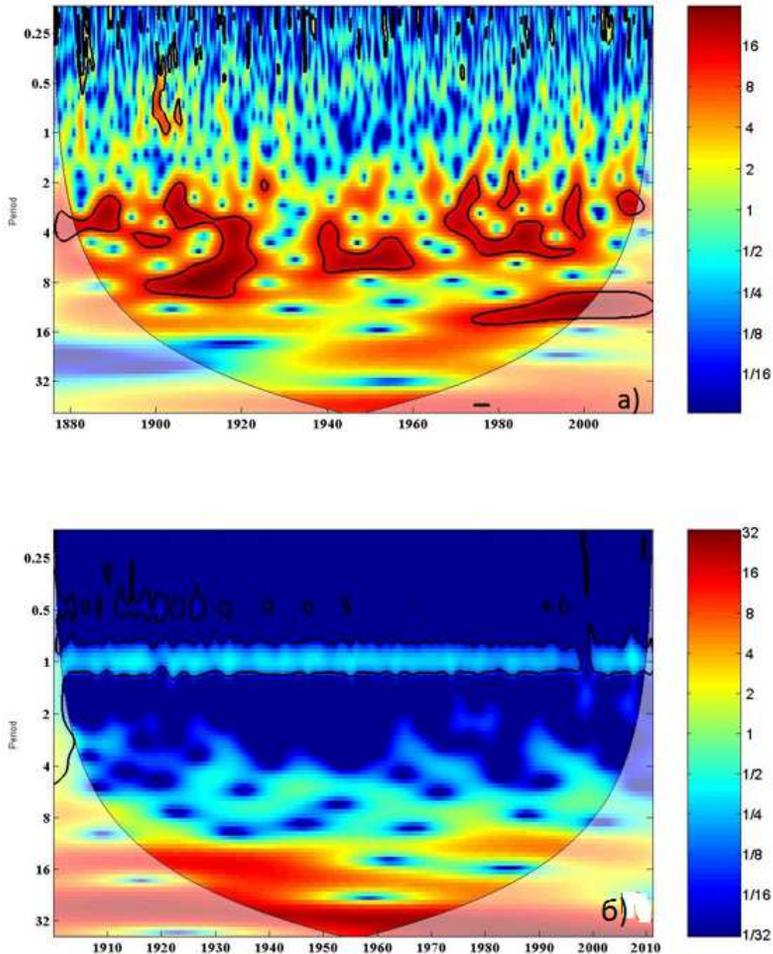
В данной работе вейвлет-анализ соответствующих временных рядов выполнен с помощью программного пакета Matlab.

Как известно, вейвлет-анализ является одним из наиболее эффективных методов спектрального анализа при исследовании временных рядов, характеризующих нестационарные процессы.

На рис. 1 иллюстрируются результаты непрерывных вейвлет преобразований (CWT – Continuous Wavelet Transform) временных рядов SOI (рис. 1а) и уровня Каспийского моря (М Баку) (рис. 1б). На рисунке видно, что они в различных временных отрезках имеют локальные периодичности.

На уровне значимости 95 % для SOI наибольшие вейвлет-мощности характеризуются локальными периодичностями в масштабе 2...8 лет. Однако, как видно на рис. 1а, в масштабе 16 лет наблюдается

еще одна вейвлет-мощность, которая полностью ослабевает в отрезке времени 1940...1960 гг., и начинает резко расти с конца 70-х годов. Временной ход SOI (1880...2010 гг.), аналогичен колебаниям уровня Каспийского моря, но носит нестационарный характер. Другой интересный момент наблюдается в масштабе 30 лет, где с начала 1930 г. вейвлет-мощность резко убывает к концу 70-х годов.



*Рис. 1. а – SWT изменение индекса Южной осцилляции (1880...2010 гг.) и б – уровня Каспийского моря (М Баку, 1900...2010 гг.). Внутри жирных, черных линий уровень значимости больше 95 %; цветные градации соответствуют амплитудам колебаний (правый столбец).*

В отличие от колебаний уровня Каспийского моря (рис. 1б), периодичность индекса осцилляции в масштабе 1 года, не замечается (рис. 1а). Как известно, для Каспия периодичность в масштабе 1 год характеризует сезонную изменчивость уровня моря.

Для проверки возможной связи между колебаниями уровня Каспия и SOI в первую очередь необходимо исследовать кросс-вейвлет (XWT) между ними. На рис. 2 иллюстрируется XWT между временными рядами уровня моря (М Баку) и индексом осцилляции. Как видно для двух временных рядов имеются области с общими вейвлет-мощностями. Несмотря на наличие слабых общих вейвлет-мощностей в масштабе 1 года на уровне значимости 95 %, хаотичное расположение фазовых стрелок не дает возможности выявить какие-то закономерностей между ними. В масштабе 2...4 и 5...6 лет также наблюдаются общие локальные мощности, однако и в этом случае фазовые стрелки с различной ориентацией имеют преимущество. В XWT отношениях между изменениями уровня моря (М Баку) и SOI наиболее интересный момент наблюдается в масштабе 14...16 лет. Как видно на рис. 2 до 1960 г. значительная общая вейвлет-мощность соответствует их близким фазам. Точнее, фаза изменения уровня отстает от SOI на  $30^\circ$ , т.е. на 1 год 4 месяца. За период 1950...1970 гг. наблюдается уменьшение общей мощности и смещение фаз. Начиная с 1970 г. общая вейвлет-мощность снова растет, а разность фаз постепенно увеличиваясь, достигает  $90^\circ$ . Как видно на рис. 3, начиная с 1978 г. на фоне значительной общей вейвлет-мощности, разность фаз постепенно увеличиваясь приближается к состоянию антифазы ( $150...160^\circ$ ).

Вышеизложенное приводят к мысли, что в масштабе 14...16 лет между SOI и изменениями уровня Каспийского моря существует какая-то связь. На первый взгляд снижение уровня моря наблюдается тогда, когда фаза его изменений ближе к фазе изменений SOI, а повышение, когда их изменения противофазны друг с другом.

На рис. 3, где изображена картина WTC, красному цвету соответствуют более высокие значения коэффициентов корреляции. Кроме того внутри участков, обрамленных жирными черными линиями, уровень статической значимости выше 95 %. В различных масштабах видны локальные области периодичностей с большими значениями коэффициента корреляции. Однако, если сравнить WTC с XWT, можно заметить, что в масштабе 8 лет эти области не имеют заметных общих вейвлет-мощностей. В масштабе 8 лет с 1914 по 1922 гг. и с 1936 по 1944 гг. видны локальные области с большими значениями коэффициента корреляции. Однако, на рис. 2, только первому из них соответствует область, где имеет место значительные общие вейвлет-мощности.

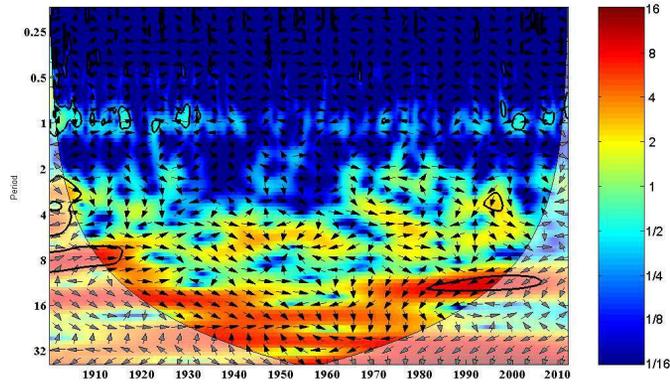


Рис. 2. XWT между изменениями уровня Каспийского моря (М Баку) и индекса Южной осцилляции.

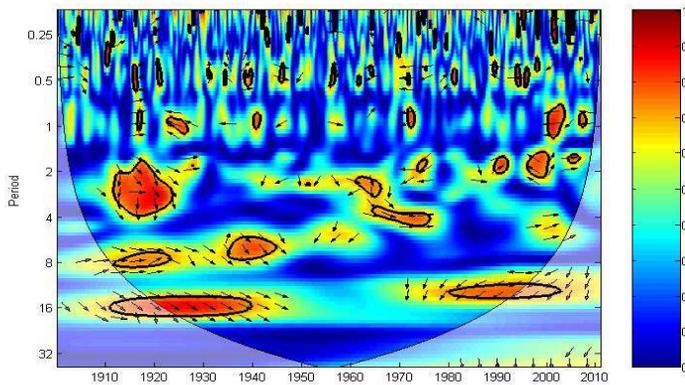


Рис. 3. WTC между изменениями уровня моря по М Баку и SOI.

Представляющие наибольший интерес области когерентности просматриваются в масштабе 16 лет (рис. 3). В данном масштабе, на уровне значимости 95 % в отрезках времени 1910...1942 гг. и 1978...2000 гг. просматриваются две области локальной периодичности с большими значениями коэффициентов корреляции. Однако, самое главное, что обе эти области совпадают с областями значительных общих вейвлет-мощностей. Первая область соответствует постепенному снижению уровня моря до 1930 г. и резкому снижению с 1930 по 1940 г., а вторая область – резкому повышению уровня моря с конца 70-х годов прошлого столетия по 2000 г. Как видно на рис. 3, эти две области отличаются друг от друга направлениями фазовых стрелок, т.е. резкое снижение уровня моря (до 1940 г.) произошло ориентировочно в близкой фазе с изменениями индекса Южной осцилляции, а его резкое повышение (1978...2000 гг.), наоборот, в противофазе с изменениями данного индекса.

Сравнивая ход изменений индекса Южной осцилляции (рис. 4а) и колебаний уровня моря (рис. 4б), с соответствующей картиной WTC (рис. 3) за период 1900...2010 гг. можно заключить, что снижение уровня моря соответствует периоду, когда индексы Ла-Ниньо имеют большие значения и частую повторяемость. А повышению соответствует период, когда индексы Эль-Ниньо имеют преимущество. Однако, несмотря на то, что периоды резкого повышения уровня моря соответствуют периодам, когда индексы Эль-Ниньо имеют преимущество, динамика изменения уровня в масштабе 14...16 лет составляет антифазу с изменениями индекса Ла-Ниньо. А снижение уровня моря, хотя соответствует периодам, когда индексы Ла-Ниньо имеют преимущество, составляет инфазу с изменениями индексов Эль-Ниньо. Однако, как видно на рис. 3, вышеизложенные инфазные и антифазные связи не являются полностью синхронными и происходят с некоторыми фазовыми задержками.

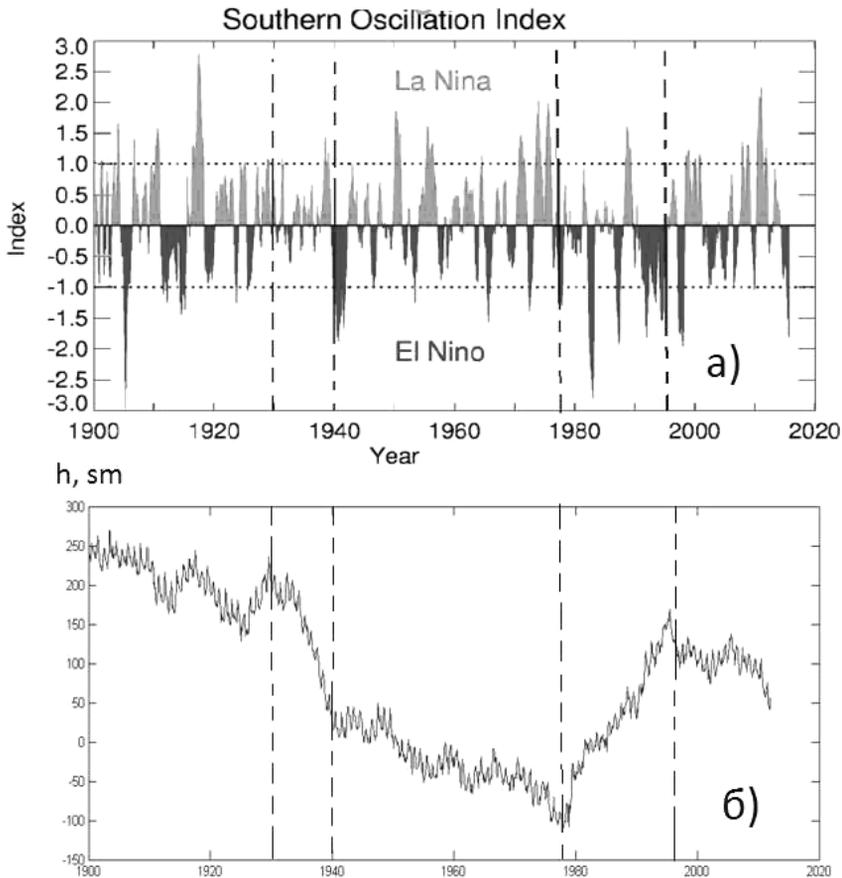


Рис. 4. Эволюция индекса Южной осцилляции (а) и колебаний уровня Каспийского моря (б) за период 1900...2014 гг.

Это показывает, что явления Эл-Ниньо и Ла Ниньо в Тихом Океане, происходящие в достаточном удалении от Каспийского моря, влияют на изменения уровня моря не прямо, а через общую циркуляцию атмосферы. А это в конечном итоге приводит к изменениям элементов, составляющих водного баланса Каспийского моря. С этой точки зрения изменения в индексах осцилляции в масштабе 14...16 лет отражаются в изменениях уровня моря с некоторым опозданием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бышев В.И., Нейман В.Г., Пономарев В. И. и др. Роль глобальной атмосферной осцилляции в формировании климатических аномалий дальневосточного региона // Доклады РАН. – 2014. – Том 458. – № 1. – С. 92-96
2. Мамедов Р.М. Гидрометеорологическая изменчивость и экогеографические проблемы Каспийского моря. – Баку: Элм, 2007. – 453 с.
3. Arpe K., Bengtsson L., Golitsyn G. S. et al. Connection between Caspian Sea level variability and ENSO // Geophysical research letters. – 2000. – Vol. 27, №17. – P. 2693-2696.
4. Baddoo T.D., Guan Y., Zhang D. et al. Rainfall Variability in the Huangfuc-huang Watershed and Its Relationship with ENSO // Water. – 2015. – №7. – P. 3243-3262.
5. Grinsted A., Moore J.C., Jevrejeva S. Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series [Электрон. ресурс]. – 2011. – URL: <http://noc.ac.uk/using-science/crosswavelet-wavelet-coherence> (дата обращения: 11.02.2017)
6. Stepanov V.N., Zuo H. and Haines K. The link between the Barents Sea and ENSO events simulated by NEMO model // Ocean Science. – 2012. – №8. – P. 971-982.
7. Wang Z., Wu D., Chen X., Qiao R. // Adv. Atmos. Sci. – 2013. – V.30. – №5. – P. 1491-1506.
8. Ward P.J., Jongman B., Kummerow M. et al. Strong influence of El Nino Southern Oscillation on flood risk around the world // Proc. Natl. Acad. Sci. USA – 2014. – № 111. – P. 15659-15664.
9. Zebiak, S.E.; Orlove, B.; Muñoz, Á.G. et al. Investigating El Niño-Southern Oscillation and society relationships. Wiley Interdiscip // Rev. Clim. Chang. – 2015. – №6. – P. 17-34.

Поступила 4.04.2017

Докторы	Э.С. Сафаров
Геогр. ғылымд. докторы	Родриго Абарка Дел-Рио
Техн. ғылымд. докторы	С.Г. Сафаров
Докторы	Р.М. Мамедов
	Жан Франсуа Крето

## ЭЛЬ-НИНЬО ҚҰБЫЛЫСЫ ЖӘНЕ КАСПИЙ ТЕҢІЗІ ДЕҢГЕЙІНІҢ АУЫТҚУЫ

**Түйін сөздер:** оңтүстік осцилляция индексі, кросс-вейвлет, вейвлет-коварианттік, жергілікті мерзімділік

*Вейвлет-талдауы көмегімен Каспий теңізі деңгейінің ауытқуымен Эль-Ниньо және Ла-Ниньо құбылыстарының арасындағы мүмкін болатын тәуелділік зерттелді. Кросс-вейвлет (XWT) және вейвлет-коварианттік (WTC) әдісін қолдану, 14...16 жыл масштабында осцилляция индекстерінің өзгерістері теңіз деңгейінің өзгерістерінде кейбір кешігулермен байқалатынын көрсетті.*

Safarov E.S., R. Abarca del Rio, Safarov S.H., Mamedov R.M., J-F. Cretaux

## THE EL-NINO PHENOMENON AND CHANGES OF THE CASPIAN SEA LEVEL

**Keywords:** El Nino and La Nino, Southern Oscillation Index, cross wavelet, wavelet covariance, local periodicity

*With the application of wavelet analysis investigates the possible link between the Caspian Sea level fluctuations and Southern Oscillation Index (SOI). Using wavelet covariance (WTC) revealed that on the scale of 14...16 years, this relationship occurs.*

УДК 504.3.05

Доктор техн. наук

Канд. физ.-мат. наук

Канд. техн. наук

Л.Ф. Спивак<sup>1</sup>И.С. Витковская<sup>2</sup>М.Ж. Батырбаева<sup>2</sup>

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННО ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ АПРИОРНОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, вегетационные индексы, засуха, снежный покров, солнечная активность

*Анализ априорной информации перед началом текущего вегетационного сезона позволяет по ряду косвенных факторов предварительно оценить вероятность наступления благоприятных или засушливых условий, что имеет важное значение для заблаговременной оценки ожидаемых условий формирования урожая. Подбор таких факторов определяется агроклиматическими особенностями территории, наличием и доступностью информации многолетних наблюдений.*

*Для предварительной оценки степени благоприятности погодных условий, проводимой перед началом сезона, предлагается набор параметров. Они включают: вероятность наступления засух, рассчитанный по данным спутниковой съемки; температурно-влажностная ситуация предшествующих сезонов; характеристики схода снежного покрова в зимне-весенний период; особенности солнечного цикла.*

Для территории Казахстана наступление и развитие засух является наиболее типичной ситуацией природного характера, сопровождающейся резким снижением урожайности сельскохозяйственной продукции, нарушением режима функционирования пастбищ, и приводящей к экономическому ущербу. В последние годы отмечается учащение засушливых лет [1], что обуславливает уменьшение продуктивности на большей части посевных площадей зерновых культур и пастбищных территорий. Вопрос раннего распознавания наступления и развития

<sup>1</sup> Государственный университет «Дубна», Россия

<sup>2</sup> АО «НЦКИТ» РК, г. Алматы, Казахстан

засушливых условий является важным для своевременного оповещения и возможности предпринять превентивные меры.

В общем случае урожайность конкретного поля (участка, территории) определяется следующими факторами:

- факторы, определяющие естественную продуктивность земель;
- факторы, определяющие технологию возделывания (семена, обработка и удобрение почвы, даты сева и т.п.);
- факторы, определяющие метеорологические условия вегетационного сезона.

За последние 10...15 лет продуктивность земель и технологии возделывания зерновых в северном Казахстане практически не изменялись и вариации урожайности полностью определялись метеоусловиями вегетационного сезона. Таким образом, прогноз урожайности фактически сводится к прогнозу сезонных метеоусловий. При этом достаточно правильно предсказать будут ли метео-факторы соответствовать благоприятным, средним или неблагоприятным условиям.

Оценка наступающего вегетационного сезона до его начала по априорной информации (ряд косвенных факторов) для определения потенциальной вероятности наступления и развития засушливости должна быть уточнена при проведении мониторинговых мероприятий. Важное значение имеет удачный подбор факторов оценки. Набор наиболее важных инерционных факторов, привлекаемых к оценкам перед началом сезона, по-видимому, определяется агроклиматическими особенностями территории, наличием информации многолетних наблюдений и т.д.

Так, например, в [7] применительно к условиям Поволжья выделены такие наиболее важные инерционные факторы, оказывающие значительное влияние на условия формирования урожая полевых культур, как засушливость весенне-летнего периода в предшествующем году, осеннее состояние озимых, характер увлажнения почвы предшествующей осенью и количество зимних осадков. Для Акмолинской области основными условиями, определяющими урожайность зерновых, являются: достаточный весенний влагозапас в продуктивном слое почвы; летние (июльские) дожди в период формирования колоса.

Развитие средств и методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), накопление многолетних архивов регулярных спутниковых снимков различного пространственного разрешения способствует расширению области использования космической информации.

Основой для оценки сезонной и многолетней динамики растительного покрова Казахстана служит набор вегетационных индексов, рассчитанных по спутниковой информации:

- нормализованный дифференциальный вегетационный индекс (NDVI) [17], позволяющий учесть различия в отражательной способности растительности, находящейся в благоприятных и стрессовых условиях;

- индекс условий вегетации (VCI) [16], количественно отражающий влияние сезонных метеоусловий на состояние растительности и использующийся для детектирования стрессовых состояний растительности (засуха, заморозки и пр.) с целью предварительной оценки урожая. Фактически VCI характеризует влажностные условия. Временные ряды декадных значений NDVI и VCI являются базой для прогноза развития засух на следующую декаду или месяц. Декадные композиты NDVI и VCI хорошо описывают динамику состояния растительного покрова в течение сезона;

- интегральный вегетационный индекс (IVI) [19], характеризующий общий объем накопленной зеленой биомассы, и интегральный индекс условий вегетации (IVCI) [14], описывающий влияние погодных условий на состояние растительности в целом за сезон. Эти индексы вычисляются по окончании текущего вегетационного сезона и используются для сравнительной оценки частоты и силы засухи. Временные ряды IVI и IVCI являются базовыми для долгосрочного прогноза.

В качестве дистанционно определяемых факторов, привлекаемых для предварительной оценки будущего сезона, могут быть выбраны:

- 1) частота (вероятность) засух, рассчитанная по данным дистанционного зондирования;
- 2) температурно-влажностная ситуация предшествующих сезонов;
- 3) характеристики схода снежного покрова в зимне-весенний период;
- 4) особенности солнечного цикла.

Безусловно, этот список является открытым и дополняемым, что позволит в дальнейшем повысить оценку.

*1. Определение вероятности засух по данным дистанционного зондирования Земли.* В мировой практике дистанционного зондирования значение  $VCI < 0,3$  принято считать признаком засухи [16]. Предложенное пороговое значение используется во многих сервисах геоданных для визуализации территорий, находящихся под воздействием засухи.

Интегральный индекс условий вегетации IVCI рассчитывается по аналогии с индексом VCI, но через многолетние значения интегрального

индекса IVI, характеризующего объем надземной зеленой биомассы, накопленный в течение вегетационного сезона. Таким образом, индекс IVCI позволяет оценивать погодные условия сезона в целом в сравнении с многолетним рядом наблюдений. Пороговое значение  $IVCI < 0,3$  принято для детектирования территорий, находившихся под стрессовым погодным воздействием в течение вегетационного сезона в целом.

В [6] разработан алгоритм расчета цифровых карт частоты возникновения низких значений IVCI, которые могут быть интерпретированы, как карты частоты (вероятности) возникновения засух. Эти цифровые матрицы ежегодно актуализируются значениями текущего сезона. На рис. 1 представлена цифровая карта частоты появления низких значений индекса IVCI на территории Казахстана, рассчитанная за временной интервал май-август периода 2000...2016 гг.

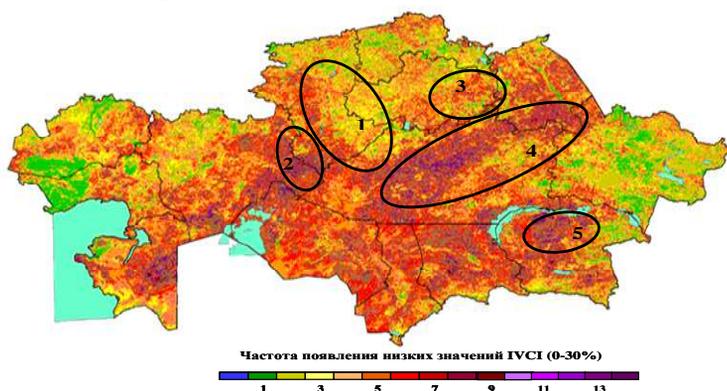


Рис. 1. Цифровая карта частоты засух на территории Казахстана, рассчитанная за май – август 2000...2016 гг.

К участкам с низкими многолетними значениями IVCI следует отнести: 1) западную и южную части Костанайской области; 2) восточную часть Актюбинской области; 3) восток Акмолинской области; 4) субмеридиональную территорию, расположенную в Карагандинской области; 5) Прибалхашье.

Использование высоко мозаичной картины распределения данного индекса затрудняет выявление связанных участков территории, подверженных засушливым условиям. В связи с этим, проведено районирование территории северных областей Казахстана в масштабе районов по значениям  $IVCI < 0,3$  за 2000...2016 гг., рис. 2.

Районирование, проведенное по данным ДЗЗ, позволяет выделить группы районов северных областей Казахстана с разной степенью риска возникновения засушливых условий:



Рис. 2. Районирование северных областей Казахстана по значениям частоты возникновения низких значений IVCI за май – август 2000...2016 гг.

I (частота возникновения низких значений IVCI > 40 % от общего числа лет наблюдения): Костанайская область – Жангельдинский, Камыстинский, Тарановский районы; Северо-Казахстанская область – Мамлютский район;

II (частота возникновения низких значений IVCI 35...40 % от общего числа лет наблюдения): Костанайская область – Житикаринский, Денисовский, Ауеликольский, Наурзумский районы; Акмолинская область – Астраханский, Егиндыкольский, Ерейментауский, Целиноградский, Шортандинский районы; Северо-Казахстанская область – Кызылжарский район.

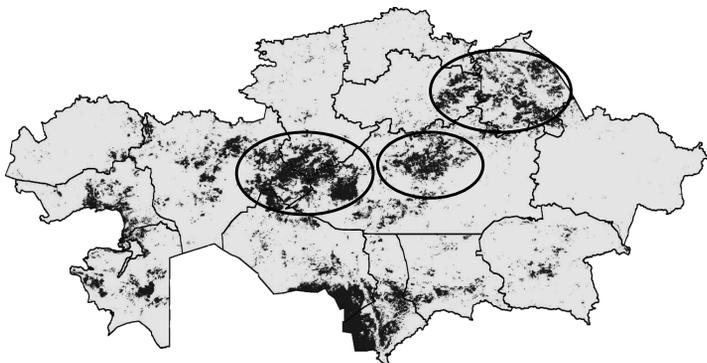
2. *Возникновение засух в предшествующие годы.* Температурно-влажностные условия предшествующего сезона играют важную роль в развитии растительности текущего сезона. Фактически влияние засухи на будущий урожай может закладываться с осени прошедшего года, поскольку в указанные месяцы варьируют запас влаги в почве, активность почвенной биоты, образование ледяного пласта в почве в зимний период, что определяет условия впитывания влаги почвой в период весеннего снеготаяния.

В [3] приведены данные о повторяемости засух различной интенсивности за период 1971...2011 гг. для ряда областей Казахстана, из которых следует, что сильная засуха случается 1 раз в 5...7 лет, повторяемость сильных засух составляет от 15 % (Костанайская, Павлодарская, Алматинская области) до 22 % (ЗКО, Акмолинская область). Засуха средней интенсивности бывает 1 раз в 5...7 лет на территории СКО, ВКО, Костанайской, Павлодарской, Карагандинской, Актюбинской и Алматинской областей и имеет повторяемость 15...20 %. Средняя засуха возникает 1 раз в

11...20 лет (повторяемость 5...10 %) на территории ЗКО, ЮКО, Акмолинской области. Слабая засуха случается довольно часто – 1 раз в 3...4 года на территории ЮКО, Жамбылской, Павлодарской, Карагандинской областей, а также в ЗКО и ВКО (повторяемость 27...35 %), реже – 1 раз в 5...7 лет на территории СКО, Актюбинской, Акмолинской, Кустанайской, Алматинской областей (повторяемость составляет 15...22 %).

Важным является вопрос о последовательной повторяемости засушливых условий на данной территории, приводящей к истощению растительных, земельных и водных ресурсов. Засушливые годы нередко следуют друг за другом или разделяются более или менее длительными периодами удовлетворительного увлажнения, но простой периодичности в проявлении засух не прослеживается [15].

По данным ДЗЗ на примере 2010, 2011, 2012 годов определены участки, имеющие значения интегрального индекса условий вегетации ниже 0,3 в течение этих трех лет подряд, рис. 3.



*Рис. 3. Расположение участков, имеющих значения IVCI < 0,3 в течение трех лет подряд (2010, 2011, 2012).*

Безусловно, наибольший интерес вызывают участки, локализованные на территории Северного и Центрального Казахстана, где расположены пастбища и основные неполивные сельскохозяйственные угодья страны.

3. *Особенности схода снежного покрова.* Влияние снежного покрова на последующее развитие растительности возможно на протяжении весенних месяцев и связано с обеспечением влагозапаса в почве. Косвенную дистанционную оценку влагозапаса можно получить на основе анализа дат и темпов схода снежного покрова. Ранний и быстрый сход снега, как правило, приводит к снижению влагозапаса и увеличивает вероятность засухи.

Альтернативой к существующей достаточно редкой сети метеостанций, которая дает представление о параметрах снежного покрова на

локальных участках, и не позволяет полностью отследить пространственную динамику снежного покрова, являются данные спутниковой съемки. С помощью космической информации фиксируются границы распространения снежного покрова на обширных территориях. Наличие снега на открытых безлесных участках определяется с большой достоверностью и точностью. С помощью данных ДЗЗ возможно оперативное картирование снежного покрова и процесса снеготаяния в весенний период.

В [9] представлена разработанная методика определения дат схода снежного покрова по данным спутниковой съемки низкого разрешения. Анализ данных космического мониторинга снежного покрова за период ноябрь – апрель 2001...2012 годов позволил установить календарные даты схода снега на территории северных областей Казахстана. Проведенный анализ результатов космического мониторинга показал:

- годы, известные как засушливые, характеризуются ранним и близким к норме сходом снега;

- годы, известные как благоприятные, характеризуются близким к норме и поздним сходом снежного покрова.

4. *Особенности солнечного цикла.* Судить о возможной засушливости того или иного будущего года заблаговременно можно было бы при установлении наличия в природе периодичности засушливых явлений. Вопросы цикличности наступления засушливых явлений, связи с характеристиками солнечного цикла неоднократно поднимались в научной литературе.

В [4, 8] приведены обзоры ряда научных работ, посвященные исследованиям и анализу возможной связи повторяемости засух и характеристик солнечной активности.

Обобщение сведений о повторяемости засух и неурожая в России, выполненное в [11], свидетельствует о связи их с солнечной и магнитной активностью: за период 1887...1965 гг. засухи на территории европейской части территории Советского Союза имели место в годы восходящей ветви 11-летнего цикла геомагнитной активности (9 засух за 46 лет), а засухи, случавшиеся только в Казахстане, – в годы нисходящей ветви (9 засух за 33 года) этой фазы цикла. Установив связь засух с геомагнитной активностью, Покровская Т.В. достоверно предсказала «дефицит осадков» в 1972 г. на европейской территории России и засуху в Казахстане в 1974 г. [11].

Одним из самых распространенных показателей солнечной активности является число Вольфа (W), учитывающее количество наблюдаемых пятен и их групп [5, 10].

Интервалы между соседними минимумами солнечной активности составляют от 8 до 14 лет, в среднем 11,1 года. С ними в той или иной степени связаны многие земные процессы. Некоторые особенности 11-летней цикличности [5]: длительность циклов от 7 до 17 лет; фаза роста от 2 до 5 лет, спада от 5 до 12 лет; амплитуды последовательных циклов плавно меняются от значений  $W \sim 50$  (низкие циклы) до  $W \sim 200$  (высокие циклы).

Регулярные ежедневные данные значений чисел Вольфа имеются с 1749 г., до этого – лишь отдельные случайные наблюдения [18].

Многолетние исторические данные о засухах в Северном и Центральном Казахстане заимствованы из работы [2]. Данные автором были собраны по историческим источникам. Они уточнены нами по спутниковой и метеорологической информации [13]. Итоговая информация приведена в табл. 1: годы, принадлежащие восходящим ветвям солнечного цикла отмечены знаком (++), нисходящим ветвям – знаком (+).

Таблица 1

Многолетние данные о засухах на территории Северного и Центрального Казахстана за период 1880...2016 гг.

Год	Десятилетие										Всего за десятилетие	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1880				++	++					+		3
1890		+		++					+			3
1900	+	+					++	+		+		5
1910		+										1
1920	+	+			+			++				4
1930	+	+	+	+		++	++	++		+		8
1940	++			+	+	+		++	++			6
1950		+		+		++		++		+		5
1960				+		+		++	++			4
1970		+		+	+	+		++				5
1980		+	+	+	+	++			++	++		7
1990	++	++			+	+	+	++	++			7
2000					+		+		+			3
2010	+		++									2

Данные об известных засухах на территории Северного и Центрального Казахстана нанесены на график распределений чисел Вольфа: за период 1880...2016 гг., рис. 4; более подробно за период 1954...2016 гг. – на рис. 5. Здесь же отмечено линией значение числа Вольфа равное 60, являющееся условным пороговым значением для низких значений данного параметра.

Отмечено 63 события наступления засух на территории Казахстана за 1880...2016 гг., из них 25 событий (39 %) приходятся на восходящие ветви

солнечных циклов, 38 ситуаций (61 %) – на нисходящие ветви и 31 ситуация (82 % от числа ситуаций на нисходящих ветвях) на область низких значений чисел Вольфа. Этот результат подтверждает выводы Покровской Т.В. о связи солнечной активности с засухами на территории Республики.

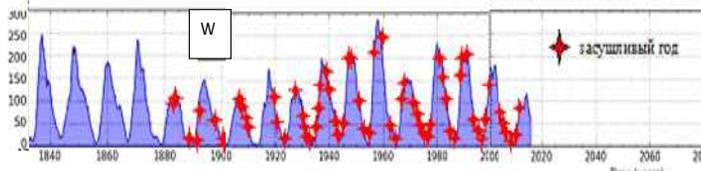


Рис. 4. Многолетние распределения чисел Вольфа в период 1880...2016 гг.

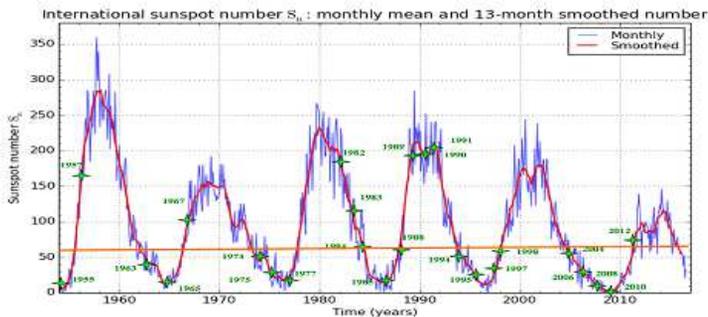


Рис. 5. Распределения чисел Вольфа и отметок засушливых вегетационных сезонов в период 1954...2016 гг.

На рис. 6 приведены сопоставления многолетних значений урожайности яровой пшеницы и чисел Вольфа, характеризующих солнечную активность за 1971...2014 гг. на примере Житигаринского района Костанайской области. Желтым цветом отмечены годы со средними засухами, красным – с сильными засухами в Костанайской области по данным [12]. Штриховой линией отмечено значение числа Вольфа – 60.

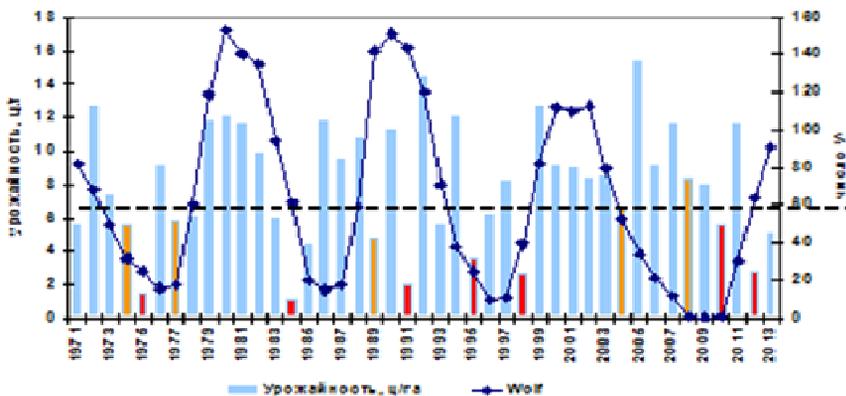


Рис. 6. Многолетние значения урожайности яровой пшеницы и чисел Вольфа, Житигаринский район Костанайская область (1971...2014 гг.)

Прослеживается некоторая цикличность в многолетней динамике урожайности за исключением последних лет наблюдения. Кроме того, годы с низкими значениями урожайности в подавляющем большинстве случаев приходятся на значения числа Вольфа ниже 60.

Физическая природа рассмотренной периодичности остается пока еще недостаточно ясной. В виде предположения можно говорить о связи ее с ритмичностью солнечной активности. Тем не менее, периодические колебания, установленные эмпирическим путем, представляют определенный интерес для сельскохозяйственной практики.

Исследования показывают, что урожайность зерновых зависит от характера текущего цикла солнечной активности. В период низкой солнечной активности вероятность засух выше, чем для периодов высокой солнечной активности. Есть основания полагать, что солнечная активность связана с летними дождями. Возможно, что в годы с низкой солнечной активностью воздушные массы из Атлантики, несущие дожди, не доходят до территории Казахстана.

Таким образом, данные о ветвях солнечного цикла и низкой области значений чисел Вольфа могут являться априорной информацией для оценки вероятности засух до начала вегетационного сезона. Следует отметить, что текущий солнечный цикл имеет наиболее низкие значения числа Вольфа за последние 100 лет.

Обобщенные данные блока априорной информации, доступной для дистанционного определения, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Априорная информация для определения потенциальной вероятности наступления и развития засушливости с указанием диапазонов значений параметров и бальности

Частота засух	значения	0...4	4...5	> 5
	балл	1	2	3
Возникновение засух 2...3 года подряд	значения	Нет повторяемости	2 сухих сезона подряд	Более 2-х сухих сезонов подряд
	балл	0	1	2
Дата схода снега	значения	Ранний сход	Норма	Поздний сход
	балл	3	2	1
Солнечный цикл (ветви)	значения	Восход. ветвь	Нисход. ветвь	
	балл	1	2	
Солнечный цикл (W)	значения	> 60	< 60	
	балл	1	2	

Выбрана 3-х балльная шкала. Для ряда параметров возможна только 2-х балльная шкала. Максимальное число баллов равно 12, минимальное – 4.

Сбор, актуализация априорной информации, ее анализ для оценки статистических данных, косвенных факторов (предвестников) наступления и развития засушливых явлений, определения трендов изменений параметров проводится до начала вегетационного сезона. Оценивается потенциальная вероятность развития засухи. Эта информация является стартовой.

Работа выполнена в рамках гранта МОН РК «Разработать информационную технологию мониторинга и прогноза засух на основе многолетних рядов данных дистанционного зондирования территории Казахстана» по приоритету «Информационные и телекоммуникационные технологии» бюджетной программы 217 «Развитие науки».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. III-VI Национальное Сообщение Республики Казахстан к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана, 2013. – 274 с.
2. Абишева З.М. Эколого-географические последствия засух в Казахстане в аспекте природопользования: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук – Алматы, 1995. – 24 с.
3. Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2010. – № 3. – С. 27-37
4. Белецкий Е.Н. Массовые размножения насекомых. История, теория, прогнозирование. – М.: 1999. – 203 с.
5. Витинский Ю.И., Копецкий М., Куклин Г.В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. – М.: Наука, 1986. – 201 с.
6. Витковская И.С., Батырбаева М.Ж., Муратова Н.Р. Возможности использования многолетней спутниковой информации при мониторинге засух для регионов Казахстана // Космические исследования и технологии. – 2013. – №1. – С. 33-37.
7. Возможность прогноза засух и урожаев [Электрон. ресурс]. – 2016. – <http://www.spec-kniga.ru/rasteniyevodstvo/pogoda-i-pole/zasuha-i-borba-zaurozhaj> (дата обращения: 30.01.2017)
8. Дружинин И.П., Хамьянова Н.В. Солнечная активность и переломы хода природных процессов на Земле: статистический анализ – М.: Наука, 1969. – 224 с.
9. Кауазов А., Дара А., Батырбаева М., Витковская И., Муратова Н., Сальников В., Турулина Г., Полякова С., Спивак Л., Тюребаева С. Исследование динамики дат схода снежного покрова в Северном Казах-

стане // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13. – № 1. – С. 161-168.

10. Мир вокруг нас: Число Вольфа (W) – индекс солнечной активности [Электрон. ресурс]. – 2016. – [http://www.hypernova.ru/zvezd/world/wolf\\_number](http://www.hypernova.ru/zvezd/world/wolf_number) (дата обращения: 30.01.2017)
11. Покровская Т.В. Синоптико-климатологические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. – Л.: Гидрометиздат, 1969. – 254 с.
12. Разработать технологии и алгоритмы ситуационного управления на основе многолетних рядов данных дистанционного зондирования Земли: Отчет о НИР / АО «НЦКИТ» – № ГР 0112РК00567; Инв. № 0212РК00989. – Алматы, 2012. – 130 с. – Ответственный исполнитель Сальников В.Г.
13. Разработка методов, моделей и геоинформационных технологий контроля, анализа и прогноза динамики процессов опустынивания на территории республики Казахстан: Отчет о НИР / АО «НЦКИТ» – № ГР 0112РК00383; Инв. № 0213РК01312. – Алматы, 2013. – 153 с. – Ответственный исполнитель Бекмухамедов Б.Э.
14. Спивак Л.Ф., Витковская И.С., Батырбаева М.Ж. Анализ межсезонных вариаций продуктивности растительного покрова Казахстана с использованием временных рядов ДЗЗ // Известия НАН РК. Серия физ.-мат. – 2008. – № 4. – С. 42-48.
15. Утешев А.С. Атмосферные засухи и их влияние на природные явления. – Алматы: Наука, 1972. – 176 с.
16. Kogan F.N. Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas // Int. Journal of Remote Sens. – 1990. – Vol. 11. – P. 1405-1419.
17. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A. and Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS // Third ERTS Symposium. – NASA SP-351. – 1973. – Vol. 1. – P. 309-317.
18. Solar Influences Data Analysis Center (SIDC) [Электрон. ресурс]. – 2016. – <http://www.sidc.be> (дата обращения: 30.01.2017)
19. Spivak L., Vitkovskaya I., Baturbayeva M., Terekhov A. Detection of Desertification Zones Using Multi-Year Remote Sensing Data. NATO Science for Peace and Security Series – C: Environmental Security Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability, Springer, 2010. – P. 235-241.

Поступила 21.02.2017

Техн. ғылымд. докторы  
Физ-мат. ғылымд. канд.  
Техн. ғылымд. канд.

Л.Ф. Спивак  
И.С. Витковская  
М.Ж. Батырбаева

## ВЕГЕТАЦИЯЛЫҚ МАУСЫМНЫҢ ШАРТТАРЫН АПРИОРЛЫ ТҮРДЕ БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН ҚАШЫҚТЫҚТАН АНЫҚТАЛАТЫН ПАРАМЕТРЛЕРІН ҚОЛДАНУ МҮМКІНШІЛІГІ

**Түйін сөздер:** қашықтықтан барлау, вегетациялық индекстер, құрғақшылық, қар жамылғысы, күн белсенділігі

Егіннің қалыптасу шарттарын алдын-ала бағалауға маңызды рөл атқаратын ағымдағы вегетациялық маусымның басының, қосалқы факторлар бойынша, априорлы ақпараттарының талдауы қолайлы немесе қуаңшылық жағдайлардың болу ықтималдығын алдын-ала бағалауға мүмкіншілік береді. Мұндай факторлардың іріктеп алынуы аймақтың агроклиматтық ерекшеліктері мен көпжылдық бақыланған ақпараттардың бар болуы арқылы анықталады.

Маусымның басында анықталатын қолайлы ауа-райы шарттар деңгейлерін алдын-ала бағалау үшін зарыштық кескіндеменің деректері арқылы есептелген қуаңшылықтың болу ықтималдығымен бірге қашықтықтан анықталатын параметрлер жиынтығы; алдыңғы өткен маусымның температуралы-ылғалдылық жағдайы; қыс-көктем маусым аралығындағы қар жамылғысының ери бастауының сипаттамалары; күндік циклдің ерекшеліктері беріледі.

Spivak L., Vikovskaya I., Bатыrbayeva M.

## THE POSSIBILITY OF USING OF REMOTE DEFINED PARAMETERS FOR A PRIORI ASSESSMENT OF THE VEGETATION SEASON CONDITIONS

**Keywords:** remote sensing, vegetation indices, drought, snow cover, solar activity

*The analysis of the prior information before beginning of the current vegetation season allows previously estimate the probability of weather conditions using some indirect factors. It is important for the early assessment of the expected crop conditions. Selection of similar factors is determined by agro-climatic characteristics of the territory, availability and accessibility of information from long-term observations.*

*Authors offer a set of remotely-defined parameters including probability of occurrence of droughts, which calculated from remote sensing. data; conditions of temperature and humidity in previous seasons; characteristics of spring snowmelt; the solar cycle features.*

УДК 551.517.31.6

Канд. геогр. наук

З.С. Аллахвердиев<sup>1</sup>Р.Ю. Ахмедова<sup>1</sup>

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ И НАПРАВЛЕНИЯХ ВЕТРА НА СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ КАСПИИ

**Ключевые слова:** поверхностная волна, высота волны, скорость ветра, направление ветра, градация

*Статья посвящена исследованию ареалов распространения поверхностных волн, сформированных в результате различных направлений и скоростей ветра на Среднем и Южном Каспии. В исследовании использованы материалы натуральных измерений ветра и волн на гидрометеорологических станциях и судовых наблюдений. Рассчитана средняя высота поверхностных волн, разбитых по пяти градациям скорости ветра различных направлений. На основе выявленных закономерностей составлены карты-схемы.*

**Введение.** Регулярные наблюдения ветра и поверхностных волн на Каспийском море впервые начались в 1916 г. На открытой части Среднего и Южного Каспия измерения поверхностных волн проводились в 1924 г. во время экспедиции. Комплексные исследования поверхностных волн впервые начались с 1933 г. В 1953...1955, 1958...1961, 1964...1968, 1968...1971, 1974...1975 гг. были проведены экспедиционные исследования. По результатам этих работ был составлен атлас ветров и волн Северного, Среднего и Южного Каспия [1, 2].

Необходимо отметить вклад И.В. Фигуровского, Л.Н. Иконниковой, С.Д. Кошинского, Т.М. Шихлинского, А.А. Мадатзаде, А.А. Керимова, М.У. Вапняра, Л.П. Тамбовцевой, З.И. Татлыевой и многих других в изучении Каспийского моря, и в особенности режима ветра и волн [2].

Нельзя не отметить одну из самых значимых работ – монографию Р.М. Мамедова «Гидрометеорологический атлас Каспийского моря» [5].

Учитывая климатические изменения, происходящие с течением времени, и множество информации, полученной в результате натуральных

---

<sup>1</sup> Институт географии им. акад. Г.А. Алиева, НАН Азербайджана, Баку

измерений, возникает необходимость заново провести исследования.

**Акватория исследований и сбор материалов.** За акваторию исследований взят Средний и Южный Каспий. Основная цель исследования состоит в выявлении закономерностей режимов поверхностных волн при различных направлениях и градациях скорости ветра. В исследовании режима поверхностных волн на Среднем и Южном Каспии использована информация гидрометеорологических пунктов наблюдения за 1980...2010 гг. При анализе были использованы следующие градации скоростей ветра 5...9, 10...15, 16...21, 22...25 и > 25 м/с. В расчётах высоты поверхностных волн наряду с информацией, полученной в результате натуральных измерений, также использованы формулы и таблицы определения высоты ветровых волн [3, 4, 6, 7, 8, 9].

**Распределение поверхностных волн при различных направлениях и градациях скорости ветра.** В первую очередь рассмотрим поверхностные волны, сформированные в результате СЗ и ССЗ ветров (I тип). В результате обработки наблюдений видно, что в Южном Каспии скорость ветров, равная 5...9 м/с, уменьшается по направлению к югу. Ветры этого направления достигают самой высокой скорости (8 м/с) в Абшеронском морском районе [1, 2]. В это время в упомянутом районе моря формируются поверхностные волны высотой около 1 м (3 балла), рис. 1а и 1б.

Ветры скоростью 10...15 м/с в основном полностью охватывают Южный Каспий. Наиболее часто повторяющаяся скорость в этой градации составляет 13 м/с и наблюдается в прибрежной зоне Баку – Алят. Ветры этой градации в Южном Каспии способны сформировать поверхностные волны, достигающие высоты 2 м (4 балла). Далее к югу скорость ветра ослабевает до значений < 5 м/с и в районе Алят в открытом море высота поверхностных волн уменьшается (рис. 1).

Южный Каспий может полностью оказываться под влиянием ветров в интервале скоростью 16...20 м/с. Максимальная скорость ветра (18 м/с) наблюдается вблизи Бакинской бухты. Во время таких сильных ветров по направлению к городу Астара, в открытом море, формируются поверхностные волны высотой около 3 м (5 баллов), рис. 1а, 1б. Возле Гасан-Гулу скорость ветра ослабевает до 5 м/с [1, 2].

Сильные ветры в градации 21...25 м/с, сохраняют свое воздействие до юга Каспия. В это время вблизи Гасан-Гулу скорость ветра бывает меньше 9 м/с, а в районе Баку – Алят – более 22 м/с. Во время таких ветров в Южном Каспии формируются поверхностные волны, достигающие

4 м (6 баллов). Когда наблюдаются такие ветры, в Абшеронском морском районе (на территории, близком к берегу), скорость ветра может превышать 30 м/с. Такие сильные ветры формируют поверхностных волн высотой 5...6 м (7 баллов), рис. 1а, 1б. Далее на юго-восток скорость ветра уменьшается и достигает 10 м/с.

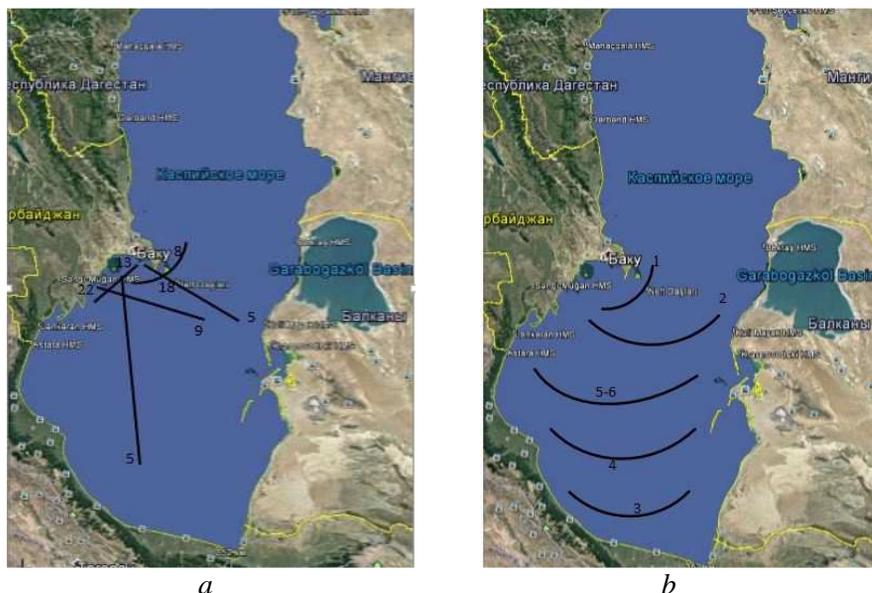


Рис. 1. а – распределение I типа ветров в Среднем и Южном Каспии, м/с; б – волны, сформированные ветрами I типа в Среднем и Южном Каспии, м.

Ветры ССВ направления (II тип) в исследуемом районе, направляясь к югу, закономерно уменьшают свою скорость. Таким образом, ветры скоростью 5...9 м/с, достигают максимальной силы на акватории моря в районе Алята. Далее к югу скорость снижается до 4 м/с [1, 2]. Ветры, обладающие такой скоростью, вблизи точек пересечения 52° с.ш. и 40° в.д., обладают силой для формирования поверхностных волн высотой 1,6 м (4 балла), рис. 2а, 2б.

Ветры, имеющие скорость 10...15 м/с наблюдаются в бухте Сангачал (14 м/с). Далее на юг скорость ветра составляет менее 5 м/с. При таких ветрах в открытом море высота поверхностных волн доходит до 3 м (5 баллов). В южном направлении высота поверхностных волн постепенно снижается и приближается к 2 м (4 балла), рис. 2а, 2б.

Ветры II типа в градации 16...20 м/с, наблюдаются в прибрежной зоне Абшеронского полуострова. К югу скорость ветра постепенно ослабевает до 5 м/с. При таких ветрах формируются поверхностные волны, которые в районе Нефтяных Камней достигают высоты 3,5 м (6 баллов). В

направлении Лянкаран – Астара – 2 м (4 балла), в иранской части Каспия 1 м (3 балла), рис. 2а, 2б.

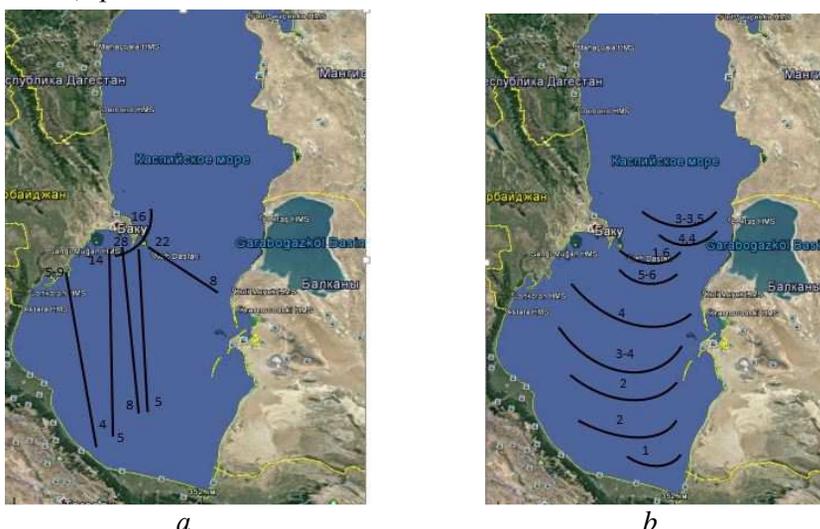


Рис. 2. а – распределение ветров II типа на Среднем и Южном Каспии, м/с.  
 б – волны, сформированные ветрами II типа, м.

С увеличением скорости ветра II типа, увеличивается область их влияния в Южном Каспии. Вблизи бухты Говсана скорость ветра превышает 22 м/с. На юге Каспия, возле Гасан-Гулу, скорость ветра достигает до 8 м/с. При такой ситуации высота поверхностных волн в морском районе Нефтяных Камней достигает 5...6 м (7 баллов). В направлении к устью р. Куры, в открытом море высота поверхностных волн достигает 4 м (около 6 баллов), в направлении Лянкаран – Астара, в открытом море, 3 м (5 баллов) и, наконец, в иранских водах Каспия достигает до 2 м (4 балла), рис. 2а, 2б.

При скоростях ветра, превышающих 25 м/с, в море, к югу от г. Баку, скорость ветра превышает 28 м/с, постепенно снижаясь к юго-востоку до 8 м/с. В таких случаях в Абшеронском морском районе (за исключением прибрежных зон) формируются поверхностные волны высотой 4,4 м (6 баллов), по направлению к устью р. Куры, в открытом море – 4 м (около 6 баллов), и, в направлении Лянкаран – Астара достигает до 2...3 м (5 баллов), рис. 2а, 2б.

Рассмотрим режим ветров СВ и ВСВ (III тип) направления. При первой градации (5...9 м/с), в прибрежных зонах Южного Каспия от города Баку до района устья р. Куры, максимальная скорость ветра колеблется в пределах 5...6 м/с. А на восточном берегу Южного Каспия, в окрестностях залива Туркменбаши, достигает до 7 м/с [1, 2]. Ветры этого типа формируют

поверхностные волны высотой до 1 м (около 3 баллов) на большей части акватории от Форт-Шевченко до залива Туркменбаши возле восточного берега Каспия (на расстоянии 70...90 м от берега), рис. 3а, 3б.

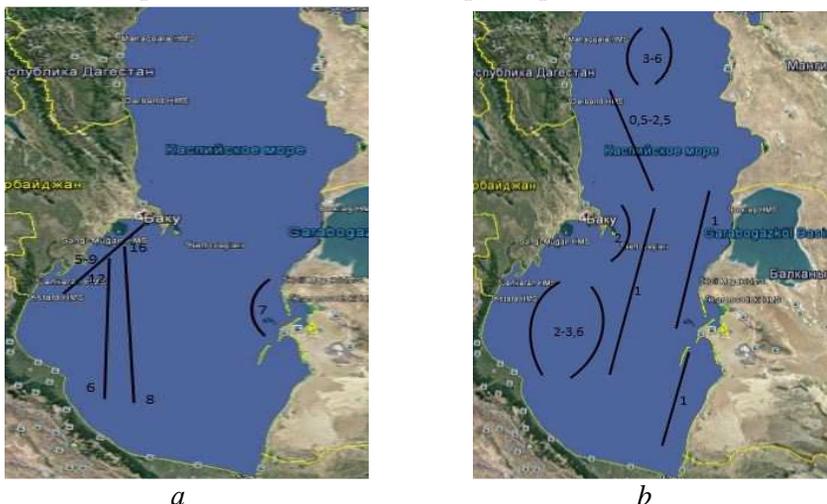


Рис. 3. а – распределение ветров III типа на Среднем и Южном Каспии, м/с.  
 б – волны, сформированные ветрами III типа, м.

При ветрах скоростью 10...15 м/с, в Южном Каспии постепенно изменяется их направление в сторону юга. В таких случаях в направлении Баку – Алят, в открытом море максимальная скорость ветра превышает 12 м/с. Далее на юг, скорость падает до 6 м/с (по направлению к городу Пехлеви). Такие ветры на восточном берегу Южного Каспия формируют поверхностные волны высотой, достигающей 1 м (3 балла). В это время в окрестностях Апшеронского полуострова образуются поверхностные волны с высотой около 2 м (4 балла), рис. 3а, 3б.

При ветрах III типа между пунктами Баку и Алят наблюдаются ветры скоростью до 16 м/с. Далее на юг (в направлении г. Энзели) скорость ослабевает до 8 м/с. Во время ветров III типа на восточном берегу, образуются волны, достигающие высоты 1 м (3 балла). На азербайджанской акватории Каспия, в открытом море в сторону берега возникают поверхностные волны в форме колец, имеющие высоту 2...3,6 м (около 6 баллов), рис. 3а, 3б.

К IV типу относятся ветры ЮВ направления. При этих ветрах в прибрежной зоне Баку – Лянкаран скорость ветра достигает 3 м/с, на середине между Средним и Южным Каспием – около 6 м/с. В Среднем Каспии и вблизи Махачкалы скорость доходит до 9 м/с [1, 2]. При такой ситуации в упомянутых морских районах высота поверхностных волн может дости-

гать 0,5 м (3 балла), 1,2 м (4 балла) и 2,5 м (5 баллов), рис. 4а, 4б.

При ЮВ ветрах в Апшеронском морском районе Южного Каспия наблюдаются скорости ветра в промежутке 6...7 м/с. Далее в направлении движения воздушный поток увеличивает свою скорость, и вблизи Махачкалы она составляет 13 м/с и более. Во время таких ветров высота сформировавшихся поверхностных волн достигает 1 м (3 балла). В Среднем Каспии высота поверхностных волн постепенно увеличивается и, в окрестностях Махачкалы, на маленькой круговой территории, высота поверхностной волны бывает в промежутке 3...6 м (6...7 баллов), рис. 4а, 4б.

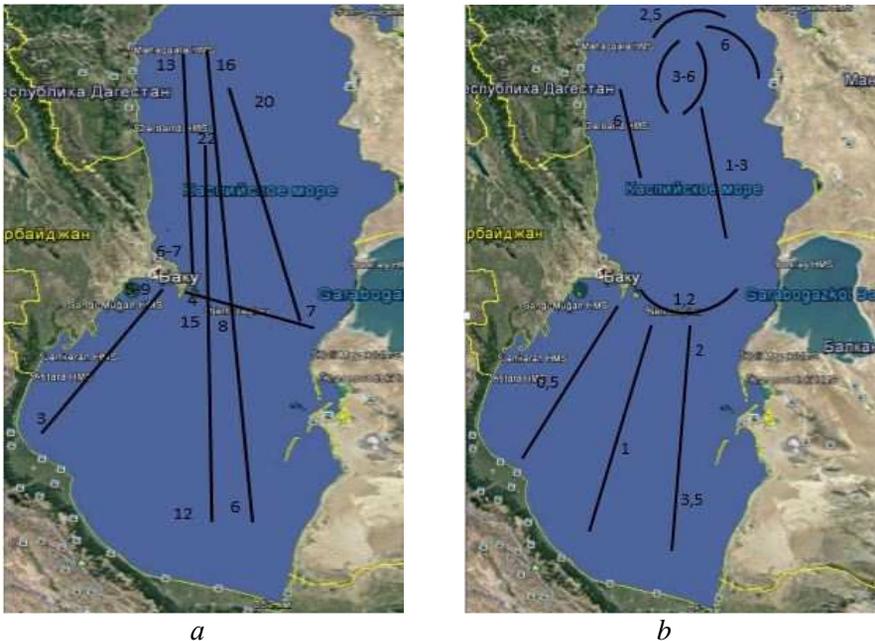


Рис. 4. а – распределение ветров IV типа на Среднем и Южном Каспии, м/с.  
 б – волны, сформированные ветрами IV типа, м.

При ЮВ ветрах на Южном Каспии, за исключением залива Красноводск, скорость ветра достигает 8 м/с и более, на остальной исследуемой территории не превышает 6 м/с. В районе Махачкалы скорости могут превышать 16 м/с. При наличии ветров IV типа, в Южном Каспии формируются поверхностные волны, имеющие высоту около 1 м (3 балла). А в Среднем Каспии их высота бывает в промежутке 1...3 м (4...5 баллов). В юго-восточной части Южного Каспия и до Апшерона при ветрах юго-восточного направления не наблюдаются скорости в интервале 21...25 м/с. В Среднем Каспии скорости увеличиваются и в акватории Махачкалы они превышают 20 м/с. В таких случаях с юга на север постепенно формируются поверхностные волны высо-

той от 0,5 м до 2 м. Рост волн наблюдается и в северной части Среднем Каспии в его северной части. В открытом море, возникают условия для формирования поверхностных волн высотой до 6 м (7 баллов), рис. 4а, 4б.

При юго-восточных ветрах наибольшие скорости наблюдаются в районе Дербента (22 м/с). Во время таких мощных ветров в Южном Каспии высота поверхностных волн увеличивается с юга на север с 2 м (5 баллов) до 3,5 м (6 баллов). Это увеличение продолжается и в Среднем Каспии. В акватории Дербента высота поверхностных волн достигает 6 м (7 баллов), рис. 4а, 4б.

Летом во время ветров, обладающих такой скоростью, на севере Южного Каспия формируются поверхностные волны высотой 0,5 м (2 балла). В Среднем Каспии, с юга на север высота поверхностных волн увеличивается. В направлении Дербент – Махачкала, в открытом море формируются волны, имеющие высоту 4...5 м (6 баллов).

При юго-западных ветрах (V тип) в градации 5...9 м/с, в отдельных районах Южного Каспия, эти ветры обладают разными скоростями, которые обычно не превышают 7 м/с. Только в центре Среднего Каспия скорость ветра доходит до 8 м/с [1, 2]. Во время таких ветров, на протяжении южного берега Южного Каспия, высота волн доходит до 0,5 м (2 балла). В Среднем Каспии, в вышеупомянутой акватории, возникают поверхностные волны с высотой, достигающей до 1,2 м (4 балла), рис. 5а, 5б.

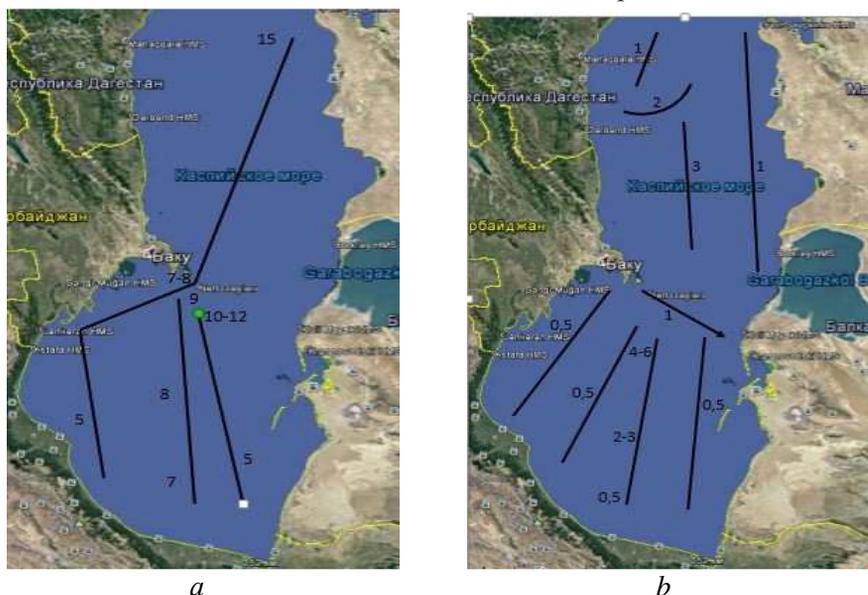


Рис. 5. а – распределение ветров V типа на Среднем и Южном Каспии, м/с. б – волны, сформированные ветрами V типа, м.

Скорости ветра V типа в градации 10...15 м/с наблюдаются, начиная с района устья реки Куры до южного побережья Каспия, скорость ветра бывает менее 5 м/с. В этом же районе моря наблюдается постепенный рост скорости ветра в севером направлении. В районе Нефтяных Камней скорость ветра достигает 7...8 м/с, а в окрестностях Форт-Шевченко превышает 15 м/с. Ветры с такими скоростями формируют на юге Каспия поверхностные волны высотой 0,5 м (2 балла). В северной части Южного Каспия, вдоль восточного берега Каспия от Форта Шевченко до Туркменбаши волны достигают высоты 1 м (3 балла). Поверхностные волны высотой выше 2 м (5 баллов) формируются в части территории Среднего Каспия между Форт-Шевченко и Дербентом, рис. 5а, 5б.

При скорости ветра в градации 16...20 м/с в Среднем и Южном Каспии первоначальная ситуация повторяется. Но в этом случае скорость ветра бывает высокой. При наличии этих ветров, на большой территории до юга Каспийского моря, формируются поверхностные волны высотой 0,5 м (3 балла). В направлении Апшеронского полуострова и Гасан-Гулу высота поверхностных волн юго-западного направления доходит до 1 м (3 балла). А в Среднем Каспии с юга на север постепенно увеличивается с 2 до 4 м (4...6 баллов), рис. 5а, 5б.

При юго-западных ветрах в градации 21...25 м/с, на иранской акватории Каспия и до г. Баку в западных прибрежных зонах скорость ветра меньше 5 м/с. Но, при движении ветра в сторону севера-запада, его скорость в районе Нефтяных Камней превышает 10...12 м/с. Во время таких ветров в упомянутых районах моря формируются поверхностные волны с высотой волны соответственно 0,5 м (2 балла), 2...3 м (4...5 балла) и 4...6 м (6...7 баллов), рис. 5а, 5б.

На Каспийском море ветры циклонических вихрей, относящиеся к V типу, отличаются сложными особенностями. Эти ветры, направленные в Каспийское море в основном с западного берега (между Зарат-Астара) и северо-западнее залива Кара-Богаз-Гол, изменяя направление в Форт-Шевченко (сначала на запад, затем на восток), в центре Среднего Каспия, порождают вихри [1, 2].

Скорость таких ветров обычно не превышает 20 м/с, и они в Среднем Каспии порождают сложный волновой режим, одновременно высота поверхностных волн в центре Среднего Каспия доходит до 3 м (5 баллов), в районах Форт-Шевченко и Нефтяные Камни – до 2 м (4 балла), в северо-восточной части Южного Каспия – до 1 м (3 балла), рис. 5а, 5б.

Сравнивая вычисленные высоты поверхностных волн для различных градаций скоростей и направлений ветра в Среднем и Южном Каспии, полученные авторами, с аналогичными показателями, приведенными в [1, 5], отчётливо выявляется похожие и отличающиеся величины. Эту разницу можно объяснить тем, что в данном исследовании большая часть информации взята из экспедиционных исследований. Вторым фактором отличия может быть усреднение полученных количественных показателей и различные подходы к расчётам в исследованиях [3, 4, 6, 7, 8, 9].

**Выводы.** Определены ареалы распределения поверхностных волн по пяти типам направления ветра в Среднем и Южном Каспии, вычислена средняя высота волн и составлены карты-схемы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас волнения и ветра Среднего и Южного Каспия. – Л.: Гидрометеоздат, 1968. – 92 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VI. Каспийское море. Вып. I. Гидрометеорологические условия / Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 360 с.
3. Давидан И.Н., Рожков В.А., Андреев Б.М. Вероятностные характеристики волнения, методы их анализа и расчета. // Тр. ГОИН. – 1971. – Вып. 97. – 186 с.
4. Иконникова Л.Н. Расчет волн Каспийского моря и ветра над ним. // Тр. ГОИН. – 1960. – Вып. 50. – С. 54-144.
5. Мамедов Р.М. Гидрометеорологический атлас Каспийского моря. – Баку: «Нафта-Пресс», 2014. – 300 с.
6. Расчет режима морского ветрового волнения. Методические указания. // Тр. ГОИН. – 1979. – Вып. 42. – 96 с.
7. Руководство по расчету морского волнения и ветра над морем. – М.: Гидрометеоздат, 1959. – 255 с.
8. Руководство по расчету параметров ветровых волн. – М.: Гидрометеоздат, 1969. – 138 с.
9. Титов Л.Ф. Ветровые волны. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 296 с.

Поступила 9.03.2017

Геогр. ғылымд. канд.   З.С. Аллахвердиев  
Р.Ю. Ахмедова

**ОРТАЛЫҚ ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК КАСПИЙДЕГІ ЖЕЛДІҢ ӘРТҮРЛІ  
ЖЫЛДАМДЫҒЫ МЕН БАҒЫТЫНДАҒЫ БЕТКІ  
ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫ**

**Түйін сөздер:** беткі толқын, толқын биіктігі, жел жылдамдығы, градация

*Мақала, Орталық және Оңтүстік Каспийдегі желдің әртүрлі бағыты мен жылдамдығының нәтижесінде құрылған беткі толқындардың таралу ареалдарын зерттеуге арналған. Зерттеуде гидрометеорологиялық станцияларда жүргізілген жел мен толқынның далалық өлшеу мәліметтері қолданылған. Сонымен қатар кемеден бақылау деректері де қолданған. Әртүрлі бағыттағы желдің бес градациясына бөлінген беткі толқынның орташа биіктігі есептелген. Анықталған заңдылықтар негізінде карта-сұлбасы жасалынды.*

Allakhverdiyev Z.S., Akhmadova R.Y.

#### **THE RESEARCH OF THE SURFACE WAVE AT THE DIFFERENT SPEED GRADUATIONS OF WIND TYPES IN MIDDLE AND SOUTH CASPIAN**

**Keywords:** surface wave, wave height, wind speed, wind direction, graduation

*The article has devoted to the research of the distribution areal of the surface wave by height, forming during different wind types in Middle and South Caspian. In the research have been used data of natural measurements and the made analogue information by the wind and by the surface wave. In the article have been calculated heights of the surface wave created by the 5 speed graduations of the each wind type and have been created the map –scheme of their distribution regularity.*

УДК 551.311.21:627.141.1

Доктор геогр. наук

Б.С. Степанов<sup>1</sup>

Доктор техн. наук

Р.К. Яфязова

**СЕЙСМИЧЕСКОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ О СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ**

**Ключевые слова:** сель, селевая опасность, сейсмический сигнал, сейсмическая станция, плотина, прогноз, метод

*Наличие сейсмических станций, расположенных в горной (предгорной) зоне хребтов, климат которых благоприятствует формированию селей, позволяет получать информацию об их зарождении, развитии и деградации вне зависимости от генезиса селей. Использование данных сейсмических наблюдений – наиболее информативный, надежный и мало затратный способ оповещения о селевой опасности.*

Жарко в горах бывает слишком часто, чтобы всякий раз объявлять гляциальную селеопасность, к тому же без указания точного адреса. Если в течение 10 лет более 30 раз бить ложную тревогу, то к моменту прохождения даже предсказанного селя отношение к таким прогнозам может стать только ироническим.

Ю.Б. Виноградов

Селевые потоки являются основным природным механизмом переноса крупных фракций рыхлообломочных горных пород из верхнего уровня накопления (морены, продукты обвалов, каменных глетчеров и т.д.) на средний уровень (предгорную равнину). Сель – природное или антропогенное явление, ущерб, наносимый им, может быть сравним с последствиями сильного землетрясения. В зависимости от генезиса и условий формирования сели, приводящие к гибели людей, могут иметь объем от сотен кубометров до нескольких сотен миллионов кубометров.

Так, грязекаменный сель, образовавшийся 30 марта 1956 г. при взрыве вулкана Безымянный (Камчатка), прошел по долинам рек Сухой и Большой Хапицы до реки Камчатки 90-километровый путь и сформировал

---

<sup>1</sup> Казгидромет, г. Алматы

большие поля селевых отложений. Общий объем перемещенной и отложенной массы по самым скромным оценкам достигал 500 млн. м<sup>3</sup> [3].

По данным И.В. Мушкетова, сейсмогенный сель 1887 г., образовавшийся в долине р. Проходная (приток р. Улькен Алматы) в результате разжижения древней морены и отложившийся в основном в долине р. Улькен Алматы, имел объем около 50 млн. м<sup>3</sup>.

Антропогенный сель 1988 г., сформировавшийся в результате прорыва накопителя сточных вод г. Алматы, имел объем, близкий к 70 млн. м<sup>3</sup> [12]. Гляциальные сели в бассейнах рек Есик, Киши и Улькен Алматы (хребет Иле Алатау) имели объем несколько миллионов кубометров. Крупные сели за последние десятилетия формировались в бассейнах рек Каскелен, Талгар, Сарканд и др. Ущерб, нанесенный селями, исчисляется сотнями миллионов долларов, погибли сотни человек.

С потеплением климата селевая активность возрастает и к середине 21 века может многократно превысить таковую, имевшую место в 20 столетии. В связи с ростом населения, проживающего в зонах воздействия селей (в том числе г. Алматы), расширения рекреационных зон и горного туризма, важную роль приобретает не только защита от селей, но и своевременное оповещение о селевой опасности.

Наиболее эффективным способом уменьшения ущерба, наносимого селями, является сооружение плотин. Однако наличие нескольких селевых очагов в селевых бассейнах и особенности морфологии долин часто вынуждают осуществлять строительство селехранилищ в зонах, прилегающих к конусам выноса, на которых располагаются населенные пункты или объекты хозяйственного назначения. При этом часть долины, расположенная выше селехранилища, где проходят автомобильные дороги, гидротехнические сооружения, а подчас построены детские лагеря, гостиницы и рестораны, жилища местного населения и т.д. остаются незащищенными. К сожалению, в настоящее время далеко не все горные долины и предгорные зоны оснащены противоселевыми сооружениями. В такой ситуации предотвращение или уменьшение ущерба, обусловленного гибелью людей и утратой движимого имущества, достигается путем прогнозирования и оповещения о селевой опасности.

Сели, формирующиеся в Казахстане, могут иметь различный генезис: дождевой, гляциальный, сейсмический и антропогенный:

дождевые сели образуются в результате выпадения в горной местности интенсивных и продолжительных жидких осадков;

гляциальные сели возникают при прорыве поверхностных и подземных водоемов моренно-ледниковых комплексов, обрушении больших объемов горных пород на поверхность ледников и последующей трансформации смеси горных пород и льда в грязекаменную массу;

сейсмогенные сели образуются в результате разжижения водонасыщенных массивов горных пород вследствие сейсмических колебаний, обусловленных землетрясениями;

антропогенные сели – продукт прорыва водоемов и хвостохранилищ, а также следствие бесконтрольного обводнения садово-огородных участков, расположенных на крутых (и не очень крутых) склонах в низкогорной зоне; причиной обводнения может служить и неисправность водопроводных и канализационных сетей.

Состояние изученности природы гляциальных селей, а также наличие информации о характеристиках, определяющих вероятность их формирования, недостаточно (с экономической точки зрения) для прогнозирования селей упомянутого генезиса. Безопасность, обусловленная возможностью формирования селей гляциального генезиса, должна обеспечиваться своевременным опорожнением опасных водоемов, созданием дренажной сети в гляциальной зоне, исключающей накопление опасных объемов талых вод.

Качество прогноза сейсмогенных селей определяется состоянием прогноза времени, интенсивности, положения в пространстве эпицентра землетрясения, детального геологического строения района и т.д. В настоящее время надежность прогноза этих характеристик не позволяет прогнозировать сели сейсмического генезиса.

Опасность антропогенных селей может снижаться путем научно обоснованных методов проектирования и эксплуатации водохранилищ, хвостохранилищ, систем водоснабжения и канализации, контроля за степенью увлажнения массивов рыхлообломочных пород, сдвиг которых может приводить к формированию оползней, трансформирующихся в сели.

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 из-

менении 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 убраться 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» [3].

Предикторами, играющими важную роль при прогнозе селей дождевого генезиса, являются температура воздуха, фаза (твердая, жидкая) выпадающих осадков, их слой и интенсивность, высота нулевой изотермы, степень увлажнения селеформирующих грунтов, характеристики водосбора. Учитывая особую роль интенсивности и продолжительности осадков, в Казахстане и на южном склоне Большого Кавказа для их получения предпринимались попытки использовать метеорологические радиолокаторы. Однако из-за сложности горного рельефа относительно большая погрешность измерения характеристик осадков не позволяла получить необходимые материалы.

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. 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.

Поскольку сели бассейнов рек Киши и Улкен Алматы угрожают г. Алматы, а оправдываемость краткосрочных прогнозов селей дождевого генезиса низка, возникла необходимость в разработке метода прогноза селей без привлечения данных прогноза осадков [10].

В период 2008...2010 гг. в РГП «Казгидромет» был разработан метод сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы [11]. Метод основан 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.

Поскольку заблаговременность сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей относительно невелика, представляется целесообразным ее увеличение 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, обеспечивающей 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 прогностическому подразделению, 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 селя, прогностическим подразделением 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.

Качество прогнозов оценивается оправдываемостью и предупрежденностью. Оправдываемость определяется как частное от деления числа оправдавшихся прогнозов на число прогнозов. Предупрежденность равна частному от деления числа оправдавшихся прогнозов на сумму числа прогнозов плюс число селевых явлений, не предусмотренных прогнозом.

В результате анализа матрицы сопряженности фактического и прогностического состояния, а также матрицы потерь, Т.Л. Киренской установлено, что стратегия доверия прогнозу селей, при 100 % предупрежденности, целесообразна при составлении одного перестраховочного прогноза в течение 2-х лет [4, 5].

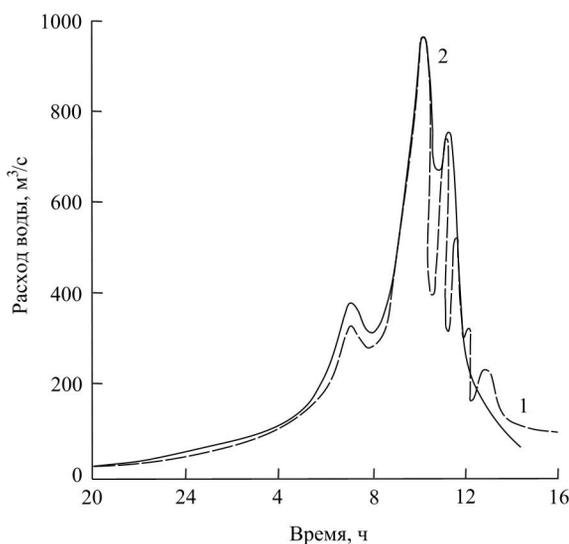
Многочисленность очагов зарождения селей (только на северном склоне Иле Алатау их несколько сотен), различие в генезисах селеобразования делают систему оповещения о селевой опасности, базирующуюся на гидрометеорологической информации, и ее передаче по космическим каналам связи, громоздкой и дорогостоящей.

В 1972...1978 гг. Казахским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом (КазНИГМИ) проводились эксперименты по искусственному воспроизведению селей в натуральном масштабе. Максимальный расход селей достигал  $420 \text{ м}^3/\text{с}$ , что соответствует расходам средних (по масштабам) катастрофических природных селей.

В ходе экспериментов, с целью получения данных о расходах селя в различных створах в зависимости от расхода воды, дальности прохождения селя и т.д., применялся сейсмический способ измерения расхода селя [1]. Сейсмический способ основан на измерении и регистрации сейсмиче-

ских колебаний, возбуждаемых в горных породах при прохождении селей. К достоинствам сейсмического метода относится то, что датчики располагаются вне зоны разрушительного воздействия селя. Это позволяет получать непрерывную информацию об основных характеристиках селей, что создает условия для оптимизации мероприятий, направленных на снижение ущерба, наносимого селями.

В 1973 г. пульсирующий ледник Медвежий (Памир, бассейн р. Ванч) перегородил долину р. Абдукагор, образовалось ледниково-подпрудное озеро с объемом около 27 млн. м<sup>3</sup> и максимальной глубиной 110 м. Сейсмический способ успешно применялся при определении расхода катастрофического паводка, образовавшегося в результате прорыва подпрудного озера. Максимальный расход паводка достигал 1000 м<sup>3</sup>/с (рис. 1) [7].



*Рис. 1. Гидрограф паводка, возникшего при прорыве подпрудного озера ледника Медвежий. По данным: 1 – сейсморасходомера; 2 – об опорожнении озера.*

В том же году (после просмотра сейсмограмм, полученных на сейсмостанции Талгар при прохождении селя на р. Киши Алматы в 1973 г.) нами была предпринята попытка заинтересовать сейсмологов Института физики Земли АН СССР проблемой оповещения о селевой опасности с использованием сейсмической аппаратуры упомянутой сейсмостанции. Известно, что сейсмический метод использовался в системах определения координат и мощности ядерных взрывов. В сети наблюдений за природными землетрясениями и взрывами принимала участие и сейсмиче-

ская станция Талгар. Амплитуда сигнала, обусловленного движением селя в бассейне р. Киши Алматы в 1973 г., на порядок превышала чувствительность сейсмографа, установленного на станции и располагавшегося в штольне, пройденной в коренных породах бортовой части долины реки, образованной слиянием рек Правый и Средний Талгар.

Однако привлечение аппаратуры сейсмостанции Талгар для оповещения о селевой опасности сдерживалось частотой прохождения селей, информация о характеристиках которых могла использоваться при разработке методов интерпретации данных сейсмических наблюдений, недостаточным количеством станций и загруженностью научных работников другими проблемами.

Сейсмический способ измерения характеристик селей использовался при разработке сейсмического оповестителя о селевой опасности Научно-исследовательским институтом приборостроения Госкомгидромета СССР и Казахским гидрометеорологическим институтом [2, 6]. Оповеститель прошел приемочные испытания, однако его внедрению в Казахстане помешал распад СССР.

Сейсмический метод, с использованием данных сейсмических станций, используется для получения информации о грозах и взрывах химически веществ; разработаны методы оценки координат и характеристик оползней [8]. Оползневые процессы наносят значительный ущерб экономике, приводят к разрушениям на большой территории и человеческим жертвам. Так, в результате схода оползня в ущелье Талды-Булак 13 марта 2004 г. погибло 29 человек. На рис. 2 представлены сейсмограммы этого оползня, а на рис. 3 – карта расположения сейсмических станций и эпицентров оползней, произошедших в предгорьях Иле Алатау вблизи г. Алматы [9].

Характерной особенностью сейсмических сигналов, генерируемых селем, являются большая продолжительность и постепенный рост амплитуды по мере увеличения расхода и «удлинения» потока.

В настоящее время объем информации о зарождении селей, условиях их формирования и характеристиках, дальности продвижения селей, в том числе данные, полученные при воспроизведении искусственных селевых потоков на Шамалганском полигоне КазНИГМИ, характера разрушений, обусловленных воздействием селей и ущербе, нанесенном ими, позволяет разработать методы интерпретации сейсмических колебаний, возбуждаемых селями, результаты которых будут использоваться органами ЧС для предупреждения об опасности селей. Существующие сети на-

блюдений за землетрясениями и гидрометеорологической обстановкой позволят полностью автоматизировать процесс опознавания сейсмических сигналов, обусловленных селями, оценивать изменение их характеристик во времени и пространстве.

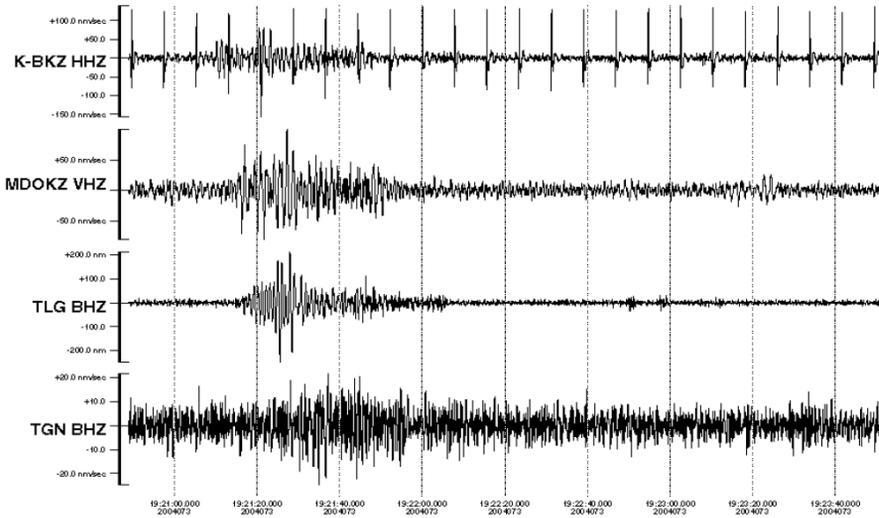


Рис. 2. Сейсмическая запись оползня 13.03.2004 19:21 (GMT),  $j = 43.2894^\circ$ ,  $l = 77.1611^\circ$ .

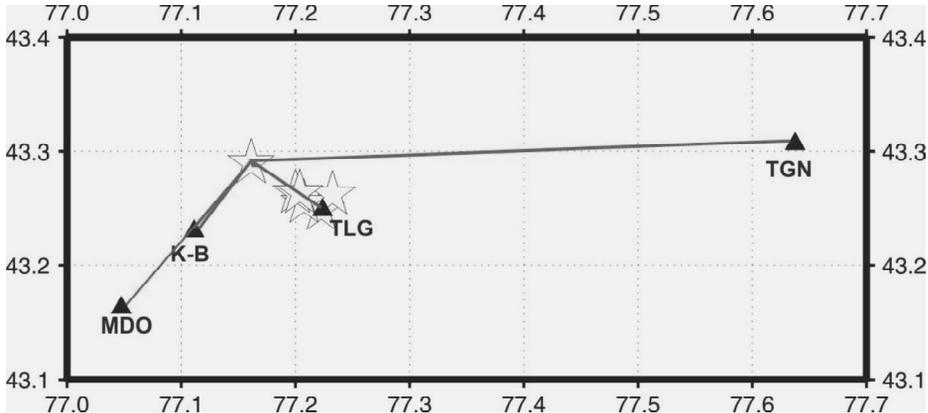


Рис. 3. Карта расположения эпицентров оползней (звездочки) и сейсмических станций (треугольники).

Важным достоинством сейсмического способа, на основе данных существующей сети наблюдений за землетрясениями и вне зависимости от генезиса селей, является охват прогнозом больших территорий (без необходимости крупных капиталовложений в создание многочисленных пунктов наблюдений за изменением гидрометеорологических характеристик и затрат на их функционирование в сложных условиях горной местности), а

также отсутствие затрат на передачу оперативных данных по каналам космической связи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 539220 СССР, М. Кл 2 G 01 F 1/66. Способ измерения расхода водных, водных наносонесущих и селевых потоков в необорудованных руслах / Ю.Б. Виноградов, В.А. Красюков и Б.С. Степанов (СССР)/. – №2127532/10; Заявлено 17.04.75; Опубл. 15.12.76; Бюл. № 46.
2. Вайсер В.В., Красюков В.А., Голубович В.А. Локальная система передачи параметров селя // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоздат, 1984. – №8. – С. 132–135.
3. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 144 с.
4. Киренская Т.Л. Методические основы прогнозирования селевых потоков ливневого происхождения (на примере Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1988. – 20 с.
5. Киренская Т.Л. О прогнозировании ливневых селей в Заилийском Алатау // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоздат, 1985. – №9. – С. 77–84.
6. Коваленко П.И., Красюков В.А., Новиков М.Я., Степанов Б.С. Сейсмический оповеститель селя // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоздат, 1980. – №5. – С. 101–110.
7. Красюков В.А., Степанов Б.С. О сейсмическом методе измерения расхода водных и селевых потоков // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоздат, 1983. – №7. – С. 88–94.
8. Михайлова Н.Н. Центру данных института геофизических исследований – 15 лет // Вестник НЯЦ РК. – 2014. – Вып. 2. – С. 5–13.
9. Соколова И.Н., Михайлова Н.Н. Сейсмическая регистрация природных явлений (не землетрясений) станциями Центральной Азии [Электрон. ресурс]. – 2012. – URL: [http://www.kndc.kz/kndc/docs/publication/topic2012\\_8.pdf](http://www.kndc.kz/kndc/docs/publication/topic2012_8.pdf) (дата обращения: 02.03.2017).
10. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Метод сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №4. – С. 71–83.
11. Яфязова Р.К. К концепции сверхкраткосрочного прогноза // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №4. – С. 52–57.
12. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.

Поступила 10.03.2017

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

## СЕЙСМИКАЛЫҚ СЕЛ ҚАУПІ ТУРАЛЫ ХАБАРЛАУ ӘДІСІ

**Түйін сөздер:** сел, сындағы сел қаупі, сейсмикалық сигнал, сейсмикалық станциясы, бөгеті, болжам әдісі

*Болуы сейсмикалық станциялар орналасқан тау-кен (тау етегі аймақтарында жоталардың, климат, олардың қолайлы қалыптастыру сел, алуға мүмкіндік береді, олардың пайда болуы, дамуы мен құлдырау қарамастан генезисі сел. Деректерді пайдалану сейсмикалық бақылаулардың ең ақпараттық, сенімді және аз шығындық тәсілі туралы хабарлау сел қаупі.*

Stepanov B.S., Yafyazova R.K.

## DEBRIS FLOWS HAZARD SEISMIC WARNING

**Keywords:** debris flow, debris-flow hazard, seismic signal, seismic station, dam, forecast, method

*The presence of seismic stations located in the mountain (foothill) zones of ridges, the climate which favors for the debris flows formation, allows obtaining data about their origin, development and degradation, regardless of the debris flows genesis. The use of data from seismic observations is the most informative, reliable and low-cost way debris flows hazard warning.*

УДК 552.324.86

Доктор геогр. наук Е.Н. Вилесов<sup>1</sup>**ОЦЕНКА ЭВОЛЮЦИИ ОЛЕДЕНЕНИЯ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ  
БАСЕЙНА РЕКИ ТЕКЕС ЗА СТО ЛЕТ (1915...2015)**

**Ключевые слова:** оледенение, каталогизация ледников, площадь и объем льда, баланс массы ледников, суммарная абляция, ледниковый сток

*Обсуждаются современные тенденции изменения размеров оледенения в бассейне р. Текес на юго-востоке Казахстана, определены изменения морфометрических характеристик ледников за 100 лет (1915...2015), величины общего речного и ледникового стока.*

**Введение.** Заметное потепление глобального климата, обусловленное естественными причинами и антропогенным воздействием, вызывает соответствующие изменения в горно-ледниковых системах аридных гор Центральной Азии, в том числе и на юго-востоке Казахстана. В настоящее время, учитывая реальную возможность быстрого изменения размеров современного оледенения, особенно важно детально проследить временные и пространственные колебания горных ледников и изучить влияние этих колебаний на изменение водных ресурсов в районах с развитым оледенением. В связи с этим появилась необходимость учета изменения (уменьшения) площади и объема ледников, обуславливающего сокращение долговременного влагозапаса в них и приводящего к снижению ледникового стока и естественного саморегулирования речного стока.

В результате сравнительного анализа размеров оледенения в «реперные» годы – 1915, 1956, 2006, 2013 – появилась возможность объективно оценить направленность эволюции ледниковой системы бассейна р. Текес, изменение запасов льда в ней, величину ледникового стока и его роль в питании реки за последние 100 лет. Очевидно, бассейн Текеса – единственный в стране ледниковый район, в котором можно проследить изменение состояния оледенения за вековой период. Эти данные послужили информационной основой для разработки прогноза ожидаемых изменений состояния ледников района на ближайшие десятилетия и отдаленную перспективу.

---

<sup>1</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

**Исходные данные и методы исследования.** Первое обследование ледников бассейна Текеса с применением глазомерной и мензульной съемки провел украинский геолог академик В.В. Резниченко 100 лет назад, в 1915 г., составивший первый Каталог и карту ледников в масштабе в 1 дюйме 3 версты, т.е. 1:126 000 [9, 12]. Понятно, что в то время не было ни аэрофотосъемки, ни, тем более, съемок из космоса. Поэтому он не учел тогда многие мелкие ледники и выявил здесь лишь 68 ледников с площадью 114,6 км<sup>2</sup>.

В 60-е гг. прошлого века автором на основе аэрофотосъемки 1956 г. и в соответствии с «Руководством» [10] был составлен первый полноценный Каталог ледников бассейна Текеса [7]. Тогда, в 1956 г., с учетом некоторых корректировок, связанных с появлением топоосновы М 1:25 000, здесь было учтено 163 ледника с площадью чистого льда 141,4 км<sup>2</sup> и объемом льда, определенным по известной формуле Ерасова [6], 6,3289 км<sup>3</sup>.

Для оценки истинных масштабов оледенения района в 1915 г. проведено сравнение размеров ледников, выявленных В.В. Резниченко [9, 12] и зафиксированных в Каталоге 1956 г. [7]. Оказалось, что за это время ледники склонов (каровые и висячие) потеряли половину, а крупные долинские ледники – четверть своей площади. Исходя из этой разницы, было установлено, что в 1915 г. площадь 167 ледников составляла здесь 161,0 км<sup>2</sup> (на 40 % больше, чем у В.В. Резниченко). Разумеется, приведенная величина площади льда достаточно приближенна, но все же она вполне реально отражает состояние оледенения района в 1915 г.

В последние десятилетия основным методом при изучении колебаний ледников стало использование материалов космических съемок. Так, новые каталоги ледников бассейна Текеса по состоянию на 2006 и 2013 гг. были составлены на основе обработки космоснимков Landsat и ASTER. Исходный материал обрабатывался с помощью программного обеспечения MapInfo Professional и ArcINFGIS. Для вычисления характеристик ледников использовались цифровые модели рельефа, полученные на основе данных ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model).

**Ороклиматическая база оледенения.** Бассейн Текеса расположен на крайнем юго-востоке Республики Казахстан, в пределах пограничного с Китаем Райымбекского района Алматинской области. Современное оледенение в бассейне располагается между 79°13' и 80°13' в.д. и 42°41' и 40°17' с.ш. на северных склонах хребтов Терской-Алатау и Сарыджаз и на западных склонах Меридионального хребта.

Западная часть района – участок хребта Терской-Алатау с высотами 3800...4000 м представляет область расчлененного альпийского рельефа. Абсолютные высоты и рельеф обуславливают здесь существование лишь небольших ледников карового и висячего типов.

Далее на восток, в верховьях рек Улькен-Кокпак, Акколь и Ашутор, высоты осевого гребня Терской-Алатау увеличиваются до 4200...4400 м. Вследствие большой высоты и расчлененности хребта, а также благодаря наличию высоко залегающих каров и цирков количество и размеры ледников увеличиваются. Современное оледенение носит здесь в основном карово-долинный характер, а в истоках р. Ашутор, где высоты достигают 4645 м, появляются крупные долинные ледники. В 3 км к востоку от вершины 4645 м от Терской-Алатау отклоняется короткий (8 км) и высокий (до 5240 м), изогнутый в виде буквы S хребет Катта-Ашутор. Он служит перемычкой между хребтами Терской Алатау и Сарыджаз и разделяет верховья крупных ледников – Симонова (№ 89 по Каталогу) и Семенова, лежащего в бассейне р. Сарыджаз в Киргизии.

Хребет Сарыджаз имеет ярко выраженные альпийские формы. Высота участка хребта протяжением около 16,5 км, заключенного между хребтами Катта-Ашутор и Меридиональным, даже на седловинах перевалов превышает 5000 м. На общем фоне высокого хребта Сарыджаз резко выделяются отдельные имеющие форму пиков вершины Семенова (5820 м), Баянкол (5840 м), Казахстан (5760 м) и др. Максимальное поднятие хребта приурочено к трапецевидной вершине почти отвесной Мраморной стены (6400 м), самому северному шеститысячнику Евразии. Массив Мраморной стены укутан снегами и выделяется среди окружающих гор не только высотой, но и ослепительной белизной своих склонов. Комбинация высоты снеговой линии с абсолютной высотой гребней создает здесь наибольшую величину положительной разности оледенения, равную 2200 м. Эта часть хребта Сарыджаз по характеру и размерам оледенения, благодаря концентрации больших ледников как на северном, так и, особенно, на южном склоне (где находится один из крупнейших ледников СНГ – Северный Иныльчек), является мощным узлом оледенения, питающим своими водами главный исток Баянкола – р. Сарыкойноу.

На востоке бассейн р. Текес ограничивается Меридиональным хребтом, западные склоны которого дренируются правыми притоками р. Баянкол. Протяженность участка хребта, несущего оледенение, составляет 35 км. Абсолютные высоты резко уменьшаются от 6000 м в районе приращения к

хребту Сарыджаз до 4400 м в верховьях р. Сауруксай и до 4000...4100 м в истоках р. Нарынкол. К северу от верховьев Нарынкола Меридиональный хребет, постепенно понижаясь, утрачивает свою орографическую четкость.

Климат района формируется под влиянием арктических, полярных и тропических масс воздуха. Зимой эта территория находится под воздействием западного отрога сибирского максимума, обуславливающего устойчивую морозную погоду. Летом, особенно в августе, при проникновении с юга тропического воздуха проявляется термическая депрессия, приносящая малооблачную сухую погоду с высокими температурами воздуха.

Температура воздуха высокогорья может быть охарактеризована на основе экстраполяции данных наблюдений на метеостанции Нарынкол (1806 м). Средняя годовая температура в гляциальной зоне, на высотах 3600...4000 м, отрицательная и равна  $-6...8$  °С. Средняя температура января достигает  $-20$  °С. Минимальная температура опускается до  $-44$  °С. Период аккумуляции на ледниках длится около 9 месяцев, с середины сентября до начала-середины июня.

Период абляции продолжается около трех месяцев. Средняя температура воздуха в этот период равна  $2...4$  °С, от года к году она может изменяться на  $3...5$  °С. Нулевая изотерма самого теплого месяца (июля) проходит на высоте около 4000 м. Максимальные температуры, связанные с вторжениями теплых воздушных масс, достигают  $20$  °С. Но на больших высотах, 5000...6000 м, температура даже в середине лета постоянно остается отрицательной. Так, по свидетельству А.А. Летавета [8], в августе 1946 г. при восхождении на Мраморную стену температура воздуха изменялась от  $-17$  °С на склонах до  $-25$  °С на вершине.

Осадки обычно приносятся ветрами западных румбов во время прохождения фронтов. По данным суммарных осадкомеров, установленных еще в советские времена УГМС КазССР в верховьях р. Баянкол, высокогорная зона здесь получает осадков в 2,5...3,0 раза больше, чем считалось ранее. Количество осадков увеличивается с высотой от 400 мм на высоте 1800 м до 1000...1200 мм и более в гляциальной зоне. Максимум осадков, 75 % их годовой суммы, приходится на май-август. На высотах более 4000 м осадки выпадают только в твердом виде.

**Характеристика оледенения и его изменений.** Внешним проявлением влияния рельефа, гипсометрии и климатических условий на формирование оледенения является существование здесь различных типов ледников. По данным [7], наиболее крупными по размерам были три лед-

ника, залегающие в верховьях р. Баянкол: сложные долинные ледники Симонова (рис. 1) и Мраморной стены (рис. 2) и долинный ледник Баянкол (рис. 3) общей площадью около 50 км<sup>2</sup>. Крупнейшим из них являлся ледник Мраморной стены, длина которого равнялась 7,3 км, а площадь – 22,4 км<sup>2</sup>. Средняя абсолютная высота участка хребта Сарыджаз, с которого начинаются эти ледники, достигает 5700 м. Для них характерны крутые фирновые области, осложненные ледопадами, и низко спускающиеся (до 3350 м) пологие языки. В среднем для всех трех ледников положительная разность оледенения составляет 1500 м, отрицательная – 550 м, вертикальный диапазон оледенения (с учетом погребенных льдов) – 2050 м, а ледниковый коэффициент достигает 2,0 [2].

Питание сложных долинных ледников в значительной степени осуществляется за счет снежных лавин, благодаря чему у подножий тыловых стен цирков можно видеть сплошные шлейфы слившихся лавинных конусов. Как указывал А.А. Летавет [8], лавины здесь имеют огромные размеры, их объем достигает 500 000 м<sup>3</sup>, а вес – до 100 000 т.

Кроме трех самых крупных названных выше ледников, в бассейне Текеса имеются еще 40 ледников, принадлежащих к группе типов ледников долин – простые долинные, висячие долинные, котловинные. На их долю приходится более 70 км<sup>2</sup> площади льда.

Там, где хребты поднимаются лишь немного выше снеговой линии, широкое развитие получило оледенение малых форм, представленное каровыми, карово-висячими, висячими и шлейфовыми ледниками. На их долю приходилось 70 % всего числа ледников, но их площадь (18,2 км<sup>2</sup>) составляла лишь 13,5 % всей площади льда.

Крупных ледников здесь мало: лишь 10 % от их числа имели площадь более 1 км<sup>2</sup>. Более 90 % как количества, так и площади ледников приходилось на долины и склоны северной, северо-западной и северо-восточной ориентаций. На восточных и западных склонах лежало 8,5 % площади оледенения района, а на склонах солнечных экспозиций – лишь 1,7 %. Высота фирновой линии в районе увеличивается с запада на восток от 3700 до 4000 м, что обусловлено высотой хребтов, степенью их глубинного расчленения и затенения.

Вторая после 1956 г. каталогизация ледников бассейна Текеса была проведена по материалам аэрофотосъемки залета 1990 г. (159 ледников общей площадью 116,0 км<sup>2</sup>), третья – была осуществлена В.И. Морозовой с использованием космических снимков Landsat 2006 г. (рис. 4).



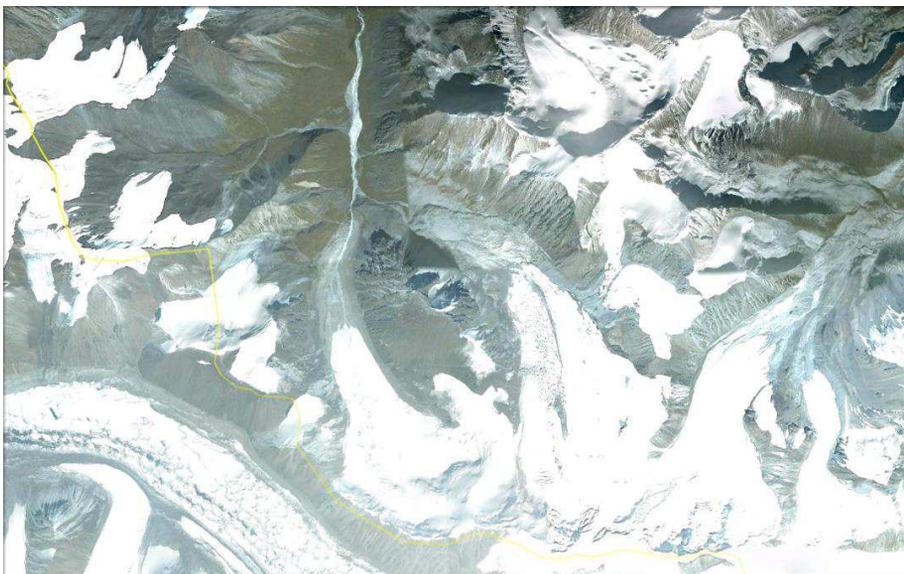
*Рис. 1. Ледник Симонова (№ 89).*



*Рис. 2. Ледник Мраморной стены (№ 94).*



*Рис. 3. Верховья ледника Баянкол (№ 91) на склонах одноименного пика (5840 м).*



*Рис. 4. Фрагмент космоснимка Landsat 2006 г. В центре долинные ледники № 60 и № 61 в верховьях бассейна р. Аиштор.*

Последний каталог ледников района по их состоянию в 2013 г. был составлен З.С. Усмановой [11]. Тогда здесь оставалось 135 ледников с площадью  $105,0 \pm 5,47$  км<sup>2</sup>.

По данным этого последнего Каталога, за 1915...2013 гг. количество ледников в районе, в результате стаивания, уменьшилось на 32 единицы, со 167 до 135 (на 19 %). При этом растаяли 65 ледников, а в результате распада образовались 33 «новых» ледника. Процесс распада особенно сильно затронул крупный котловинный ледник Карасайский-1 (№ 77, с площадью в 1956 г. 9,4 км<sup>2</sup>) в бассейне р. Кескентас. К 2006 г. он распался на 8 (!) отдельных ледников, из которых основной ледник имел площадь лишь в 3,18 км<sup>2</sup>.

Площадь оледенения бассейна за эти годы сократилась со 161,0 до 105,0 ( $\pm 5,47$ ) км<sup>2</sup>, т.е. на 56 км<sup>2</sup>, по 0,57 км<sup>2</sup>/год. Относительная величина сокращения ледниковой площади составила 35 %, по 0,36 %/год. Наиболее значительно «пострадало» мелкодисперсное оледенение в западной части района, в бассейнах Верхнего Текеса. Карасая и, особенно, Избушки, в которых площадь льда уменьшилась, соответственно, на 90, 93 и 99 %. В бассейне р. Бодобексай (правый приток Баянкола) полностью растаяли оба имевшихся там ледника с площадью 1,2 км<sup>2</sup>. Средняя площадь ледника, в связи с заметной деградацией оледенения, уменьшилась с 0,96 до 0,78 км<sup>2</sup>. Объем льда уменьшился с 7,3038 до 4,7636 км<sup>3</sup>, т.е. на 2,5402 км<sup>3</sup>, по

0,025 км<sup>3</sup>/год, при относительном сокращении объема, равном, как и по площади, 35 %, по 0,36 %/год. Средняя годовая величина баланса массы льда оказалась равной – 18 г/см<sup>2</sup>.

Изменение основных характеристик оледенения во всех частных бассейнах района за 1915...2013 гг. представлено в табл. 1.

Таблица 1

Сокращение числа ледников (К), их площади (F, км<sup>2</sup>) и объема (V, км<sup>3</sup>) в бассейне Текеса за 1915...2013 гг.

1915 г.			2013 г.			1915...2013 гг.		
К	F	V	К	F	V	К	F	V
Верховья Текеса								
20	3,8	0,0554	9	0,390	0,0022	-11	-3,410	-0,0532
Карасай								
1	0,3	0,0044	1	0,021	0,0001	0	-0,279	-0,0043
Улькен-Кокпак								
19	6,4	0,1380	11	2,161	0,0266	-8	-4,239	-0,1114
Акколь								
15	7,2	0,1871	5	1,538	0,0236	-10	-5,662	-0,1635
Избушка								
7	1,6	0,0237	1	0,012	0,0001	-6	-1,588	-0,0236
Ашутор								
35	32,8	1,3874	33	23,885	0,8644	-2	-8,915	-0,5230
Кескентас								
58	99,3	5,2250	63	74,675	3,8176	+5	-24,62	-1,4674
Бодобексай								
2	1,2	0,0250	0	0	0	-2	-1,2	-0,0250
Нарынкол								
10	8,4	0,2417	12	2,315	0,0290	+2	-6,085	-0,2127
<b>Итого</b>								
<b>167</b>	<b>161,0</b>	<b>7,3038</b>	<b>135</b>	<b>105,0</b>	<b>4,7636</b>	<b>-32</b>	<b>-56,0</b>	<b>-2,5402</b>

В связи с более резким сокращением размеров ледника Мраморной стены, до 17,3 км<sup>2</sup>, ныне первенство по площади перешло к леднику Си-монова – 20,4 км<sup>2</sup>.

Динамику изменения площади оледенения в бассейне Текеса, с учетом данных за четыре «реперных» года (1915, 1956, 2006 и 2015), иллюстрирует рис. 5, из которого с очевидностью следует, что сокращение площади льда здесь, как и в других горно-ледниковых районах Казахстана, происходит практически по линейному закону.

Для оценки состояния оледенения бассейна Текеса в 2015 г. использованы расчеты по формулам сложных процентов. В 2015 г. здесь сохранились 130 ледников с площадью 99,1 км<sup>2</sup> и объемом 4,7086 км<sup>3</sup>. Таким

образом, за 100 лет (1915...2015), число ледников в районе сократилось на 37 единиц (на 22 %), их площадь – на 61,9 км<sup>2</sup> (на 38,4 %), а объем – на 2,5952 км<sup>3</sup> (на 35,4 %).

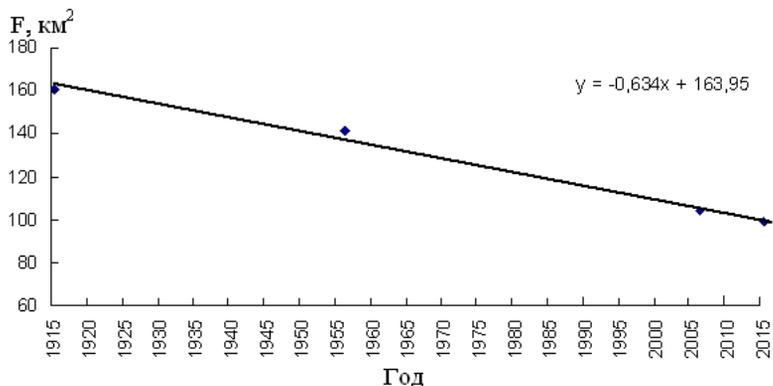


Рис. 5. Сокращение ледниковой площади в бассейне Текеса за 1915...2015 гг.

Среди всех ледниковых районов Казахстана потери площади и массы льда в бассейне Текеса оказались наименьшими, что однозначно обуславливается самым высоким гипсометрическим уровнем, на котором залегают здесь ледники (до 6000...6400 м).

**Оценка величины ледникового стока.** Для расчета величин суммарной абляции льда и снега с поверхности ледников и объема ледникового стока использованы данные наблюдений на М Нарынкол, находящейся в одноименном селе, при впадении Нарынкола в Баянкол, и расположенной на высоте 1806 м, в 70...80 км к северу от основного массива ледников района. Средняя многолетняя температура воздуха за летний период (июнь – август) на этой станции равна 14,9 °С. Величины вертикального температурного градиента и скачка температуры 7 °С/км и -1 °С. Кроме того, для выявления роли ледникового стока в суммарном речном стоке привлечены данные гидрометрических измерений на гидропостах рек Текеса, Баянкола (рис. 6) и Нарынкола.

При расчете суммарного таяния использовалась региональная формула, полученная автором на основе многолетних измерений составляющих баланса массы ледника Туяксу, залегающего на северном склоне Заилийского Алатау на той же географической широте и в тех же орогипсометрических условиях, что и ледники рассматриваемого бассейна [1]:

$$A = (t_n + 10)^3,$$

в которой  $A$  – суммарная абляция, мм;  $t_n$  – средняя летняя температура воздуха на высоте границы питания, °С. Высота границы питания (фирно-

вой линии) увеличивается с запада на восток от 3850 м в верховьях Текеса до 3900 м – в бассейне Баянкола.



Рис. 6. Верховья долины р. Баянкол.

Результаты расчетов многолетнего общего и ледникового стока в частных бассейнах Текеса представлены в табл. 2.

Таблица 2

Средний многолетний сток бассейна реки Текес

Общий сток			Ледниковый сток			$F_{л}/F$	$W_{л}/W$
F	Q	W	$F_{л}$	$Q_{л}$	$W_{л}$		
Верховья р. Текес – гп с. Текес							
1770	9,2	290	7	0,20	6,20	0,4	2,14
р. Баянкол – гп с. Баянкол							
734	11,5	363	115	2,84	89,70	15,7	24,71
р. Нарынкол – гп с. Нарынкол							
139	1,14	36	6	0,18	5,82	4,3	16,17
<b>Сумма (среднее)</b>							
<b>2643</b>	<b>21,84</b>	<b>689</b>	<b>128</b>	<b>3,22</b>	<b>101,72</b>	<b>4,8</b>	<b>14,76</b>

*Примечание:* F и  $F_{л}$  – общая площадь бассейна и средняя площадь ледников, км<sup>2</sup>; Q и  $Q_{л}$  – средний годовой расход общего и ледникового стока, м<sup>3</sup>/с; W и  $W_{л}$  – объем общего и ледникового стока, млн. м<sup>3</sup>;  $F_{л}/F$  – доля площади ледников в общей площади бассейна, %;  $W_{л}/W$  – доля ледникового стока в общем речном стоке, %.

Данные табл. 2 показывают, что средние годовые расходы общего стока во много раз превосходят таковые с ледников. Однако в разгар лет-

него таяния ледниковая составляющая стока, особенно в бассейне Баянкола, исчисляется десятками кубометров воды. Так, по единичным измерениям В.А. Герасимова в период абляции 1954 г., расходы воды от таяния трех крупнейших ледников в верховьях р. Сарыкойноу (главный исток Баянкола) – Симонова, Баянкола и Мраморной стены составляли 16,8...21,6 м<sup>3</sup>/с [4].

Величина модуля общего годового стока изменяется от 5,2 м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> в верховьях Текеса до 15,7 м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> в бассейне Баянкола, составляя в среднем по району 9,2 м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup>. Модуль ледникового стока в частных бассейнах варьирует в пределах 24,7...30,8 м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> при среднем для района значении в 25,3 м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup>.

Величины слоя общего стока в частных бассейнах колеблются от 164 до 494 мм, со средним значением в 292 мм. Средняя величина слоя ледникового стока по району в целом составляет 797 мм. Таким образом, в бассейне Текеса величины модуля и слоя ледникового стока, как и в других горах Юго-Восточного Казахстана, в 2,7 раза выше аналогичных показателей общего стока.

Средний объем годового ледникового стока в районе составляет 101,7 млн. м<sup>3</sup>. Если принять, что сток от жидких осадков с поверхности льда равен 7 % от величины суммарной абляции, как это установлено для северного склона Заилийского Алатау [3], то годовой ледниковый сток увеличится до 110 млн. м<sup>3</sup>, из которых 70 % приходится на таяние сезонного снега с поверхности ледников.

Доля ледниковой площади в общей площади водосборов речных бассейнов составляет 4,8 %, а доля объема ледникового стока в общем стоке составляет около 15 %, достигая почти 25 % в бассейне Баянкола.

За 100 лет (1915...2015) в сток Текеса за счет таяния снега и льда поступило около 11 км<sup>3</sup> воды. Современное уменьшение площади и объема оледенения мало влияет на годовой речной сток, т.к. главным источником питания рек являются атмосферные осадки, что было отмечено и Г.Е. Глазыриным для ряда рек с ледниковым питанием в Средней Азии (Пскем, Сох, Зеравшан и др.) [5].

**Заключение.** Согласно выявленным тенденциям сокращения площади льда и уравнению линии тренда (в поле рис. 5), оледенение в бассейне Текеса может просуществовать до 2140 г. Но уже в начале 22 в. ледники здесь сохраняются лишь на склонах самых высоких вершин Мраморной стены и Баянкола на весьма ограниченных площадях (порядка 10 км<sup>2</sup>).

Подобный вариант грядущего развития гляциоклиматических процессов, несомненно, повлияет на состояние природных геосистем как в бассейне Текеса, так и горных районов юго-восточного Казахстана в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Глазырин Г.Е., Ноздрюхин В.К. К вопросу о зависимости годовой абляции на ледниках от средней летней температуры воздуха / Гляциология горных областей. //Труды САРНИГМИ. – 1980. – Вып. 71(152). – С. 101-104.
2. Вилесов Е.Н., Грудзинский М.Э. Основные черты орографии и современного оледенения бассейна р. Баянкол на юго-востоке Казахстана // Режим ледников Казахстана. – 1971. – Вып. 9. – С. 5-17.
3. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы: КазГУ, 2001. – 252 с.
4. Герасимов В.А. Ледники бассейна Баянкола на севере узла Хан-Тенгри // Вопросы географии Казахстана. – 1959. – Вып. 3. – С. 56-68.
5. Глазырин Г.Е. Влияние сокращения оледенения на сток рек в Средней Азии // Лед и снег. – 2013. – № 3 (123). – С. 20-25.
6. Ерасов Н.В. Метод определения объема горных ледников // МГИ. – 1968. – Вып. 14. – С. 307-308.
7. Каталог ледников СССР. Том 13. Центральный и Южный Казахстан. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. Часть 3. Бассейны рек Чарын, Текес. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 40 с.
8. Летавет А.А. Путешествия и исследования альпинистов в высокогорном Тянь-Шане // Труды Второго Всесоюзного географического съезда. – 1948. – Том 1. – С. 55-78.
9. Резниченко В.В. Оледенения на севере узла Хан-Тенгри // Труды 3-го Всесоюзного съезда геологов, 20-26 сентября 1928 г. – 1930. – Вып. 2. С. 65-78.
10. Руководство по составлению Каталога ледников СССР. – Л.: Гидрометеиздат, – 1966. – 154 с.
11. Усманова З.С. Оценка изменений ледников бассейнов рек Шарын и Текес (казахстанская часть бассейна реки Иле) по данным космического мониторинга // Вестник КазНУ. Серия геогр. – 2014. – № 1 (38). – С. 72-79.
12. Різниченко В.В. Зледеніння на півночі гірського вузла Хан-Тенгрі та спроба синхронізації льодовикових епох в Полудневому Алтаї, Центральному Тянь-Шані і на Україні // Збірник пам'яті акад. П.А. Тутковського. – Київ: 1932. – 123 с.

Поступила 16.01.2017

Геогр. ғылымд. докторы Е.Н. Вилесов

**100 ЖЫЛДАҒЫ (1915...2015) ТЕКЕС ӨЗЕНІ АЛАБЫ  
ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІНІҢ МҰЗДАНУ ЭВОЛЮЦИЯСЫН  
БАҒАЛАУ**

**Түйін сөздер:** мұздану, мұздықтар каталогын жасау, мұз ауданы мен көлемі, мұздықтар массасының балансы, жиынтық абляция, мұздықтық ағын

*Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы Текес өзені мұздықтарының көлемінің қазіргі өзгеру үрдісі талқыға салынды, 100 жыл (1915...2015) аралығындағы мұздықтардың морфометриялық сипаттамаларының, өзен мен мұздықтың жалпы ағынының өзгерісі анықталды.*

Vilesov E.N.

**EVALUATION OF THE EVOLUTION OF GLACIATION OF THE  
KAZAKHSTAN PART OF THE BASIN OF THE TEKES RIVER FOR A  
HUNDRED YEARS (1915...2015)**

**Keywords:** glaciation, glacier inventory, ice area and volume, mass balance of glaciers, total ablation, glacial runoff

*Discusses current trends resizing glaciation in the basins Tekes in southeastern Kazakhstan, determined changes of morphometric characteristics of glaciers for the last 100 years (1915...2015), the total estimated value of the river and glacial runoff.*

УДК 536.16

Канд. геогр. наук

А.Г. Чигринец<sup>1</sup>Д.Д. Арыстамбекова<sup>1</sup>

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РАВНИННЫХ РЕК КАЗАХСТАНА НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА Р. ЕСИЛЬ

**Ключевые слова:** пункт-аналог, корреляция, слой стока, естественный сток, однородность ряда, норма стока, коэффициент вариации, погрешность расчёта

*В работе приводятся результаты исследований изменения характеристик стока весеннего половодья рек Есильского водохозяйственного бассейна. Результаты получены на основании рядов, приведенных к естественному режиму, за четыре выбранных к расчету периода: наблюдаемому; репрезентативному многолетнему 1933...2012 гг.; периоду с естественным стоком 1933...1974 гг. и восстановленному естественному 1975...2012 гг.*

Исследование характеристик стока весеннего половодья рек в условиях равнинного Казахстана является очень важной водохозяйственной задачей. Слой, объем весеннего стока и величина максимальных расходов половодья широко применяются в практике проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений. Надежность и обоснованность гидрологических характеристик стока зависят от продолжительности наблюдений за режимом той или иной реки. Актуальность исследований связана с тем, что характеристики стока весеннего половодья рек по рассматриваемой территории были получены ещё в 60...70-е годы прошлого века. В связи со значительным удлинением рядов наблюдений, а также климатическими изменениями и усилением антропогенного влияния эти данные нуждаются в уточнении.

Объектом данных исследований являются основные реки Есильского водохозяйственного бассейна, относящегося к равнинному Казахстану. Это область недостаточного увлажнения с ярко выраженным континентальным климатом, где годовой сток невелик и на 80...90 % определяется талым стоком за период половодья.

---

<sup>1</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*Есильский водохозяйственный бассейн* расположен на севере Республики Казахстан и включает в себя только верхнюю часть территории бассейна р. Есиль, а нижняя часть бассейна реки относится к территории России.

Основной водной артерией является р. Есиль (Ишим) с рядом крупных притоков, стекающих на севере с возвышенности Кокшетау, а на юге с отрогов гор Улытау. Равнинность значительной части территории, большое количество бессточных понижений создают благоприятные условия для задержания вод поверхностного стока и образования озёрных водоёмов. Бессточные области могут составлять до половины площади водосбора реки и более.

На рассматриваемой территории расположено около 45 водохранилищ, однако многолетнее глубокое регулирование стока р. Есиль осуществляется только двумя водохранилищами: Астанинским (Вячеславским) ( $W_{\text{полез.}} = 375,4$  млн. м<sup>3</sup>) и Сергеевским ( $W_{\text{полез.}} = 635$  млн. м<sup>3</sup>).

Гидрологические условия равнинного Казахстана достаточно специфичны. Местный сток образуется, но в связи с большой сухостью климата – лишь в короткий период снеготаяния, причем условия его формирования сильно различаются в маловодные и многоводные годы.

В маловодные годы почти весь талый сток тратится на заполнение депрессий рельефа и плесовых лощин в руслах водотоков, сток ничтожен, формируется он преимущественно скоплениями снега в русле, действующая площадь водосбора мала; гидрологические условия приближаются к условиям пустынь.

В многоводные годы депрессии рельефа переполняются, дают сток в основное русло, действующая водосборная площадь многократно увеличивается. Дружная весна способствует беспрепятственному поступлению талых вод в русла рек, их потери минимальны, и половодье обычно бывает высоким даже при небольших снегозапасах.

Этим определяется специфичность гидрологических условий данного района – чрезвычайная неравномерность стока во времени как в многолетнем разрезе, так и в течение года. Таким образом, в связи с исключительной ролью снега в процессе формирования поверхностного стока основной фазой водного режима всех рек данного района является резко выраженное весеннее половодье [1].

Для создания базы данных исследований стока весеннего половодья Есильского водохозяйственного бассейна были использованы следующие кадастровые материалы: «Ресурсы поверхностных вод районов

целинных и залежных земель» (Акмолинская, Северо-Казахстанская и Кокчетавская области); «Основные гидрологические характеристики» за 1963...1975 гг.; «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» (МДС) за 1976...2000 гг., а также «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» (ЕДС) за 2001...2012 гг. По последним данным ЕДС в бассейне р. Есиль в настоящее время действует 25 гидрологических постов наблюдений за жидким стоком. Всего в бассейне р. Есиль выявлено в общей сложности 52 гидрологических поста, регистрирующих жидкий сток, действовавших в разное время и имеющих ряды различной продолжительности.

Характерной особенностью гидрологической изученности речного стока бассейна р. Есиль является кратковременность наблюдений на большинстве постов и неравномерность их размещения по территории. Используя собранные сведения о гидрологической изученности исследуемой территории, была создана база данных по стоку весеннего половодья на реках Есильского водохозяйственного бассейна. Она содержит информацию о стоке весеннего половодья по 32 гидропостам района исследования. Необходимо отметить, что собранные материалы наблюдений на реках рассматриваемой территории не всегда имеют удовлетворительное качество. Имеются пропуски в наблюдениях как за отдельные месяцы и годы, так и за ряд лет. Для восстановления пропусков в рядах наблюдений за слоем стока весеннего половодья рек и приведения их к репрезентативному периоду, были также собраны данные о среднегодовых расходах на выбранных опорных гидропостах. Это обусловлено тем, что годовой сток рек исследуемой территории формируется в основном в период весеннего половодья за счет талых снеговых вод, а дождевые осадки в большинстве случаев только незначительно дополняют снеговое питание. При этом доля весеннего стока составляет 95...98 % от годового. В связи с этим реконструкция рядов слоя стока за период весеннего половодья была начата с восстановления и реконструкции рядов среднегодового стока, так как между ними имеется хорошая связь с высоким коэффициентом корреляции.

Восстановление пропусков в рядах стока воды было проведено с привлечением данных пунктов-аналогов. При этом были соблюдены требования [3, 7]. В качестве примера приводится описание восстановления пропусков по основным створам р. Есиль.

**В створе р. Есиль – г. Астана** ряды наблюдений за годовым стоком имеются с 1933 по 2005 гг., а за стоком в период половодья – с 1933 по

1969 гг. Отсутствие данных о слое весеннего половодья связано с началом эксплуатации Астанинского (Вячеславского) водохранилища многолетнего регулирования, которое нарушило естественный сток р. Есиль. В связи с этим было произведено восстановление пропусков в наблюдениях естественного стока реки за период с начала влияния водохранилища и бытового стока за период его работы. Восстановление пропусков в данных наблюдений за стоком воды произведено с использованием связи расходов смежных месяцев, средних расходов за период весеннего стока (апрель – май) и среднегодовых расходов, а также с использованием наблюдений в пунктах-аналогах. Вначале были восстановлены пропуски месячных значений за период естественного стока 1956 г. и бытового за 1971, 1972, 1992, 1995 гг. по связи смежных месяцев ( $R = 0,73$ ), затем среднегодовых значений по связи с расходами за период весеннего стока (апрель – май). Коэффициент корреляции  $R = 0,98$ , а уравнение регрессии –  $Q_{cp.год} = 0,17Q_{IV-V} + 0,70$ . Далее восстановлены пропуски в рядах наблюдений за период бытового стока – 1978, 2006...2012 гг. по связи с пунктом-аналогом р. Есиль – с. Тургеневка. Коэффициент корреляции  $R = 0,89$ , а уравнение регрессии  $Q_{cp.год} = 0,12Q_{аналог} - 0,40$ .

Для восстановления естественного стока за период работы Астанинского водохранилища был использован метод аналогии, с привлечением естественного стока р. Есиль в створе с. Тургеневка. Коэффициент корреляции  $R = 0,99$ , а уравнение регрессии –  $Q_{cp.год} = 1,33Q_{аналог} + 0,34$ . Восстановлены 1967...1970 и 1999...2000 гг. Кроме этого была использована методика восстановления естественного стока реки, приведенная в «Методических указаниях по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановление его характеристик» [2], учитывающая влияние руслового водохранилища при отсутствии данных режимных наблюдений с учетом данных о его полезной ёмкости. Таким образом, был восстановлен естественный сток р. Есиль – г. Астана за 1971...1998, 2001...2012 гг.

Для восстановления пропусков в рядах наблюдений за слоем стока весеннего половодья и приведения ряда к репрезентативному периоду была использована тесная связь со среднегодовыми значениями расходов воды, представленная на рис. 1. Коэффициент корреляции связи  $R = 0,99$ , а уравнение регрессии  $h = 4,10Q_{cp.год} - 1,04$ . Восстановлены 1968...2012 гг.

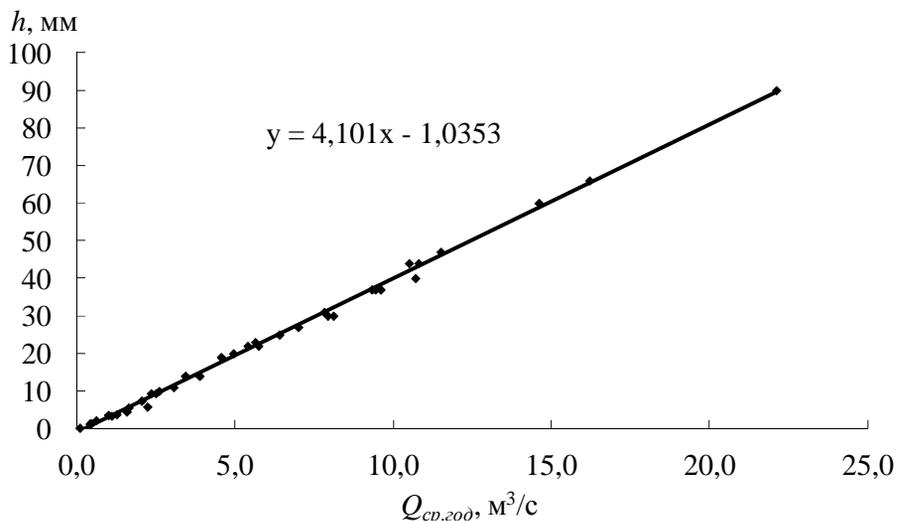


Рис. 1. Связь среднегодовых расходов и слоя стока половодья р. Есиль – г. Астана.

**В створе р. Есиль – г. Петропавловск** ряды наблюдений за годовым стоком имеются с 1933 по 2012 гг., а за стоком в период половодья – с 1933 по 1967 гг. Отсутствие данных о слое весеннего половодья связано с началом в 1969 г. эксплуатации Сергеевского водохранилища многолетне-го регулирования, которое нарушило естественный сток р. Есиль. Было произведено восстановление пропусков в наблюдениях естественного стока реки за период с начала влияния водохранилища и бытового за период работы поста. Восстановление пропусков в наблюдениях за стоком воды произведено с использованием связи средних расходов за период вегетации (май – сентябрь) и среднегодовых расходов, а также с использованием наблюдений на пунктах-аналогах. Вначале были восстановлены пропуски месячных значений за 1986 г. по связи смежных месяцев ( $R = 0,88$ ), затем среднегодовых значений по связи с расходами за период стока за вегетационный период (май – сентябрь) до строительства водохранилища (1969 г). Коэффициент корреляции  $R = 0,96$ , а уравнение регрессии  $Q_{ср.зод} = 0,46Q_{V-IX} + 10,04$ . Восстановлены 1959, 1968 и 1969 гг. И после его строительства – коэффициент корреляции  $R = 0,94$ , а уравнение регрессии  $Q_{ср.зод} = 0,50Q_{V-IX} + 9,81$ . Восстановлен 1986 г. Восстановление естественного стока в створе р. Есиль – г. Петропавловск за период 1967...1969 гг. (период наполнения до начала эксплуатации Сергеевского и Астанинского водохранилищ) произведено по связи среднегодовых рас-

ходов в пункте-аналоге р. Есиль – г. Астана. Коэффициент корреляции  $R = 0,86$ , а уравнение регрессии –  $Q_{cp.год} = 10,56Q_{аналог} - 5,38$ .

Восстановление естественного стока р. Есиль в створе г. Петропавловск после начала эксплуатации Сергеевского водохранилища (1969 г.) также произведено с применением методических указаний [2]. Естественный сток р. Есиль – г. Петропавловск восстановлен за 1970...2012 гг. Для проверки однородности ряда построена интегральная кривая (рис. 2), которая показывает однородность ряда после его восстановления. Проверка на однородность по критериям Стьюдента и Вилкоксона показала однородность полученного ряда, а критерий Фишера показал его неоднородность, связанную с длительным маловодным периодом 30-х годов 20 века.

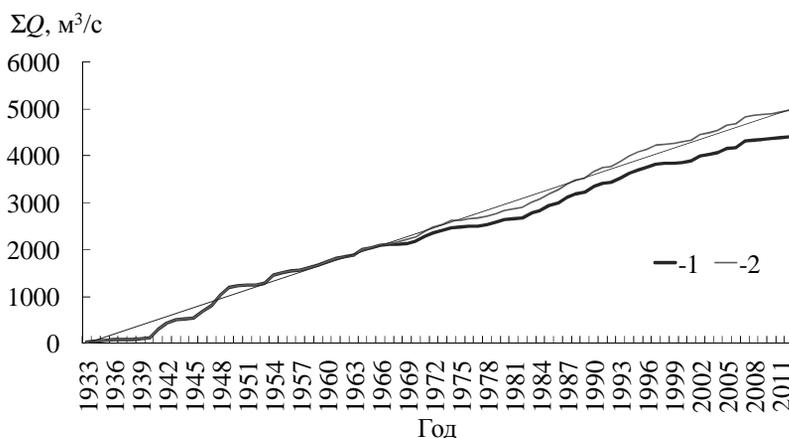


Рис. 2. Интегральная кривая среднегодовых расходов воды р. Есиль – г. Петропавловск. 1 – бытовой, 2 – естественно-восстановленный сток.

Восстановление пропусков в рядах наблюдений за слоем стока весеннего половодья и приведение ряда к репрезентативному периоду произведено по тесной его связи со среднегодовыми значениями расходов воды, представленной на рис. 3. Коэффициент корреляции связи  $\eta = 0,99$ , а уравнение регрессии  $h = 0,17Q_{cp.год}^{1,079}$ . Восстановлены величины слоя за 1967...2012 гг.

**В створе р. Есиль – с. Каменный Карьер** ряды наблюдений за годовым стоком воды имеются за период с 1947 по 1997 и с 2003 по 2012 гг., а за стоком в период половодья – с 1947 по 1969 г. Отсутствие данных о слое весеннего половодья после 1969 г. связано с началом заполнения Астанинского водохранилища, нарушившего естественный сток реки.

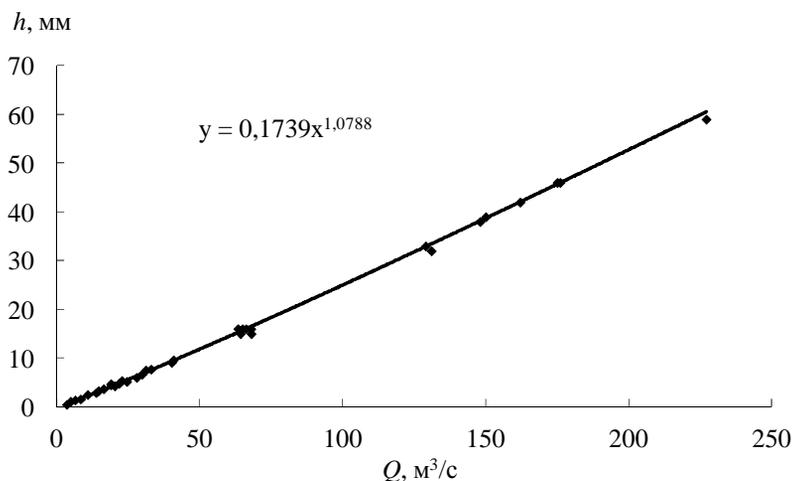


Рис. 3. Связь среднегодовых расходов и слоя стока половодья р. Есиль – г. Петропавловск.

Восстановление естественного стока и приведение ряда к репрезентативному периоду произведено с использованием пункта-аналога р. Есиль – г. Петропавловск за естественный период стока реки, рис. 4.

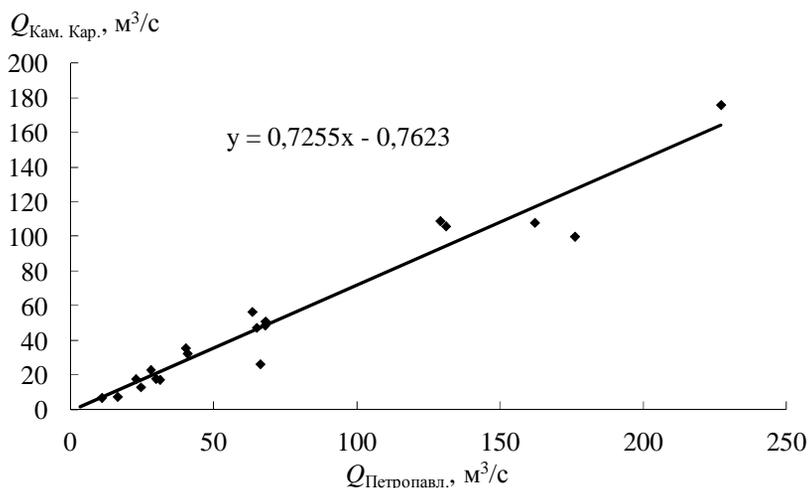


Рис. 4. Связь среднегодовых расходов воды за ненарушенный (естественный) период стока по створам р. Есиль – г. Петропавловск и р. Есиль – с. Каменный Карьер.

Коэффициент корреляции  $R = 0,97$ , а уравнение регрессии –  $Q_{\text{ср.год}} = 0,73Q_{\text{аналог}} - 0,76$ . Естественный сток р. Есиль – с. Каменный Карьер восстановлен за 1933...1946, 1956, 1967...2012 гг.

Восстановление пропусков в наблюдениях за слоем стока весеннего половодья и приведение ряда к репрезентативному периоду произведе-

но по связи со среднегодовыми значениями расходов воды, представленной на рис. 5. Коэффициент корреляции связи  $R = 0,99$ , а уравнение регрессии  $h = 0,35Q_{\text{ср.год}} - 1$ . Восстановлены данные о слое стока за половодье за периоды 1933...1946 и 1967...2012 гг.

В результате проведенной работы были восстановлены пропуски в рядах наблюдений за слоем стока весеннего половодья по 32 створам, рассмотренных в данном исследовании.

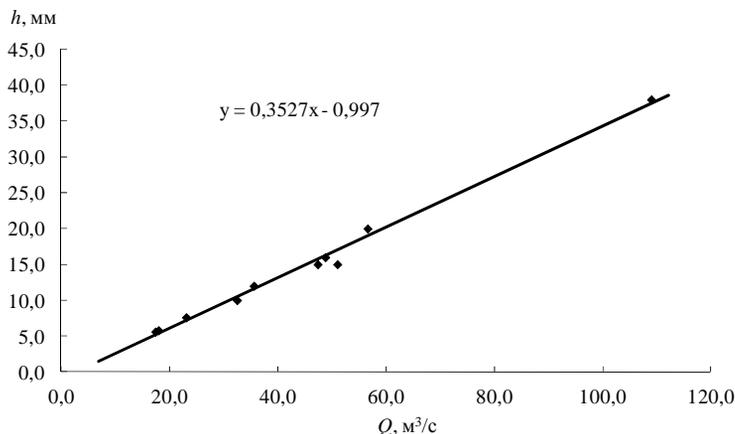


Рис. 5. Связь среднегодовых расходов и слоя стока половодья р. Есиль – с. Каменный Карьер.

Ряды проверены на однородность построением интегральных кривых по критериям Стьюдента, Фишера и Вилкоксона. Проведена оценка точности расчета нормы слоя стока, эффективности приведения нормы и коэффициентов вариации слоя весеннего стока к многолетнему периоду.

Норма стока весеннего половодья рек Есильского водохозяйственного бассейна оценена по 32 пунктам наблюдений. Данные получены в четырёх вариантах: по фактическим наблюдениям за расходами воды; по рядам, приведённым к естественному многолетнему периоду (1933...2012 гг.); за условно-естественный период (1933...1974 гг.) и за последний тридцативосьмилетний период (1975...2012 гг.) (табл.). Сопоставление нормы весеннего стока двух периодов – 1933...2012 гг. и 1975...2012 гг. показывает в одних пунктах снижение, а в других увеличение нормы стока последнего тридцативосьмилетнего периода по сравнению с общим расчетным. Уменьшение стока варьирует от 0,65 (р. Есиль – г. Петропавловск) до 29,4 % (р. Жиланды – клх. Пионерский) в среднем составляя 11,1 %. Увеличение стока варьирует от 2,0 % (р. Есиль – с. Марьевка) до 23,5 % (р. Калкутан – с. Калкутан), в среднем составляя 7,4 %.

Таблица  
Статистические параметры слоя стока весеннего половодья рек Есильского водохозяйственного бассейна

Река – пункт	F, км <sup>2</sup>	глет П глет П	Параметры весеннего стока											
			за период наблюдений			за расчетный период 1933...2012 гг.			за период 1933...1974 гг.			за период 1975...2012 гг.		
			h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>
Силеты – с. Приречное	1670	50	22,0	0,94	1,08	22,0	0,98	1,21	22,2	0,94	1,37	21,7	1,03	1,15
Силеты – с. Ильинское	12500	23	12,9	0,91	1,58	13,1	0,80	1,03	14,0	0,79	1,10	12,2	0,85	1,03
Силеты – свх. Изобильный	14600	6	15,1	0,26	1,67	12,7	0,64	0,84	12,5	0,57	1,14	13,0	0,72	0,67
Карасу – с. Павловка	627	38	21,4	0,58	0,40	16,6	0,88	1,63	20,3	0,81	1,32	15,8	0,74	0,90
Кумя – с. Илдеге	71,0	23	67,0	0,83	2,11	69,7	0,86	1,66	81,0	0,85	1,52	57,2	0,77	1,21
Шагалалы – с. Павловка	1750	59	18,1	0,78	1,21	17,8	0,82	1,33	17,1	0,84	1,46	18,6	0,79	1,30
Шагалалы – пос. Северный	5040 8360	27	4,85	1,92	2,92	3,16	1,62	5,13	3,30	1,98	4,75	3,02	0,95	1,38
Есиль – с. Ударное	202	39	41,2	0,70	1,13	39,6	0,88	1,59	47,9	0,83	1,36	30,5	0,83	1,47
Есиль – с. Тургеневка	3240	26	32,3	0,77	0,85	35,3	0,81	1,30	39,7	0,84	1,17	30,9	0,71	1,03
Есиль – г. Астана	7400	37	23,2	0,88	1,31	24,6	0,78	1,05	26,2	0,76	1,12	22,9	0,81	1,03
Есиль – с. Державинское	76000	6	10,2	1,34	1,36	16,0	0,78	1,06	16,7	0,76	1,12	15,1	0,80	1,06
Есиль – с. Камен. Карьер	86200	22	15,4	1,04	1,44	14,6	0,89	1,17	14,6	1,00	1,34	14,5	0,74	0,70
Есиль – с. Марьевка	100000 118000	19	12,2	0,78	1,03	15,0	0,83	1,13	14,7	0,93	1,38	15,3	0,71	0,70
Есиль – г. Петропавловск	106000 118000	34	15,3	1,04	1,33	15,3	0,85	1,20	15,4	0,95	1,36	15,2	0,71	0,76
Лог Безьян. – клх. Передовик	26,3	16	65,6	0,98	1,80	44,2	0,79	3,56	54,2	0,82	2,65	33,1	0,34	1,44
Жиланды – клх. Пионерский	175	18	24,6	0,63	0,04	21,8	0,94	1,65	27,6	0,86	1,32	15,4	0,90	1,59
Шортанды – с. Шортанды	251	26	51,3	0,89	0,78	58,2	0,98	1,74	67,9	0,94	1,73	47,6	0,96	1,39
Мойылды – с. Николаевка	472	36	48,7	0,79	1,65	64,5	0,89	1,57	78,5	0,84	1,30	49,1	0,83	1,48

Река – пункт	F, км <sup>2</sup>	Число лет наблюдений	Параметры весеннего стока											
			за период наблюдений			за расчетный период 1933...2012 гг.			за период 1933...1974 гг.			за период 1975...2012 гг.		
			h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	h, мм	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>
Калкутан – пос. Октябрьский	3460	27	14,1	0,97	0,87	11,7	1,08	1,37	10,2	1,06	1,16	13,2	1,06	1,41
Калкутан – с. Калкутан	16500	57	14,0	1,04	1,43	13,6	1,04	1,29	10,7	1,15	1,38	16,8	0,91	1,18
Аршалы – пос. Буденновка	2880	28	14,2	0,96	2,20	16,8	0,86	1,12	15,8	0,92	1,31	17,8	0,80	1,00
Жабай – с. Балкашино	922	50	38,1	0,62	0,88	33,1	0,71	0,93	30,0	0,79	0,99	36,6	0,63	1,04
Жабай – г. Атбасар	8530	68	24,3	0,74	1,31	25,4	0,72	1,07	22,4	0,72	0,81	28,7	0,70	1,14
Жиландинка – с. Макеевка	2680	19	28,0	0,71	0,65	31,9	0,78	0,89	28,9	0,87	1,06	35,2	0,68	0,84
Терсаккан – з/свх. им. Гагарина	11000	8	8,8	0,73	-0,11	14,5	0,72	1,03	14,9	0,74	1,08	14,2	0,70	1,01
Терсаккан – с. Терс-Аккан (Казгородок)	19400	11	29,8	0,85	0,20	21,9	0,74	0,87	23,0	0,73	0,78	20,7	0,76	1,06
Акканбурлук – с. Привольное	910	29	21,7	0,80	1,59	23,7	0,89	1,45	22,7	0,98	1,54	24,8	0,78	1,51
Акканбурлук – с. Возвышенка	5820	32	23,9	0,58	0,69	28,4	0,70	1,18	28,0	0,77	1,32	28,8	0,61	1,00
	6520													
Бабьк-Бурлук – с. Гусаковка	1320	23	34,8	0,74	1,77	43,1	0,96	1,59	41,5	1,02	1,62	44,8	0,90	1,72
Муккур – с. Муккур	644	7	6,2	0,26	-0,54	11,3	0,94	1,63	10,8	1,01	1,68	11,8	0,87	1,74
Иманбурлук – с. Орловка	1260	14	11,0	0,77	0,78	13,5	1,05	1,59	12,7	1,15	1,70	14,4	0,95	1,63
Иманбурлук – с. Соколовка	3970	55	16,9	0,76	1,46	16,9	0,92	1,42	16,3	1,00	1,53	17,6	0,84	1,43
	4070													

Примечание: данные о F (км<sup>2</sup>) – в числителе приводятся действующая, а в знаменателе – общая площадь.

Наибольшее увеличение нормы весеннего стока выявлено на реках Калкутан, Жабай, Жиландинка, Акканбурлук, Бабык-Бурлук, Муккур и Иманбурлук. Уменьшение нормы весеннего стока выявлено на рр. Есиль, Кумя, Жиланды, Шортанды, Мойылды и Терсаккан.

Ещё одним важным параметром, необходимым для оценки характеристик стока различной обеспеченности и рассмотренным в исследовании является коэффициент вариации годового стока. Результаты расчетов показывают в основном уменьшение величин коэффициентов. В 26 пунктах наблюдается снижение, а в шести из рассмотренных пунктов – некоторое его повышение. В среднем уменьшение величин коэффициентов вариации составило 12,1 %. В пунктах р. Есиль – с. Каменный Карьер и р. Есиль – г. Петропавловск – 16,9 и 16,5 % соответственно.

Наибольшее значение уменьшения отмечено на реках Лог Безымянный – клх. Передовик (57,0 %) и Шагалалы – пос. Северный (41,4 %). Наименьшее значение уменьшения выявлено на реках Шортанды – с. Шортанды (2,04 %), Жабай – г. Атбасар (2,78 %) и Терсаккан – з/свх им. Гагарина (2,78 %).

Значения нормы стока весеннего половодья, полученные по приведённым к многолетнему периоду рядам, на многих реках отличаются от их значений, опубликованных в [4, 5, 6] в основном в сторону увеличения. При анализе многолетнего репрезентативного периода (1933...2012 гг.) и последнего тридцативосьмилетнего (1975...2012 гг.) периода в основном выявлено снижение нормы, причем в отдельных случаях оно может достигать 29 %. На р. Есиль в створах г. Астана, с. Державинское, с. Каменный Карьер, с. Марьевка и г. Петропавловск изменение величин слоя весеннего стока находится в пределах точности расчета. В створах с. Ударное и с. Тургеневка изменение немного превышает точность расчета (23 и 12,5 %). Значительное уменьшение величины слоя весеннего стока наблюдается в бассейнах рек Кумя – с. Идеге (17,9 %), Лог Безымянный – клх. Передовик (25,1 %), Жиланды – клх. Пионерский (29,4 %), Шортанды – с. Шортанды (18,2 %) и Мойылды – с. Николаевка (23,9 %).

На реках Калкутан, Жабай, Жиландинка, Акканбурлук, Бабык-Бурлук, Муккур и Иманбурлук наблюдается увеличение нормы стока от 4 до 23 %. Коэффициенты вариации сравниваемых периодов существенно не различаются.

После приведения рядов наблюдений к многолетнему периоду точность оценки нормы весеннего стока в основном повысилась. На отдельных

пунктах с короткими рядами наблюдений повышение составило 13...20 % (реки Есиль – с. Державинское, Терсаккан – з/свх. им. Гагарина и др.). Удлинение рядов наблюдений не во всех случаях привело к повышению точности расчёта нормы стока. Так, на р. Муккур – с. Муккур точность определения нормы понизилась на 10 %, что объясняется увеличением коэффициента изменчивости. Точность расчета нормы весеннего стока р. Есиль – г. Астана по наблюдаемым данным составляет – 25,5 %, а по восстановленным данным за условно-естественный период 1933...2012 гг. – 11,4 %, для пункта г. Петропавловск 34,7 и 12,7 %. соответственно.

После приведения ряда наблюдений к многолетнему периоду погрешность расчёта коэффициента вариации уменьшилась в среднем на 6,7 %. Погрешность расчета уменьшилась на 18 % на реке Силеты – свх. Изобильный, на 14 % – р. Муккур – с. Муккур, на 13 % – р. Терсаккан – з/свх. им. Гагарина.

Таким образом, результаты расчёта параметров слоя весеннего стока рек Есильского водохозяйственного бассейна показывают, что, за исключением отдельных пунктов, точность оценки нормы и коэффициента вариации стока не полностью отвечает требованиям, изложенным в [3, 7]. Невысокая точность оценки параметров объясняется большой изменчивостью стока, трудностью учёта влияния хозяйственной деятельности и недостаточной продолжительностью рядов наблюдений за естественным стоком.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р.И., Давлетгалиев С.К., Чигринец А.Г., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Авезова А. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана. / АО «Национальный научно-технологический холдинг «Парасат», Институт географии АО ЦНЗМО РК – Алматы: 2011. – Т. 1. – 670 с.
2. Методические указания по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановление его характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 130 с.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.
4. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Акмолинская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – Вып. 1. – 790 с.

5. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Северо-Казахстанская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – Вып. V. – 420 с.
6. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Кокчетавская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – Вып. 3. – 562 с.
7. СП 33-101-2003. Определение основных расчётных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004 – 73 с.

Поступила 10.04.2017

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Чигринец  
Д.Д. Арыстамбекова

### **ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫН ҚАРАСТЫРА ОТЫРЫП ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАЗЫҚ ӨЗЕНДЕРІНІҢ КӨКТЕМГІ СУ ТАСУ КЕЗЕҢІНДЕГІ АҒЫНДЫ СИПАТТАМАЛАРЫН БАҒАЛАУ**

**Түйін сөздер:** көктемгі су тасу ағындысы, аналог-тұстама, корреляция, ағынды қабаты, табиғи ағынды, қатардың біртектілігі, максималды су өтімі, ағынды нормасы, вариация коэффициенті

*Бұл жұмыста Есіл су шаруашылық алабы өзендерінің көктемгі су тасу кезеңіндегі ағынды сипаттамаларының өзгерісін зерттеу нәтижелері келтірілген. Бағалау төрт есептік кезеңдер бойынша жүргізілді: байқалған; 1933...2012 жж. репрезентативтік көпжылдық кезең; 1933...1974 жж. табиғи ағынды кезеңі және 1975...2012 жж. қалпына келтірілген табиғи кезең.*

Chigrinets A.G., Arystambekova D.D.

### **ESTIMATION OF THE SPRING FLOODS CHARACTERISTICS WITHIN SLUGGISH RIVERS OF KAZAKHSTAN ON THE EXAMPLE OF YESIL RIVER BASIN**

**Keywords:** spring flood runoff, analogue point, correlation, runoff layer, natural runoff, homogeneity of series, drainage rate, coefficient of variation, calculation margin

*The paper presents the results of studies of the changes in characteristics of spring floods runoff within the rivers of Esil water basin calculated on the basis of series reduced to the natural regime for the four chosen periods chosen: observed; long-term 1933...2012 representative; period with a natural runoff from 1933 to 1974; restored natural from 1975 to 2012.*

ӨОК 556.167

Геогр. ғылымд. канд. А.К. Мусина<sup>1</sup>  
Д.Д. Арыстамбекова<sup>1</sup>

### ТОБЫЛ ӨЗЕНІ КӨКТЕМГІ АҒЫНДЫСЫНА АНТРОПОГЕНДІК ӨЗГЕРІСТЕРДІҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

**Түйін сөздер:** есептік кезең, ең жоғарғы ағынды, көктемгі ағынды қабаты, интегралдық қисық, статистикалық сипаттамалар, шаруашылық іс-әрекет, біртектілікке тексеру, біркелкіліктің статистикалық критерийі

*Мақалада Тобыл өзенінің көктемгі ағынды қабаты мен ең жоғарғы ағындысына адамның шаруашылық іс-әрекетінің ықпалы қарастырылған. Көктемгі ағынды қабаты мен ең жоғарғы ағынды шамаларының статистикалық сипаттамалары есептік кезең үшін, су қоймалар салынғанға дейінгі, салынғаннан кейінгі кезеңдер үшін анықталған. Бұл шамалардың статистикалық параметрлері бақыланған және бұзылған кезеңдер бойынша есептелген.*

**Кіріспе.** Су ресурстары – табиғи ортаның негізгі элементтерінің бірі және оның адам қоғамының дамуындағы алатын орны ерекше. Тұщы су қорларының шектеулігі мен олардың уақыт және кеңістік бойынша біркелкі таралмауы су ресурстарына ұқыптылықпен қарауды талап етеді. Халық санының, өнеркәсіптік өндірістің өсуіне байланысты және суландыру мақсатында ауыл шаруашылығында да су пайдаланудың артуы өзен ағындысының, тұщы су қоймаларының, сондай-ақ гидрогеографиялық желі элементтерінің гидрологиялық режимінің сандық және сапалық өзгерістеріне әкеп соғуда [13].

Адамның шаруашылық әрекеті мен су тұтынудың артуының гидросфераның жалпы қоры мен табиғи су айналымына ықпалы мардымсыз болғанымен, оның жекелеген бөліктеріне әсері айтарлықтай. Кейбір аудандардағы су тұтынудың артуына байланысты су айналымының жекелеген бөліктері (жер беті және жер асты сулары) сарқылып, басқа бөліктерінің (құрлық бетінен булануы, атмосферадағы ылғалдың артуы салдарынан) керісінше үлесі артуда, бұл шаруашылық тұрғыдан қарағанда тиімсіз. Өзен ағындысы – су айналымының негізгі құраушыларының бірі. Ағынды

<sup>1</sup> әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

белгілі бір зоналдық және азоналдық заңдылықтарға бағынады. Олардың басты ерекшелігі – жалпы климаттық, метеорологиялық жағдайларға, сондай-ақ шаруашылық пайдалануға байланысты уақыттық-кеңістіктік үйлеспеушілік [12].

**Зерттеу облысы.** Қарастырылып отырған Тобыл өзенінің алабы Қазақстанның солтүстік-батыс бөлігінде орналасқан. Орналасу жағдайына байланысты өзіндік климаттық және жамылғы беттік сипатымен ерекшеленеді. Тобыл өзенінің жылдық ағындысының 80...90 % жуығы көктемгі су тасумен байланысты. Көктемгі су тасудың биіктігі көктемге дейінгі жинақталған қардан басқа, қар еру кезіндегі сұйық жауын-шашын, көктемнің сипаты, қар еру қарқындылығы арқылы анықталады. Сонымен қатар, топырақтың күзгі ылғалдануы, оның мұздылығы және қатуы да маңызды роль атқарады.

Көктемгі жылымық кезінде көктемгі су тасудың ең жоғарғы мәндері қар қорының орташа, тіпті төменгі мәндерінде де қалыптасуы мүмкін [2]. Қарастырылып отырған алап өзендеріндегі көктемгі су тасуды қалыптастырушы негізгі фактор ретінде алаптағы қар қорын атауға болады. Қар қорларының солтүстіктен оңтүстікке, батыстан шығысқа қарай азаю заңдылығына байланысты алаптағы көктемгі ағынды қабатының орташа мәні де кеми түседі.

Қарастырылып отырған алаптағы өзендерге бірдей табиғи жағдайлар тән болғанымен, су режимінде айқын көрініс беретін жекелеген жергілікті ерекшеліктерге де ие. Алаптың беткі ағындысы қар жамылғысының еру кезеңінде қалыптасады.

Тобыл өзені алабындағы көктемгі су тасу сең жүру кезінен басталады. Орта есеппен алғанда сәуір айының бірінші декадасынан, ал ірі өзен артерияларында – осы айдың екінші декадасынан басталады. Жекелеген жылдар бойынша көктемгі су тасудың басталуы наурыз айының ортасынан сәуір айының соңына дейінгі аралықты құрайды. Ал көктемгі су тасудың шыңы сәуір айының ортасында, ірі өзендерде мамыр айының бірінші пентадасында байқалады [9].

Тобыл өзенінің ағындысы шаруашылықтың түрлі салаларында кеңінен пайдаланылады. Өзен алабындағы елді мекендер мен өндірістік кәсіпорындарды сумен қамтамасыз ету үшін Қазақстан шегінде Тобыл өзенінде көпжылдық және маусымдық реттеу типіндегі 7 су қойма әрекет етеді (1-кесте). Олардың ішіндегі ең ірілері Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары.

## Тобыл өзені алабында орналасқан ірі су қоймалары туралы мәліметтер

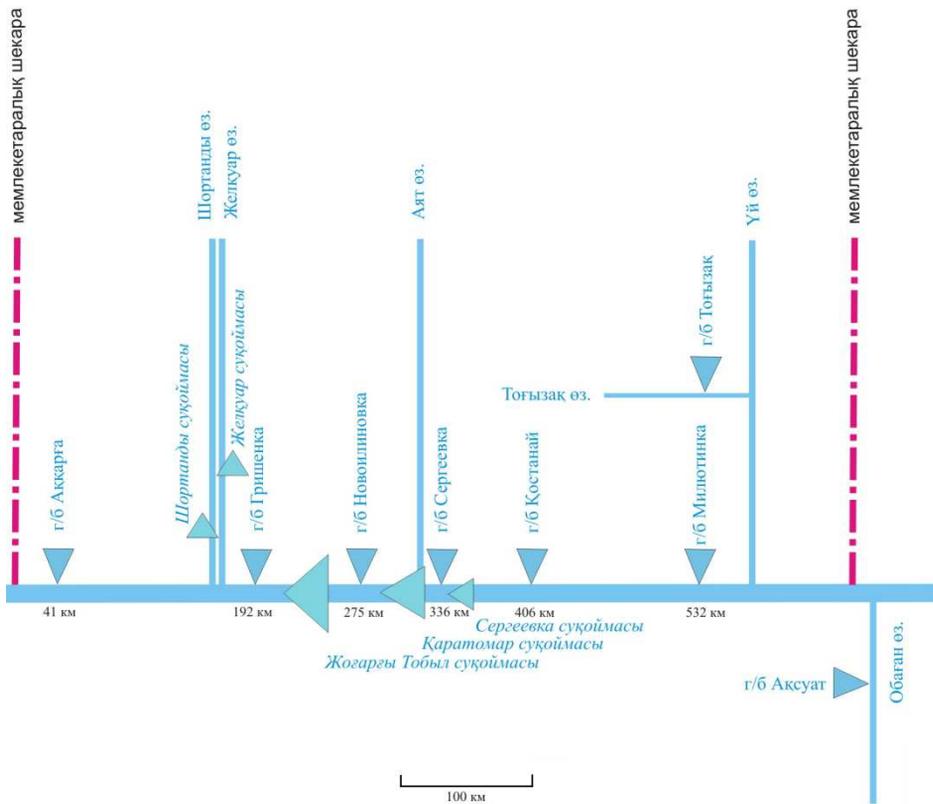
Су қойманың атауы	Су қойманың орналасқан жері	Пайдалануға берілген жыл	Жоба бойынша көлемі, млн. м <sup>3</sup>		Реттеу түрі
			толық	пайдалы	
Қаратомар	Тобыл өз., Аят өз.	1965	586	562	Көпжылдық
Жоғарғы Тобыл	Тобыл өз.	1977	816,6	780,9	Көпжылдық
Желқуар	Желқуар өз.	1964	34	30	Көпжылдық
Қызылжар	Тобыл өз.	1972	3,68	3,18	Маусымдық
Амангелді	Тобыл өз.	1964	6,75	6,22	Маусымдық
Жоғарғы Шортанды	Шортанды өз.	1966	3,6	3,2	Көпжылдық
Сергеевка	Тобыл өз.	1972	3,68	3,18	Көпжылдық

Тобыл өзенінің көктемгі ағындысының сипаттамалары [6, 9] әдебиеттерде келтірілген. Бұл мәліметтер соңғы жылдардағы бақылау материалдарымен және антропогенді факторлардың әсерін ескере отырып, нақтылауды қажет етеді [3].

**Бастапқы мәліметтер мен зерттеу нәтижелері.** Тобыл өзенінің көктемгі ағындысына ықпал ететін антропогендік әсерді анықтау үшін, салынған су қоймалардан кейін орналасқан тұстамалар мәліметтері есепке алынды. Олар: Тобыл өз. – Придорожный а., Тобыл өз. – Қостанай қ., Тобыл өз. – Милютинка а. Өзен бойындағы су қоймалар мен бекеттердің орналасу сұлбасы 1-суретте келтірілген.

Көктемгі ағындының статистикалық сипаттамаларын анықтау үшін, есептік кезең таңдалып алынды. Тобыл өзені көктемгі ағындысының айырымдық интеграл қисықтарын талдау негізінде мұндай кезең ретінде 1938...2012 жж. аралығы таңдалып алынды (2-сурет).

Аталған бекеттердегі бос жылдар гидрологиядағы белгілі әдістер бойынша қалпына келтіріліп, қажетті түзетулер енгізілді. Көктемгі ағынды қабаты шамасы аталған бекеттердегі жылдық ағынды сипаттамаларымен байланысы ( $h = f(Q_{op})$ ) бойынша анықталды. Таңдалып алынған бекеттердегі бұл екі сипаттамалар арасындағы байланыс тығыз екендігін корреляция коэффициенттерінің (R) «1-ге» жақындығы айқындайды. Сонымен, Тобыл өз. – Придорожный а., Тобыл өз. – Қостанай қ., Тобыл өз. – Милютинка а. тұстамаларындағы R мәндері сәйкесінше 0,98; 0,99; 0,95.

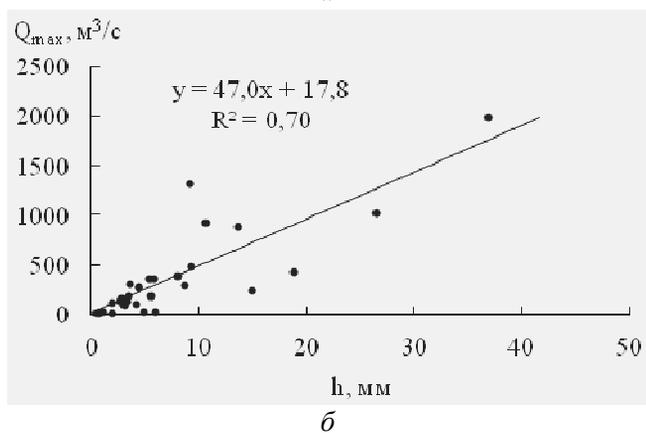
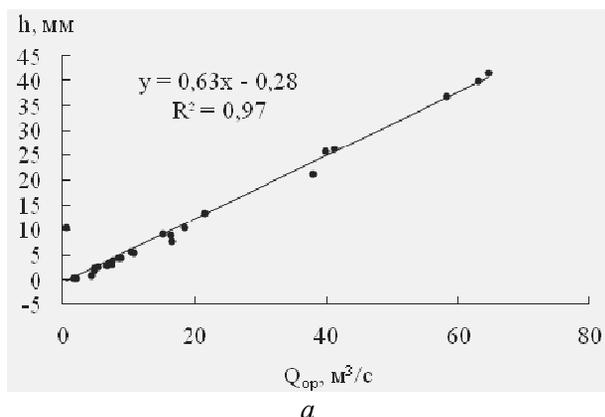


1-сурет. Тобыл өзені бойындағы гидрологиялық бекеттер мен су қоймалардың орналасу сұлбасы.



2-сурет. Тобыл өзені бойындағы негізгі бекеттер бойынша тұрғызылған айырымдық интеграл қисығы. 1 – Тобыл өз. – Қостанай қ.;  
2 – Тобыл өз. – Гришенка а.

Ал бұл бекеттердегі ең жоғары ағынды сипаттамалары ағынды қабатымен арасындағы байланыс ( $Q_{\max} = f(h)$ ) бойынша анықталды. Бұл тәуелділіктердің корреляция коэффициенттері Тобыл өз. – Придорожный а., Тобыл өз. – Қостанай қ., Тобыл өз. – Милютинка а. тұстамаларында 0,83; 0,93; 0,94. Бұл тәуелділік графиктері төмендегі суретте келтірілген (3-сурет).



*3-сурет. Тобыл өзені – Қостанай қ. тұстамасындағы көктемгі ағынды сипаттамаларының байланыс графиктері: а – көктемгі ағынды қабаты мен орташа жылдық су өтімдері арасындағы байланыс; б – көктемгі ең жоғарғы су өтімдері мен көктемгі ағынды қабаты арасындағы байланыс.*

Тобыл өз. – Придорожный а. гидробекетінің ағындысы 1977 ж. бастап Жоғарғы Тобыл суқоймасының ықпалына ұшыраған, ал Тобыл өз. – Қостанай қ., Тобыл өз. – Милютинка а. гидробекеттерінің ағындылары 1965 ж. салынған Қаратомар суқоймасының әсерінен бұзылған. Сол себептен де көктемгі ағынды сипаттамалары түрлі кезең үшін – суқойма

салынғанға дейін (1938...1976 және 1938...1964 жж.) және салынғаннан кейін (1977...2012 және 1965...2012 жж.), сондай-ақ ағындының қалпына келтірілген шартты-табиғи шамалары ескерілген көпжылдық кезең үшін (1938...2012 жж.) анықталған. Тобыл өзені бойындағы тұстамалар бойынша көктемгі ағынды сипаттамаларының есептелген нәтижелері 2 және 3 кестелерде келтірілген.

Суқоймалардың салынуы көктемгі ағынды қабаты шамасына айтарлықтай ықпал етеді (2-кесте). Тобыл өз. – Придорожный а. тұсында табиғи кезеңдегі (1938...1976 жж.) көктемгі ағынды қабатының шамасы 14,9 мм құраса, суқойма салынғаннан кейін, яғни 1976...2012 жж. аралығында оның мәні 11,6 мм шамасында болды. Көктемгі ағынды қабаты шамасы 22,1 % дейін төмендеді. Милютинка тұстамасындағы табиғи кезеңдегі (1938...1964 жж.) көктемгі ағынды қабатының көпжылдық мәні 6,04 мм, ал 1965 жылдан 2012 жылғы дейінгі аралықта 4,28 мм тең болды, яғни көктемгі ағынды қабатының көпжылдық орташа мәні 29,1 % төмендегенін көрсетеді. Тобыл өзені – Қостанай қ. тұстамасындағы көктемгі ағынды қабатының мөлшеріне Қаратомар су қоймасының тигізетін әсері едәуір шамада екендігін 2-кестеден байқауға болады. 1938...1964 жж. аралығындағы табиғи кезеңде көктемгі ағынды қабатының орташа шамасы 11,4 мм болса, 1965 жылы су қойма салынғаннан кейін 1965...2012 жж. аралығында оның мәні 5,5 мм - ге дейін кеміген. Пайыздық шамада көрсетер болсақ, көктемгі көпжылдық ағынды қабатының орташа шамасы бұл тұстамада 48,2 % - ға дейін азайған.

3-кестеде келтірілген нәтижелерді талдау ең жоғарғы ағындыға суқойманың айтарлықтай реттеушілік әсерін бағалауға мүмкіндік береді. Есептеулер барсында Тобыл өз. Придорожный және Милютинка ауылдары тұсында суқойманың жоғарғы ағындыға әсері айтарлықтай екендігі анықталды. Атап айтқанда, Тобыл өз. – Придорожный а. тұстамасында 1938 жылдан 1976 жылдарға дейінгі табиғи кезеңде ең жоғарғы ағындының көпжылдық орташа мәні  $452 \text{ м}^3/\text{с}$  құраса, суқойма салынғаннан кейін, оның шамасы  $338 \text{ м}^3/\text{с}$  дейін азайды. Ең жоғарғы ағынды мәндерін салыстыру нәтижесі оның 25,2 % төмендегенін көрсетеді. Аталған тұстамадағы шартты-табиғи кезеңдегі (1938...2012 жж.) ең жоғарғы ағындының көпжылдық орташа мәні  $407 \text{ м}^3/\text{с}$  шамасында. Тобыл өз. Милютинка тұстамасында табиғи кезеңдегі (1938...1964 жж.) ең жоғарғы ағындының орташа көпжылдық мәні  $115 \text{ м}^3/\text{с}$  болса, суқойма салынғаннан соң,  $82,0 \text{ м}^3/\text{с}$  дейін төмендеді, яғни ең жоғарғы ағынды мөлшері 28,7 % азайды.

Көктемгі ағынды қабатының сипаттамалары

Бақыланған жындар	$h_{op}$ , мм	$C_v$	$C_s$	Әр түрлі қамтамасыздықтағы (р %) ағынды қабаты (мм)										
				1	5	10	25	50	75	90	95	97	99	
<b>Тобыл өз. – Придорожный а.</b>														
1938...1976	14,9	1,16	2,12	78,8	49,3	36,5	20,8	9,09	3,28	0,92	0,34	0,18	0,05	
<u>1977...2012</u>	<u>11,6</u>	<u>0,55</u>	<u>0,68</u>	<u>31,3</u>	<u>23,7</u>	<u>20,2</u>	<u>15,1</u>	<u>10,4</u>	<u>6,96</u>	<u>4,52</u>	<u>3,48</u>	<u>2,84</u>	<u>1,97</u>	
1977...2012	18,7	0,49	0,42	46,4	35,9	31,0	23,9	17,2	12,0	8,42	6,55	5,61	4,11	
<u>1938...2012</u>	<u>13,3</u>	<u>1,0</u>	<u>2,64</u>	<u>61,2</u>	<u>39,9</u>	<u>30,6</u>	<u>18,7</u>	<u>9,18</u>	<u>3,86</u>	<u>1,40</u>	<u>0,68</u>	<u>0,40</u>	<u>0,13</u>	
1938...2012	16,7	0,84	1,80	65,0	44,3	35,2	23,2	13,0	6,51	3,17	1,75	1,19	0,53	
<b>Тобыл өз. – Қостанай қ.</b>														
1938...1964	11,4	1,08	1,47	57,6	36,7	27,4	16,0	7,3	2,74	0,84	0,34	0,18	0,06	
<u>1965...2012</u>	<u>5,5</u>	<u>1,18</u>	<u>1,56</u>	<u>30,5</u>	<u>18,7</u>	<u>13,8</u>	<u>7,63</u>	<u>3,20</u>	<u>1,10</u>	<u>0,28</u>	<u>0,09</u>	<u>0,04</u>	<u>0,01</u>	
1965...2012	8,9	1,06	1,37	43,0	27,7	20,9	12,5	5,96	2,31	0,80	0,36	0,20	0,07	
<u>1938...2012</u>	<u>7,6</u>	<u>1,23</u>	<u>2,01</u>	<u>43,9</u>	<u>26,6</u>	<u>19,3</u>	<u>10,5</u>	<u>4,2</u>	<u>1,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,09</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	
1938...2012	9,8	1,08	1,49	49,5	31,6	23,5	13,7	6,27	2,35	0,69	0,29	0,16	0,05	
<b>Тобыл өз. – Милютинка а.</b>														
1938...1964	6,04	0,95	1,62	26,5	17,5	13,6	8,46	4,35	1,93	0,79	0,40	0,23	0,08	
<u>1965...2012</u>	<u>4,28</u>	<u>0,66</u>	<u>2,52</u>	<u>13,4</u>	<u>9,72</u>	<u>8,05</u>	<u>5,74</u>	<u>3,68</u>	<u>2,23</u>	<u>1,28</u>	<u>0,90</u>	<u>0,68</u>	<u>0,42</u>	
1965...2012	7,54	0,58	1,98	21,2	15,8	13,4	9,95	6,71	4,30	2,79	2,04	1,66	1,09	
<u>1938...2012</u>	<u>4,91</u>	<u>0,85</u>	<u>2,35</u>	<u>19,3</u>	<u>13,2</u>	<u>10,5</u>	<u>6,35</u>	<u>3,78</u>	<u>1,87</u>	<u>0,88</u>	<u>0,49</u>	<u>0,33</u>	<u>0,15</u>	
1938...2012	7,00	0,70	1,61	23,0	16,5	13,6	9,52	5,95	3,43	1,89	1,26	0,98	0,53	

Ескерту: Алымында көктемгі ағынды қабатының байқалған мөндері, бөлімінде – шартты-табиғи мөндері (h, мм).

## Ең жоғарғы ағынды сипаттамалары

Бақылау кезеңі	F, км <sup>2</sup>	Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /с	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	Әр түрлі қамтамасыздықтағы (p %) ең жоғарғы су өтімдері (м <sup>3</sup> /с)				
					1	3	5	10	25
1938...1976	15 200	452	1,20	2,06	2 500	1 862	1 537	1 130	627
<u>1977...2012</u>		<u>338</u>	<u>0,56</u>	<u>0,68</u>	<u>926</u>	<u>771</u>	<u>696</u>	<u>592</u>	<u>441</u>
1977...2012		359	0,53	0,67	942	790	718	614	467
<u>1938...2012</u>		<u>397</u>	<u>1,04</u>	<u>2,63</u>	<u>1918</u>	<u>1 449</u>	<u>1 235</u>	<u>933</u>	<u>558</u>
1938...2012		407	1,02	2,59	1 966	1 486	1 266	956	572
<b>Тобыл өз. – Қостанай қ.</b>									
1938...1964	28 000	860	1,27	1,76	5 072	3 734	3 053	2 193	1 180
<u>1965...2012</u>		<u>203</u>	<u>1,34</u>	<u>1,94</u>	<u>1 277</u>	<u>927</u>	<u>751</u>	<u>529</u>	<u>276</u>
1965...2012		217	1,27	1,92	1 280	943	770	553	297
<u>1938...2012</u>		<u>440</u>	<u>1,70</u>	<u>3,14</u>	<u>3 564</u>	<u>2 429</u>	<u>1 892</u>	<u>1 232</u>	<u>543</u>
1938...2012		448	1,66	3,14	3 512	2 415	1 890	1 245	561
<b>Тобыл өз. – Милютинка а.</b>									
1938...1964	32 700	115	0,94	1,62	498	383	330	256	161
<u>1965...2012</u>		<u>82,0</u>	<u>0,65</u>	<u>2,03</u>	<u>253</u>	<u>207</u>	<u>184</u>	<u>153</u>	<u>110</u>
1965...2012		95,8	0,57	1,94	266	221	199	169	125
<u>1938...2012</u>		<u>94,0</u>	<u>0,83</u>	<u>2,26</u>	<u>361</u>	<u>284</u>	<u>247</u>	<u>197</u>	<u>130</u>
1938...2012		103	0,76	2,12	365	291	255	207	141

Ескерту: Алымында көктемгі максималды ағындының байқалған мәндері, бөлімінде – шартты-табиғи мәндері (Q<sub>max</sub>).

Ал шартты-табиғи кезеңдегі (1938...2012 жж.) ең жоғарғы ағынды мәні  $103 \text{ м}^3/\text{с}$  құрады. Тобыл өзені – Қостанай қ. бекетінде көктемгі ең жоғарғы ағындының мәні Қаратомар су қоймасын 1965 жылы іске қосқаннан кейін анағұрлым азайған. 1938...1964 жж. табиғи кезеңде ең жоғарғы ағындының орташа мәні  $860 \text{ м}^3/\text{с}$  болса, ал 1965...2012 жж. аралығында ол  $203 \text{ м}^3/\text{с}$  - қа кеміген. Екі кезеңді салыстырар болсақ, ең жоғарғы ағындының орташа шамасы осы тұстамада 76,4 % - ға дейін төмендеген. 1938...2012 жж. шартты табиғи кезеңдегі ең жоғарғы су өтімдерінің көпжылдық орташа шамасы  $448 \text{ м}^3/\text{с}$  тең болды.

2 және 3-кестелерде түрлі қамтамасыздықтағы ең жоғарғы ағынды мен көктемгі ағынды қабаттарының мәндері келтірілген. Барлық жағдайда қарастырылып отырған бекеттердегі есептік кезеңдегі ең жоғарғы ағынды мен көктемгі ағынды қабаты шамалары  $C_s = 2C_v$  жағдайындағы Крицкий-Менкель қисығы арқылы сипатталды.

Егер зерттеліп отырған алапта бір немесе одан да көп шаруашылық нысандар әрекет етсе, қатарды біртектілікке тексеру статистикалық критерийлер арқылы жүзеге асырылғаны жөн. Әсіресе, қарастырылып отырған алапта орын алып жатқан шаруашылық іс-әрекеттің дамуы жөнінде ешқандай мәлімет болмаған жағдайда, оның маңызы арта түседі [8].

Статистикалық әдістерді қолдану жеңіл, әрі көп уақытты қажет етпейді, сондықтан да жылдық, көктемгі және сабалық ағындыдағы антропогендік өзгерістерді бағалау кезінде кеңінен қолданылады. Гидрологиялық есептеулерде статистикалық әдістердің қолданылуы жайында С.Т. Хаан еңбектерінде егжей-тегжейлі түсіндірілген [14]. Біртектілікке талдау зерттелетін жиынтықтың физикалық-статистикалық талдануы негізінде жүзеге асырылады. Кейбір жағдайда тек сапалық критерийлердің қолданылуы жеткілікті болып саналады.

Гидрологиялық есептеулер және ғылыми зерттеулер тәжірибесінде біртектіліктің екі түрін ажыратады: уақыттық (қатарішілік) және кеңістіктік-уақыттық (қатараралық). Уақыттық біртектілікке талдау адамның шаруашылық іс әрекеті немесе климаттаық факторлар әсеріне өзгеріске ұшырауы мүмкін өзен ағындысының сипаттамаларын бағалау кезінде жүзеге асырылады [7].

Қарастырылып отырған жұмыста ең жоғарғы ағынды мен көктемгі ағынды қабаттарының бақылау қатарлары Стюдент және Фишер критерийлерінің көмегімен біртектілікке тексерілді. Жоғарыда келтіріліген бекеттер бойынша есептеулер нәтижелері 3-кестеде берілді.

Біртектілікке тексеру кезінде кезеңдер ұзақтығы  $n_1 = 37$ ,  $n_2 = 36$ , ал бұл өзенге тән автокорреляция коэффициенті  $r = 0,20..0,23$  және мәнділік деңгейіндегі Стюдент пен Фишер статистикаларының шекті мәндері  $\alpha = 5\%$  тең деп алынды (4-кесте).

Стюдент критерийі үлестірімнің екі орталығының (немесе екі орташасының) теңдегін тексеру мақсатында қолданылады. Фишер критерийі екі дисперсияның теңдігін (біртектілігін) тексеру үшін қолданылады.

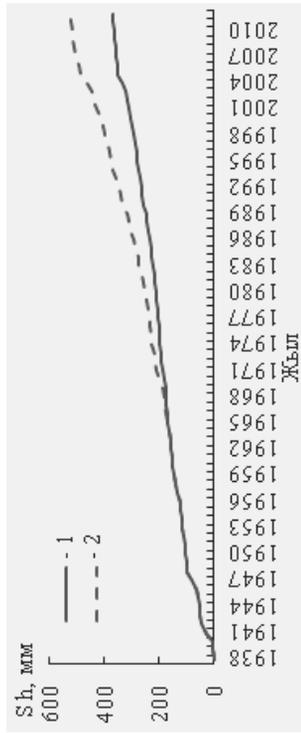
4-Кесте

Қатардың орташа мәндері мен дисперсиясының біртектілігі мен тұрақтылығын бағалау нәтижелері

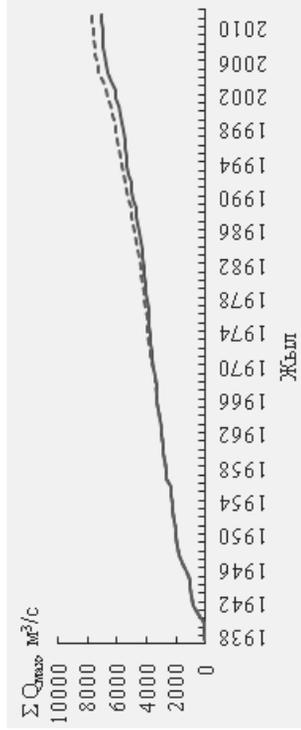
Параметр	Стюдент бойынша орташа мәндерді бағалау			Фишер бойынша дисперсияларды бағалау		
	t	$t_\alpha$	қорытынды	F	$F_\alpha$	қорытынды
<b>Тобыл өз. – Придорожный а.</b>						
Ағынды қабаты	1,09	1,63	+	7,39	1,95	-
Ең жоғарғы ағынды	1,17	1,63	+	8,18	1,95	-
<b>Тобыл өз. – Қостанай қ.</b>						
Ағынды қабаты	2,67	1,61	-	3,63	1,79	-
Ең жоғарғы ағынды	3,91	1,61	-	16,0	1,79	-
<b>Тобыл өз. – Милютинка а.</b>						
Ағынды қабаты	1,75	1,61	-	4,16	1,79	-
Ең жоғарғы ағынды	1,75	1,61	-	4,16	1,79	-

Статистикалық критерийлер бойынша аналитикалық тәсілдер арқылы қол жеткізілген нәтижелер бақылау мәліметтері таңдамалы орташа мәндерінің біртектілігі жөніндегі ұсынылған гипотезаның расталмағандығын көрсетеді. Дегенмен, біртектектіліктің статистикалық критерийлері ағындының антропогенді өзгерісінің сандық бағасын бере алмайды. Бұл критерийлердің көмегімен қатардың статистикалық әртектілігі мен осы әртектіліктің басталу уақытын ғана анықтауға болады. Егер қатар біртекті болмаса, оның ауытқуының себебі өзен алабындағы адамның шаруашылық іс әрекетінің әсерінен болуы мүмкін. Сондықтан да А.Ю. Барисас ұсынысы бойынша біртектілікті анықтау үшін жиынтық интегралдық қисық тұрғызу әдісі қолданылады [1].

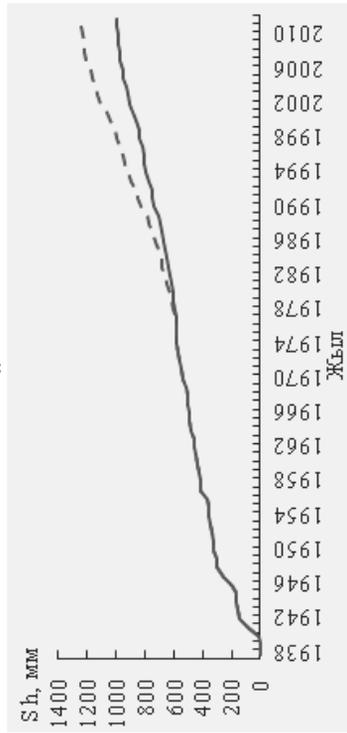
Бақылау мәліметтерінің негізінде жиынтық интеграл қисығынан графиктік тәсіл бойынша антропогендік өзгерістің басталу датасын анықтап, ағындының өзгерген мәндерін шамалап бағалауға болады. Мысал ретінде Тобыл өз. Милютинка және Придорожный ауылдары тұстмалаларындағы ең жоғарғы ағынды мен көктемгі ағынды қабатының жиынтық интеграл қисықтарының графиктері келтірілген (4-сурет).



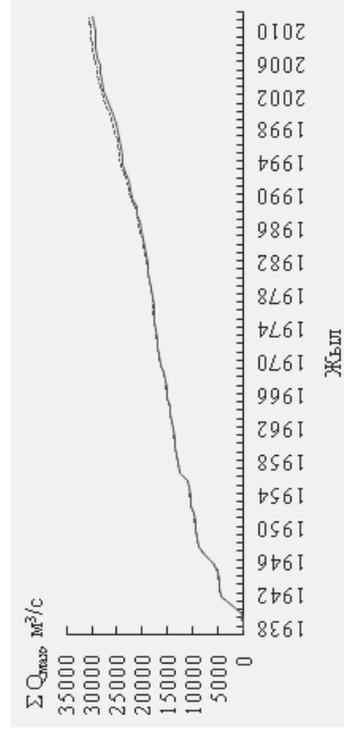
а



а



б



б

4-сурет. Көктемгі ағынды қабаты ( $h$ , мм) мен ең жоғарғы су өтімдерінің ( $Q_{\max}$ ,  $m^3/c$ ) жиынтық интеграл қисықтары: а, ә – Тобыл өз. – Милютинка а.; б, в – Тобыл өз. – Придорожный а. 1 – бақыланған кезең; 2 – қалтына келтірілген кезең.

4-суреттен Тобыл өзенінің ең жоғарғы ағындысы мен көктемгі ағынды қабатының табиғи мәндерінің бұзылғандығын көруге болады. Тобыл өз – Милютинка а. тұсында көктемгі ағындының бұзылуы 1965...1966 жж. басталса, Тобыл өз. – Придорожный а. тұсында 1977...1978 жж., яғни Жоғарғы Тобыл және Қаратомар суқоймалары салынғаннан кейін байқалады. Егер Милютинка а. тұстамасындағы ең жоғарғы ағындының нақты мәндері мен қайта есептелген мәндерін салыстыратын болсақ, айырмашылық  $14,6 \text{ м}^3/\text{с}$  құрайды, ал көктемгі ағынды қабаты бойынша –  $2,45 \text{ мм}$ . Придорожный а. тұстамасында ең жоғарғы ағынды бойынша айырмашылық  $20,4 \text{ м}^3/\text{с}$ , көктемгі ағынды қабаты бойынша –  $15,5 \text{ мм}$ . Тобыл өзені – Қостанай қ. тұстамасында 1965 жылы көктемгі ағынды қабатының байқалған мәні  $2,9 \text{ мм}$  болса, қалпына келтірілген мәні  $5,4 \text{ мм}$  тең болды. Сондай-ақ, ең жоғарғы ағындының байқалған мәні мен қалпына келтірілген мәндерінің арасындағы айырмашылық  $14,5 \text{ м}^3/\text{с}$  құрады.

**Қорытынды.** Сонымен, Тобыл өзені бойындағы жоғарыда аталған бекеттердің бақылау қатарларын біртектілікке тексеру графикалық және аналитикалық әдіс-тәсілдер бойынша жүзеге асырылды. Графикалық тәсіл бойынша суқоймаладың әсері өзеннің көктемгі ағындысына айтарлықтай әсер ететіндігі туралы қорытынды жасауға болады. Фишер және Стьюдент әдістері бойынша да біртектіліктің статистикалық критерийлері бақылау қатарларының біртекті еместігін көрсетті.

2-3 кестелерде келтірілген мәліметтерді талдау нәтижелері суқоймалардың ағындыны реттегіштік әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Тобыл өзені бойынша ең жоғарғы ағынды мәндерінің  $25,2...76,4 \%$ , көктемгі ағынды қабаты мәндерінің  $22,1...48,2 \%$  азайғандығы анықталды.

Адамның шаруашылық іс әрекетінің өзен ағындысына әсері түрлі бағытта көрініс беруі мүмкін: ағындының уақыт және кеңістік бойынша қайта үлестірілуі жүзеге асырылатын тікелей әсер ету формасынан (су қоймалар салу, ағындыны бұру және т.б.) алаптың жекелеген физикалық-географиялық сипаттамаларының өзгерту арқылы жүзеге асырылатын су теңдестік теңдеуінің құраушыларына жанама әсер ету формаларына дейінгі (ормандарды отау, орман отырғызу, батпақтарды құрғату, жерлерді мелиорациялау және т.б.) іс-әрекеттерді қамтиды.

Көктемгі ағынды мөлшері су қоймалардың салынуы әсерінен азаюға бейім. Оны су қоймалар қазаншұңқырының толысуына жұмсалатын шығындармен, су бетінен қосымша буланумен, сондай-ақ шаруашылықтың түрлі салаларына судың алынуымен түсіндіруге болады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Барисас А.Ю. К вопросу о чувствительности некоторых порядковых критериев к систематическим различиям эмпирических рядов / Вопросы гидрологии суши. – 1981. – Вып. 74. – С. 59-63.
2. Гальперин Р.И., Давлетгалиев С.К., Чигринец А.Г., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Авезова А.. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана – Алматы: Институт Географии АО ЦНЗМО РК, 2011. – Т. 1. – 670 с.
3. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2001-2012 гг.. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып. 1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол – Алматы, 2002-2014 гг.
4. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. 1976-1980 гг., Т. V, Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 468 с.
5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1981-1990 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып. 1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение) – Алматы, 2002. – 384 с.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1991-2000 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып. 1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение) – Алматы, 2004. – 191 с.
7. Давлетгалиев С.К. Учебное пособие «Анализ однородности гидрологических данных». – Алматы. Изд. «Қазақ университеті», 2000 – 103 с.
8. Молдахметов М.М., Арыстамбекова Д.Д. Тобыл өзенінің ағындысына адамның шаруашылық іс – әрекетінің тигізетін әсерін бағалау // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2007. – № 1 (24). – С. 62-72.
9. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель, Кустанайская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – Вып. 2. – 710 с.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг.). Алтай, Западная Сибирь и Северный Казахстан. Верхний Иртыш, Верхний Ишим, Верхний Тобол. Т. 15, Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 384 с.

11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1971-1975 и весь период наблюдений). Выпуск 2 Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. Л.: Гидрометеоиздат. 1980. - Т.15. - 294 с.
12. Соцкова А.М., Позаченок Е.А., Калинин И.В. Водный кризис – Глобальная проблема цивилизации // Уч. записки Таврического Национального университета им. В.И. Вернадского, серия География. Том 26 (65). – 2013. – № 3. – С. 192-199.
13. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 304 с.
14. Charles T. Haan. Statistical methods in hydrology. – The Iowa State University Press, 1977. – 378 p.

Поступила 28.03.2017

Канд. геогр. наук    А.К. Мусина  
                                  Д.Д. Арыстамбекова

## **ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕСЕННЕГО СТОКА РЕКИ ТОБЫЛ**

**Ключевые слова:** расчетный период, максимальный расход воды, слой весеннего стока, разностная интегральная кривая, статистические характеристики, хозяйственная деятельность, суммарная интегральная кривая, оценка однородности, статистические критерий однородности

*В статье рассматривается влияние хозяйственной деятельности на значение максимального стока и слоя весеннего стока р. Тобыл. Определены статистические характеристики максимальных расходов воды и слоя весеннего стока этих рек за расчетный период 1938...2012 гг. – до создания водохранилища и после, а также за многолетний период наблюдений. Статистические параметры максимального расхода и слоя весеннего стока воды определены по наблюдаемым и восстановленным данным. Проверены на однородность ряды наблюдений по графическим и аналитическим методами. Построены суммарные интегральные кривые максимального стока и слоя весеннего стока. Ряды наблюдений максимального стока и слоя весеннего стока исследованы на однородность (стационарность) с помощью критериев Стьюдента и Фишера.*

Mussina A.K., Arystambekova D.D.

## ASSESSMENT OF ANTROPOGENIC CHANGES IN SPRING WATER FLOW OF THE RIVER TOBYL

**Keywords:** settlement period, maximum consumption of water, layer of a spring flows, differential integrated curve, security curve

*In this article influence of economic activity on value of the maximum runoff and a layer of a spring runoff of the river Tobyl is considered. Statistical characteristics of the maximum expenses of water and a layer of a spring runoff of these rivers for the settlement period of 1938...2012 – before creation of a reservoir and after, and also for the long-term period of supervision are defined. Statistical parameters of the maximum expense and layer of a spring runoff of water are determined according to actual data and restored data. Sizes of the maximum drain and a layer of a spring runoff of various security are calculated.*

*Series of observations on graphic and analytical are checked by methods for uniformity. Series of observations of the maximum runoff and a layer of a spring runoff are investigated on uniformity (stationarity) by means of Student and Fischer's criteria.*

УДК 631.45; 67

Канд. биолог. наук Т.К. Томина<sup>1</sup>**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГРУНТЕ  
РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ НА НЕФТЯНОМ  
МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**Ключевые слова:** загрязнение нефтью, нефтяной амбар, тяжелые металлы, рекультивированный участок, почвенный разрез, ПДК

*На нефтяном месторождении Кара-Арна в техногрунтах рекультивированных в разные годы участков на основе солончаков сорových обсыхающих определено содержание тяжелых металлов в сравнении с фоновыми почвами. Выявлено небольшое превышение ПДК по содержанию подвижных форм кадмия в горизонтах разрезов 1, 5, 6 в северном крыле, и в разрезе 12 в восточной части месторождения. Обнаружено превышение от 1,1 до 1,6 ПДК по содержанию подвижной формы кадмия в замазученном грунте не очищенных разрезов и грунте шести прикопок. Превышение ПДК также имелось по валовой форме содержания кадмия. Прослежено распределение тяжелых металлов по профилю почв. Грунтовые воды из разрезов на рекультивированных участках загрязнены медью – до 5 и кадмием – до 3,6 ПДК.*

По степени опасности выделяются терраполлютанты, которые и геохимически и биохимически подвижны и могут попадать в питьевую воду или в растения. Это соединения тяжёлых металлов (ТМ). Опасность систематических выбросов ТМ с невысоким, но постоянным уровнем загрязненности, состоит в том, что они оказывают долговременное воздействие биохимически активных веществ, что может иметь кумулятивный эффект.

Наряду с выбросами предприятий имеются многочисленные участки, где складированы открытым способом бытовые и промышленные отходы (шлако- и золоотвалы, хвостохранилища, свалки). В результате воздушной и водной миграции техногенные ареалы вокруг свалок в несколько раз больше территорий, отведённых под отходы, являясь стабильным источником повторной эмиссии в окружающую среду. Таким обра-

---

<sup>1</sup> КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

зом, отходы способны вызывать трансформацию природных систем в природно-техногенные и даже техногенные. Одним из главных механизмов наблюдаемой трансформации и является техногенная миграция тяжёлых металлов и других элементов в системе «отходы – почва». Для ландшафтов, загрязнённых промышленными отходами, техногенная миграция ТМ является ведущим процессом преобразования. В почвенном профиле формируется техногенный поток рассеяния тяжёлых металлов, имеющий чёткую пространственную связь с его источником – твёрдыми промышленными отходами, а наблюдаемая техногенная аномалия ТМ характеризуется динамичностью и непостоянством параметров полиметалльного загрязнения. Разрушительное действие нефтегазодобычи не ограничивается площадями, предоставляемыми под промышленные объекты. Зона негативного воздействия нефтедобычи за пределами промышленных объектов представлена прилегающими территориями, загрязненными нефтепродуктами, буровыми растворами, минерализованными водами.

Загрязнение почв и грунтов нефтяных месторождений тяжелыми металлами обусловлено их высоким содержанием в нефти, нефтешламе и буровых отходах. По литературным данным на месторождении Северные Бузачи с 1998 по 2005...2006 гг. в грунтах технологических площадок и солончаках возросло содержание свинца, меди, цинка, кобальта, кадмия, ванадия и никеля – в 1,5...3,0 раза, мышьяка в 2,5...5,0 раз. Наиболее опасного уровня (превышение ПДК) загрязнение почв и грунтов достигло никелем и мышьяком [1, 2, 3]. До начала активной разработки соровые солончаки территории месторождения Северные Бузачи характеризовались повышенным содержанием мышьяка, никеля и кадмия, превышающим или близким к ПДК для песчаных почв. Уже через несколько лет эксплуатации месторождения в 2006 году выявлено высокое содержание кадмия в почвах, которое более чем на порядок превышает ПДК для этого элемента [2].

***Содержание тяжелых металлов в техногрунте рекультивированных участков.*** Объектом исследования явились 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.

Целью данной работы явилось определение содержания тяжелых металлов в грунтах рекультивированных участков в сравнении с фоновыми почвами, выявление превышения ПДК, распределение ТМ по профилю.

На исследованной территории месторождения наиболее распространенными являются бурые солончаковатые почвы с навееанным песчаным наносом в восточной части и солончаки соровые обсыхающие в северном крыле месторождения.

Для оценки экологического состояния почв нефтяных месторождений необходим контроль за содержанием в ней тяжелых металлов. В статье дана оценка уровня загрязнения тяжелыми металлами (Zn, Cd, Pb, Cu) солончаков соровых обсыхающих и рекультивированных грунтов в северной части месторождения Кара-Арна. Исследования 2015 г. выявили превышение содержания подвижных форм кадмия в замазученном грунте прикопок № 1, №2, №3 до 1,3 ПДК, а также валовых форм цинка (Раз. №6) и кадмия (Раз. № 1, №6, №9).

Во время экспедиционных исследований 2016 г. из заложенных 14 почвенных разрезов 8 были на замазученных грунтах бывших амбаров, рекультивированных в 2011...2014 гг. цеолитно-микробиологическим методом. Это разрезы №5 и №6 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 изначально бурой солончаковатой почве с навееанным песчаным наносом. Для сравнения заложены разрезы №9, №10, №11 на замазученных грунтах не очищенных солончаках соровых обсыхающих в северном крыле месторождения, там же сделано шесть прикопок. Целинный разрез №13 был заложен на зональной бурой солончаковатой почве за пределами санитарно-защитной зоны месторождения.

Проведенный анализ данных по содержанию подвижных форм ТМ в грунтах рекультивированных в 2011...2014 годах участков выявил небольшое превышение уровня ПДК по содержанию кадмия в грунте нескольких разрезов. Так, превышение обнаружено в горизонтах разреза №1 на участке, рекультивированном в 2013 г. Также имеется превышение в грунте разрезов №5 и №6 на участке, рекультивированном в 2014 г. и на участке рекультивации 2011 г. в грунте разреза №12, также в почве разреза №7 восточного крыла долговременного воздействия выбросов на территории месторождения (табл. 1).

Выявлено небольшое превышение по содержанию подвижных форм кадмия в горизонтах разрезов №1, №5, №6 в северном крыле, также и в разрезе №12 в восточной части месторождения. Превышения по другим тяжелым металлам в грунтах не выявлено. В замазученных не очи-

щенных грунтах разрезов № 9, №10, №11 выявлено превышение по содержанию подвижной формы кадмия от 1,1 до 1,6 ПДК (табл. 2).

Таблица 1

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве разрезов и превышение ПДК на территории месторождения Кара-Арна, мг/кг, 2016 г.

Разрез	Глубина, см	Zn <sup>+2</sup> , ПДК = 23		Cu <sup>+2</sup> , ПДК = 3		Pb <sup>+2</sup> , ПДК = 6		Cd <sup>+2</sup> , ПДК = 1	
		содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК
№1	0...30	2,5	0,19	0,8	0,27	1,1	0,18	1,1	1,1
	30...65	2,8	0,12	0,7	0,23	1,1	0,18	1,1	1,1
	65...110	2,1	0,091	0,7	0,23	0,8	0,13	0,7	0,7
№2	0...20	2,5	0,19	1,5	0,5	2,4	0,4	1,3	1,3
	20...50	1,6	0,07	1,2	0,4	2,0	0,33	0,6	0,6
	50...110	2,5	0,19	1,5	0,5	1,4	0,23	0,7	0,7
№3	0...20	2,2	0,096	1,7	0,57	1,7	0,28	0,8	0,8
	20...35	2,1	0,091	1,3	0,43	1,3	0,22	0,9	0,9
	35...45	2,2	0,096	1,8	0,6	1,0	0,17	0,4	0,4
	45...100	2,1	0,091	1,5	0,5	0,5	0,08	0,5	0,5
№4	0...30	0,7	0,03	1,3	0,43	0,6	0,1	0,6	0,6
	30...50	2,3	0,1	1,8	0,6	1,6	0,27	0,7	0,7
	50...100	2,0	0,087	1,1	0,37	1,1	0,18	0,7	0,7
№5	0...15	2,4	0,104	1,9	0,63	1,6	0,27	0,7	0,7
	15...35	1,8	0,078	0,9	0,3	0,7	0,12	0,5	0,5
	35...90	2,9	0,13	1,5	0,5	2,5	0,42	1,3	1,3
№6	0...10	2,9	0,13	1,8	0,6	3,7	0,62	0,9	0,9
	10...30	1,9	0,082	1,5	0,5	1,0	0,17	0,8	0,8
	30...60	2,0	0,087	1,6	0,53	0,5	0,08	0,8	0,8
	60...100	2,3	0,1	2,0	0,67	1,7	0,28	1,0	1,0
№12	0...30	2,3	0,1	1,1	0,37	0,1	0,02	0,7	0,7
	30...60	2,6	0,113	1,9	0,63	0,8	0,13	1,2	1,2
	60...80	2,5	0,19	2,6	0,87	1,2	0,2	1,3	1,3
	80...110	2,6	0,113	2,0	0,67	0,0	0	0,8	0,8
№7	0...30	1,7	0,074	1,7	0,57	1,3	0,22	0,6	0,6
	30...45	1,9	0,083	2,0	0,67	2,5	0,42	1,3	1,3
	45...65	2,9	0,13	2,1	0,7	2,2	0,37	1,2	1,2
	65...100	3,0	1,0	1,8	0,6	1,1	0,18	1,2	1,2

В распределении тяжелых металлов по профилю почв рекультивированных участков прослежена тенденция снижения их с глубиной. Отмечены также горизонты максимального накопления ТМ на глубинах 60...80 и 35...90 см.

Таблица 2

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в замазученных грунтах разрезов №9, №10 и №11 и превышение уровня ПДК. 2016 г.

Разрез	Глубина, см	Zn <sup>+2</sup> , ПДК = 23		Cu <sup>+2</sup> , ПДК = 3		Pb <sup>+2</sup> , ПДК = 6		Cd <sup>+2</sup> , ПДК = 1	
		содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК
№9	0...5	3,0	0,13	1,1	0,37	1,3	0,22	1,3	1,3
	5...25	2,7	0,12	0,9	0,3	0,5	0,08	1,0	1,0
	25...45	2,6	0,11	1,6	0,53	1,7	0,28	1,0	1,0
	45...80	3,0	0,13	3,0	1,0	2,3	0,38	1,6	1,6
№10	5...15	2,3	0,1	2,8	0,93	3,0	0,5	1,2	1,2
	15...40	3,0	0,13	2,3	0,77	1,4	0,23	1,2	1,2
	40...100	3,4	0,15	1,8	0,6	0,9	0,15	1,1	1,1
№11	0...25	3,0	0,13	1,3	0,43	0,7	0,12	0,9	0,9
	25...45	1,9	0,08	1,0	0,33	-0,1	-0,02	0,4	0,4
	45...90	3,4	0,148	1,1	0,37	0,7	0,12	1,5	1,5

В замазученных грунтах всех шести прикопок на территории месторождения выявлено превышение подвижной формы кадмия, как в северном крыле, так и в восточной части месторождения (табл. 3).

Таблица 3

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в грунте прикопок на территории месторождения Кара-Арна. 2016 г.

Прикопка	Глубина, см	Zn <sup>+2</sup> , ПДК = 23		Cu <sup>+2</sup> , ПДК = 3		Pb <sup>+2</sup> , ПДК = 6		Cd <sup>+2</sup> , ПДК = 1	
		содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК
№1	0...20	2,3	0,1	1,9	0,63	0,2	0,03	1,2	1,2
	20...40	1,8	0,08	1,5	0,5	-0,3	-0,05	0,8	0,8
№2	0...20	3,0	0,13	2,3	0,77	1,0	0,17	1,3	1,3
	20...40	3,1	0,134	2,0	0,67	1,0	0,17	1,3	1,3
№3	0...20	2,2	0,096	1,5	0,5	0,2	0,03	0,8	0,8
	20...40	2,4	0,104	1,4	0,47	1,0	0,17	1,4	1,4
№4	0...20	4,0	0,174	1,1	0,37	1,1	0,18	1,0	1,0
	20...40	2,6	0,113	0,7	0,23	0,7	0,12	1,2	1,2
№5	0...20	3,8	0,165	1,3	0,43	1,7	0,28	1,3	1,3
	20...40	2,6	0,113	0,4	0,13	-0,1	-0,02	1,1	1,1
№6	10...50	0,2	0,009	-0,3	-0,1	-0,6	-0,1	0,2	0,2

Таким образом, наиболее опасный уровень (от 1,1 до 1,6 ПДК) загрязнения почв и грунтов выявлен по содержанию подвижной формы кадмия в замазученных не очищенных грунтах разрезов №9, №10, №11 и всех шести прикопках. Рассмотрение профильного распределения подвижной формы кадмия показало, что имеется основная тенденция снижения содержания с глубиной.

Полученные в ходе исследований данные позволяют сделать выводы о том, что атмотехногенное воздействие в районе нефтедобычи сказывается на накоплении в почве опасного техногенного токсиканта – Cd.

Кроме подвижных, в грунтах рекультивированных участков определялись и валовые формы цинка, меди, свинца и кадмия (табл. 4), на не рекультивированных замазученных грунтах в северном крыле месторождения (табл. 5) Кара-Арна и в грунте прикопок как в северном крыле, так и в восточной части месторождения (табл. 6).

Таблица 4

Содержание валовой формы ТМ в грунте почвенных разрезов рекультивационных участков, мг/кг. 2016 г.

Разрез	Глубина, см	Zn <sup>+2</sup> , ПДК = 30		Cu <sup>+2</sup> , ПДК = 33		Pb <sup>+2</sup> , ПДК = 32		Cd <sup>+2</sup> , ПДК = 3	
		содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК
№1	0...30	7,6	0,25	2,8	0,085	1,6	0,05	0,8	0,27
	30...65	7,2	0,24	3,6	0,109	1,2	0,0375	2,4	0,8
	65...110	4,4	0,15	1,6	0,049	0,8	0,025	0,4	0,13
№2	0...20	17,6	0,59	6,8	0,206	3,6	0,1125	1,2	0,4
	20...50	11,6	0,39	4,8	0,146	3,2	0,1	0,4	0,13
	50...110	17,2	0,57	5,2	0,158	2,4	0,075	1,6	0,53
№3	0...20	16,4	0,55	5,2	0,158	2,8	0,0875	1,2	0,4
	20...35	16,0	0,53	4,8	0,146	2,0	0,0625	1,2	0,4
	35...45	10,8	0,36	3,6	0,109	2,0	0,0625	2,4	0,8
	45...100	4,4	0,15	0,4	0,012	0,4	0,0125	0,8	0,27
№4	0...30	6,4	0,21	1,2	0,036	1,2	0,0375	0,4	0,13
	30...50	10,0	0,33	3,6	0,109	2,0	0,0625	1,2	0,4
	50...100	9,6	0,32	3,2	0,097	1,2	0,0375	0,8	0,27
№5	0...15	10,8	0,36	6,0	0,182	2,4	0,075	0,8	0,27
	15...35	5,6	0,19	2,8	0,085	0,8	0,025	0,00	0,0
	35...90	16,4	0,55	8,0	0,242	3,6	0,1125	2,4	0,8

Разрез	Глубина, см	Zn <sup>+2</sup> , ПДК = 30		Cu <sup>+2</sup> , ПДК = 33		Pb <sup>+2</sup> , ПДК = 32		Cd <sup>+2</sup> , ПДК = 3	
		содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК
№6	0...10	17,2	0,57	7,2	0,218	4,0	0,125	0,00	0,0
	10...30	17,6	0,59	3,6	0,109	0,8	0,025	0,4	0,13
	30...60	7,6	0,25	3,6	0,109	1,2	0,0375	0,8	0,27
	60...100	13,2	0,44	7,6	0,230	1,6	0,05	2,4	0,8
№12	0...30	6,4	0,21	3,2	0,097	1,6	0,05	0,8	0,27
	30...60	6,0	0,02	4,4	0,133	0,8	0,025	0,00	0,0
	60...80	8,4	0,28	6,0	0,182	2,0	0,0625	2,4	0,8
	80...110	8,0	0,27	5,2	0,158	0,6	0,019	1,2	0,4

Таблица 5

Содержание валовой формы ТМ в замазученных грунтах почвенных разрезов северного крыла месторождения, мг/кг. 2016 г.

Разрез	Глубина, см	Zn <sup>+2</sup> , ПДК = 30		Cu <sup>+2</sup> , ПДК = 33		Pb <sup>+2</sup> , ПДК = 32		Cd <sup>+2</sup> , ПДК = 3	
		содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК
№9	0...5	4,0	0,13	3,6	0,109	0,4	0,0125	0,8	0,27
	5...25	6,0	0,02	3,2	0,097	1,2	0,0375	0,00	0,0
	25...45	4,0	0,13	4,4	0,133	1,6	0,05	1,6	0,53
	45...80	8,4	0,28	5,2	0,158	2,0	0,0625	1,6	0,53
№10	5...15	16,8	0,56	7,6	0,230	4,4	0,1375	2,0	0,67
	15...40	10,8	0,36	6,0	0,182	2,0	0,0625	2,0	0,67
	40...100	7,2	0,24	4,4	0,133	1,2	0,0375	1,2	0,4
№11	0...25	5,2	0,17	2,8	0,085	0,8	0,025	0,00	0,0
	25...45	4,4	0,15	2,8	0,085	0,4	0,0125	1,2	0,4
	45...90	9,6	0,32	4,8	0,146	2,4	0,075	1,2	0,4

Результаты анализа показали, что превышение уровня ПДК по валовой форме содержания ТМ в грунтах как на рекультивационных участках, так и на не рекультивированных замазученных грунтах и в грунте прикопок не выявлено.

Анализ проб воды на содержание ТМ из почвенных разрезов рекультивированных участков показал повсеместное превышение уровня ПДК по меди (от 1,8 до 5,0). В старой зоне месторождения (разрез №14) единичное по свинцу до 2,3 и кадмию (от 1,6 до 3,6) (табл. 7).

Таблица 6

Содержание валовой формы тяжелых металлов в грунте прикопок на территории месторождения. 2016 г.

Прикопка	Глубина, см	Zn <sup>+2</sup> , ПДК = 30		Cu <sup>+2</sup> , ПДК = 33		Pb <sup>+2</sup> , ПДК = 32		Cd <sup>+2</sup> , ПДК = 3	
		содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК	содержание	превышение ПДК
№1	0...20	6,4	0,21	4,8	0,146	3,2	0,1	2,0	0,67
	20...40	7,6	0,25	2,4	0,072	1,2	0,0375	2,0	0,67
№2	0...20	8,4	0,28	5,6	0,17	1,6	0,05	1,6	0,53
	20...40	8,8	0,29	2,0	0,061	1,6	0,05	2,0	0,67
№3	0...20	6,4	0,21	1,6	0,049	1,2	0,0375	1,2	0,4
	20...40	7,6	0,25	4,4	0,133	1,6	0,05	2,0	0,67
№4	0...20	7,6	0,25	4,4	0,133	2,0	0,0625	0,8	0,27
	20...40	4,0	0,13	2,8	0,085	2,4	0,075	2,0	0,67
№5	0...20	4,0	0,13	6,0	0,182	2,8	0,0875	2,4	0,8
	20...40	10,0	0,33	2,8	0,085	2,0	0,0625	0,8	0,27
№6	10...50	7,2	0,24	2,4	0,072	1,2	0,0375	2,0	0,67

Таблица 7

Содержание тяжелых металлов в пробах грунтовых вод из почвенных разрезов на рекультивированных участках, вода из понижений рельефа на территории месторождения Кара-Арна. 2016 г.

Место отбора проб воды	Содержание ТМ, мг/дм <sup>3</sup>							
	Zn		Cu		Pb		Cd	
	конц.	доля ПДК	конц.	доля ПДК	конц.	доля ПДК	конц.	доля ПДК
Разрез №1, рекультив. участок 2013 г.	0,039	0,78	0,019	3,8	0,007	0,7	0,036	3,6
Понижение рельефа, недалеко от разреза № 1	0,019	0,38	0,012	2,4	0	0	0,016	1,6
Разрез №2, рекультив. участок 2012 г.	0,021	0,42	0,013	2,6	0,002	0,2	0,016	1,6
Разрез № 3, рекультив. участок 2012 г.	0,022	0,44	0,012	2,4	0	0	0,019	1,9
Разрез № 4, рекультив. участок 2013 г.	0,034	0,68	0,025	5	0	0	0,017	1,7
Разрез № 5, рекультив. участок 2014 г.	0,018	0,36	0,017	3,6	0	0	0,026	2,6
Разрез №9	0,031	0,62	0,025	5	0	0	0,029	2,9
Разрез №10	0,02	0,4	0,023	4,6	0	0	0,032	3,2
Разрез № 11	0,021	0,42	0,021	4,2	0,001	0,1	0,025	2,5
Разрез №12, рекультив. участок 2011 г.	нет	-	нет	-	-	-	нет	-

Место отбора проб воды	Содержание ТМ, мг/дм <sup>3</sup>							
	Zn		Cu		Pb		Cd	
	конц.	доля ПДК	конц.	доля ПДК	конц.	доля ПДК	конц.	доля ПДК
Разрез №14., недалеко от рекультив. участка 2011 г.	0,022	0,44	0,009	1,8	0,009	2,3	0,023	2,3
Вода из сора	0,042	0,84	0,020	4	0,001	0,1	0,043	4,3

Результаты анализов показали, что как в пробах грунтовой воды, так и воды из понижений рельефа на рекультивированных участках имеется значительное превышение ПДК по меди и кадмию. Также имеется значительное превышение по содержанию меди и кадмия в пробах грунтовой воды из разрезов № 9, №10 и №11, заложенных на не очищенных территориях северного крыла месторождения, недалеко от рекультивированных участков.

**Выводы.** Таким образом, выявлено превышение ПДК на территории месторождения, как для подвижных, так и для валовых форм кадмия в грунтах участков, рекультивированных цеолитно-микробиологическим методом в 2011...2014 гг. Так же выявлено небольшое превышение ПДК по содержанию подвижных форм кадмия в верхних горизонтах разрезов №1, №5 и №6 в северном крыле, в разрезе №12 в восточной части месторождения. Превышение от 1,1 до 1,6 ПДК обнаружено по содержанию подвижной формы кадмия в замазученном не очищенном грунте разрезов №9, №10, №11 и грунте шести прикопок. Превышение уровня ПДК по валовой форме содержания кадмия имеется в разрезах №1, №6 и №9 отбора 2015 г. Профильное распределение подвижной формы кадмия имеет основную тенденцию снижения с глубиной. Грунтовые воды на рекультивированных участках загрязнены в первую очередь медью – до 5 и кадмием – до 3,6; в некоторых пробах свинцом – до 2,3 раз величин ПДК.

Полученные данные позволяют отнести кадмий к числу приоритетных загрязнителей почвы месторождения Кара-Арна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аммосова Я.М., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Охрана почв от химического загрязнения. – М.: Из-во Моск. универ, 1989 г. – 96 с.
2. Тыныбаева Т.Г. Мониторинг загрязнения почв на газонефтяном месторождении Северные Бузачи (Казахстан): Автореф. дис. ... канд. биол. наук – М., 2006. – 164 с.
3. Тыныбаева Т.Г., Кураков А.В. Мониторинг загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком сорных солончаков и насыпных грунтов пло-

щадок с оборудованием на газонефтяном месторождении Северные Бузачи (Казахстан) // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2007. – № 3. – С. 100-106.

Поступила 7.03.2017

Биол. ғылымд. канд. Т.К. Томина

## **МҰНАЙ КЕН ОРЫНДАРЫНДАҒЫ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒАН ТЕХНОГРУНТТАРДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ МӨЛШЕРІ**

**Түйін сөздер:** топырақтың және топырақ мұнаймен ластанған, мұнай қоймасы, ауыр металдар, рекультивированный учаскесі, топырақ кеніші, ШЖК

*2011-2014 жылы рекультивацияланған телімдердегі ауыр металдардың ішінде кадмидің мөлшері ШПК-дан асып кетеді. 2016 жылғы зерттеуде кадмидің жылжымалы түрі солтүстік қанатындағы 1, 5, 6 қазба шұңқырында, сонымен қатар шығыс қанатындағы 12-қазба шұңқырында тіркелінді. Сонымен қатар кадмидің жылжымалы түрі № 9,10,11 қаза шұңқырларында және алты қазба шұңқырда тіркелінді. Кадмидің жылжымалы түрі 2015 жылғы зерттеу жұмыстары бойынша № 1, 6, 9 қазаба шұңқырында тіркелінді. Кадми элементінің мөлшері қазба шұңқырлардың кескіні бойынша төмендей береді. Грунт суларындағы ауыр металдардың ішінде мыс ШПК-дан 5есе, кадми – 3,6 есеге дейін асып түседі.*

Tomina T.K.

## **THE CONTENT OF HEAVY METALS IN TECHNOGRADE RECLAIMED PLOTS IN THE OIL FIELD**

**Keywords:** soils and soils contaminated with oil, the oil barn, heavy metals, reclaimed land, soil cut, MAC

*Exceeded the MCL in content as mobile and gross forms of cadmium in the purified in 2011...2014 soils remediated zeolite-microbiological assay plots in the field. Research 2016, revealed a slight excess in content of mobile forms of cadmium in the horizons of the sections 1, 5, 6 in the North wing, and the slit 12 in the Eastern part of the field. Excess of from 1,1 to 1,6 MPC were also found on the content of mobile forms of cadmium in polluted soil sections №9, 10, 11 and ground six precook. Exceeding the MCL for gross form of cadmium had a breakdown №1, 6, 9 selection in 2015. The profile distribution of mobile forms of cadmium has a basic trend of decreasing content with depth. Ground-water from cuts on remediated sites contaminated primarily with copper – up to 5 and cadmium to 3,6 values of MPC.*

УДК 634.45.67

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов<sup>1</sup>**ЗАСОЛЕННОСТЬ ПОЧВ ПОД ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫМИ  
ЗАЩИТНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ САКСАУЛА НА ОСУШЕННОМ  
ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

**Ключевые слова:** почвенные профили, полоса лесонасаждения, саксаул, гипотетические соли, запасы солей

*На территории исследуемого объекта распространены засоленные почвы. Изучается состояние почвенного покрова лесопосадок разных лет. Изучен химизм засоления почв под лесопосадками саксаула. Определены типы и степень засоления почв, литология и гипотетические соли. Рассчитаны запасы солей по слоям почв на разных по срокам давности посадках саксаула.*

Почвенный покров Приаральского региона в результате нерационального использования природно-целевых и водных ресурсов становится в настоящее время одним из самых сильно нарушенных территорий Казахстана. Основными дестабилизирующими факторами являются антропогенные перегрузки и применение недопустимых в экологически неустойчивых регионах методов и технологий освоения природных ресурсов. Прогрессирующий рост антропогенных нагрузок на почвенный покров в сочетании с регрессией Аральского моря значительно осложнили почвенно-экологическую обстановку региона.

Основными последствиями экологической перегрузки почвенного покрова в регионе стали техногенное нарушения, нефтехимическое загрязнение, деградация пастбищ и вторичное засоление почв.

Бесхозяйственное использование водно-земельных ресурсов в бассейне Аральского моря способствовало аридизации гидроморфных ландшафтов и засолению почвенного покрова на значительной площади. В результате снижения уровня Аральского моря, в пределах РК сформировались новые полосы суши и резко усилились процессы ветро-пылевого выноса солей с осушенного дна моря. Отмечается деградация и опустынивания природных ресурсов [5]. В условиях создавшегося водного дефицита и

---

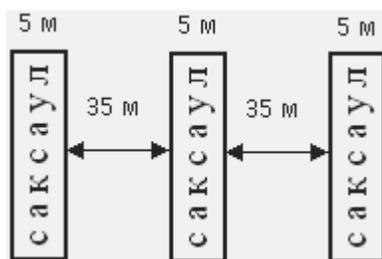
<sup>1</sup> КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

низкой продуктивности естественных пастбищ возникает насущная потребность в научной оценке потенциала природных комплексов.

Для выяснения почвенно-экологических проблем, связанных с усыханием моря, а также влияния лесомелиоративных защитных насаждений на почвообразование в 2015 году были проведены почвенные исследования по следующей схеме:

**Методика исследований: (схема опыта, применяемые методики при исследовании почвенных образцов).**

Схема опыта:



Полоса лесонасаждения шириной 5 м, междурядье – 35 м.

Почвы: песчаные, такыровидные и приморские засоленные почвы.

Варианты опыта:

1. Открытое поле,
2. 5-летние насаждения (саксаул),
3. 7-летние насаждения (саксаул),
4. 10-летние насаждения (саксаул),
5. Междурядная полоса 35 м (5-7 лет),
6. Междурядная полоса 35 м (7-10 лет).

В процессе исследований применялись сравнительно-экологический, лабораторно-аналитический, графический и другие методы. При исследовании использованы морфологические и профильные методы – основные базисные методы полевых исследований и диагностики почв. Водная вытяжка по ГОСТ 26423-85 – ГОСТ 26428-85.

Научные исследования 2015 года, проводились согласно программе полевых исследований и включали закладку почвенных разрезов на территории осушенного дна Аральского моря. Описывались и отбирались почвенные образцы по генетическим горизонтам. Целью исследования являлось изучение засоленности почв под лесомелиоративными насаждениями.

В процессе исследования выявлены территории подверженные процессам опустынивания, вызванного ветровой эрозией почв. На этих участках, с почвами легкого механического состава, отмечено развитие

процессов опесчанивания почв под действием ветровой эрозии, а также явление солепереноса в процессе дефляции почв.

На территориях, обнажившихся из-под моря более 15...20 лет назад, формируются пустынные ландшафты почвенных комплексов с такыровидными почвами и солончаками. На поверхности формируется такыровидная, достаточно прочная корка и наличие растительного покрова (саксауловые леса, тамарикс, сарсазан, многолетние солянки), которые являются основными факторами препятствующими ветровому выносу соли-пылевой массы.

***Засоленность почв под насаждениями саксаула на осушенном дне Аральского моря.*** В отношении формирования почвенного покрова осушенного дна нет единого мнения. Одни исследователи полагают, что обнаженные донные осадки нельзя называть почвами, по мнению других, эти территории есть не что иное, как «подводные почвы». Они аллохтонны по генезису, состоят из подвергшихся почвообразовательному процессу частиц, обогащенных в той или иной степени питательными элементами, гумусом и характеризуются высокой емкостью поглощения [3].

Резкая смена условий развития ландшафтов вызывает большую динамичность почвообразовательных процессов на обсохшем дне, определяет крайнюю неустойчивость почвенного покрова в пространстве и во времени, территориальную поясность, малоразвитость почвенного профиля, нетипичность ряда свойств в сравнении с зональными [2]. Нетипичность их свойств выражена в отсутствии продолжительного и устойчивого водно-солевого режима и в слабой дифференциации почвенного профиля по биогенности [4]. При опустынивании этих почв зональные факторы в значительной степени нивелируют разницу в почвенном покрове. Но и в данном случае есть свои особенности, отакыривание почв наступает, например, при близком залегании грунтовых вод, что нетипично для почв древнедельтовых аллювиальных равнин [1]. Неоднородность строения донных осадков и другие региональные особенности различных типов побережья также создает значительную пестроту в формировании почвенного покрова. Однако, вышеизложенные особенности не исключают наличие общих закономерностей, которые приводят к вполне определенной направленности почвообразовательного процесса по генетическому ряду.

По степени засоления почвы делятся на незасоленные, слабозасоленные, среднзасоленные, сильнозасоленные и очень сильнозасоленные. На территории исследуемого объекта распространены песчаные, такыровидные и засоленные приморские почвы, которые по механическому со-

ставу различаются на легкие и тяжелые. Верхние горизонты в основном песчаные, среди них имеются пески связанные и рыхлые, легкие и средние суглинки, тяжелые суглинки и супеси.

На исследуемой территории имеются 5-летние, 7-летние и 10-летние насаждения саксаулов. Изучалось состояние почвенного покрова лесопосадок разных лет.

Данные табл. 1 показывают общее количество легкорастворимых солей в почвенных профилях разрезов на разных вариантах насаждения саксаулов от давности посадки.

Результаты анализа водной вытяжки под разными по давности посадками саксаула показали содержание легкорастворимых солей, степень засоления и видовой состав солей.

Степень засоления по почвенному профилю изменяется от слабозасоленной, в поверхностном горизонте, до средне-, сильно- и даже очень сильно засоленной вглубь по профилю. Максимум наблюдается в разрезе **Р-10** в горизонте 70...100 см. Более благоприятная обстановка сложилась в разрезе **Р-3**. Здесь до 35 см слоя почва не засолена, далее вглубь толщи почв переходит в категорию средне засоленной. В почвах разреза **Р-4** благоприятная обстановка сложилась в верхнем полуметровом слое, а во втором полуметровом слое переходит в сильно засоленную. На полосе между 5 и 7 летними насаждениями саксаула (**Р-5**) сложилась благоприятная обстановка для роста и развития саксаула. Степень засоления меняется от незасоленной в верхних горизонтах, до средне засоленной глубже. На открытом поле обстановка намного сложнее. Степень засоления меняется от средnezасоленной в верхнем слое (0...20 см), до сильно засоленной вглубь толщи почв.

По результатам химического анализа водной вытяжки можно судить о качественном и количественном составе солей в почвах обсохшего дна Арала. Данные табл. 1 показывают качественный и количественный состав легкорастворимых солей в почвах обсохшей полосы морского дна.

Водорастворимые соли в профиле **Р-1** распределяются следующим образом: высокие значения в корковом (1,089 %) и подкорковом (1,193 %) горизонтах. Снижение с глубиной до небольших величин, которые равномерно варьируют в глубину почвенного профиля, достигая максимума 2,558 % в нижнем 70...100 см (табл. 1). Химизм засоления коркового слоя по анионам хлоридно-сульфатная; по катионам магниевое-натриево-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем неравенстве:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{NaCl} > \text{KCl}$ .

Засоленность и видовой состав гипотетических солей засоленных приморской почв

Глубина отбора образца, см	Сумма солей	Степень засоления	Тип химизма	Литология	Гипотетические соли (по Курнакову) 100 г почвы / процентное соотношение							
					Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>
<b>Р-1 (10-летние насаждения саксаула)</b>												
0...0,2	1,083	сильно засолена	$\frac{x-c}{m-n-k}$	песок связан	0,013 1,23	0,499 37,24	0,148 13,66	нет	0,61 47,32	0,005 0,48	0,003 0,34	нет
0,2...0,20	1,193	сильно засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	0,009 0,77	0,843 70,66	0,302 25,31	нет	0,004 0,36	0,027 2,26	0,007 0,62	нет
20...30	0,339	слабо засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	0,013 3,95	0,24 70,70	0,049 14,71	0,007 2,24	нет	0,017 5,16	0,007 2,18	нет
30...70	1,980	очень сильно засолена	$\frac{x-c}{k-n-m}$	легкий суглинок	0,016 0,84	0,496 25,09	0,752 38,60	нет	0,129 6,56	0,553 27,92	0,032 1,61	нет

Гипотетические соли (по Курнакову) 100 г почвы / процентное соотношение												
Глубина отбора образца, см	Сумма солей	Степень засоления	Тип химизма	Литология	соотношение							
					Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>
70...100	2,558	Очень сильно засолена	$\frac{x-c}{k-n-m}$	Легкий суглинок	$\frac{0,021}{0,82}$	$\frac{0,323}{12,62}$	$\frac{1,505}{58,83}$	нет	$\frac{0,177}{6,91}$	$\frac{0,660}{25,80}$	$\frac{0,023}{0,90}$	нет
<b>Р-2 (7-летние насаждения саксаула)</b>												
0...0,2	3,723	Очень сильно засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,03}{0,80}$	$\frac{1,16}{31,15}$	$\frac{1,05}{28,20}$	нет	$\frac{0,80}{21,48}$	$\frac{0,58}{15,57}$	$\frac{0,08}{2,14}$	нет
0,2...0,20	0,193	не засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,016}{8,70}$	$\frac{0,163}{84,45}$	нет	$\frac{0,004}{1,96}$	нет	$\frac{0,002}{1,19}$	$\frac{0,002}{1,13}$	$\frac{0,005}{2,84}$
20...40	0,251	не засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,013}{5,33}$	$\frac{0,111}{44,22}$	$\frac{0,093}{37,05}$	нет	$\frac{0,008}{3,38}$	$\frac{0,018}{7,17}$	$\frac{0,006}{2,35}$	$\frac{0,005}{2,84}$

Гипотетические соли (по Курнакову) 100 г почвы / процентное соотношение												
Глубина отбора образца, см	Сумма солей	Степень засоления	Тип химизма	Литология	Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>
40...80	2,932	Очень сильно засолена	$\frac{x-c}{n-k-m}$	Леткий суглинок	$\frac{0,013}{0,45}$	$\frac{0,669}{22,81}$	$\frac{1,80}{61,39}$	нет	$\frac{0,081}{2,76}$	$\frac{0,339}{11,56}$	$\frac{0,023}{0,78}$	$\frac{0,005}{2,84}$
80...100	3,564	Очень сильно засолена	$\frac{x-c}{k-n-m}$	Леткий суглинок	$\frac{0,016}{0,47}$	$\frac{0,667}{18,71}$	$\frac{2,250}{63,13}$	нет	$\frac{0,018}{0,505}$	$\frac{0,580}{16,27}$	$\frac{0,024}{0,69}$	$\frac{0,005}{2,84}$
<b>Р-3 (междурядная полоса 7 и 10 лет)</b>												
0...0,2	0,405	слабо засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,023}{5,67}$	$\frac{0,328}{80,98}$	$\frac{0,044}{10,86}$	нет	$\frac{0,003}{0,86}$	$\frac{0,005}{1,16}$	$\frac{0,002}{0,54}$	$\frac{0,005}{2,84}$
0,2...15	0,198	не засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,021}{10,60}$	$\frac{0,146}{73,73}$	$\frac{0,017}{8,48}$	$\frac{0,015}{7,52}$	нет	$\frac{0,002}{1,16}$	$\frac{0,002}{1,11}$	$\frac{0,005}{2,84}$



Гипотетические соли (по Курнакову) 100 г почвы / процентное соотношение												
Глубина отбора образца, см	Сумма солей	Степень засоленая	Тип химизма	Литология	Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>
10...40	0,300	слабо засолена	$\frac{x-c}{m-n-k}$	песок рыхлаый	$\frac{0,021}{7,00}$	$\frac{0,025}{8,33}$	нет	$\frac{0,047}{15,66}$	нет	$\frac{0,081}{27,00}$	$\frac{0,011}{3,66}$	$\frac{0,114}{38,00}$
40...100	1,029	сильно засолена	$\frac{x-c}{m-n-k}$	средний суглинок	$\frac{0,013}{1,30}$	$\frac{0,499}{48,49}$	$\frac{0,065}{6,31}$	$\frac{0,018}{1,74}$	$\frac{0,370}{35,95}$	Нет	$\frac{0,015}{1,44}$	нет
<b>P-5 (междурядная полоса 5 и 7 лет)</b>												
0...0,2	0,201	не засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,023}{11,69}$	$\frac{0,137}{68,15}$	$\frac{0,024}{12,23}$	$\frac{0,004}{1,89}$	нет	$\frac{0,009}{4,92}$	$\frac{0,002}{1,11}$	нет
0,2...20	0,365	слабо засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,013}{3,67}$	$\frac{0,295}{80,82}$	$\frac{0,023}{6,24}$	$\frac{0,005}{1,42}$	нет	$\frac{0,020}{5,58}$	$\frac{0,007}{2,02}$	нет
20...100	0,847	средне засолена	$\frac{x-c}{m-n-k}$	супесь	$\frac{0,013}{1,58}$	$\frac{0,490}{57,85}$	$\frac{0,148}{17,47}$	нет	$\frac{0,045}{5,31}$	$\frac{0,121}{14,28}$	$\frac{0,011}{1,31}$	нет

Глубина отбора образца, см	Сумма солей	Степень засоления	Тип химизма	Литология	Гипотетические соли (по Курнакову) 100 г почвы / процентное соотношение							
					Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>
<b>Р-6 (открытое поле)</b>												
0...0,2	0,218	не засолена	$\frac{x-c}{n-m-k}$	песок связан	$\frac{0,021}{9,63}$	$\frac{0,153}{70,18}$	$\frac{0,022}{10,09}$	$\frac{0,006}{2,61}$		$\frac{0,013}{5,87}$	$\frac{0,004}{1,69}$	нет
0,2...20	0,683	средне засолена	$\frac{x-c}{k-n-m}$	супесь	$\frac{0,013}{1,96}$	$\frac{0,159}{23,27}$	$\frac{0,302}{44,21}$	нет	$\frac{0,026}{3,80}$	$\frac{0,168}{24,59}$	$\frac{0,013}{1,96}$	нет

*Примечание:* X – C – химизм засоление по анионам хлоридно-сульфатный; M – H – K – химизм засоление по катионам магниево-натриево-кальциевый.

Соли бывают токсичные и не токсичные. По степени токсичности (по Ковде) они располагаются в следующем порядке:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3 > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgCl}_2 > \text{MgSO}_4$ . Порог токсичности  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 0,005 %,  $\text{NaCl}$  – 0,03 %,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – 0,3 %,  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CaSO}_4$  является для растений нетоксичными.

Общие запасы токсичных солей составляют 61,80 %. Из них хлориды составляют 0,82 %, а сульфаты 60,98 %.

В подкорковом горизонте химизм засоления по анионам становится опять хлоридно-сульфатный, а по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем неравенстве:  $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{NaCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{KCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4$ . Общие запасы токсичных солей составляют 28,55 %, из них хлориды составляет 2,88 %, а сульфаты 25,67 %.

В горизонте 20...30 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный; по катионам магниевый-натриево-кальциевый в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{NaCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{MgCl}_2 > \text{KCl}$ . Общие запасы токсичных солей составляет 24,29 %, из них хлориды 9,58 %, а сульфаты 14,71 %.

В горизонте 30...70 см химизм засоления по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам кальциевый-натриево-магниевый. Гипотетические соли представлены в следующем порядке:  $\text{MgSO}_4 > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{KCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

Общие запасы токсичных солей составляют 74,73 %, из них хлориды – 29,53 %, а сульфаты 45,20%. В горизонте 70...100 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам кальциевый-магниевый-натриевый. Гипотетические соли представлены в следующем порядке:  $\text{MgSO}_4 > \text{NaCl} > \text{CaSO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{KCl}$ .

Общие запасы токсичных солей составляют 92,44 %, из них хлориды – 26,70 % а сульфаты – 65,74 %. Водорастворимые соли в профиле почв под 7-летним саксаулником (**P-2**) распределяются следующим образом: максимальное значение в корковом слое – 3,723 %, в подкорковом горизонте происходит рассоление до 0,193 %. В горизонте 20...40 см возрастает до 0,251 %. С глубиной переходит в сильно засоленный горизонт 40...80 см. На глубине 80...100 см сумма солей достигает 3,564 %.

Химизм засоления коркового слоя по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4 >$

$\text{NaCl} > \text{KCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 67,39 % из них хлориды – 17,71 %, а сульфаты – 49,68 % (табл. 1).

В подкорковом горизонте химизм засоления по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{CaCl}_2 > \text{MgCl}_2 > \text{NaCl} > \text{KCl}$ .

Общие запасы токсичных солей составляют 7,12 % и все эти соли являются хлоридными. В горизонте 20...40 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{NaCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{KCl}$ . Общие запасы токсичных солей составляют 49,95 %, из них хлориды – 9,52 %, а сульфаты – 40,43 %.

В горизонте 40...80 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{MgSO}_4 > \text{CaSO}_4 > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{KCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 76,49 %, из них хлориды – 12,34 %, а сульфаты – 64,15 %.

В горизонте 80...100 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам кальциевый-натриево-магниевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{MgSO}_4 > \text{CaSO}_4 > \text{NaCl} > \text{KCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 80,61 %, из них хлориды – 16,96 %, а сульфаты – 63,63 %.

Водорастворимые соли в профиле почв под 7-ми и 10-летними насаждениями саксаула (Р-3) сосредоточены в нижнем 35...100 см горизонте и он средне-засоленный. Верхние горизонты слабо засолены. Химизм засоления по анионам коркового слоя хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{KCl}$ . Общие запасы токсичных солей составляют 13,42 %, из них хлориды – 1,7 %, а сульфаты – 11,72 %.

В подкорковом слое 0,2...15 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{MgCl}_2 > \text{NaCl} > \text{KCl}$ . Общие запасы токсичных солей составляют 18,27 %, из них хлориды – 9,79 %, а сульфаты – 8,48 %.

В горизонте 15...35 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевый-кальциевый. Гипотетические

соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{NaCl} > \text{KCl}$ . Общие запасы токсичных солей составляют 43,67 %, из них хлориды – 15,98 %, а сульфаты – 27,69 %.

В горизонте 35...100 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам магниевно-натриево-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 44,36 %, из них хлориды – 21,99 %, а сульфаты – 22,37 %.

Водорастворимые соли в профиле почв под 5-летним насаждением саксаула (**P-4**) сосредоточены только в нижнем горизонте 40...100 см и составляет 1,029 %. До глубины 10 см почва не засолена. В 10...40 см слое – слабо засолена. Потому рассмотрим тип засоления с горизонта 10...40 см. Тип химизма засоления по анионам сульфатно-хлоридный, по катионам магниевно-натриево-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaCl}_2 > \text{NaCl} > \text{MgCl}_2 > \text{CaSO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{KCl}$ . Общие запасы токсичных солей составляют 84,32 % и все соли принадлежат хлоридному засолению.

В горизонте 40...100 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам магниевно-натриево-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgCl}_2 > \text{KCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 45,44 %, из них хлориды – 3,18 %, а сульфаты – 42,26 %. Корочка в профиле почв полосы между 5-ти и 7-летними насаждениями саксаула (**P-5**) не засолена. Засоление начинается сразу с подкоркового горизонта, но он слабозасолен. Горизонт 20...100 см средnezасолен.

В подкорковом горизонте 0,2...20 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам натриево-магниевно-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{NaCl} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{KCl} > \text{MgCl}_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 15,26 %, из них хлориды – 9,02 %, а сульфаты – 6,24 %.

В горизонте 20...100 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам магниевно-натриево-кальциевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 > \text{KCl}$ . Общие запасы токсичных солей составляют 38,37 %, из них хлориды – 15,59 %, а сульфаты – 22,78 %.

Водорастворимые соли в профиле почв открытого поля (**P-6**) начинаются с подкоркового горизонта. Глубже происходит значительное воз-

растание, достигая максимума в нижнем (90...100 см) горизонте. Химизм засоления подкоркового горизонта (0,2...20 см) по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам кальциево-натриево-магниевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $MgSO_4 > NaCl > CaSO_4 > Na_2SO_4 > KCl > Ca(HCO_3)_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 74,76 %, из них хлориды – 26,55 %, а сульфаты – 44,21 %.

В горизонте 20...90 см тип химизма по анионам хлоридно-сульфатный, по катионам кальциево-магниевый-натриевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $MgSO_4 > NaCl > CaSO_4 > Ca(HCO_3)_2 > Na_2SO_4 > KCl$ . Общие запасы токсичных солей составляют 73,15 %, из них хлориды – 36,21 %, а сульфаты – 36,94 %.

В горизонте 90...100 см тип химизма по анионам сульфатно-хлоридный, по катионам кальциево-магниевый-натриевый. Гипотетические соли располагаются в следующем порядке:  $NaCl > MgSO_4 > CaSO_4 > MgCl_2 > Ca(HCO_3)_2$ . Общие запасы токсичных солей составляют 89,97 %, из них хлориды – 53,90 %, а сульфаты – 36,07 %.

Рассчитаны запасы солей, хлоридов и сульфатов по слоям и по вариантам (табл. 2).

Таблица 2  
Запасы солей осушенного дна Аральского моря в 2015 г., т/га

Мощность слоя, см	Запасы солей	Хлориды	Сульфаты
<b>Р-1, 10 летние насаждения саксаула</b>			
0...10	16,70	0,28	11,76
0...30	25,40	0,56	17,64
0...50	37,52	9,80	18,52
0...100	128,10	21,00	65,10
<b>Р-2, 7 летние насаждения саксаула</b>			
0...10	3,64	0,13	2,20
0...30	6,72	0,23	3,92
0...50	21,78	1,40	14,28
0...100	138,60	11,45	91,20
<b>Р-3, междурядная полоса 7 и 10 летних посадок</b>			
0...10	2,80	0,14	1,68
0...30	4,48	0,23	2,80
0...50	10,90	1,18	6,16
0...100	46,13	5,67	25,82
<b>Р-4, 5 летние насаждения саксаула</b>			
0...10	2,27	0,14	1,40
0...30	7,11	3,14	1,51
0...50	11,76	3,26	4,48

Мощность слоя, см	Запасы солей	Хлориды	Сульфаты
0...100	5,65	5,85	28,7
<b>Р-5, междурядная полоса 5 и 7 летних посадок</b>			
0...10	5,04	0,28	3,22
0...30	14,84	1,12	9,24
0...50	18,20	2,52	11,20
0...100	52,50	5,74	31,9
<b>Р-6, открытое поле</b>			
0...10	9,43	1,52	4,48
0...30	24,36	4,76	12,32
0...50	28,84	10,92	14,00
0...100	81,90	25,24	37,34

Высокие запасы солей содержатся в профилях почв под 10-летними насаждениями саксаула. В метровом слое запасы солей составляют 128,10 т/га. Максимальная величина солей отмечено в почвах под 7-летним насаждением саксаула – 138,60 т/га. Наименьшая величина запасов солей отмечена в полосах почв между 7 и 10 летними насаждениями саксаула и составляет – 46,13 т/га. Благоприятные условия для произрастания саксаула создаются под 5-летними насаждениями, а также в полосе между 5-ти и 7-летними насаждениями. Запасы солей составляют 50,65 т/га и 52,50 т/га соответственно. В профиле **Р-6** запасы солей составляет 81,90 т/га. Самые большие запасы хлоридов содержатся на этом же варианте.

**Выводы.** Степень засоления по почвенному профилю меняется от слабозасоленной в поверхностном горизонте, до средне-, сильно и даже очень сильно засоленной вглубь толщи почв. В сильно засоленных почвах доминирующими являются токсичные соли, а в слабозасоленных – преобладают нетоксичные для растений соли.

Благоприятная обстановка сложилась на полосе между 7 и 10 летними насаждениями саксаула. Здесь до 35 см слоя почва не засолена, далее вглубь переходит в категорию средnezасоленной. В почвах под 5-летним насаждением саксаула благоприятная обстановка сложилось также в верхнем полуметровом слое, а во втором полуметровом слое переходит в сильнозасоленную категорию.

На полосе между 5-ти и 7-ми летними насаждениями сложилось благоприятная обстановка для роста и развития саксаула. Степень засоления меняется от незасоленной в верхних горизонтах, до средnezасоленной с глубиной. Степень засоления под разрезом **Р-6** меняется от средnezасоленной в верхнем слое почвы (0...20 см), до сильнозасоленной вглубь толщи почв.

Максимальная величина солей зафиксирована в почвах под 7-летними насаждениями саксаула – 138,60 т/га. Наименьшие запасы солей отмечены в полосах почв между 7 и 10-летними насаждениями саксаула – 46,13 т/га.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданова Н.М., Костюченко В.П. Засоленность почвогрунтов осушившегося дна Аральского моря // Известия АН СССР, сер. Географ. – 1978. – №2. – С. 35-45.
2. Ишанкулов М.Ш. К типологии ландшафтов современных осушающихся побережий Арала // Проблемы освоения пустынь. – 1980. – №5. – С. 18-23.
3. Мамедов Р.Г. Содержание гумуса и карбонатов в землях, освободившихся из под Каспийского моря // Экология, воспроизводство плодородия и охрана почв: Матер. республ. почвенно-агротехнического совещания – Баку, 1990. – С. 48-49.
4. Некрасова Т.Ф. Особенности водно-солевого режима почв юго-восточного побережья Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. – 1979. – №4. – С. 19-26.
5. Некрасова Т.Ф., Киевская Р.Х., Можайцева Н.Ф. // В кн.: Почвы Казахской ССР, вып. 14. Кызыл-Ординская область – Алма-Ата: Наука, 1983. – С. 238-248.

Поступила 15.12.2016

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

#### **АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ ҚҰРҒАҒАН ТАБАНЫНДАҒЫ ОРМАНМЕЛИОРАТИВТІК ҚОРҒАНЫШ АЛҚА АҒАШТАРЫНЫҢ АСТЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ТҰЗДЫЛЫҒЫ**

**Түйін сөздер:** топырақ кескіні, екпе ағаштардың жолақтары, сексеуіл, гипотетикалық тұздар, тұздар қоры

*Құрғаған Арал теңізінің табанында тұзданған топырақтар кең таралған. Әралуан жылдық сексеуіл көшеттері отырғызылған топырақ жамылғысының қазіргі жағдайдағы болмысы зерттелінді. Топырақтың тұздану типі мен тұздану дәрежесі, литологиясы мен гипотетикалық тұздары анықталды. Әралуан жылдары отырғызылған сексеуіл көшеттері астындағы топырақтардың тұздық қоры есептік қабаттары бойынша шығарылды.*

Dosbergenov S.N.

**SOIL SALINITY UNDER PROTECTIVE AGROFORESTRY PLANTATIONS SAXAUL ON DRY BOTTOM ARAL SEA**

**Keywords:** soil profile, the stripe afforestation, saxaul, hypothetical salt, salt reserves

*On the territory of the object distributed saline soils. We study the condition of the soil cover plantations from different years of planting. We studied the chemistry of soil salinity under saxaul plantations. The types and extent of soil salinity, lithology and hypothetical salt. Salt reserves are calculated on the estimate of soil layers in different variats of plantations saxaul planting ago.*

УДК 57.044

Канд. техн. наук К.К. Хамитова<sup>1</sup>  
А.Б. Курбанова<sup>1</sup>

### ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ХЛОПКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

**Ключевые слова:** загрязнение почв, токсичность, биотестирование

*Целью научного исследования было изучение воздействия хлопковой промышленности южно-казахстанской области на почвенный покров используемых земельных угодий. Для этого, почвенные образцы, взятые с обработанных хлопковых полей, исследовали классическими методами анализа. На основании полученных данных токсичность почвы составила для образца №1 – 19,44 %, а для образца № 2 – 30,56 %, т.е. весной почва более токсична, чем осенью.*

Известно что, хлопковое производство является ведущей отраслью сельского хозяйства многих стран, в частности Средней Азии. Хлопчатник является универсальной культурой. Трудно найти такую отрасль, где бы не использовали данную продукцию в том или ином виде. Хлопковое волокно служит основным видом сырья для текстильной промышленности: из него изготавливают всевозможные технические изделия и товары народного потребления. Семена хлопчатника содержат около 20 % растительного жира – ценного пищевого продукта. Хлопковое масло используется для изготовления мыла, глицерина, стеарина, технических масел и других продуктов, а жмых и шелуха – ценные корма для животноводства [8].

Исследование исторического генезиса хлопководства Казахстана свидетельствует о том, что Южно-Казахстанская область (ЮКО) была и остается основным регионом хлопководства Республики Казахстан.

После перестройки, в середине 90-х годов, в Казахстане наблюдалось снижение, как посевов, так и объемов производства хлопка. Существовали серьезные разногласия между производителями хлопка-сырца и его переработчиками, фактически отсутствовала связь между заводами, выпускающими хлопок-волокно и предприятиями по производству хлопковой пряжи и тканей. Вся производимая продукция в виде хлопка-

---

<sup>1</sup> КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

волокна вывозилась на экспорт, вследствие этого предприятия по производству пряжи и тканей испытывали серьезный дефицит сырья [5].

В целях подъема хлопковой и текстильной отраслей Казахстана был принят Закон «О развитии хлопковой отрасли», создана свободная экономическая зона «Онтустик» на 2005...2030 гг.. Она была призвана способствовать возрождению и развитию текстильной промышленности Казахстана [6]. В связи с этим перед легкой промышленностью встал ряд специфических задач, решение которых возлагается на отраслевую науку. Однако, при разработке технологических процессов до настоящего времени не уделялось должного внимания снижению негативного воздействия на окружающую природную среду. Нередко новые технологии передаются в производство без характеристик вредностей, влияющих на окружающую среду, недостаточно прорабатываются вопросы рационального использования воды и химических материалов. До сих пор слабо разработаны научно обоснованные требования к качеству воды, повторно используемой на технологические нужды: мало внимания уделяется разработке малоотходных и безотходных технологических процессов [8].

Не исключено, что для повышения урожайности многие сельскохозяйственные предприятия используют различные химикаты, воздействию которых подвергаются не только вредители, но и люди, работающие на хлопковых плантациях. По мировой статистике, от воздействия пестицидов на организм ежегодно умирает около 20 тыс. человек [1].

Исходя из вышеизложенного, целью исследования был анализ состояния основных свойств почв с территории хлопковых плантаций.

*Экспериментальная часть.* Для проведения экспериментов были отобраны смешанные точечные пробы почв хлопковых плантаций ЮКО (село Шардара) в разное время года – осенью (образец № 1) и весной (образец №2). Также для сравнения, были подготовлены образцы чернозема, не подвергавшиеся антропогенному воздействию, условно названные «чистыми» (образец №3).

Образцы почвы отбирали методом конверта. Каждая проба для анализа представляла собой объединенную, составленную из 5 точечных, взятых на глубине 0...10 см. Общие характеристики почвенного покрова (цвет, структура, сложение, наличие новообразований, включений и др.) определяли визуально на месте [7, 2].

Отобранные образцы были доставлены в лабораторию и немедленно обработаны. Для подготовки воздушно-сухого образца каждую взятую

пробу почвы рассыпали тонким слоем на большом листе плотной бумаги. Пинцетом удалялись корни и другие растительные остатки. Затем прикрыв сверху другим листом бумаги, оставляли на 3 дня в сухом помещении, вместе защищенном от доступа летучих химических веществ. Высушенные образцы делили по диагонали на четыре части, из них две противоположные отбирались для растирания.

Почву растирали в фарфоровой ступке пестиком и просеивали через сито с отверстиями 1 мм. Растирание и просеивание повторяли до тех пор, пока на сите не остались лишь твердые каменистые частицы крупнее 1 мм.

После этого, образцы почв, пропущенные сквозь сито, хранили вместе с необработанными фрагментами в прохладном месте для последующих экспериментов [7].

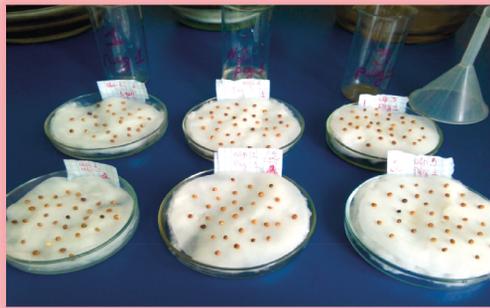
Для определения гигроскопической влажности пробу массой 20 г помещали в заранее высушенные, взвешенные и пронумерованные фарфоровые чашки и плотно закрывали крышкой. Затем пробы почв в закрытых чашках взвешивали.

Чашки открывали и вместе с крышкой помещали в сушильный шкаф для высушивания при температуре  $(105 \pm 2)$  °С. После высушивания пробы охлаждали в эксикаторе до температуры помещения и взвешивали. Влажность почвы рассчитывали по известной формуле [4].

Для приготовления водной вытяжки к навеске почвы весом 30 г с каждого образца в конической колбе с притертой пробкой добавляли дистиллированную воду объемом 150 мл. Суспензию взбалтывали в течение 45 мин., а затем фильтровали в чистые колбы через бумажные фильтры. Часть фильтрата отделяли для определения среды на рН-метре Seven Multi («Mettler Toledo», Россия).

Еще одну часть фильтрата объемом 25 мл помещали в высушенную и взвешенную фарфоровую чашку и выпаривали на водяной бане. После окончания выпаривания чашку помещали в термостат на 3 ч при температуре 105 °С. Затем после охлаждения в эксикаторе взвешивали и по полученным данным рассчитывали массовую долю плотного остатка [3].

В оставшейся части фильтрата замачивали семена редиса сорта «Красный круглый с белым хвостиком». После суточного замачивания семян раскладывали в чашки Петри на кружки фильтрованной бумаги, помещенной на тонкий слой ваты, на который вносили по 10 мл водопроводной воды. В общей сложности было протестировано 216 семян, с двукратной повторяемостью для каждого образца, т.е. по 36 на каждой чашке (рис. 1).



*Рис. 1. Семена редиса до проращивания.*

Семена проращивали в течение 48 часов. По истечении времени подсчитывалось общее количество проросших семян, т.е. у которых корешок прорывал семенную оболочку. Затем рассчитывали процентное соотношение количества проросших семян, замоченных ранее в водных вытяжках почвенных образцов с хлопковых плантаций к числу взошедших семян с контрольного образца (рис. 2). Снижение количества проростков является показателем токсичности почвы [10].



*Рис. 2. Семена редиса после проращивания.*

**Обсуждение результатов и заключение.** Основными соединениями, обуславливающими цвет почвы, являются: черные или коричневые гумусовые соединения; окисные соединения железа и марганца, окрашенные в красные или оранжевые тона; закисные соединения железа (соединения двухвалентного железа), имеющие сизоватую или голубоватую окраску; кремнезем, углекислая известь и каолинит, окрашенные в белый цвет.

Цвет изучаемых трех образцов почвы отличался. Так, например, образец №1 имел светло коричневый цвет, что свидетельствует о накоплении газов в верхнем горизонте. Возможная причина белесого оттенка – внутрпочвенное выветривание, при котором в горизонте накапливаются весьма устойчивые соединения кремния. Известно, что такие горизонты существенно обеднены элементами питания для растений.

Образец №2 отличался от предыдущего присутствием более красноватого оттенка. Красноватые горизонты характерны для почв, в которых накапливается железо, а иногда соединения трехвалентного железа и марганца могут образовывать яркие пятна или «зерна». Это свидетельствует о накоплении помимо газов, соединений данного металла в почве во время зимы. Более насыщенный цвет образца указывает на присутствие органических веществ. Что касается образца №3, то он имел характерный для данного типа почв черный цвет.

Структурой почвы называют совокупность почвенных агрегатов, состоящих из частиц, соединенных между собой. У образцов № 1 и 2 преобладают соединения призмовидной структуры, причиной которой может быть засоление почв. Также для этих образцов характерно рыхлое сложение, присутствие мелких включений и новообразований.

У контрольного образца № 3 форма агрегатов ровная, круглая, что характеризует о плодородии почвы.

По результатам анализов водной вытяжки, представленных в табл., можно сказать, что в исследуемых образцах среда более кислая, и менее влажная, по сравнению с контрольной пробой. Также отмечается очень низкий процент всхожести семян в данных образцах.

Таблица

Результаты анализа водной вытяжки

Показатель	№ образца почвы		
	1	2	3
Значение рН	7,894	7,884	8,433
Массовая доля плотного остатка, %	0,125	0,133	0,122
Гигроскопическая влажность, %	9,76	10,11	13,46
Всхожесть семян редиса, %	76,32	47,37	94,74

Биотестирование почвы имеет важное значение при контроле состояния объектов окружающей среды. Принцип методики основан на оценке влияния токсичных компонентов на интенсивность прорастания семян. Тест-объекты обычно выбирают среди наиболее чувствительных к загрязняющим компонентам видов. Нами был проведен тест анализ на семенах редиса

(*Raphanus sativus L.*). Токсичность почвы рассчитывают как уменьшение длины корней проростков по сравнению с контролем, выраженное в процентах. Достоверной считается токсичность в 20 % и более [9, 10].

На основании полученных данных рассчитывали значение токсичности почвы, которое составило для образца №1 – 19,44 %, а для образца № 2 – 30,56 %, т.е. весной почва более токсична, чем осенью.

Таким образом, результаты экспериментов показали негативное влияние деятельности предприятий по выращиванию хлопка на основные свойства почвенного покрова. Однако, как известно, использование для экспериментов по биотестированию одного вида растения не дает полного достоверного значения. Поэтому, в дальнейшем планируется продолжить исследование в заданном направлении на других видах растений и на больших образцах почв.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. – М.: Колос, 2006. – 248 с.
2. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартиформ, 2008. – 4 с.
3. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. – М.: Стандартиформ, 2008. – 6 с.
4. ГОСТ 28268-89. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений – М.: Стандартиформ, 2006. – 8 с.
5. Доброта Л. Почему буксует кластер? // Казахстанская правда. – 2013. – 22 октября. – 2 с.
6. Заманбекова А.Б. Развитие хлопково-перерабатывающих предприятий Южно-Казахстанской области [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.agrodom.kz/93-razvitie-khlopkovo-pererabatyvayushchikh-predpriyatij-yuzhno-kazakhstanskoj-oblasti.html> (дата обращения: 11.02.2017)
7. Ковриго В.П., Кауричев И. С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
8. Крыгин В. Белое достояние юга Казахстана // КазахЗерно. Новости и аналитика зерновых культур [Электрон. ресурс]. – 2015. – URL: <http://kazakh-zerno.kz/novosti/agrarnye-novosti-kazakhstana/216765-beloe-dostoyanie-yuga-kazakhstana> (дата обращения: 15.01.2017)



УДК 631.52:633.31

Доктор с.-хоз. наук А.М. Нургизаринов<sup>1</sup>  
Канд. техн. наук А.Т. Жунисов<sup>1</sup>  
Канд. техн. наук Е.А. Назаров<sup>1</sup>  
А.Ж. Шарипова<sup>1</sup>

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ В НИЗОВЬЕ РЕКИ СЫРДАРЬИ

**Ключевые слова:** аллювиальные почвы, орошаемое земледелие, сельскохозяйственные культуры, использование земель, природно-хозяйственный комплекс, биологическое земледелие

*Статья посвящена вопросам развития орошаемого земледелия и повышения эффективности использования земельных ресурсов в низовьях реки Сырдарья в Казахстане. Показано, что на аллювиальных равнинах дельтовых областей имеются достаточные запасы гидроморфных почв, благоприятных для возделывания широкого ассортимента сельскохозяйственных культур, в том числе и затопляемого риса. Но, развитие монокультуры риса сопровождалось разрушением природно-хозяйственного комплекса.*

*Авторы отмечают, что для выхода из создавшегося положения необходимо заменить старую систему земледелия, где рис выращивался монокультурой, новой – с сокращенным числом рисовых полей в севообороте.*

Низовье р. Сырдарья является традиционным земледельческим регионом. С древнейших времен не одно поколение народов, населявших восточное Приаралье, на гидроморфных почвах дельты вели полуседлый образ жизни. Они занимались «кочевым» земледелием сочетая его с отгонным животноводством. Позднее научились строить примитивные оросительные сети. Освоение земли низовьев Сырдарья началось в 60-е годы прошлого века. На начальном этапе возделывались разнообразные культуры. Затем была разработана система земледелия, ориентированная на увеличение производства риса, которая превратило его в монокультуру. Практика показала на не эффективность монокультурной системы, сопро-

<sup>1</sup> Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Казахстан

возможаемой разрушением природного комплекса и снижением продуктивности орошаемых земель. В настоящее время разработана новая система.

В низовьях р. Сырдарьи земледелие базируется на орошении. Почвенный покров представлен аллювиально-луговыми, лугово-болотными, болотными и их, в разной степени опустынивания, разновидностями. Это типичные гидроморфные почвы, сформированные на аллювиальных отложениях под влиянием гидрологического режима дельты. Зарегулирование стока реки в середине 60-х годов и новые условия гидрологического режима значительно изменили формирование органического вещества и элементов плодородия дельтовых почв. Это связано с сокращением поступления твердого стока в дельту и с деградацией почв, в процессе аридизации территории. По данным наблюдений до 50-х годов за расходами стока реки у гидростов Тюмень-арык (начало дельты) и Казалинск (низовье дельты) в дельтовые области низовой реки ежегодно поступало  $7,6 \text{ км}^3$  (среднегодовые данные) речных вод и 12 млн. т взвешенных наносов. В их составе поступало значительное количество питательных элементов: 14,8 тыс. т валового фосфора, 13,6 тыс. т общего азота, 18,4 тыс. т гумуса. В 1960...1970 гг. резко снизился водный, твердый и биогенный сток. К середине 70-х годов поступление речных вод в дельтовые области сократилось до  $3,2 \text{ км}^3$  и твердый сток уменьшился до 0,4 млн. т или на 97 %. Соответственно снизилось поступление питательных элементов: валового фосфора – до 0,5 тыс. т, общего азота – до 0,4 тыс. т и гумуса – до 0,4 тыс. т [1-5].

Таким образом, зарегулирование стока реки Сырдарьи сопровождалось ухудшением условий почвообразования и потерей плодородия дельтовых почв.

**Гумус.** В дельтовых равнинах Сырдарьи интенсивность накопления гумуса связано с условиями гидрологического режима, который зависит от цикличности обводнения. В гидроморфных почвах периодический режим увлажнения способствует равномерному распределению гумуса по профилю, промыванию его в ниже лежащие горизонты. При этом верхние горизонты пополняются запасами органических веществ за счет разложения обильной корневой массы. Это способствует обновлению органической части почвы и сохранению значительных старых запасов. Процесс опустынивания почв неизбежно ведет к значительной потере органических веществ. Поэтому возобновление запасов гумуса не происходит, и условия его аккумуляции приближаются к почвам зонального ряда. При опустынивании дельтовых почв лугового ряда потери гумуса в слое 0...50 см составляют от

13 до 37 т/га, почв болотного ряда – 33...53 т/га. Основная причина значительной разницы в потере гумусовых веществ у этих разновидностей почв является различный качественный состав гумуса.

**Азот.** В почвах низовьев р. Сырдарьи более 90 % от состава общего азота приходится на труднодоступные формы органических соединений. Только небольшую часть составляют минеральные соединения нитратного и аммиачного азота, а так же гумусовые вещества, образующие легкодоступные формы [6].

Соотношение различных форм азота определяется водным режимом и характером использования территории. Запасы общего азота не всегда тесно коррелирует со степенью гумусированности почв. Поэтому в процессе аридизации запасы общего азота уменьшаются медленнее, чем запасы гумуса. Этим объясняются высокие показатели азота в опустыненных разновидностях бывшей гидроморфной почвы как свидетельство их былой реликтовой черты. В процессе аридизации территории изменяется качественный состав азота в сторону уменьшения подвижных форм (нитриты, нитраты), что является показателем снижения их эффективности и потенциального плодородия.

**Фосфор.** Формирование валовых запасов фосфора обусловлено генезисом аллювиальных отложений. Роль биогенного фактора в накоплении фосфора проявляется не отчетливо. Можно предположить, что непрерывное обновление органических веществ в дельтовых почвах приводит к образованию неустойчивых фосфорорганических соединений. В дельтовых почвах, имеющих высокое содержание карбонатов кальция, валовый фосфор представлен в форме не растворимых кальциевых фосфатов с ограниченным содержанием подвижных форм. На этом основании рекомендовалось вносить под орошаемые культуры повышенную дозу фосфорных удобрений. Но было установлено, что в условиях затопления, при наличии восстановительных процессов высокой щелочности среды подвижность фосфора возрастает и орошаемые культуры не испытывают недостаток в усвояемой форме фосфора.

Таким образом, рассмотренные условия аккумуляции гумуса, фосфора и азота в почвах низовой реки Сырдарьи свидетельствуют о том, что аридизация почв сопровождается снижением запасов гумуса, в меньшей степени азота и фосфора. Резкое снижение запасов гумуса и биологической активности почв отрицательно влияет на использование потенциальных запасов азота и фосфора. Поэтому основные мероприятия при исполь-

зовании земельного фонда пустынных дельтово-аллювиальных равнин должны быть направлены на формирование оптимальных запасов гумусовых веществ.

**Засоленность почв.** Изучение водно-солевого режима почв, проведенное на территории дельты р. Сырдарьи в разное время (до зарегулирования стока и после), показало, что с зарегулированием стока реки значительно изменились направленность солевого режима. Аллювиальные почвы до зарегулирования стока реки характеризовались периодически промывным водным режимом в весенний период и сезонно-обратимым типом солевого режима. После зарегулирования промывной тип заменился непромывным типом водного режима, а солевой режим превратился в сезонно-необратимый тип засоления за счет однонаправленного многолетнего испарения пленочных таков в средней и нижней частях профиля. В этих почвах содержание запасов солей в двухметровом слое увеличилось с 60...90 т/га до 130 т/га. В лугово-болотных почвах содержание запасов солей увеличилось в двухметровом слое с 98...110 т/га до 125...133 т/га. Эти данные свидетельствуют о том, что дельтовые почвы р. Сырдарьи при использовании под орошение проявляют склонность к вторичному засолению.

В программе государства предусматривалось использовать эти почвы для развития орошаемого земледелия с возделыванием широкого ассортимента сельскохозяйственных культур. В структуре орошаемых культур ведущее место отводилось рису. Так низовья р. Сырдарьи превратились в рисоводческий регион Казахстана.

Согласно проектным проработкам Кызылординская область должна была использовать под регулярное орошение 300 тыс. га земельного фонда – за счет орошения из Сырдарьи. Но в середине 70-х годов в результате уменьшения стока реки 4 года подряд область не могла выполнить запланированный объем орошения земель, достигнув рубежа 286 тыс. га. Использование водо-земельных ресурсов и материально-технических средств было ориентировано на увеличение производства риса. На первом этапе при отсутствии инженерно-подготовленных земель посевы риса размещались на всех участках, куда течет поливная вода. Десятки тысяч гектаров плодородные земли, используемые для выращивания овоще-бахчевых, плодо-ягодных культур, высокоурожайные сенокосные и пастбищные угодья, кустарниково-тугайные леса распахивались для посева риса. На этих вновь освоенных землях рис выращивали в течение одно-

го сезона и брошенные участки подвергались засолению, превратившись в пухлые и корковые солончаки. В дальнейшем по мере уменьшения площади свободных земель «кочевое» земледелие прекратилось. В практике землепользования широко применялась инженерная подготовка орошаемых земель. Это позволило упорядочить использование водо-земельных ресурсов и повысить культуру земледелия. Вводились рисово-люцерновые севообороты, но освоение их шло медленно, и в конце 80-х годов общая освоенность составила 30 % от общего количества введенных севооборотов. Главной причиной слабого освоения севооборотов является спускаемые сверху планы увеличения посевов риса. Для выполнения планов земледельцы уплотняли посевы культур в севооборотах. Были рекомендованы рисовые севообороты с удельным весом риса 62,5 % и выше, где рис на одном и том же поле возделывался 3 и более лет. Это результат действия плановой экономики, которая ежегодно спускала планы расширения посевов с целью увеличения производства риса. Практика показала, что в условиях низовьев р. Сырдарьи высокое насыщение рисом севооборотных полей не только не способствует росту урожайности риса, но и резко ухудшает мелиоративное состояние орошаемых земель. По данным официальной статистики, из 286,0 тыс. га орошаемых земель в 80-х годах, в настоящее время, остались 277,7 тыс. га. Из них 170,1 тыс. га в средней степени засолены или проявляют склонность к засолению, а 58,5 тыс. га орошаемые земли по причине вторичного засоления выпали из сельскохозяйственного оборота.

Исследования авторов, проведенные в 2008 г. (217 852 га), в 2009 г. (217 913 га), в 2010 г. (218 823 га) показали, что если в 2008 г. площадь слабозасоленных земель составило 39 %, то в 2009...2010 гг. – 34 %, т.е. уменьшилась. За эти годы площадь средnezасоленных земель возросла соответственно: 34, 36, 39 %. Площадь сильнозасоленных земель составила 27, 30, 27 % соответственно. Если объединить средnezасоленные и сильнозасоленные земли в одну группу как неблагоприятные в мелиоративном отношении, то общая площадь составит 61...66 % от общей площадей земель, используемых под орошение. Это довольно высокий показатель ухудшения мелиоративного состояния орошаемых почв в низовьях р. Сырдарьи.

Мелиоративное ухудшение орошаемой почвы сопровождается резким снижением ее плодородия, особенно при возделывании риса. Известно, что весь вегетационный период (90 дней) риса проходит при постоян-

ном затоплении поля водой. В этих условиях плодородие становится нестабильным и проявляет высокую динамичность, в которой основную роль играют окислительно-восстановительные (ОВ) процессы, обусловливаемые деятельностью микроорганизмов. Темпы ОВ процессов редко возрастают в жаркие месяцы лета, когда температура воды и почвы в чеке поднимается до 25...30 °С. С усилением восстановительных процессов, происходит снижение ОВ-потенциала и повышение щелочности среды до РН 8,5...9,2. Измерения ОВ-потенциала, проведенные авторами в лугово-болотных почвах, показали, что если перед затоплением поля водой ОВ-потенциал на глубине 0...10 см составил 336 мВ (милливольт), то уже через 10 суток после затопления его величина снизилась до 215 мВ. Минимальная его величина (152 мВ) была отмечена 10 августа незадолго до сброса воды с чека.

Усиление восстановительного процесса связано с дефицитом кислорода, который создается за счет использования анаэробными микроорганизмами кислорода органических веществ и восстановления окисных соединений ряда элементов. В результате образуются различные восстановительные соединения – закись железа (FeO), сероводород (H<sub>2</sub>S), водород (H), метан (CH<sub>4</sub>) и др. В анаэробных условиях разрушается не только свежее органическое вещество, но и гумус, содержание которого уменьшается при монокультуре риса.

При возделывании риса продолжительное затопление поля водой накладывает особые черты на пищевой режим почвы. Об этом можно судить по динамике подвижных форм азота и фосфора. Наиболее подвижная нитратная форма азота (NO<sub>3</sub>) в анаэробной среде быстро восстанавливается до свободного азота и теряется, практически не принимая участия в азотном питании риса. Из подвижных форм азота в почве накапливается аммиачный азот, который образуется главным образом при разрушении органических веществ. Восстановленные условия в затопленной почве способствуют мобилизации фосфора. Опытными данными установлено, что по мере понижения величины ОВ-потенциала содержание подвижного фосфора в почве увеличивается, достигая максимума в фазе кущения-цветения риса. Затем процесс постепенно идет на убыль, и наименьшее содержание подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> во времени приходится на послеуборочный период [7-10].

С усилением окислительно-восстановительной среды плодородие почвы становится нестабильным, быстро разрушается, значительная часть высвободившихся элементов питания теряется и потребуется много сил,

средств и времени для его восстановления. Для компенсации этой потери приходится вносить повышенные дозы минеральных удобрений. Создание плодородия почвы за счет минеральных удобрений обеспечивает только средний урожай невысокого качества и резко ухудшает экологического состояния орошаемых земель. Так было последние 45 лет в высоконасыщенных рисом севооборотах, введенных еще в годы плановой экономики. В настоящее время в рекомендованных севооборотах посевы риса сокращаются и расширяются посевы суходольных культур и многолетних трав, позволяющие создавать высокоэффективное плодородие орошаемых почв.

Рис проявляет высокую отзывчивость на благоприятный режим питания, который во многом зависит от предшественников. В условиях низовьев Сырдарьи лучшими предшественниками являются люцерна и донник. В опытах КазНИИ риса при урожайности сена 200...250 ц/га в сумме за 2 года люцерна накапливает 200...210 ц/га корневых остатков в почве, в которых содержится 220...250 кг/га азота.

На этом фоне урожай риса составляет: по пласту люцерны – 64,3 ц/га, по обороту пласта – 58,9 ц/га и по третьяку (на третий год распашки пласта) – 51 ц/га. При этом в вариантах по обороту пласта (2-ой год) и третьяку (3-й год) под рис вносили минеральные удобрения в дозах  $N_{120}P_{90}$  кг/га. Эти данные показывают, что в год распашки пласта люцерна под рисом разлагается до 85...87 % корневой массы и освобождается 80...85 % содержащегося в корнях азота или 196 кг из этого количества азота. Рис для создания 64,3 ц/га урожая поглощает 123 кг, а остальная часть азота теряется. Поэтому уже на второй год после люцерны количество вносимых под рис азотно-фосфорных удобрений необходимо увеличить, а при возделывании риса третьей культурой после трав потребность растений в основных элементах питания почти полностью покрывается за счет минеральных удобрений. Накопленные опытные данные показывают, что при такой схеме чередование культур в севообороте в течение одного сезона теряется две трети (2/3) почвенного плодородия, созданного в травяном звене за 2...3 года, почва истощается и ухудшается ее мелиоративное состояние. Научно доказано, что рис лучше использует элементы питания из органических веществ, чем из минеральных удобрений. Поэтому важной задачей является не только создание мощного биологического потенциала в почве, но и повышение его эффективности в течение 2...3 лет. В настоящее время в регионе 8<sup>н</sup>-польные рисовые севообороты с пятью полями риса (рис занимает 67,5 % площади посевов в севообороте) заменяются 8<sup>н</sup>-польными

севооборотами с тремя полями риса (37,5 %). Авторы считают, что последняя схема севооборота лучше подходит для улучшения системы орошаемого землепользования и повышения эффективности плодородия почвы. При этом необходимо менять порядок чередования культур. При распашке 2...3 летней люцерны в первый год по пласту выращивать пшеницу твердых сортов без внесения минеральных удобрений. Пшеница лучше использует остатки питательных веществ из минеральных удобрений, внесенных под люцерну в травяном звене и двухразовому поливу. При такой агротехнике пшеница дает до 40...45 ц/га высококачественного зерна. Поскольку посевы пшеницы поливаются всего два раза, в пахотном слое почвы не протекают процессы, ускоряющие разложение корневых остатков люцерны и их масса в виде полуразложившихся органических веществ сохраняется до 78...80 %. На второй год по обороту пласта после пшеницы на этом поле высевается рис и в затопленной почве быстро развиваются окислительно-восстановительные процессы, которые разлагая корневые остатки люцерны, освобождают элементы питания. Растения риса в полном объеме обеспечиваются питательными веществами из почвы, не нуждаясь в дополнительном внесении минеральных удобрений.

Урожай риса высокого качества достигает 62...65 ц/га на третий год после распашки травяного звена, по третьяку после риса второй год подряд выращивается рис. В почве сохраняется до 20 % органики, оставшейся от разложившихся корневых остатков люцерны и корневой массы риса. Органическая масса, немного, но поддерживает биологическую активность среды, способствует лучшему использованию рисом питательные вещества минеральных удобрений. Поскольку почва обеднена биологическим потенциалом, питание риса покрывается на 75...80 % за счет минеральных удобрений. Рекомендуется вносить среднюю дозу минеральных удобрений –  $N_{120}P_{90}$  кг/га, что обеспечит получение 60...62 ц/га риса. В результате после распашки травяного звена свежая органическая масса (корневые остатки) накопленные под люцерной за 2...3 года, используется в течение 3 лет пшеницей и рисом (2 года). Минеральные удобрения применяются только один раз – на третий год под рис. Почва выходит из под риса не утомленной, сохраняя свою биологическую активность для быстрого восстановления плодородия. Не ухудшается мелиоративное состояние орошаемых земель, и самое главное – производится экологически чистая продукция. Предлагаемую схему можно рассматривать как модель создания «биологического» земледелия в низовьях р. Сырдарьи.

За последние полвека почвы в низовьях р. Сырдарьи, сформированные на аллювиальных отложениях, интенсивно осваивались под орошение. В программе развития орошения предусматривалось возделывание многих культур, но среди них ведущей культурой стал рис, и развитие орошаемого земледелия было ориентировано на увеличение производства риса. Рис превратился в монокультуру. Водно-земельные ресурсы, материально-технические средства в первую очередь использовались для расширения посевов риса. Вводились специальные 8-польные рисово-люцерновые севообороты, где посевы риса занимали 5 полей из 8 или 67,5 % от общей площади севооборота. Плановая экономика ежегодно спускала увеличенные планы посева риса. Для выполнения их нарушался порядок чередования культур в севообороте, почва теряла своё плодородие и по состоянию приближалась к абиотической среде. Рис давал урожай низкого качества исключительно за счет минеральных удобрений. Увеличились площади вторично засоленных орошаемых земель. В настоящее время, в регионе для наведения порядка в землепользовании вводится новая система земледелия с сокращенным числом рисовых полей.

#### **Выводы.**

1. С развитием орошаемого земледелия в низовьях р. Сырдарьи предусматривалось возделывание широкого ассортимента сельскохозяйственных культур, но фактически оно было ориентировано на увеличение производства риса, и регион превратился в рисоводческую базу Казахстана.
2. Для увеличения производства риса была разработана и введена система земледелия, где рис стал монокультурой и уплотнение его посевов сопровождалось разрушением природно-хозяйственного комплекса в зоне орошаемого земледелия.
3. Система земледелия с монокультурой риса себя не оправдала ни экологически, ни экономически и оказалась не пригодной для эффективного ведения орошаемого земледелия, следовательно, ее надо заменить новой системой земледелия.
4. Такой системой является предлагаемая институтом агроэкологии система земледелия, которая предусматривает возделывания не только риса, но и многих суходольных культур периодического орошения с учетом развития аграрно-хозяйственного комплекса региона в новых условиях.
5. Для эффективной работы новой системы земледелия большое значение имеет создание и использование биологического земледелия для производства экологически чистой продукции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Илялетдинов А.Н. Микробиологические превращения азотосодержащих соединений в почве. – Алма-Ата: 1976. – С. 198-250.
2. Неунылов Б.А., Хавкина Н.В. Исследование скорости разложения и процессов превращения в почве органического вещества, меченого  $C^{14}$ . // Почвоведение. – 1968. – №2. – С. 103-108.
3. Нургизаринов А, Шапшанов К Экологизация производств в Приаралье (Кызылординская обл.) – Алматы: 2001. – С. 31-55. (каз. яз.).
4. Нургизаринов А.М. Динамика плодородия почв в условиях рисосеяния и применение удобрений под рис в Казахстане. / Интенсификация земледелия Юга и Юга-Востока Казахстана – Алма-Ата: ВО ВАСХНИЛ, 1978. – С. 18-25.
5. Почвы Кызыл-Ординской области. – Алма-Ата: 1983. – 302 с.
6. Нургизаринов А.М., Назаров Е.А., Шарипова А.Ж, Арыстан Е.Ж. Экологическое состояние и пути мелиоративного улучшения орошаемых земель в низовьях реки Сырдарьи. // Гидрометеорология и экология. – 2014г. – №3. – С.185-187.
7. Alexander M. Nitrification. «Soil Nitrogen». Mdison, USA, 1965, 309-343.
8. Bonman B.A. Water-efficient management strategies in rice Production // IRRN, Philippines, 2001. –Vol. 26. – №2. – P. 17-22.
9. Pachikin K., Krivenko V., Eroshina O., Shildebaeva S. Integrated system for modeling and evaluation of natural-economic resourcez in the Kazakhstan Priaralie // Tetys Geographikal Research. – 2005. – V. I. – P. 93-107.
10. Pachikin K., Morimoto Y., Krivenko V. 3D soil model of modern Syrdarya delta and dyoining part of Aral Sea dried bottom. Issues of 17 World Congress of soil Scientists. August, 14-24, 2002, Bangkok, Thailand. Vol. IV. P. 1587.

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. Шәріпова

### **СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ СУАРМАЛЫ ТОПЫРАҚТЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН АРТТЫРУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗІ**

*Түйін сөздер:* аллювиалды топырақ, суармалы жершаруашылығы, ауылшаруашылық дақылдары, жерді пайдалану, табиғи-шаруашылық кешен, жеді биологиялық өндеу

*Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы суармалы жерді және жер ресурстарын негұрлым тиімді пайдалануды дамыту мәселелеріне арналған мақала. Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы аллювиалды жазықтықтағы атыраулы аумақтарда ауылшаруашылық дақылдарының сан түрлерін өңдеуге және сонымен қатар суармалы күрішке жақсы ықпал ететін гидроморфты топырақ қоры жеткілікті. Бірақ, күріш монодақылын дамытумен қатар табиғи-шаруашылық кешеннің бұзылуы орын алды.*

*Мақала авторлары көрсеткендей, монодақыл ретінде күріш өсірудегі жерді өңдеудің ескі жүйесін, күріш алқаптарын себу жұмыстары барысында барынша қысқарту қиын жағдайдан шығудың бірден-бір жолы.*

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

## **ECOLOGICAL BASES OF INCREASE OF THE IRRIGATED SOILS BIOLOGICAL FERTILITY IN THE SYR DARYA RIVER LOWER REACH**

**Keywords:** alluvial soils, irrigated agriculture, agricultural crops, land use, natural and economic complex, biological farming

*The given article is concerned with the issues to the development of irrigation farming and efficiency development of land resources in the lowest Syrdarya river in Kazakhstan. It is shown that there are sufficient reserves of boggy soils favorable for cultivation of a wide range of agricultural crops including flooded rice in the alluvial plains of delta. However, the development of rice monoculture was accompanied by the destruction of natural and economic complex.*

*The authors are noted that it is necessary to replace the old system of farming where the rice was growing as a monoculture by the new system with a reduced number of paddy fields in rotation for ensuring from creation of sitnofion.*

---

УДК 910.3:581.9 (502.75)

Канд. с.-х. наук Т.К. Салихов<sup>1</sup>  
Т.С. Салихова<sup>1</sup>

**УНИКАЛЬНЫЕ И ЗНАЧИМЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА  
ПРОЕКТИРУЕМОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО  
РЕЗЕРВАТА «БОКЕЙОРДА» ЗАПАДНО-  
КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, степи, биоразнообразие, флора, местообитание, экосистема

*В работе приводятся результаты научного обоснования проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области. Изучен растительный покров резервата, где выявлены уникальные и значимые растительные сообщества. На основе экосистемного анализа и ГИС-технологий определены наиболее важные для сохранения биоразнообразия участки, определены границы резервата.*

Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, объектов природно-заповедного фонда, культурного и природного наследия Республики Казахстан – одна из важных задач государства на современном этапе. В целях сохранения и восстановления биологического разнообразия и естественных экологических систем Постановлением Правительства Республики Казахстан одобрена «Концепция развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 г.». Она направлена на сохранение всего многообразия микроорганизмов, растительного и животного мира, а также естественных экологических систем, недопущение их потерь в результате хозяйственной и иной деятельности [10].

Природные территории должны быть защищены от различных рисков, таких, как загрязнение, отравление растений, наличие опасных, диких животных и др. Все природные ресурсы, являясь носителями энергии и информации, выступают в роли туристско-рекреационных ресурсов широкого диапазона. Наличие природных ресурсов является первым усло-

---

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г.Астана, Казахстан

вием размещения производительных сил на территории региона. Количество, качество и сочетание ресурсов определяют природно-ресурсный потенциал территории, который является важным фактором размещения населения и хозяйственной деятельности. Природно-ресурсный потенциал сферы туристско-рекреационных услуг оказывает влияние на ее рыночную специализацию и место в территориальном разделении труда.

В настоящее время система особо охраняемых природных территорий Западно-Казахстанской области представлена 3-мя государственными природными заказниками республиканского значения и 7 особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) областного значения, суммарная площадь которых составляет 188,7 тыс. га или 1 % от всей площади области. Вместе с тем, в области отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны и со статусом юридического лица [8].

**Цель исследования:** изучение современного состояния растительного покрова, выявление наличия уникальных и значимых растительных сообществ на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» для сохранения места обитания редких и эндемичных видов биоразнообразия всего региона.

Исследования выполнялись в рамках проекта Правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», направленного на увеличение степных экосистем.

В комплексе проведены геоботанические, флористические и экосистемные исследования на проектной территории с использованием общепринятых методик [1-4, 7, 11, 17]. Произведена закладка мониторинговых площадок с нанесением их данных на топографическую основу и зафиксированы GPS данные по площадкам. Проведено картирование мест обитания ключевых видов растений, оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие.

Территория проектируемого государственного природного резервата (ГПР) «Бокейорда» расположена в двух природных зонах степной (подзона полукустарничково-дерновиннозлаковых опустыненных степей на светло-каштановых почвах) и пустынной (северная подзона полынных и многолетнесолянковых пустынь на бурых почвах). Северная часть территории ГПР «Бокейорда» расположена в степной зоне, а южная в пустынной (рис. 1).

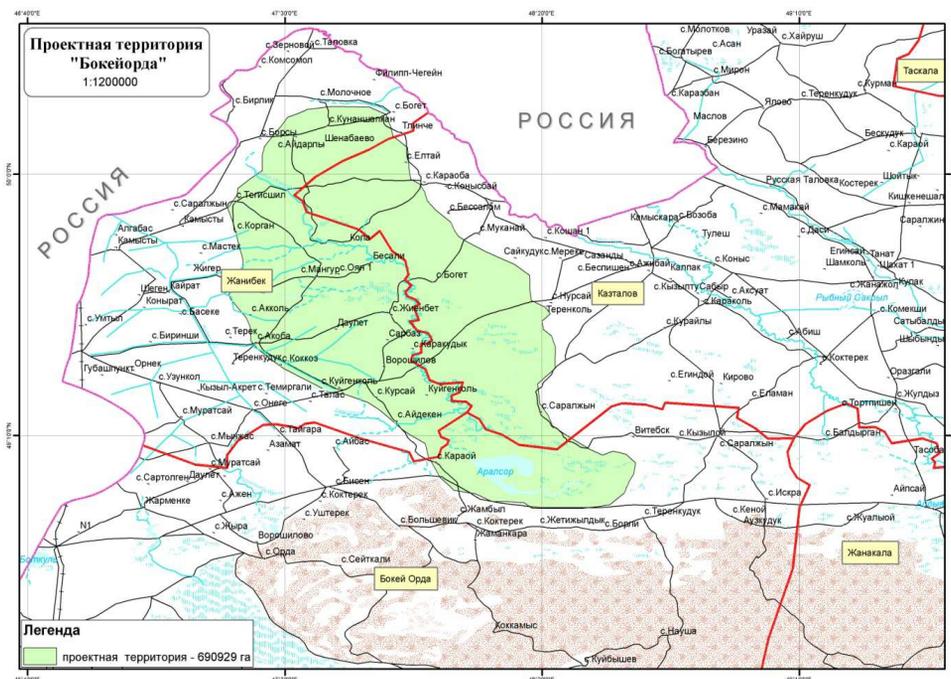


Рис. 1. Карта проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области.

В системе ботанико-географического районирования территория ГПР «Бокейорда» представлена Евроазиатской степной и Афро-Азиатской пустынной областями. Степь представлена наиболее засушливой подзоной – Заволжско-Казахстанской полукустарничково-дерновиннозлаковой опустыненной степью, к которой относится северная часть территорий, а пустыня – наименее засушливой северо-западной окраиной Прикаспийской провинции Северотуранской остепненной пустыней, к которой относится большая часть Прикаспийской низменности. Степные сообщества отличаются значительным флористическим разнообразием. В их составе приходится наблюдать фитоценозы, сложенные как типичными обитателями степей, так и растениями, находящимися на границе своего ареала. Ее растительный покров имеет черты, характерные для этой подзоны – в нем доминируют дерновинные злаки (*Stipa sarentana*, *Festuca valesiaca*, *Agropyron desertorum*), и в большом обилии встречаются полукустарнички (*Artemisia lerchiana*, *Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*) [5, 12-14]. Помимо этого, растительный покров изучаемой территории характеризуется комплексностью, обусловленной комплексностью почв, и распространением галофитных сообществ, отличающихся высоким разнообразием.

Полевые обследования авторов дополняют данные исследования новым фактическим материалом. При проведении полевых работ использовались общепринятые и утвержденные методики геоботанических исследований.

На территории ГПР «Бокейорда» отмечено наличие не менее 4 уникальных и значимых растительных сообществ. Они представляют собой своеобразное оригинальное ботанико-географическое явление и выполняют важную средообразующую, водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную и другие функции. Именно здесь в результате повсеместной распашки фрагментарно сохранились небольшие эталонные участки первозданных зональных степных комплексов – урочище Шерембетсай, Тегисшилская комплексная степь, Аралсорская степь, Караобинская типчаковая степь.

Поэтому проблема сохранения зональных степных ландшафтов является основной геоэкологической задачей [15, 16]. Для осуществления этой задачи необходимы срочные меры для выявления и организации охраны тех участков зональных степных комплексов, где еще сохранились основные черты первобытной растительности и животного мира. Для степных памятников природы предусматриваются разнообразные режимы природопользования с сохранением регулируемого выпаса и не исключающие ограниченное сенокосение [16]. В соответствии с представлением С.В. Левыкина зональными степными эталонами считаются участки пространства, в наибольшей степени, отражающие типичные зональные черты почвенного покрова и биоты в условиях плакорных местностей, характеризующихся глубоким залеганием грунтовых вод и отсутствием значительного смыва и намыва минерального вещества [6].

Полупустынная зона менее пострадала от распашек. Особенности природного разнообразия позволяют в пределах территории ГПР «Бокейорда» выделить уникальные степные участки. Они выделены на основе коллективной монографии «Зеленой книги Западно-Казахстанской области», а также на основе экспедиционных наблюдений авторов [9].

**Урочище Шерембетсай.** У автомобильной дороги Жанибек – Таловка к западу от аула Тегисшил в верховьях протоки Шерембетсай на ровном степном участке произрастает эндемик юга европейской части Российской Федерации, занесённый в Красную книгу Казахстана – майкараган волжский. Это кустарниковое растение указывает на общую связь происхождения пустынно-степных элементов. Декоративное засухоустой-

чивое растение высотой 20...100 см семейства бобовых. Быстро исчезает при вспашке и чрезмерном выпасе скота, поэтому требует строгой охраны. Вид произрастает в виде небольших куртин, сильно напоминающих заросли таволги зверобоелистной по степным западинам. Однако под густой порослью майкарагана волжского заметных для глаз микропонижений не отмечено. Площадь произрастания около 2 км<sup>2</sup>, территория Борсынского аульного округа Жанибекского района. Тип памятника – ботанический.

***Тегисшилская комплексная степь.*** Степные участки образовались на склонах Предсыртового уступа разными растительными сообществами (рис. 2). Здесь доминируют типчаковые сообщества, их доля составляет 60...70 %. На микроповышениях типчаковые ассоциации на каштановых солонцеватых почвах встречаются в комплексе с чернополынниками на солонце мелком (10...20 %), а в западинах – таволга зверобоелистная с единичными кустами крушины слабительной на лугово-каштановых почвах (10...20 %). Видовой состав растительности меняется в зависимости от преобладающих группировок. В чернополынных ассоциациях встречаются камфоросма, грудница, ромашник, черная полынь. Среди зарослей таволги обычны: житняк, тонконог, кострец, люцерна, гвоздики и другое разнотравье. Характерным трехчленным комплексом является участок степей в 6 км западнее аула Тегисшил, недалеко от поворота на этот аул с трассы Жанибек – Таловка. Площадь участка 5 га, территория Борсынского аульного округа Жанибекского района. Тип памятника – ландшафтно-ботанический.



*Рис. 2. Тегисшилская комплексная степь.*

**Караобинская типчаковая степь.** На северо-западе Казталовского района, в полупустынной зоне, сформировались на повышенных участках Прикаспийской низменности, типчаковые степи, расположенные на каштановых почвах. Они занимают огромную территорию с понижениями (западинами), где развиваются разнотравно-злаковые сообщества со степными кустарниками (таволгой и местами крушиной слабительной) на лугово-каштановых почвах. На некоторых участках встречаются волосатиково-типчаковые ассоциации на каштановой почве. Проективное покрытие растительности типчаковых степей составляет 60...70 %. Целинные степные участки сохранились в 15 км западнее аула Караоба. Площадь 50 га, территория Караобинского аульного округа Казталовского района. Тип памятника – ландшафтно-ботанический.

**Аралсорская степь.** Одно из соленых крупнейших озер Западно-Казахстанской области – озеро Аралсор. Озеро имеет серповидную форму, берега крутые, обрывистые, высотой до 6...7 м. Ширина озера колеблется от 3 до 8 км. Происхождение соленых озер связано с соленокупольной тектоникой. В центральной полуостровной части озера располагается соляной купол небольшой высоты. На этом полуострове в ходе совместной экспедиции с сотрудниками Института степей УрО РАН в 2000 г. выявлен участок южных опустыненных степей на бурых полупустынных почвах. Преобладающая растительная ассоциация белопопынно-пустынно-житняковая с обилием тюльпана Шренка. Общее проективное покрытие 60...70 %.

Озеро Аралсор глинистое с выпотами солей. По периферии развиваются однолетне-солянковые сообщества с участием солероса европейского (*Salicornia europaea*), сведы рожконосной (*Suaeda corniculata*) и простертой (*S. prostrata*), офайстона однотычинкового (*Ofaiston monandrum*), местами монодоминантные заросли образует климакоптера. На солончаках по берегам встречаются многолетне-солянковые сообщества, образованные галофитными видами: кустарничком сарсазаном шишконосным (*Halocnemum strobilaceum*), полукустарничками лебедой бородавчатой (*Atriplex verrucifera*). В южной части озера распространены сообщества пустынных кустарничков – ежевника солончакового (*Anabasis salsa*), лебеды седой (*Atriplex cana*), сведы вздутоплодной (*Suaeda physophora*), являющиеся реликтовыми на данной территории. По коренному берегу озера развиваются типчаково-тырсовоковыльные степи с участием лебеды седой (*Atriplex cana*), напочвенные лишайники покрывают до 60 % площади. На солонцах в составе полынно-ломкоколосниковых сообществ участвуют дерновинные злаки и ксерофитные полукустарнички. Эти сообщества являются переходными от степно-

го к пустынному типу растительности. В их составе встречается ежовник солончаковый (*Anabasis salsa*), камфоросма монпельйская, а также виды напочвенных лишайников. В южной части озера получили развитие понижения карстового происхождения с пырейной растительностью на лугово-бурых почвах, используемые под сенокос.

Эталонный степной участок расположен в 7...8 км севернее зимовки Шандыкол, площадь около 1,5 тыс. га, территория Бисенского аульного округа Бокейординского района. Тип памятника – ландшафтный.

Организация и осуществление проекта ГПР «Бокейорда» в перспективе способствует сохранению уникальных природных объектов, редких и исчезающих видов растений и животных занесенных в Красную Книгу Казахстана, а также геоэкологическую стабильность в пределах территории Западно-Казахстанской области.

Учитывая, что в настоящее время в Западно-Казахстанской области отсутствуют особо охраняемые природные территории со строгим режимом охраны, организация нового природоохранного учреждения позволит в полной мере не только обеспечить сохранение и восстановление степного биоразнообразия региона, но и улучшить социально-экономические условия. В частности, через создание дополнительных рабочих мест, развитие экологического туризма и так далее.

В настоящее время на крупнейшем континенте Евразия только Казахстан и Монголия обладают участками степей и полупустынь в естественном состоянии, перспективными для охраны и восстановления редких и исчезающих видов животных и растений, а также для сохранения экосистем в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – М.: Наркомпрос, 1938. – 208 с.
2. Андрющенко О.Н. Естественноисторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга – Урал) // Тр. геогр. фак. Белорус. унта. – 1958. – С. 137-219.
3. Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. – Уральск: 2002. – 131 с.
4. Дарбаева Т.Е., Утаубаева А.У, Цыганкова Т.А. Растительный мир Западно-Казахстанской области. – Уральск: 2003. – 92 с.
5. Лавренко Е.М. Степи Евразийской степной области, их география, динамика и история // Вопр. ботаники. – 1954. – Вып. 1. – С. 155-191.

6. Левыкин С.В. Уникальные эталоны исчезающих плакорных ландшафтов Оренбургской области // Проблемы изучения, сохранения и использования природного и историко-культурного наследия Оренбургской области: Материалы регион. науч.-практ. конф. – Оренбург, 1997, С. 54-56.
7. Методические указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица. Утвержденный Комитетом лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 апреля 2007 года №156.
8. Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Чернышев Д.М., Тубетов Ж.М. Зеленая книга Западно-Казахстанской области. Кадастр объектов природного наследия – Уральск: изд-во РИО ЗКГУ, 2001. – 194 с.
9. 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.
10. Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 ноября 2000 года №1692 «О Концепции развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 года» [Электрон. ресурс]. – URL: [http://online.zakon.kz/m/document/?doc\\_id=1020540#sub\\_id=100](http://online.zakon.kz/m/document/?doc_id=1020540#sub_id=100) (дата обращения 10.12.2016)
11. Салихов Т.К. Географо-экологическая оценка состояний государственного природного резервата «Бокейорда». – Алматы: Эверо, 2016. – 232 с.
12. Сафронова И.Н. О зональном разделении растительного покрова между-речья Волга – Урал // Ботан. журн. – 1975. – Т. 60. – №6. – С. 823 – 831.
13. Сафронова И.Н. Современное состояние опустыненных степей Поволжья // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее: Матер. междунар. совещ. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005. С. 96-97.
14. Сафронова И.Н. Характеристика растительности Палласовского района Волгоградской области / Биоразнообразие и проблемы природопользования в Приэльтоне. – Волгоград: 2006. – С. 5-9.
15. Чибилев А.А. Приграничные Российско-Казахстанские ландшафтные трансекты как элементы макрорегиональной экологической сети Северной Евразии / Вопросы степеведения. – 1999. – С. 13-20.
16. Чибилев А.А. Современные формы сохранения природного наследия степных регионов Северной Евразии // Вопросы степеведения. – 2003. – IV. – С. 5-8.

17. Salikhov T.K., Karagoishin Zh.M., Svanbayeva Z.S., Inkarova Zh.I., Dukenbayeva A.D., Sagatbaiev E.N., Rakisheva A.K. Geocological assessment of the projected State Nature Reserve «Bokeyorda» in West Kazakhstan Region. Oxidation Communications. – 2016. – № 39 (4). – С. 3579-3590.

Поступила 27.02.2017

А.- шар. ғылымд. канд. Т.К. Салихов  
Т.С. Салихова

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДА ЖОБАЛАНҒАН  
«БӨКЕЙОРДА» МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ РЕЗЕРВАТЫНДАҒЫ  
БІРЕГЕЙ ЖӘНЕ МАҢЫЗДЫ ӨСІМДІКТЕР  
ҚАУЫМДАСТЫҚТАРЫ**

**Түйін сөздер:** өсімдіктер қауымдастықтары, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, дала аймағы, биоалуантүрлілігі, флора, 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 резерваттың өсімдік жамылғысы зерттелген, онда бірегей және маңызды өсімдіктер қауымдастықтары анықталған. Экожүйелік талдау және ГАЗ технологиясы негізінде әралуандылықты сақтау үшін ең маңызды учаскелері мен резерваттың шекаралары анықталды.*

Salikhov T.K., Salikhova T.S.

**UNIQUE AND MAJOR PLANT COMMUNITIES PROJECTED STATE  
NATURE RESERVE «BOKEYORDA» WEST KAZAKHSTAN REGION**

**Key words:** plant communities, protected natural areas, grasslands, biodiversity, flora, 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 vegetation reserve where revealed unique and significant plant communities. On the basis of the ecosystem analysis and GIS technology identified the most important areas for biodiversity conservation, defined reserve boundaries.*

УДК 504.06

Доктор геогр. наук

Е.К. Умаров<sup>1</sup>

Канд. геогр. наук

А.К. Курбаниязов<sup>2</sup>**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
ПРИАРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**Ключевые слова:** природные ресурсы, аграрный сектор, сельскохозяйственный оборот, гидромелиорация

*В статье проанализированы возможности хозяйственного освоения ресурсного потенциала аграрного сектора Приаралья. Раскрыты неиспользованные резервы и вовлечения их в сельскохозяйственный оборот. Исходя из территориальной и производственной общности хозяйственных субъектов региона в развитии аграрного сектора, рассматриваются вопросы координации работы в решении водохозяйственных и гидромелиоративных работ. На основе конкретных материалов, полученных в ходе проведения научного исследования, приведены корреляционные связи природных факторов и эффективности производства и обоснованы решения в контексте «базовых ресурсов» сельскохозяйственного производства.*

Приаральский регион является частью Арало-Каспийской низменности, занимающей обширную дельтовую область р. Амударьи, протяженностью около 500 км. В этом природно-экономическом регионе расположены Каракалпакстан и Хорезмская область Узбекистана, Ташаузская область Туркменистана, Мангистауская, Актюбинская и Кызылординская области Казахстана. Территория расположена в зоне пустынь умеренного пояса, природные условия характеризуются резкой континентальностью. Здесь сосредоточено более 20 % земельного фонда среднеазиатских республик. Из этих земель на долю Республики Каракалпакстан приходится 16,6 млн. га. Однако, отвод в крупном масштабе Амударьинской воды на орошение в верхнем и среднем течении, очень затрудняет освоение природных ресурсов Приаральского региона. Все это требует, в первую оче-

---

<sup>1</sup> Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, Узбекистан;

<sup>2</sup> Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясауи, г. Туркестан, Казахстан

редь, всестороннего изучения ресурсного потенциала с точки зрения сельского хозяйства, который складывается из земельных, водных, агроклиматических и других ресурсов.

Общая площадь пахотно-пригодных земель только в Каракалпакстане составляет более 2 млн. га. Однако, степень фактической освоенности орошаемых земель составляет лишь 2,5 %. Вместе с тем необходимо отметить, что ресурсный потенциал региона, в частности орошаемая пашня, обеспеченная оросительной сетью, из-за ухудшения мелиорации земель, в значительной степени засолена. Только 20,6 % площади орошаемых земель отнесены к лучшим категориям, 33,8 % относится к слабозасоленным, 34,3 % – средnezасоленным, а 11,3 % к сильнозасоленным, т.е. малопродуктивны для орошаемого земледелия. Все это значительно осложняет повышение эффективности орошаемых земель и требует огромного количества инвестиций.

Большие резервы орошаемых земель размещены, в основном, в зоне влияния Тахиаташского гидроузла, главным образом по руслам протоков р. Амударья, а также в зоне влияния оросительной системы. Их производственное использование требует крупных гидромелиоративных работ, в частности, строительства коллекторно-дренажной сети. Как свидетельствует практика, использование коллекторно-дренажной сети наиболее эффективная мера. В качестве примера можно показать работу хлопкосеющих хозяйств Хорезмской области, находящихся в почвенно-мелиоративном отношении в одной зоне с Каракалпакстаном. Здесь удельная протяженность коллекторно-дренажной сети на неблагоприятных землях доведена до 40...45 м/га, в то время как в Республике Каракалпакстан до 23...27 м/га, а в приморской части еще меньше. Это явно недостаточно для улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель.

Немаловажное значение в рациональном использовании орошаемых земель имеет структурное изменение полей, т.е. в основу всех расчетов следует положить данные хлопково-люцерновых севооборотов. Удельный вес люцерны в структуре посевных площадей хлопкосеющих хозяйств, следует довести до 26...30 %, что обеспечит повышение культуры земледелия. В связи с этим, для повышения экономической эффективности орошаемых земель, было бы целесообразно, обратить особое внимание на совершенствование структурно-управленческой базы аграрного сектора, путем стимулирования научно обоснованных методов хозяйствования.

Ресурсы сельского хозяйства, согласно методике акад. Медетуллаева, сводятся к оценке земли, как материальной основы сельскохозяйственного производства. Это связано с тем, что в продуктивности земли синтезируется благоприятность климатических, почвенных, водных, гидрологических, мелиоративных и других условий, составляющих единую по своей структуре, сложную среду выращивания сельскохозяйственных культур. Таким образом, оценка продуктивности земли стала объектом исследования множества наук. Каждая из этих отраслевых наук исследует зависимость продуктивности земли по определенным, присущим только им, факторам. Так, например географы за основу продуктивности используют показатель обеспеченности земли термическими ресурсами, солнечным освещением, атмосферной влагой; ботаники – продуктивность естественного травостоя; а экономисты исследуют объемы инвестиций и т.д. Таким образом, одна из них в основу оценки земли ставит природные признаки, другая – объем инвестиций. В результате наблюдается тенденция постепенного приближения оценки к практическим запросам производства, её использование для целей размещения отраслей сельского хозяйства. Такое развитие методики выбора объекта для оценки земли в целях сельскохозяйственного производства является закономерным, но отнюдь не последним. Это указывает на целесообразность разработки методики устойчивого развития аграрного сектора с учетом проведения количественной и качественной оценки ресурсного потенциала. В этом плане, в основу оценки уровня интенсивности использования орошаемых земель, принята потенциальная продуктивность орошаемой пашни. Она основывается на разнице между достигнутым и потенциальным уровнями продуктивности орошаемой пашни. Её можно определить по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{ВД_2}{ОЗ_2} - \frac{ВД_1}{ОЗ_1},$$

где  $\mathcal{E}_3$  – экономическая эффективность освоения потенциальной продукции по интенсивности использования земли, сум/га;  $ВД_2$  – валовый доход АПК региона на конец прогнозируемого периода, тыс. сум;  $ВД_1$  – валовый доход АПК региона на начало прогнозируемого периода, тыс. сум;  $ОЗ_2$  – орошаемые земли на конец прогнозируемого периода, тыс. га;  $ОЗ_1$  – орошаемые земли на начало прогнозируемого периода, тыс. га.

Исходя из этой позиции, определён уровень отдачи земельно-водных ресурсов. Расчеты свидетельствуют о том, что расширение орошаемых площадей в южных районах становится не только возможным, но и экономически целесообразным.

Основным фактором, *определяющим возможность освоения потенциальной продуктивности земельных и термических ресурсов аридной зоны, является наличие оросительной воды.* Как известно, в аридных условиях оросительной воды во много раз меньше, чем ресурсов пахотно-пригодных земель. Поэтому правомерна концепция о том, что разница продуктивности между естественными и орошаемыми землями в условиях аридной зоны является фактором, определяющим эффективность оросительной воды.

Для определения продуктивности оросительной воды, необходимо принимать в расчет потенциальную продуктивность орошаемой пашни с учетом термических ресурсов, мелиоративного состояния земель и норматива полива на единицу пашни. Потенциальная продуктивность (хозяйственно возможный уровень) единицы оросительной воды соответствует сумме стоимости основной и дополнительной продукции, деленной на количество воды. При этом, в расчет принята потенциальная продуктивность 1 м<sup>3</sup> воды используемого в хлопководстве, в 390,4 сумов валовой продукции. В натуральных показателях это соответствует 0,333 кг хлопка-сырца. Следует учесть, что потенциальная продуктивность оросительной воды существенно меняется по видам сельскохозяйственных культур. С учетом этого, согласно вышеприведенной норме, 1834,3 м<sup>3</sup>/га и при валовой продукции хлопчатника на 1 га 1 009 400 сумов и реализационной цене центнера хлопка 49 000 сумов составляет 390,4 сумов:

$$P_{61} = \frac{20,6ц / га \text{ хлопка} - 2ц / га \text{ сум}}{1834,3 \text{ м}^3 + 700 \text{ м}^3} = \frac{1009400 \text{ сум} / га - 20000 \text{ сум} / га}{2534,3 \text{ м}^3} = 390,4 \text{ сум} / \text{м}^3$$

Таким образом, каждый м<sup>3</sup> воды, при высоком уровне агротехники и использовании ее на орошение хлопчатника в среднем обеспечит прирост валовой продукции в размере 390,4 сумов. Кроме того, за счет повышения КПД оросительных систем, включая внутривозделную оросительную сеть, можно увеличить эффективный объем оросительной воды, на 50...55 %. Здесь представляется важным подбор сельскохозяйственных культур *применительно к термическим условиям* низовьев Амударьи, а также необходимо определить урожайность сельскохозяйственных культур не только на га пашни, но и на кубометр, израсходованной на полив воды.

Для определения экономической *эффективности аграрного сектора Приаральского региона, в частности Каракалпакстана, будет, прежде всего, оцениваться обеспеченность эффективными температурами*, столь необходимыми для развития и плодоношения теплолюбивых растений.

Характеристика климата с точки зрения сельского хозяйства показывает, что при прочих равных агротехнических условиях существует определенная взаимозависимость между продолжительностью вегетационного периода, суммой эффективных температур и урожайностью сельскохозяйственных культур. Так, между хозяйствами расположенными на крайней южной и северной точках хлопкосеяния, имеются различия в продолжительности вегетационного периода с температурами выше +10 °С (в Турткуле 205 суток, в Кунграде 186 суток), с суммами эффективных температур (выше +10 °С) в Турткуле – 2258 °С, в Кунграде – 1914 °С. Таким образом, изучение результатов выращивания хлопчатника в экспериментальных хозяйствах показывает, что, начиная с южных районов, уменьшение продолжительности вегетационного периода с температурами выше +10 °С на 1 день приводит к снижению потенциальной урожайности хлопчатника примерно на 1 центнер. Поэтому перемещение значительной части (кроме семеноводческих хозяйств) посевных площадей хлопчатника с Севера на Юг, было бы целесообразно с точки зрения государственных интересов.

В результате, в условиях Южных районов повышение урожайности до 27,9 ц/га, может дать ежегодный прирост хлопка-сырца до 192,5 тыс. т. В центральных и северных районах, с учетом сокращения посева хлопчатника на 35...40 %, можно получить 116,1 тыс. т хлопка при урожайности 22,6 ц/га. В условиях северных районов это приведет к расширению посевных площадей под другие зерновые культуры. Таким образом, вовлечение в сельхоз оборот неиспользованных резервов производства путем углубления интенсивных методов ведения производства, а также с учетом оптимизации отраслевой структуры аграрного сектора, можно ежегодно дополнительно получать до 0,394 млн. т зерна и 0,297...0,301 млн. т хлопка-сырца. В заключение отметим, что основной сутью изучения потенциала региона, является привлечение интеллектуально-инновационных ресурсов развития сельского хозяйства. Это обеспечит координацию работ по строительству крупных гидромелиоративно-водохозяйственных объектов, способствующих устойчивому развитию сельскохозяйственного производства региона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медетуллаев Ж.М. Земельный потенциал Каракалпакстана – объект комплексных исследований. // Вестник КГУ им. Бердаха. – 2009. – №4-5. – С. 38-40.
2. Умаров Е. К. Экономико-географические аспекты рационального использования водных ресурсов в орошаемом земледелии Республики Каракалпакстан // Вестник КазНУ им. аль-Фараби, Серия географическая. – 2004. – № 2(19). – С. 74-77
3. Умаров Е.К., Курбаниязов А.К., Умаров А. Использование земельных и водных ресурсов бассейна Амударьи // «АХБОРОТ» географическое общество РУз.. – 2013. – Том 42. – С. 151-156.
4. Статистический ежегодник регионов Узбекистана. – Ташкент: Госкомстат, 2012. – С. 24-26

Поступила 24.03.2017

Геогр. ғылымд. докторы      Е.К. Умаров  
Геогр. ғылымд. канд.        А.К. Курбаниязов

### **АРАЛ БОЙЫ АЙМАҒЫНЫҢ ТАБИҒИ РЕСУРСТАРЫН ТАЛДАУ МЕН БАҒАЛАУ**

**Түйін сөздер:** табиғи ресурстар, аграрлық сектор, ауылшаруашылық айналым, гидромелиорация

*Мақалада, Арал бойының аграрлық секторындағы ресурстық потенциалының шаруашылық меңгеру мүмкіндігі талданған. Игерілмеген табиғи резервтер және оларды ауылшаруашылық айналымға ендіру қарастырылған. Аграрлық секторды дамытуда аймақтың ауылшаруашылық субъектілерінің территориялық және өндірістік қауымдастығын негіздеі отырып, сушаруашылығы және гидромелиоративтік жұмыстарды шешуде үйлестіру мәселелері қарастырылады. Ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде алынған нақты материалдардың негізінде өндірістің тиімділігінің табиғи факторларының корреляциялық байланыстары көрсетілген және ауылшаруашылық өндірістегі потенциалдық базалық ресурстарды анықтауда олардың шешімі негізделген.*

Umarov E.K., Kurbanyazov A.K.

### **ANALYSIS AND ASSESSMENT OF NATURAL RESOURCES OF THE ARAL SEA AREA**

**Keywords:** natural resources, agricultural sector, agricultural turnover, hydro irrigation

*In article, is analysed possibility of the economic mastering resurny potential of the agrarian sector Priaraliya. reveal;open Unused reserves and involvement them in agricultural turn. Coming from territorial and production generality economic subject region in development of the agrarian sector, is considered questions to co-ordinations of the work in decision water management and hydromeliorative of the work. On base concrete material got in the course of undertaking the scientific study, lit correlation relationship natural factor on efficiency production and are motivated their decision in context of the determination potential «base resource» agricultural production.*

УДК 910.3:911.2

Канд. с.-х. наук Т.К. Салихов<sup>1</sup>**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА  
«БОКЕЙОРДА» ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ключевые слова:** рельеф местности, геоморфологические особенности экосистемы, проектируемый государственный природный резерват, степи

*В результате исследований на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области изучены геоморфологические особенности, где на основе экосистемного анализа и ГИС-технологий составлена геоморфологическая карта. Проведен анализ географического положения и геоморфологических особенностей территории резервата.*

Значительное сокращение биологического разнообразия степных ландшафтов и экосистем Евразии, обеднение видового состава и сокращение численности популяций степных видов млекопитающих и птиц, требуют принятия срочных и действенных мер по их сохранению и восстановлению. В мировой практике сохранение экосистем и отдельных видов является созданием экологически обоснованной сети охраняемых природных территорий.

Территория Казахстана обладает уникальным набором ландшафтных комплексов: от пустынь до высокогорий и экосистем внутренних морей. В условиях нарастающих темпов экономического развития страны и усиления использования природных ресурсов актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования системы территориальной охраны природы. Те же условия определяют необходимость дальнейшего развития сети особо охраняемых природных территорий как действенной системы сохранения биологического разнообразия государства.

Степи являются наименее защищенным типом экосистем в Казахстане, и недостаточно представлены в системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В настоящее время система ООПТ Западно-

---

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Казахстанской области представлена тремя государственными природными заказниками республиканского значения и 7 ООПТ областного значения. Их суммарная площадь составляет 188,7 тыс. га или 1 % от площади области [7].

Цель исследования: изучение современного состояния геоморфологических особенностей проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области для сохранения места обитания редких и эндемичных видов биоразнообразия всего региона.

Комитетом лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан принята программа развития научно-исследовательских работ по сохранению биологического разнообразия. В рамках программы предусмотрены работы по созданию государственного природного резервата «Бокейорда», которые выполняются в рамках проекта Правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами». Программа направлена 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 общенаучных подходов: комплексного, интегрального, системного, экологического, географического [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10].

**Географическое положение.** Территория проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» (ГПР «Бокейорда») располагается в глубине южной части умеренного пояса материка Евразии, точнее, на крайнем юго-востоке Европы, примерно на расстоянии 2,5 тыс. км от Атлантического океана.

Мезоположение территории – крайний северо-запад Казахстана, бассейн рек Малый Узень и Ащыюзек, на Волго-Уральском междуречье. Территория расположена в северной части Прикаспийской тектонической впадины, которую часто называют Северным Прикаспием.

Микроположение – расположен в Прикаспийской низменности, только с севера заходят небольшие участки Общего Сырта.

Проектируемая территория расположена в пределах Жанибекского, Бокейординского, Казталовского районов Западно-Казахстанской области.

Граница территории на севере проходит по линии от аулов Жаксыбай – Акадыр до автодороги Жанибек – Таловка, далее аулов Борсы – Те-

гисшил и зимовок Корган – Кайролла, далее через аул Жигер-Аккол до аула Акоба. Потом граница проходит в юго-восточном направлении вдоль канала до аула Куйгенкол, далее через аул Курсай, зимовку Айдекен, Шарбаккыр. А южная и юго-восточная граница проходит по территории Бокейординского района через зимовки Кара Мак до северной части автодороги Чапаев – Сайхын. Далее по южной части озера Аралсор и по сору Батпак и восточная граница проходит по территории Казталовского района через аулы Саралжын – Нурсай, потом поворачивая в северо-западном направлении на аулы Караоба и Жаксыбай.

Участок проектируемой территории с севера на юг составляет 150...160 км, а с запада на восток 70...80 км. Приблизительные географические координаты крайних точек: северная –  $50^{\circ}13'$  с.ш., южная –  $48^{\circ}55'$  с.ш., западная –  $47^{\circ}18'$  в.д., восточная –  $48^{\circ}52'$  в.д.

Общая площадь проектной территории составляет 690,929 тыс. га или около 4,5 % территории области.

**Геоморфология.** Проектируемая территория расположена в северо-западной части Прикаспийской низменности. По характеру рельефа она представляет почти идеальную равнину с очень пологим наклоном к югу (рис. 1).

Эта равнина представлена местами углублениями преимущественно микро и реже мезорельефного порядка. Геологическая молодость Прикаспийской равнины, сухость климата, очень слабый наклон и незначительная приподнятость ее над уровнем моря объясняют слабое расчленение ее поверхности. По особенностям рельефа выделяется северный сыртовый район, где водоразделами отдельных балок являются невысокие сглаженные увалы – сырты. Плато всех сыртов ровное и редко слабоволнистое, склоны пологие. Ширина сыртов колеблется от 7 до 13 км, длина – от 6 до 20 км. Южная часть проектируемой территории представляет собой абсолютную равнину с незначительными покатостями общего рельефа и хорошо выраженным рельефом в виде сусликовин, блюдцеобразных понижений и слабовыраженных плоскодонных потяжин.

В северной части проектируемой территории наблюдается некоторая приподнятость и эрозионная деятельность за счет вод весеннего стока. Здесь находятся несколько оврагов – Тарылгансай, Коньрсай, Жанатасай, местами заполненных водой. Берега их крутые, обрывистые, до нескольких метров глубиной. В северной и восточной частях имеются много лощин, блюдцеобразных понижений, падин, лиманов и соров. В западной

части проектируемой территории расположены соры, заполненные водой Соркуль и Захатсор, соединенные ручьем Тарылгансай.

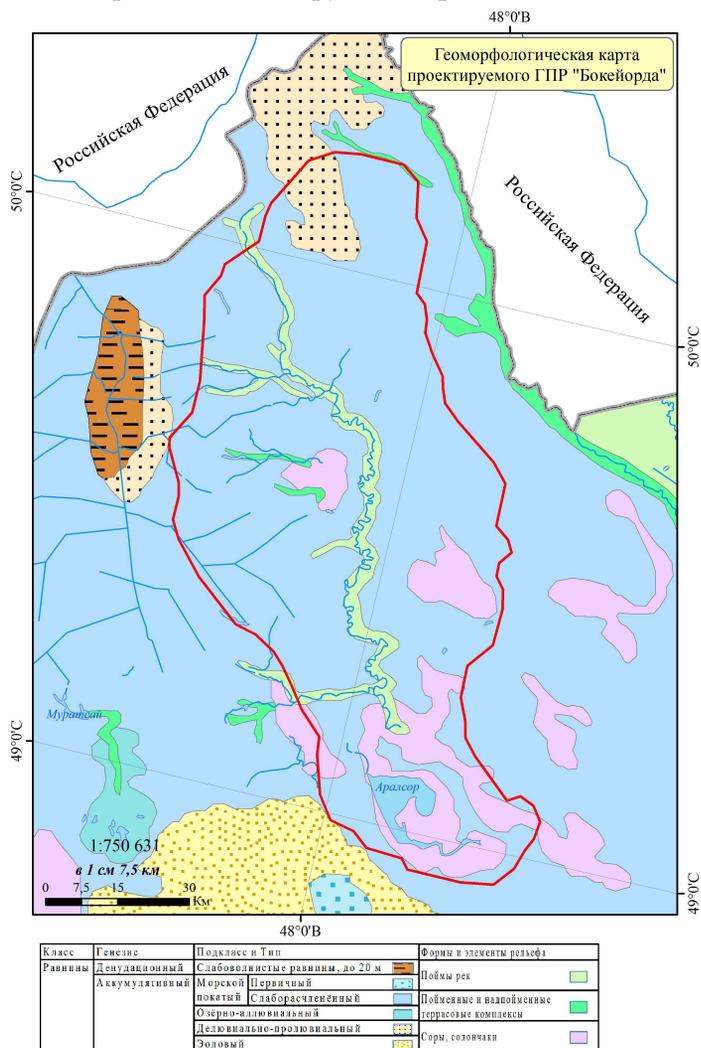


Рис. 1. Геоморфологическая карта ГПР «Бокейорда».

Понижения, именуемые лиманами, систематически заполняются водами стока и используются как сенокосы. Абсолютные и относительные отметки высот показывают, что геотекстура осложнена площадными и линейными морфоструктурами первого и второго порядка, т.е. значительными неровностями, в образовании которых приняли участие эндогенные процессы регионального охвата. Морфоструктуры возникли в разное время вследствие тектонических движений, происходящих в недрах впадины, а в их строении четко отражается сложение геологических структур.

В силу длительного морского режима геологического развития поверхность территории имеет выраженную выравненность. На севере небольшую территорию занимают южные отроги Общего Сырта, где в рельефе преобладают низко холмисто-волнистые поверхности. Абсолютная высота поверхности на севере 60 м, а самая низкая точка с абсолютной высотой 0 м на юго-востоке, при впадении р. Ащыюзек (Горькая лощина) в сор Жалпак. Почти вся территория расположена в пределах Прикаспийской низменности (рис. 2).



*Рис. 2. Равнинный рельеф.*

Из-за сильной выравненности и молодости для территории характерны лишь водно-эрозионные и просядочные формы (степные западины, или блюдца) скульптурного рельефа, а также лиманы структурного происхождения. Среди морфологических структур слабо заметны элементы соляно-купольных поднятий, значительно сильнее, особенно на юге территории, выражены связанные с ними отрицательные формы. Среднее расстояние между понижениями показывает слабое горизонтальное расчленение поверхности Прикаспийской низменности. Наибольшие показатели (менее 2 км) связаны с наиболее высокими участками области – на северо-востоке и на севере. Для них характерно среднее значение горизонтального расчленения от 5 до 2 км.

Показатели горизонтального расчленения, характеризующиеся изолинией 5 км, четко отделяют Прикаспийскую низменность от окружающих возвышений. Среднее значение для нее равно 25 км. Более расчленен бассейн реки Малый Узень, окрестности котловины Аралсор, где в связи с эрозионной деятельностью временных водотоков, они составляют от 2 до 5 км, а в районах развития соляных куполов – от 0,1 до 2 км.

На территории проектируемого резервата расположена Горьковско-Соровая тектоническая синклиальная депрессия. По А.Г. Доскачу она характеризуется чередованием глубоких соровых впадин и разной вы-

соты (3...10 м) пологих повышений, образованных галокинезом [7]. Сорные понижения имеют разнообразную величину и очертания – от округлых до лопастных. С деятельностью древней р. Ащыозек связано распространение руслообразных соров, имеющих флювиальное происхождение. Наиболее крупным сорным понижением является оз. Аралсор с плоским дном и высоким обрывистым берегом. Его обрыв пререзают небольшие ручьи с соленой водой.

Соры занимают, как правило, компенсационные мульды и мульды оседания, представляя собой наиболее глубокие (до 6...10 м) замкнутые бессточные понижения.

Они обычно заняты солеными очень мелководными озерами, которые почти полностью пересыхают летом, оставляя на поверхности корки солей. Полузанесенные мульды занимают замкнутые и приречные лиманы, последние особенно широко развиты вдоль р. М. Узень. Они представляют собой глубокие (до 4 м), разнообразных размеров и форм понижения. Понижения этого типа широко развиты и в дельтовых разливах бессточных рек. Поэтому большинство лиманов приурочено к древним береговым линиям, где сорные и лиманные понижения обычно имеют береговое (морское) происхождение, т.е. это выполненные небольшие брошенные заливы очень пологих берегов древнего Каспия.

Водно-эрозионные формы рельефа в пределах территории проектируемого природного резервата находятся в среднем и нижнем течении р. Ащыозек на правом берегу. На всех реках преобладают крутые и отвесные берега. В общем горизонтальная и вертикальная расчлененность района реками сравнительно незначительная.

Балочная сеть редкая, слабо разработанная. Глубокие и протяженные балки обычно служат притоками рек. Крупные по площади, но относительно мелкие по глубине, многочисленные понижения тектонического характера в районе повсеместно используются в качестве лиманов. Часто встречаются лиманы замкнутые и приречные – это неглубокие понижения вдоль степных рек. Приречные лиманы заливаются водой степных рек во время весеннего половодья.

Более мелкие по глубине и площади поверхности получили название падины. Водораздельные плоские пространства имеют общий незначительный уклон в сторону Каспийского моря – озера, поэтому называются межпадинами.

Поверхность межпадинных пространств осложнена формами микрорельефа: положительными – сусликовинами, образовавшимися путем выбросов материала из нор на колониях малого суслика (зоогенный микрорельеф); отрицательными – микропонижениями (степными западинами, степными блюдцами), возникшими путем оседания глинистых пород; микросклонами, расположенными между микроповышениями и микропонижениями (рис. 3).



*Рис. 3. Микрохолмистый равнинный рельеф.*

Среди форм микрорельефа, благодаря пышной степной растительности и зарослями кустарников, особенно выделяются микропонижения различных размеров: округлые, неглубокие, плоскодонные западины. Глубина обычно колеблется от 8 до 20...25 см, изредка достигая 40 см. Часто они бывают соединены между собой перемычками и образуют длинные цепочки, ориентированные в сторону общего малозаметного уклона местности. Непрерывная цепь микропонижений иногда прослеживается на протяжении нескольких километров. Микропонижения полностью перехватывают, весенние снеговые воды и переводят, их в грунтовые, поэтому формы линейной водной эрозии на поверхности межпадинных пространств отмечаются крайне редко. Северная часть Прикаспийской низменности является классическим примером распространения суффозионного микрорельефа.

Сусликовины обычно имеют высоту до 40...45 см, диаметр холмиков 1...4 м, изредка до 5 м и более. С севера на юг низменности отмечено уменьшение их количества, размеров и глубин, а также изменения их биомов в сторону нарастания признаков аридности. Более чем за сто лет изучения степных блюдцев возникло множество представлений об их происхождении. Общим для большинства взглядов является признание роли процесса вымывания растворимых солей и мелких механических частиц грунтов вглубь (суффозии). Отличия теорий происхождения западин за-

ключаются в объяснении причин, дающих толчок локальным процессам изменений солонцов.

К востоку от грязи Хаков и к югу от оз. Аралсор территория занята преимущественно грядово-бугристыми песками с эоловыми формами рельефа. Пески перемежаются с плоскими равнинами, слегка вогнутыми понижениями, ашиками. Общий равнинный характер ашиков на протяжении их ширины, достигающей местами 10 км, и длины, простирающейся на несколько десятков километров, незначительные неровности в рельефе не нарушают. Поверхность ашиков заметно понижается в направлении к грязям Хакам, и с краев к центру, где обычно располагаются замкнутые соры.

В местах сбоя растительности с/х животными (у населенных пунктов, зимовок, водопоев) наблюдается барханные пески.

Организация и осуществление проекта государственного природного резервата «Бокейорда» в перспективе способствует сохранению уникальных природных объектов и редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную Книгу Казахстана, а также геоэкологическую стабильность в пределах территории Западно-Казахстанской области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – М.: 1983. – 203 с.
2. Андрищенко О.Н. Естественно-исторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга – Урал) // Тр. геогр. фак. Белорус. унта. Минск, 1958. – С. 137-219.
3. Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. – Уральск: 2002. – 131 с.
4. Дарбаева Т.Е., Утаубаева А.У., Цыганкова Т.А. Растительный мир Западно-Казахстанской области. – Уральск: 2003. – 92 с.
5. Доскач А.Г. Материалы геоморфологической карты Южного Заволжья и Прикаспийской низменности. – М.: 1954. – С. 47-87.
6. Методические указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица. Утвержденный Комитетом лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 апреля 2007 года №156.
7. Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Иркалиева Р.М., Рамазанов С.К., Сдыков М.Н., Дарбаева Т.Е., Кольченко О.Т., Чернышев Д.М. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. – Уральск: ЗКГУ, 1998. – 86 с.

8. Салихов Т.К. Географо-экологическая оценка состояний государственного природного резервата «Бокейорда»: монография. – Алматы: Эверо, 2016. – 232 с.
9. Салихов Т.К., Салихова Т.С. Уникальные и значимые растительные сообщества проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №3. – С. 112-117.
10. Salikhov T.K., Karagoishin Zh.M., Svanbayeva Z.S., Inkarova Zh.I., Dukenbayeva A.D., Sagatbaiev E.N., Rakisheva A.K. Geocological assessment of the projected State Nature Reserve «Bokeyorda» in West Kazakhstan Region // Oxidation Communications. – 2016. – № 39 (4). – С. 3579-3590.

Поступила 14.02.2017

А.-шар. ғылымд. канд. Т.К. Салихов

### **БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДА ЖОБАЛАНҒАН «БӨКЕЙОРДА» МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ РЕЗЕРВАТЫНЫҢ ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

**Түйін сөздер:** жер бедері, геоморфологиялық ерекшеліктері эокөжүйе, жобаланған мемлекеттік табиғи резерваты, дала аймағы

*Зерттеу нәтижесінде Батыс Қазақстан облысында жобаланған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерватының геоморфологиялық ерекшеліктері зерттелді, эокөжүйелік талдау мен ГАЖ-технологиялар негізінде геоморфологиялық картасы жасалынды. Табиғи және антропогендік факторлардың топырақ жамылғысына әсерін бағалау мен талдауы жүргізілді. Жобаланған мемлекеттік табиғи резерватының географиялық орналасуы және оның аумағындағы геоморфологиялық ерекшеліктері талданды.*

Salikhov T.K.

### **GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF THE PROJECTED STATE NATURE RESERVE «BOKEYORDA» IN WEST KAZAKHSTAN REGION**

**Key words:** terrain relief, geomorphological features of the ecosystem, projected state nature reserve, steppes

*As a result of research on the territory of the projected state natural reserve «Bokeyorda» in the West Kazakhstan region, geomorphological features were studied, where a geomorphological map was compiled on the basis of ecosystem analysis and GIS technology. The analysis of the geographical position and geomorphological features of the reserve territory is carried out.*

УДК 502.656

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев<sup>1</sup>

Доктор техн. наук

А.Т. Козыкеева<sup>1</sup>К.С. Абдывалиева<sup>2</sup>

### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДАХ НИЗОВЬЯ РЕКИ СЫРДАРЬИ

**Ключевые слова:** анализ, оценка, система, систематизация, загрязнения, вода, вещества, экология, состояние, антропогенная, природа, методика, трансформация

*На основе систематизации и системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» по загрязнению воды низовьях реки Сырдарья произведена оценка качества воды и их экологического состояния, которые позволяют определить интенсивность и направленность трансформации загрязняющих вещества в пространственно-временных масштабах в условиях антропогенной деятельности.*

**Актуальность.** Рациональное использование и охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения в бассейне Аральского моря были и остаются одной из важнейших гидроэкологических проблем в системе природопользования и обустройства речных бассейнов. Все более актуальной становится проблема загрязнения водных ресурсов Амударья и Сырдарья, являющихся основными водными объектами для бассейна Аральского моря в конце 20 и в начале 21 века, поскольку непрерывно увеличивается антропогенная нагрузка и темпы использования водных ресурсов в несколько раз превышают возможно-допустимые пределы природной системы. При очень высоком темпе антропогенного воздействия и чрезмерную техногенную нагрузку на природную систему бассейна Аральского моря, происходило изменение качества воды и нарушение существующих биоценозов рек Амударья и Сырдарья.

Таким образом, Амударья и Сырдарья находятся под многофакторным антропогенным воздействием, которое распространяется на био-

<sup>1</sup> Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup> КазНИИ рисоводства им. Ы. Жакаева, г. Кызылорда, Казахстан

тические и абиотические характеристики. Для эффективного управления гидроэкологическим состоянием рек необходимо иметь многолетние информационно-аналитические данные, характеризующие состояние управляемой системы. Эти данные получают при проведении гидрологических, гидрохимических и гидробиологических наблюдений за водными объектами. Также необходимы данные обо всех существенных факторах влияния на состояние системы с использованием методов всесторонней оценки, позволяющей оценить качество воды.

**Цель исследования** – провести оценку экологического состояния нижнего течения р. Сырдарьи на основе многолетних наблюдений с помощью гидрохимических и гидробиологических показателей, а также определения индекса Шеннона, для выявления факторов негативно влияющих на ее экологическое состояние.

**Материалы и методы исследования.** Информационной базой для исследования послужили данные [1] и многолетние фондовые и литературные источники по гидрохимическим показателям [2, 5; 6], включающие данные по биохимическому потреблению кислорода ( $BPK_5$ ), азоту аммонийному ( $NH_4$ ), азоту нитритному ( $NO_2$ ), азоту нитратному ( $NO_3$ ), хлоридам ( $Cl$ ), сульфатам ( $SO_4$ ), меди ( $Cu$ ), цинку ( $Zn$ ), натрию ( $Na$ ) и нефтепродуктам (табл. 1).

Таблица 1  
Концентрация загрязняющих веществ в речной воде низовьев р. Сырдарьи в пространственно-временных масштабах, мг/дм<sup>3</sup>

Вещество	Год				
	1985	1990	2000	2005	2010
<i>Кокбулак</i>					
$BPK_5$					1,130
$NH_4$	0,09	0,05	0,040	0,040	0,045
$NO_2$	0,21	0,07	0,050	0,060	0,078
$NO_3$	3,19	4,33	3,650	2,660	8,55
$Cl$	83,44	117,70	268,960	78,520	135,0
$Cu$	0,85	6,01	3,480	3,530	2,250
$Zn$	2,25	3,84	6,560	5,210	5,683
$Na$	199,35	161,91	50,220	114,93	335,0
$SO_4$	451,63	462,43	424,31	518,22	941,0
<i>Нефть</i>	0,09	0,100	0,050	0,110	0,097

Вещество	Год				
	1985	1990	2000	2005	2010
<b><i>Шардара</i></b>					
<i>БПК<sub>5</sub></i>					1,710
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,120	0,050	0,050	0,050	0,053
<i>NO<sub>2</sub></i>	0,100	0,040	0,030	0,040	0,032
<i>NO<sub>3</sub></i>	2,580	2,950	2,420	1,850	9,34
<i>Cl</i>	115,74	84,97	78,08	88,01	156,0
<i>Cu</i>	0,140	3,170	3,040	3,130	2,500
<i>Zn</i>	1,080	2,600	3,370	6,010	6,967
<i>Na</i>	180,34	102,70	96,06	120,14	285,0
<i>SO<sub>4</sub></i>	514,70	526,34	487,47	526,19	845,0
<i>Нефть</i>	0,09	0,080	0,080	0,090	0,052
<b><i>Кызылорда</i></b>					
<i>БПК<sub>5</sub></i>				3,140	2,325
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,090	0,060	0,050	0,070	0,105
<i>NO<sub>2</sub></i>	0,030	0,030	0,020	0,010	0,010
<i>NO<sub>3</sub></i>	2,180	2,690	2,410	1,060	3,47
<i>Cl</i>	124,82	84,19	85,01	121,80	214,7
<i>Cu</i>	1,100	2,740	3,850	2,80	2,500
<i>Zn</i>	2,470	1,740	7,10	3,40	5,20
<i>Na</i>	188,98	126,00	111,92	188,14	603,0
<i>SO<sub>4</sub></i>	471,73	513,75	525,06	388,19	620,0
<i>Нефть</i>	0,08	0,120	0,120	0,061	0,30
<b><i>Казалинск</i></b>					
<i>БПК<sub>5</sub></i>				3,530	2,606
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,090	0,080	0,050	0,080	0,138
<i>NO<sub>2</sub></i>	0,020	0,030	0,020	0,020	0,012
<i>NO<sub>3</sub></i>	1,720	2,550	2,150	1,240	5,10
<i>Cl</i>	156,06	92,73	123,37	123,23	298,0
<i>Cu</i>	1,090	0,340	4,08	3,10	7,80
<i>Zn</i>	2,71	0,030	5,47	4,590	8,80
<i>Na</i>	208,08	172,33	147,03	176,95	630,3
<i>SO<sub>4</sub></i>	650,81	643,33	566,98	398,38	1383,0
<i>Нефть</i>	0,240	0,100	0,030	0,102	0,102

**В теоретическом и методологическом отношении исследования основываются на современных представлениях о системоформирующей**

роли речного стока, структуре и функциях водосборов, определяющих условия жизни людей и функционирование экологических систем.

Для оценки качества водных ресурсов и экологического состояния водных экосистем в практике водного хозяйства широко используются методы, основанные на использовании комплексных показателей. Это предел допустимых изменений (ПДИ) [8], порог критического действия (ПДВВ) [10], предельно-допустимая концентрация (ПДК) [10], гидрохимический индекс загрязнения (ГЗВ) [10], а также методологическое обеспечение Н.Г. Булгакова [3], В.П. Емельяновой [7], Т.Н. Моисеенко [9], М.Ж. Бурлибаева [4] и В.В. Шабанова [11].

Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов в бассейне Сырдарьи оценивается по методу В.В. Шабанова, с помощью коэффициента предельного загрязнения ( $K_{nz}$ ) [11]:

$$K_{nz} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где  $i$  – номер загрязняющего воду вещества;  $N$  – количество учитываемых веществ;  $ПДК_i$  – предельно-допустимая концентрации учитываемых веществ;  $C_i$  – фактическая концентрация учитываемых веществ;  $K_{nz}$  – коэффициент, характеризующий качество воды, состояние водного объекта и его водохозяйственное значение. Классификация  $K_{nz}$  приведена в табл. 2.

Таблица 2

Классификация качества воды по показателю  $K_{nz}$ , [11]

Очень чистая	Чистая	Умеренно чистая	Загрязненная	Грязная	Очень грязная
< -0,80	-0,81...0,00	0,01...1,00	1,1...3,0	3,1...5,0	> 5,1

**Результаты исследования.** Интенсивное использование водных ресурсов Сырдарьи, резкое изменение её гидрохимических параметров, в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения, способствует разрушению естественных экосистем. Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов необходима на территории Кызылординской области, потому что она является зоной маганизирования поверхностного стока бассейна Аральского моря. Оценка качества воды и экологического состояния в низовьях р. Сырдарьи проводилась с интервалом в пять лет. Это необходимо для выявления направленности и интенсивности гидрохимического процесса в экосистемах Кызылординской области, как среды обитания человека (табл. 3).

Таблица 3

Оценка загрязненности воды в низовье р. Сырдарья по коэффициенту предельной загрязненности

Вещество	ПДК, мг/л	Год				
		1985	1990	2000	2005	2010
<b>Кокбулак</b>						
<i>БПК<sub>5</sub></i>	3					-0,623
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,5	-0,820	-0,900	-0,920	-0,920	-0,910
<i>NO<sub>2</sub></i>	0,08	1,625	-0,125	-0,375	-0,250	-0,025
<i>NO<sub>3</sub></i>	9,1	-0,650	-0,524	-0,599	-0,707	-0,060
<i>Cl</i>	300,0	-0,722	-0,608	-0,103	-0,738	-0,550
<i>Cu</i>	1,0	-0,150	5,010	1,480	2,350	1,250
<i>Zn</i>	1,0	1,250	1,840	5,560	4,210	4,683
<i>Na</i>	120,0	0,661	0,349	-0,581	-0,042	1,792
<i>SO<sub>4</sub></i>	100,0	3,519	3,624	3,243	4,182	8,410
<i>Нефть</i>	0,10	-0,100	0,000	-0,500	0,100	-0,030
<i>K<sub>из</sub></i>		0,512	0,963	0,800	0,909	1,394
<b>Шардара</b>						
<i>БПК<sub>5</sub></i>	3					-0,430
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,5	-0,760	-0,900	-0,900	-0,900	-0,894
<i>NO<sub>2</sub></i>	0,08	0,250	-0,500	-0,625	-0,500	-0,600
<i>NO<sub>3</sub></i>	9,1	-0,716	-0,576	-0,731	-0,796	-0,026
<i>Cl</i>	300,0	-0,614	-0,716	-0,740	-0,707	-0,480
<i>Cu</i>	1,0	0,400	2,170	2,040	2,130	1,500
<i>Zn</i>	1,0	0,080	1,600	2,370	5,010	5,967
<i>Na</i>	120,0	0,503	-0,144	-0,199	0,001	1,375
<i>SO<sub>4</sub></i>	100,0	4,147	4,263	3,875	4,262	7,450
<i>Нефть</i>	0,10	-0,100	-0,200	-0,200	-0,100	-0,480
<i>K<sub>из</sub></i>		0,354	0,555	0,543	0,933	1,338
<b>Кызылорда</b>						
<i>БПК<sub>5</sub></i>	3				0,047	-0,225
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,5	-0,820	-0,880	-0,900	-0,860	-0,790
<i>NO<sub>2</sub></i>	0,08	-0,625	-0,625	-0,750	-0,875	-0,875
<i>NO<sub>3</sub></i>	9,1	-0,760	-0,704	-0,735	-0,884	-0,618
<i>Cl</i>	300,0	-0,584	-0,719	-0,716	-0,594	-0,284
<i>Cu</i>	1,0	0,100	1,740	2,850	1,800	1,500
<i>Zn</i>	1,0	1,470	0,740	6,100	2,400	4,200
<i>Na</i>	120,0	0,575	0,050	-0,067	0,568	4,038

Вещество	ПДК, мг/л	Год				
		1985	1990	2000	2005	2010
$SO_4$	100,0	3,717	4,137	4,251	2,882	5,200
Нефть	0,10	-0,200	0,200	0,200	-0,390	2,000
$K_{нз}$		0,319	0,415	1,137	0,409	1,415
<b>Казалинск</b>						
$BPK_5$	3				0,177	-0,131
$NH_4$	0,5	-0,820	-0,840	-0,900	-0,840	-0,724
$NO_2$	0,08	-0,750	-0,625	-0,725	-0,725	-0,850
$NO_3$	9,1	-0,811	0,719	-0,764	-0,864	-0,439
$Cl$	300,0	-0,480	-0,691	-0,589	-0,589	-0,007
$Cu$	1,0	0,090	-0,660	3,080	2,100	6,800
$Zn$	1,0	1,710	-0,970	4,470	3,590	7,800
$Na$	120,0	0,734	0,436	0,225	0,474	4,250
$SO_4$	100,0	5,508	5,433	4,669	2,984	12,830
Нефть	0,10	1,400	0,000	-0,700	0,020	0,020
$K_{нз}$		0,731	0,311	0,974	0,633	2,955

Исследования качества воды в низовье р. Сырдарьи, начиная с границы Республики Узбекистан (ГП Кокбулак) до устья реки (ГП Казалинск) позволили определить направленность и интенсивность загрязнения главными ионами ( $Cl$ ,  $Na$ ,  $SO_4$ ), биогенными элементами ( $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ) и тяжелыми металлами ( $Cu$ ,  $Zn$ ). Как видно из данных табл. 3 вода в низовье Сырдарьи в основном загрязнена тяжелыми металлами ( $Cu$ ,  $Zn$ ), сульфатами ( $SO_4$ ) и нефтепродуктами. Это необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий в исследуемом районе.

Следует отметить, что  $K_{нз}$  увеличивается от ГП Кокбулак до ГП Казалинск и по величине относится к категории загрязненных вод.

Для оценки экологического состояния водной экосистемы использованы зависимости индекс Шеннона ( $H$ ) и коэффициента предельной загрязненности В.В. Шабанова ( $K_{нз}$ ), которые имеют следующей вид:

$$K_{нз} = -7,17 \cdot \ln \cdot H + 6,104, R^2 = 0,921 ;$$

$$H = 2,2882 \cdot \exp(-0,128 \cdot K_{нз}), R^2 = 0,921 .$$

На основе уравнения связи индекса Шеннона ( $H$ ) и коэффициента предельной загрязненности ( $K_{нз}$ ) определены их количественные значе-

ния по гидрологическими постами расположенным в низовье р. Сырдарьи во временном масштабе (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная оценка экологического состояния водной экосистемы по индексу Шеннона ( $H$ ) и коэффициенту предельной загрязненности ( $K_{пз}$ )

Пост	Показатель	Год				
		1985	1990	2000	2005	2015
Кокбулак	$K_{пз}$	0,512	0,963	0,800	0,909	1,394
	$H$	1,935	2,023	2,065	2,036	1,914
Шардара	$K_{пз}$	0,354	0,555	0,543	0,933	1,338
	$H$	2,187	2,099	2,135	2,031	1,928
Кызылорда	$K_{пз}$	0,319	0,415	1,137	0,409	1,415
	$H$	2,197	2,170	1,978	2,172	1,909
Казалинск	$K_{пз}$	0,731	0,311	0,974	0,633	2,955
	$H$	2,034	2,199	2,020	2,110	1,568

Представленные в табл. 4 значения, позволили получить характеристику качества воды (рис. 1, табл. 5).

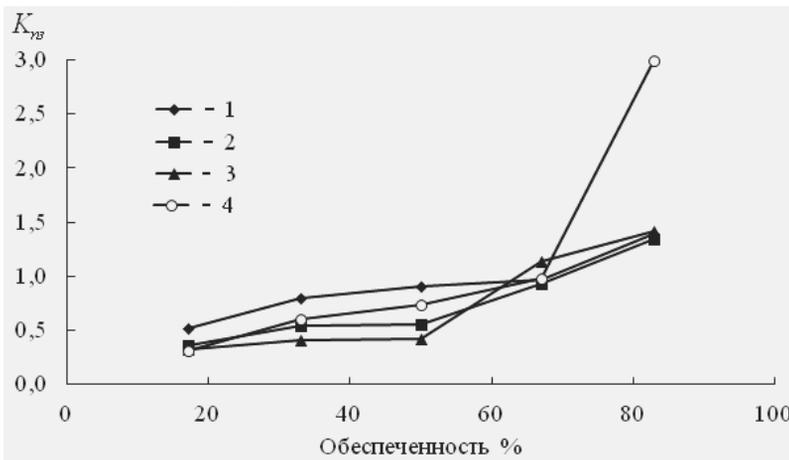


Рис. 1. Кривая обеспеченности коэффициента предельной загрязненности. 1 – Кокбулак, 2 – Шардара, 3 – Кызылорда, 4 – Казалинск.

Зависимость коэффициента предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ) в расчетной обеспеченности ( $P$ ) были аппроксимированы функцией, представляющей собой экспоненты (табл. 5).

На основе данных табл. 4 построены кривые зависимости индекса Шеннона ( $H$ ) в расчетной обеспеченности ( $P$ ) и по ним получена кривая связи (табл. 6, рис. 2).

Таблица 5

Зависимость коэффициента предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ) в расчетной обеспеченности ( $P$ ) для различных гидрологических постов

Пост	Уравнение связи	Коэффициент детерминации
Кокбулак	$K_{пз} = 0,459 \cdot \exp(0,012 \cdot P)$	$R^2 = 0,915$
Шардара	$K_{пз} = 0,255 \cdot \exp(0,019 \cdot P)$	$R^2 = 0,955$
Кызылорда	$K_{пз} = 0,175 \cdot \exp(0,026 \cdot P)$	$R^2 = 0,853$
Казалинск	$K_{пз} = 0,185 \cdot \exp(0,030 \cdot P)$	$R^2 = 0,905$

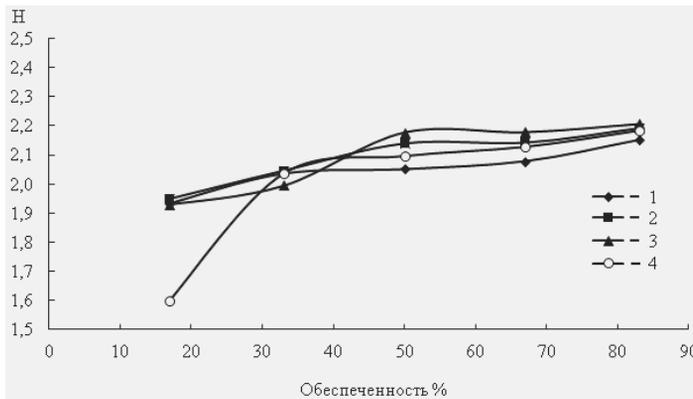


Рис. 2. Кривая обеспеченности индекса Шеннона ( $H$ ). 1 – Кокбулак, 2 – Шардара, 3 – Кызылорда, 4 – Казалинск.

Таблица 6

Зависимость индекса Шеннона ( $H$ ) в расчетной обеспеченности ( $P$ ) для различных гидрологических постов в низовье р. Сырдарьи

Пост	Уравнение связи	Коэффициент детерминации
Кокбулак	$H = 0,119 \cdot \ln(P) + 1,599$	$R^2 = 0,930$
Шардара	$H = 0,153 \cdot \ln(P) + 1,513$	$R^2 = 0,975$
Кызылорда	$H = 0,190 \cdot \ln(P) + 1,380$	$R^2 = 0,909$
Казалинск	$H = 0,351 \cdot \ln(P) + 0,681$	$R^2 = 0,878$

Таким образом, на основе системного анализа и прогнозных расчетов по определению коэффициента предельной загрязненности и индекса Шеннона оценено качество воды и экологическое состояние водной экосистемы в низовье р. Сырдарьи, т.е. качество воды оценивается как «умеренно-загрязненное (мезоэвтрофные)» и «загрязненное (эвтрофные)».

**Обсуждение.** Оценено качество воды и экологического состояния водной экосистемы в низовье р. Сырдарья, что позволило определить степень, интенсивность, направленность и характер загрязнения водных объектов в пространственно-временном масштабе. Получена зависимость коэффициента предельной загрязненности ( $K_{nz}$ ) и индекса Шеннона ( $H$ ) в расчетной обеспеченности ( $P$ ). Подобные исследования дают возможность разработать систему мероприятий по рациональному природопользованию и предотвращению возможных чрезвычайных ситуаций, на основе количественных характеристик процессов естественного самоочищения природных систем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитический отчет «Качество воды в бассейнах рек Амударья и Сырдарья». – Ташкент: (РЭЦ ЦА), 2011. – 31 с.
2. Базарбаев С.К., Бурлибаев М.Ж., Кудеков Т.К., Муртазин Е.Ж. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов. – Алматы: Канагат, 2002. – 196 с.
3. Булгаков Н.Г. Экологически допустимые уровни абиотических факторов в водоемах России и сопредельных стран. Зависимость от географических и климатических особенностей // Водные ресурсы. – 2004. – №2. – Том 31. – С. 193-198.
4. Бурлибаев М.Ж., Фащевский Б.В., Опп К., Бурлибаева Д.Ж., Кайдарова Р.К., Вагапова А.Р. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. – Алматы: 2014. – 408 с.
5. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Сокальский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Симернова Д.А., Ефимонко А.В., Милуков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы: Канагат, 2014. – Том 1. – 742 с.
6. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Исаков Н.А., Кудеков Т.К., Базарбаев С.К. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы: Канагат, 2003. – 723 с.
7. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Родзиллер И.Д. Способ обобщения показателей для оценки качества поверхностных вод // Гидрохимические материалы. – 1980. – Т. 77. – С. 88-96.
8. Калихман А.Д., Педерсен А.Д., Савенкова Т.П., Сукнев А.Я. Методика «пределов допустимых изменений» на Байкале – участке Всемирного наследия ЮНЕСКО. – Иркутск: Оттиск, 1999.

9. Моисеенко Т.И. Методические подходы к нормированию антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики (на примере Кольского севера) / Проблемы химического и биологического мониторинга экологического состояния водных объектов Кольского севера. – Апатиты: Кольский научный центр, 1995. – С. 7-23.
10. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Минздрав СССР. – 1988. – 74 с.
11. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем. – М: МГУП, 2009. – 154 с.

Поступила 8.02.2017

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы	Ә.Т. Қозыкеева
	К.С. Абдывалиева

### **СЫРДАРЬЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САЛАСЫНДАҒЫ СУЫНДАҒЫ ЗАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ ҚОЙЫРТПАҒЫНЫҢ ТАСЫМАЛДАУ ДӘРЕЖЕСІН ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДА БАҒАЛАУ**

**Түйін сөздер:** талдау, бағалау, жүйе, жүйелеу, ластану, су, заттар, экология, жағдай, техногендік, табиғат, әдістеме, трансформация

*«Қазгидромет» ұжымының көп жылдық Сырдарья өзенінің төменгі саласының ластануы туралы ақпараттық-талдамалық мәліметтерін жүйелеу және жүйелік талдаудың негізінде, оның суының сапасын және экологиялық жағдайын бағалауды жүргізудің нәтижесінде, табиғи-техногендік жағдайдағы ластаушы заттардың кеңістік-уақыт масштабындағы тасмалдау бағыты және қарқыны анықталған.*

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

### **GEO-ECOLOGICAL ASSESSMENT TRANSFORMATION CONCENTRATION OF POLLUTANTS IN THE LOWER REACHES SYRDARIA WATERS**

**Keywords:** analysis, evaluation system, systematization, dirt, water, material, ecology, state, anthropogenic nature, methods, transformation

*On the basis of ordering and system analysis of long-term information and analytical materials RSE «Kazhydromet» Pollution of water downstream of the Syr Darya evaluated water quality and environmental conditions that allow us to determine the intensity and direction of the transformation of pollutants in the space-time scale in terms of human activities.*

УДК 911.2

Канд. геол.-мин. наук

А.А. Ни<sup>1</sup>

Канд. геогр. наук

А.К Курбаниязов<sup>2</sup>

Канд. геогр. наук

Г.Ж. Нургалиева<sup>3</sup>

**ПАЛЕОСТОК РЕК АРАЛЬСКОГО БАССЕЙНА (НА ПРИМЕРЕ  
Р. МАЛЫЙ НАРЫН В ПЕРИОД МАКСИМАЛЬНОГО  
ОЛЕДЕНЕНИЯ В НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ)**

**Ключевые слова:** оледенение, речной сток, неоплейстоцен, абляция, суммарный сток

*В статье проведена реконструкция палеостока реки Малый Нарын по реконструированному (восстановленному) оледенению по этапам четвертичного периода геоморфологическими методами. Согласно полученным результатам, можно сделать вывод, что при сохранении современной климатической обстановки, учитывая темпы сокращения оледенения, следует ожидать уменьшения речного стока. Выводы авторов относятся к периоду максимального оледенения неоплейстоцена.*

Река Нарын представляет собой верхнее течение р. Сырдарьи. Сливаясь за пределами Кыргызстана с р. Кара-Дарья, р. Нарын образует вторую по величине реку Средней Азии – Сырдарью. Важнейшие притоки Нарына: Малый Нарын, Он-Арча, Джергетал, Кок-Джерты (Кажырты). В Нарынской области есть более 5000 рек и ручьев. Высокогорная часть хребтов занята ледниками, которые дают начало многим рекам, уходящим далеко за пределы области. Ледники расположены на высоте более 4000 м. Общая площадь ледников составляет около 500 км<sup>2</sup>. Большинство ледников располагаются на Какшаальском хребте. Самые крупные – Ак-Сай, Ай-Талаа, Орто-Гаш и др. Также на территории области расположены многочисленные высокогорные озера. Крупнейшие из них Сон-Куль и Чатыр-Куль.

Согласно работам [2, 9] климат и оледенение взаимосвязаны. В

<sup>1</sup> Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, г. Ташкент, Узбекистан;

<sup>2</sup> Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясауи, г. Туркестан, Казахстан;

<sup>3</sup> Атырауский Государственный университет им. Х. Досмухамедова, Казахстан

статье сделана попытка проследить изменение речного стока в периоды максимального оледенения в неоплейстоцене. Используются величины древнего оледенения, восстановленные по Центральному Тянь-Шаню А.К. Трофимовым [10].

В высокогорной части бассейна Сырдарьи – в бассейне М. Нарына, формируется основная часть речного стока. Бассейн р. М. Нарын занимает обширную территорию Внутреннего Тянь-Шаня, простираясь с востока на запад между хребтами Джетим и Терской Алатау более чем на 300 км [8]. Площадь водосбора реки 3870 км<sup>2</sup>. В табл. 1 приведены характеристики современного оледенения этого района.

Таблица 1  
Характеристики оледенения частных бассейнов р. Малый Нарын [4]

Река	Количество ледников	Длина ледника, км	Площадь оледенения, км <sup>2</sup>	Средняя высота языка, м	Максимальная высота, м
Сарыкунгей	8	1,55	10,7	3786	4165
Чон-Карагоман	42	1,5	42,3	3904	4355
Кичине-Карагоман	33	3,2	21,1	3940	4352
Правые притоки р. Болгарт	5	0,3	0,3	4040	4130
Джидусу	121	1,8	66,8	3898	4233
Правые притоки р. Бурхан	15	2	5,5	3860	4186
Калча	35	2	21,2	3920	4233
Верховья р. Бурхан	75	2,5	42,7	3840	4333
Руч. Кызылбель	34	1,9	43,2	3905	4464
Левые притоки р. Бурхан	23	1,3	10,8	3834	4212
Арчалы	56	2,3	57,2	3901	4353
Джиланач	21	1,5	6,2	3747	4092
Левые притоки р. М. Нарын	19	1,4	4,9	3700	3992
<b>ВСЕГО</b>	<b>484</b>		<b>338,9</b>		
<b>СРЕДНЕЕ</b>				<b>3867</b>	<b>4238</b>

В настоящее время ледники находятся в стадии сокращения, однако в данном высокогорном бассейне имеются множественные следы древнего, более обширного оледенения. В работе [8] Д. Сыдыков приводит восстановленные А.К. Трофимовым [10] климатические и морфометрические характеристики оледенения в неоплейстоцене (табл. 2).

На основе этих данных авторы попытались восстановить древний сток на различных этапах четвертичного периода. При этом были приняты следующие допущения:

1. Современные количественные зависимости между отдельными компонентами ледового и водного баланса можно, в первом приближении, использовать для реконструкции отдельных его составляющих в периоды древнего оледенения.

Таблица 2  
Максимальное палеооледенение Внутреннего Тянь-Шаня в неоплейстоцене

Район исследования	Период максимального оледенения	Площадь оледенения, км <sup>2</sup>	Депрессия фирновой границы, м	Понижение температуры воздуха в сравнении с современной, °С	Минимальная высота языка, м
Бассейн р. Малый Нарын	$Q_1$ – нижнеоплейстоцен	1841,8	500...600	10	3070
	$Q_2$ – среднеоплейстоцен	1929,4	580	4-6	2900
	$Q_3$ – верхнеоплейстоцен	1466,9	272	2*	3270
	Голоцен	484,7	120	0,6*	3300**

*Примечание:* \* Аксу; \*\* взята по данным ледника Аксу [8].

2. Максимальная высота хребтов, окаймляющих район, соответствует современной;

3. Объем талых вод с поверхности ледников составляет основную часть ледового стока с этих ледников.

Расчеты производились по следующей схеме:

1. по общей площади древнего оледенения и высотным пределам  $Z_{\text{max. хр.}}$  и  $Z_{\text{фирн.}}$  рассчитывалась площадь фирновой зоны древнего оледенения и соответствующая ей площадь зоны абляции;

2. восстанавливались средние температуры воздуха в зоне абляции за летний период (июнь – сентябрь);

3. рассчитывалась суммарная абляция с площади зоны абляции, соответствующая, согласно допущению 2, ледниковому стоку с этой площади;

4. по имеющимся соотношениям вычислялся общий сток р. М. Нарын.

Приведем порядок расчетов по данной схеме для периода максимального оледенения  $Q_1$ .

По данным о современном оледенении [5, 12] коэффициент оледенения для ледников Тянь-Шаня составляет ориентировочно  $K = 1,04$ . В

условиях существования более мощного древнего оледенения коэффициент  $K$  был не меньше современного, поэтому при отсутствии более точных данных, для расчета площади абляции в соответствующий период авторами была принята именно эта величина  $K$  (та же величина  $K$  принята и для более поздних периодов). Таким образом, при общей площади оледенения ( $F_d$ ) 1841,8 км<sup>2</sup>, площадь абляции ( $F_{абл.}$ ) составила 902,8 км<sup>2</sup>.

Для восстановления температуры воздуха использовались данные М Хайдаркан, которая находится на высоте 2000 м над уровнем моря и является репрезентативной для данного района. Средняя годовая температура на высоте станции за расчетный период составила 15,9 °С. Интенсивное таяние ледников происходит в летний период, поэтому важное значение имеет средняя температура воздуха за июль – сентябрь ( $T_{6-9}$ ). Эта величина была рассчитана и составила 16,9 °С. С учетом понижения температуры на 10 °С, приведенного Сыдыковым [8], температура  $T_{6-9}$  в период  $Q_1$  составляла 6,9 °С на высоте М Хайдаркан. Средняя высота концов языков ледников в этот период равнялась 3070 м. Учитывая температурный градиент, равный 6 °С на 1 км подъема, температура воздуха на высоте 3070 м (высота языка древнего ледника) равняется 0,9 °С. Однако при переходе с поймы на лед, происходит скачок температуры. Для расчета температурного скачка воспользуемся формулой из [1]:

$$\Delta T = 0,1015L - 0,02h_z + 2,0585,$$

где  $L$  – длина ледника,  $h_z$  – средняя толщина морены в пункте наблюдения.

При  $h_z = 0$  и  $L = 10$  км скачок температуры  $\Delta T$  составит примерно 2 °С. На языке ледника температура воздуха в период  $Q_1$  будет равна -1,1 °С.

Современная высота фирновой линии равняется 4010 м. С учетом её понижения в среднем на 600 м, высота фирновой линии составит 3460 м. На высоте фирновой линии (3460 м) температура воздуха -3,8 °С. В зоне абляции температура воздуха будет равна среднему значению из температуры на высоте фирновой линии и на конце языка, а именно - 2,4 °С.

Далее рассчитывалось возможное таяние в зоне абляции по формуле Кренке-Ходакова [6]:

$$Ab = 1,33(9,66 - T)^{285} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ км}^3.$$

При средней летней температуре воздуха -2,4 °С, с площади 902,8 км<sup>2</sup> абляция в языковой зоне составит 0,36 км<sup>3</sup> за год.

Современный сток р. М. Нарын составляет  $1,36 \text{ км}^3$ . Рассчитаем её древний сток в период максимального оледенения  $Q_1$  с учетом полученных климатических и современных гидрологических характеристик. Воспользуемся формулой Г.Е. Глазырина [3]:

$$\frac{W_l}{W_g} = 0,9 \left( \frac{S_l}{S_g} \right)^\alpha,$$

где  $W_l$  – ледниковый сток, рассчитываемый по формуле Садыкова [7],  $W_l = 0,10 \cdot S^{0,94}$ ;  $W_l = 0,753 \text{ км}^3$ ;  $W_g$  – общий сток с бассейна =  $1,36 \text{ км}^3$ ;  $S_l$  – площадь ледников  $338,9 \text{ км}^2$ ;  $S_g$  – площадь водосбора  $3870 \text{ км}^2$ ;  $\alpha$  – показатель степени, рассчитывается для каждого бассейна.

Рассчитаем  $\alpha$  для бассейна Малый Нарын.

$$\alpha = \lg 0,643 / \lg 0,087 = 0,18$$

Теперь, рассчитаем сток в период максимального оледенения  $Q_1$  допустив, что он равен объему талых вод с соответствующей площади абляции:

$$W_g = \frac{W_l}{0,9 \left( \frac{S_l}{S_g} \right)^\alpha}; \quad W_g = 0,46 \text{ км}^3.$$

Повторим наши расчеты для периодов максимального оледенения  $Q_2, Q_3, Q_4$ .

Полученные данные помещены в табл. 3.

Таблица 3

Расчетные величины ледникового стока и стока с бассейна водосбора

Период	$S_{\text{олед.}}$ , км <sup>2</sup>	$S_{\text{абс.}}$ , км <sup>2</sup>	$H_{\text{яз.}}$ , м	$H_{\text{фир.}}$ , м	$T_{\text{ср.зоны абл.}}$ , °С	$\sum W_{\text{в зоне абл.}}$ , км <sup>3</sup>	$\sum W_g$ , км <sup>3</sup>
$Q_1$	1841,8	902,8	3070	3460	-2,4	0,36	0,46
$Q_2$	1929,4	945,8	2900	3420	2,0	1,3	1,63
$Q_3$	1566,9	831,2	3270	3740	3,9	1,83	2,42
$Q_4$	484,7	237,6	3300	3890	4,7	0,62	1,01
80-е гг. 20 в.	338,9	166,1	3867	4010			1,36*

Примечание: \* – измеренная величина.

Согласно полученным результатам, можно сделать следующий вывод:

В период  $Q_1$ , когда обширное оледенение сочеталось с низкими

температурами воздуха, речной сток составлял примерно 1/3 часть от современного. Далее, к периоду  $Q_2$  температура в зоне абляции и соответственно суммарный сток повысились и продолжали повышаться до периода  $Q_3$  (за счет высоких температур и большой площади оледенения). Затем, в эпоху  $Q_4$  при резком сокращении оледенения сток вновь сократился.

При сохранении современной климатической обстановки, учитывая темпы сокращения оледенения, следует ожидать уменьшения речного стока.

Подчеркнем, что выводы авторов относятся к периодам максимального оледенения неоплейстоцена.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова М.В., Тихановская А.А., Харитонов Г.Г. Связь температуры воздуха в гляциальной зоне с гляциогеоморфологическими параметрами ледников Средней Азии // Тр. САРНИГМИ. – 1987. – Вып. 123 (204). – С. 72-83.
2. Глазырин Г.Е. Распределение и режим горных ледников – Л.: Гидрометеозат, 1985. – 181 с.
3. Глазырин Г.Е., Дробышев С.В., Юнусова О.Ш. Ледниковая составляющая водных ресурсов Узбекистана // Тр. САРНИГМИ. – 1994. – Вып. 147 (228). – С. 54-62.
4. Каталог ледников СССР. Том 14, Выпуск Средняя Азия. Часть 5. – М.: Гидрометеозат, 1980. – 380 с.
5. Котляков В.М. Снежный покров земли и ледники. – Л.: Гидрометеозат, 1968. – 478 с.
6. Кренке А.Н., Ходаков В.Г. О связи поверхностного таяния ледников с температурой воздуха // МГИ. – 1996. Вып. 12. – С. 153-164.
7. Садыков К.Г. Баланс морен, твердый сток и рельефообразующая деятельность современных ледников Средней Азии: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук – М.: 1973. – 31 с.
8. Сыдыков Дж. Четвертичные оледенения бассейна реки Малый Нарын (Внутренний Тянь-Шань) // Закономерности развития рельефа и речных бассейнов Тянь-Шаня – Фрунзе: Илим, 1980. – С. 68-84.
9. Тронов М.В. Ледники и климат – Л.: Гидрометеозат, 1966. – 407 с.
10. Трофимов А.К. О возрасте и истории развития древних оледенений Западного и Юго-Восточного Памира / Новейший этап геологического развития территории Таджикистана – Душанбе: 1962. – С. 253-282.
11. Трофимов А.К. Площадь четвертичного оледенения Памира и Гиссар

ро-Алая // Изв. АН СССР, сер. Геогр. – 1965. – №4. – С. 120-125.

12. Щетинников А.С. Изменения размеров оледенения Памира Алая за 1957 – 1980 годы // МГИ. – 1983. – Вып. 76. – С. 77-83.

Поступила 24.03.2017

Канд. геол.-мин. наук	А.А. Ни
Геогр. ғылымд. канд.	А.К. Құрбаниязов
Геогр. ғылымд. канд.	Г.Ж. Нұрғалиева

**АРАЛ АЛАБЫНЫҢ ӨЗЕНДЕРІНІҢ АЛАБЫНЫҢ ӨЗЕНДЕРІНІҢ  
КӨНЕ АҒЫМЫ (НЕОПЛЕЙСТОЦЕНДЕГІ КІШІ НАРЫН  
ӨЗЕНІНІҢ ЕҢ ЖОҒАРЫ КӨЛЕМДЕ МҰЗДАНУ АРАЛЫҒЫ)**

*Түйін сөздер:* мұздану, өзен ағысы, неоплейстоцен, ағыс

*Мақалада Кіші Нарын өзенінің көне ағымын қайта құрастыру тәрттік дәуір кезеңінде мұздануды қалпына келтіруді геоморфологиялық әдістер арқылы жүргізілген.*

Nee A.A., Kurbaniyazov A.K., Nurgaliyeva G.J.

**PALEOFLOW OF THE RIVERS OF THE ARAL SEA BASIN (ON  
THE EXAMPLE SMALL NARYN RIVER IN THE PERIOD OF  
MAXIMUM GLACIATIONS IN THE NEOPLEISTOCENE)**

**Keywords:** freezing, river drain, neopleistocene, ablations, total drain

*The article deals the reconstruction of the paleostok of the small Naryn River in the reconstructed glaciations in the Quaternary period by geomorphologic methods.*

УДК 556.164.048

А.С. Худоназаров<sup>1</sup>**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА ВОДНУЮ СРЕДУ**

**Ключевые слова:** лес, водная среда, сток реки, водосборный бассейн, лесистость, лесоразведение, качество воды, уменьшение стока, увеличение стока, водоохранная роль лесов

*Рассмотрено влияние леса на водную экосистему. Изучено влияние лесоразведения и вырубки лесов на речной сток небольших водосборных бассейнов, влияние леса на годовой сток рек и на качество пресной воды. Даны выводы по каждому изученному разделу.*

Леса, являющиеся источником древесины и других видов сырья, обладают такими свойствами, которые влияют на все аспекты гидрологического цикла на Земле (от осадков до речного стока), создают благоприятные условия для жизни других растительных сообществ и животных, поддерживают, устойчивость биосферы, играют важную гидроклиматическую роль.

Лесные плантации вдоль склонов гор, оврагов и песков останавливают водную и ветровую эрозию почвы, сохраняют природные ландшафты и ценные сельскохозяйственные угодья. Лесные защитные полосы защищают поля и сады от сухих ветров и тем самым способствуют достижению устойчивого урожая сельскохозяйственных культур [8].

Роль лесов и облесение в горных районах особенно важны. Леса регулируют сток, обеспечивают постепенный и равномерный поток воды в реке, способствуют сохранению скорости потока минеральных источников и, как уже упоминалось ранее, предотвращают эрозионные процессы. Эти факторы имеют большое значение для нормальной работы гидроэнергетических объектов и ирригационных систем, предотвращения заиливания водохранилищ и каналов, для водоснабжения населения и промышленных предприятий, предоставления курортов минеральных вод [8]. Однако, существует самый спорный вопрос, оказывают ли влияние леса на количество осадков и испарение, на общие запасы воды в близлежащем населенном пункте и, прежде всего, на речной запас – важнейшей, посто-

---

<sup>1</sup> Казахстанско-Немецкий университет, г. Алматы

янно обновляющейся части водных ресурсов. В настоящее время в науке существуют две основные противоположные концепции в отношении гидрологической роли лесов. Одна из них рассматривает леса как сильные испарители влаги, вызывающие высыхание почв, снижение уровня грунтовых вод и, следовательно, сокращение пресной воды в лесной зоне. Согласно другой концепции, леса создают благоприятные условия для выпадения гораздо большего количества осадков и уменьшения испарения. Следовательно, леса могут оказывать положительное влияние на накопление ресурсов подземных вод и увеличение водности рек. Леса, согласно этой концепции, обладают водоохранными свойствами.

Таким образом, целью данной статьи является определение влияния лесов на водную экосистему, в частности, влияние на годовой речной сток небольших водосборов и на качество пресной воды. Для этого выполнен обширный обзор существующей научной литературы с разных континентов земли.

По мнению В. Рахманова, одной из причин долгосрочных противоречий в оценке воздействия лесов на различные аспекты гидрологического цикла, является сложность воздействия различных лесных насаждений на гидрометеорологические процессы. Основные противоречия в оценках этих воздействий также возникают из-за различий в методологиях исследований. Для определения воздействия лесов и лесонасаждений на водные экосистемы необходимы комплексные исследования лесоводов, метеорологов, гидрологов и ряда других специалистов, которые обычно используются в научных исследованиях [6].

Есть предположение, что причиной существующих противоречий в оценке влияния лесов на водную среду может быть недооценка масштабов гидрологических функций лесов, которые являются трансграничными и проявляются далеко за пределами зоны роста лесов. Однако на местном уровне лесные гидрологи не имеют единства в оценке воздействия лесов на речной сток и на общее испарение [3]. Этой теории придерживался и В. Рахманов. Он отмечал, что многие свойства лесов, например, их влияние на осадки или на перенос влаги в атмосфере, можно изучать только на больших площадях, занятых различными лесами. Другие важные свойства лесов, в том числе их влияние на объем речного стока, можно исследовать только в бассейнах рек, поскольку сток отдельных плантаций обычно не измеряется [2].

Воронков Н. сформулировал три основные концепции гидрологической роли лесов [1]. Первой концепцией является высушивающая роль лесов,

которой в настоящее время придерживаются большинство лесных гидрологов. Она основана на предположении, что общее испарение в близких высокопродуктивных лесах всегда выше, а поток ниже, чем на открытых участках, включая сельскохозяйственные угодья. Этот эффект объясняется тем, что корневые системы больших деревьев работают как «мощные глубокие насосы», испаряя влагу из нижних горизонтов почвы. Последователи этой концепции ссылаются на данные об увеличении общего стока после обезлесивания в ряде регионов, как в Северной Евразии, так и в Северной Америке.

Вторая концепция основана на увлажняющей роли лесов. Сторонники этой концепции, ссылаясь на результаты наблюдений на водоразделах, основанные на корреляции между лесным покровом водосборных бассейнов и осадками с положительным знаком, утверждают, что леса способствуют выпадению осадков.

Существует множество свидетельств того, что леса изменяют структуру водного баланса по-разному, в зависимости от типа растительности и климатических условий. Однако причины этих различий остаются слабой стороной в гидрологической науке и обычно не учитываются в глобальных гидрологических моделях. Ученые и специалисты больше интересуются тем, почему в некоторых условиях леса увеличивают общее испарение и сокращают ежегодный сток рек, в то время как в других, они способствуют увеличению стока и сокращению испарения [1]. Эти противоречия послужили основой для формирования третьего понятия Воронкова Н.А., которое представляет собой «неопределенную или неустойчивую гидрологическую роль лесов», за которой последовали многие лесные гидрологи.

***Влияние лесов на речной сток небольших водосборных бассейнов.*** При изучении общих вопросов гидрологической роли лесов особое внимание уделяется исследованию их влияния на речной сток. Современные исследования влияния лесов на сток начались в 1900 году. В 1908 г. наблюдения по стоку начались в двух водоразделах с хвойным лесом на экспериментальной станции Мегуро, недалеко от Токио, Япония. После 6 лет наблюдений в одном из водосборов был вырублен лес. Это привело к увеличению стока на 109 мм, и испарение соответственно уменьшилось [2]. Подобный эксперимент начался два года спустя в Соединенных Штатах в Колорадских скалистых горах. Наблюдения проводились в двух водоразделах, каждые по 90 га. В течение 9 лет сток с этих водосборов приблизительно составлял 155 мм. Осенью 1919 г. лес в одном из водоразделов был вырублен. Сток в ближайшие 7 лет увеличился на 24 мм [6].

В 1930-х годах и, после некоторого перерыва, в 1950-х годах были созданы новые различные экспериментальные бассейны. В основном они были созданы в США. Один из самых известных экспериментов был проведен в бассейне реки Ковита в южной части Аппалачей в штате Северная Каролина. В 1936 г. наблюдения начались в ряде различных водосборных бассейнов, включая лесные водосборы. Из лесных откосов более 90 % ежегодного стока приходится на подземный сток. С сентября 1939 г. по январь 1940 г. вся растительность (дуб, гикор, каштан и другие виды) в одном из водосборов, площадью около 16,1 га была вырублена и оставлена на месте. Соседние лесные водосборы, площадью 12,6 га были оставлены для мониторинга. После сокращения лесной площади исследуемого водосбора, сток увеличился на 367 мм, или на 25...30 %, по сравнению с контролируемым водосбором, достигнув самых высоких уровней в зимнее время после прекращения транспирации. С перерастанием деревьев сток из экспериментальной зоны водосбора постепенно уменьшался. К 1953 году разница по сравнению с контролируемой областью снизилась до 127 мм. Была рассмотрена еще одна пара водосборов в бассейне реки Ковит с площадью 13,2 и 12,4 га. После обезлесения на одном из них годовой сток увеличился с 708 до 939 мм, а на контролируемой площади уменьшился с 865 до 833 мм. Общее увеличение стока в результате каротажа составило 263 мм [6].

Гиффорд Г.Ф. и Питт М.Д. описали опыт разрушения лесов гербицидами в водосборах в штатах Юта и Калифорния. Хотя увеличение стока после обезлесения считается установленным фактом, они все же предлагают учитывать влияние погоды. Они также обращают внимание на то, что после обезлесения, эрозия почв значительно увеличивается. Например, если на одном из водосборов в Калифорнии до уничтожения леса не было оползней, то после уничтожения леса в течение 10 лет наблюдался 61 оползень. Если до удаления леса в водотоках в год было накоплено 400 т осадков, то после удаления леса эта цифра увеличилась до 4000 т в год [4].

В Советском Союзе наблюдения за стоком на различных маленьких водосборах проводились обычно без значительных заготовок и посадок деревьев. Наиболее известными являются наблюдения в районе Валдая, проведенные в течение длительного времени С.Ф. Федоровым и другими сотрудниками Государственного гидрологического института. На Валдайской возвышенности с холмистым рельефом расположены лесные водоразделы, водоразделы с меньшей площадью леса и безлесные водо-

сборы. Наблюдения за стоком, начатым еще в 1930-х годах, показали, что ежегодный сток с безлесных водосборов больше, чем в лесных. Средний годовой сток лесного водосбора (44 га) за 1957...1967 гг. составлял 313 мм, а из более лесистого водосбора (45 га) – 231 мм. За период с 1939 по 1969 гг. годовой сток был равен 324 и 190 мм соответственно. Средние коэффициенты стока за этот период составляли 0,39 и 0,23 [6].

В целом, результаты наблюдений за стоком на небольших водосборных бассейнах в СССР, как и в других странах, обычно указывали на то, что на лесных водосборах сток меньше, чем на безлесных водосборах в течении года. В некоторых работах, результаты таких наблюдений были использованы для доказательства большого потребления влаги лесами.

**Влияние лесов на годовой сток рек.** Наряду с влиянием лесов на сток из небольших водосборов были предприняты попытки исследовать изменения в стоке относительно крупных рек, в соответствии с изменениями площади лесов в их бассейнах. Для этой цели применялся исторический метод, на основе сравнения изменений стока и лесного покрова во времени. Этот метод впервые применили Н.И. Максимович и Э.В. Оппоков, затем А.Д. Дуба и П.С. Кузин [5], а затем Н.И. Костневич и А.Г. Булавко. Объектом исследования были реки Вольга, Кама, Днепр и др. Н.И. Максимович и Н.И. Костневич пришли к выводу, что обезлесение и сокращение площади лесов в речных бассейнах приводит к снижению речного стока. Д.Г. Смарагдов поддержал эту теорию. Другие авторы не обнаружили четкой связи между изменениями стока и лесного покрова. По мнению Рахманова В.В. это можно объяснить влиянием колебаний климата на речной сток.

С развитием сети гидрологических наблюдений появились новые возможности для сопоставления ежегодного стока различных рек с лесным покровом в их бассейнах. Результаты сопоставления среднегодового стока с лесным покровом малых речных бассейнов (1936...1940 гг.) площадью от 480 до 12410 км<sup>2</sup>, позволили обнаружить четкую линейную связь между этими характеристиками. Эти небольшие бассейны расположены в верхней части Днепра в Самарской Заволжской области и в Украине, и природные условия были весьма схожими. В частности, соотношение между годовым стоком 12 рек – притоками реки Вятки и лесным покровом их бассейнов, характеризующиеся коэффициентом корреляции 0,88 и имеющим вид:  $y = 0,04x + 3,4$ , где  $y$  – средний годовой расход в дм<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup>;  $x$  – лесной покров в процентах [5].

Аналогичный метод сравнения среднегодового стока с лесным покровом применял А.П. Бочков, используя для этой цели совокупность из 92 бассейнов различных лесных массивов, расположенных на большой территории лесной зоны в европейской части СССР. Он разбил весь этот агрегат на группы с осадками 550, 500 и 450 мм и разработал графики связи между нормой стока и лесом для каждой группы. Связь была криволинейной, что, по мнению некоторых экспертов, было связано с большой разбросанностью бассейнов с аналогичными осадками над территорией. Согласно этой связи для каждого процентного прироста леса, ежегодный прирост покрытия увеличивается на 1,0...1,5 мм [1].

С.Х. Будыко обнаружил, что в условиях Беларуси для каждого процента прироста лесного покрова среднегодовой сток увеличивается на 1,4 мм. Аналогичные результаты найдены в исследовании стока рек на Украине. Однако, в этом исследовании было несколько небольших водосборов, где зависимость между стоком и лесом уменьшалась. Тем не менее, автор пришел к выводу, что леса Украины способствуют увеличению речного стока. Позднее Г. Паулюквичюс, сравнивая годовые объемы речного стока с лесным покровом бассейнов Литвы, установил линейную связь между ними. В его практических рекомендациях подчеркивается необходимость облесения для увеличения водных ресурсов в республике [5].

Таким образом, результаты исследований связи годового стока с лесным покровом, привели к определенному выводу о водоохраной роли лесов, которая проявилась в увеличении стока рек с увеличением площади лесов в бассейнах. Поскольку исследования проводились в речных бассейнах с разным лесом, растущим в разных климатических условиях, то этот вывод можно отнести в среднем для всех типов лесов.

***Леса и качество пресной воды.*** Леса играют важную роль в защите водных ресурсов от физического, химического, биологического и термического загрязнения. Известно, что камни и почва, входящие в реки, озера и другие водоемы, в результате водной эрозии, уменьшают чистоту воды, способствуют заилению и накоплению осадков. Чистая вода необходима не только для человека, но и для промышленных предприятий. Загрязнение водных объектов снижает содержание кислорода в воде, что оказывает очень вредное воздействие на жизнь водной фауны и флоры. Лесной покров уменьшает водную эрозию до минимума. После вырубki леса вымывание почвы может достигать 500...600 м<sup>3</sup>/га. Незащищенные водные объекты из-

за заиления и накопления осадков быстро становятся неглубокими. Многие водохранилища за несколько лет заилены на 70 % [10].

Поверхность водоемов без леса получает гораздо больше солнечной энергии по сравнению с облесенными. В связи с этим температура воды в безлесных водоемах может быть выше на 7...8 °С. Такое повышение температуры воды в жаркую погоду отрицательно сказывается на водной среде обитания. Известно, что метаболизм рыб зависит от температуры воды. Повышение температуры воды на 10 °С увеличивает потребность рыбы в кислороде в 2...3 раза. Были случаи, когда вырубка лесов вдоль берегов малых рек приводила к гибели отдельных видов рыб [7]. Повышение температуры воды в результате разрушения лесов может иметь неблагоприятные последствия для муниципального и промышленного водоснабжения вследствие изменения его вкуса, запаха и химических и охлаждающих свойств. Повышение температуры воды более чем на 3 °С, вызванное погодными условиями, неблагоприятно для вышеупомянутых целей.

Лес является одним из эффективных средств предотвращения загрязнения воды. В облесенных водоемах содержание химических веществ обычно невелико (до 0,9 мг/л), после обезлесения их содержание увеличивается в 50 раз и более. С каждого квадратного километра облесенных водоразделов в водоемы попадают до 7 т растворенных химических веществ. Это значение увеличивается до 17 т/га на безлесных водосборах. В результате такого сильного химического загрязнения вода становится непригодной для внутреннего и промышленного использования [10].

Особое внимание следует уделить воздействию леса на бактериологические характеристики воды. Максимально допустимый уровень бактерий в воде оценивается в 10 000 колоний на 100 мл. В ряде случаев из-за сброса неочищенных муниципальных и сельскохозяйственных сточных вод в водоемы содержание бактерий в воде превышает допустимые нормы [11].

Леса могут быть эффективным средством защиты пресной воды от бактериального загрязнения. Исследования показали, что бактериологические показатели воды, проходящей через леса, намного лучше, чем вода из открытых районов.

Различные деревья и кустарники по-разному влияют на качество воды, проходящей через леса. Если мутность воды, протекающей в безлесной зоне, составляет 100 %, то после протекания через сосновый бор, она уменьшается до 20, через вязовый лес – до 17 и дубовый до 15 %. Таким образом, лес влияет как на улучшение качества воды, так и на компо-

ненты водного цикла (осадки, сток, испарение) и может эффективно использоваться для решения проблем регулирования и защиты водных ресурсов, защиты от эрозии, химического и бактериологического загрязнения воды [9].

Многие страны полагаются на «защитные леса», чтобы сохранить качество питьевой воды, уменьшить наводнения и предотвратить эрозию и оползни. Польза от защиты лесов и устойчивого управления лесами в отношении качества воды все чаще признается, а лесные массивы создаются для защиты водной среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. 279 с.
2. Китредж Д. Влияние леса на климат, почвы и водный режим – М.: Изд-во иностр. лит. – 1951. – С.
3. Нейштадт М.И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. – М.: 1957. – 404 с.
4. Рахманов В.В. Влияние леса на сток рек. // Лес и степь. – 1951. – № 9. – С. 11-17.
5. Рахманов В.В. Водоохранная роль лесов. М.: 1962. – 236 с.
6. Рахманов В.В. Гидроклиматическая роль лесов. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 240 с.
7. Рахманов В.В. Лесная гидрология. Итоги науки и техники. – Лесоведение и лесоводство. Т. 3 – М.: ВИНТИ, 1981. – 184 с.
8. Ханбеков И.И., Недведцкий Н.А., Власюк В.Н., Ханбеков Р.И. Влияние леса на окружающую среду. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 133 с.
9. Garczynski F. Effect of percentage forest cover on the hydrological regime in three regions of the USA // IAHS-AISH Publication (IAHS). – 1980.
10. Giffoid G.F. Runoff and sediment yields from runoff plots on chained pinyonjuniper sites in Utah. // Journ. Range Managem. – 1973. – № 6. – P. 440-443.
11. Lull H.W., Sopper W.E. Factors that influence streamflow in the northeast //Water Resources Research. – 1966. – Т. 2. – №. 3. – С. 371-379.

Поступила 28.03.2017

А.С. Худоназаров

#### СУ ОРТАСЫНА ОРМАН ӨСІРУ ӨСЕРІ

**Түйін сөздер:** орман, су ортасы, өзен ағыны, су жинау алаңы, орман шаруашылығы, орман өсіру, судың сапасы, ағыны азайту, ағыны ұлғайту, ормандардың су қорғау рөлі

*Акватикалық экожүйесіне орман әсері қарастырылды. Су жинау алаңының өзен ағынына орман өсіру мен ормандарды кесу әсері, өзендердің жылдық қозғалысы және тұщы су сапасына ормандардың әсері зерттелген. Әрбір зерттеу бөлімі туралы қорытындылар жасалды.*

Khudonazarov A.S.

### **IMPACT OF FOREST ON WATER ENVIRONMENT**

**Keywords:** forest, water environment, river runoff, catchment basin, forest cover, afforestation, water quality, reduced runoff, increased runoff, water protection role of forests

*The influence of forests on water ecosystem is examined. The influence of afforestation and deforestation on river runoff from small catchment basins, the influence of forests on the annual runoff of rivers and on quality of fresh water have been studied. Conclusions are given for each of the studied sections.*

**ЛИДИЯ ПАВЛОВНА МАЗУР**  
(к 80-летию со дня рождения)



18 февраля 2017 года исполнилось 80 лет видному казахстанскому ученому-гидрологу, педагогу высшей школы, кандидату географических наук – Мазур Лидие Павловне.

Окончив с отличием в 1959 г. кафедру гидрологии суши Воронежского государственного университета и получив квалификацию инженера-гидролога, Лидия Павловна, по ее желанию, была направлена в Казахстан.

Еще будучи студенткой, Лидия Павловна проявляла большой интерес к проблемам гидрологии Казахстана. Этому способствовали лекции известного казахстанского учёного Гани Рахимовича Юнусова, который в читаемых им курсах уделял много внимания водным объектам Казахстана и делал всё возможное для повышения качества подготовки выпускников. Дипломную работу на тему «Селевые потоки Средней Азии и Казахстана» Лидия Павловна выполняла в г. Алматы под руководством известного учёного-селеведа Ивана Павловича Смирнова. Поэтому, неслучайно, что Лидия Павловна посвятила свою научную деятельность решению гидрологических проблем Казахстана, и в особенности проблем горной гидрологии, в развитие которой ею был внесён существенный вклад.

С 1959 по 1968 гг. Лидия Павловна работала в должности инженера, а затем – старшего инженера-гидролога на высокогорной Алма-Атинской селестокковой станции «Медео». Пункты наблюдений станции

находились в пределах высот от 1200 м (р. Мал. Алматинка – г. Алматы) до 3400 м абс. (моренные озера), а объём работ станции соответствовал объёму горной обсерватории. Она принимала непосредственное участие в организации и проведении наблюдений, обработке и обобщении полученных результатов. Кроме сетевых наблюдений, проводилась обширная научная работа, испытания новых приборов, редакция и подготовка материалов к печати, написание научных отчетов, статей, интересные экспедиционные исследования. Во время работы на селестоковой станции Лидией Павловной были налажены контакты с известными учёными Республики: А.Ф. Литовченко, И.С. Соседовым, Ю.Б. Виноградовым, В.В. Голубцовым, К.Г. Макаревичем, Е.Н. Вилесовым, В.А. Семеновым, А.Н. Охинченко, П.Ф. Лаврентьевым, Р.В. Хониним и другими. Под редакцией Лидии Павловны вышли «Материалы наблюдений Алма-Атинской селестоковой станции» за 1960...1963 гг., которые широко применяются специалистами различных организаций, а также при обучении студентов-гидрологов и других географических специальностей. Селестоковая станция «Медео» постоянно служила базой учебных и производственных практик студентов-гидрологов города Алматы и других городов СНГ (Ташкента, Одессы, Санкт-Петербурга, Харькова, Ростова и др.), и Лидия Павловна постоянно ими руководила.

С 1968 по 1972 гг. свою трудовую деятельность она продолжила в должности старшего, затем группового инженера-гидролога в отделе гидрологии и водохозяйственных расчетов проектного института «Казгипроводхоз», где принимала участие в гидрологическом обосновании ряда важных сооружений и объектов Казахстана. Вот некоторые из них: «Защита Кызылординского рисового массива», «Проект благоустройства русла Малой Алматинки», «Осушение правобережной поймы р. Тургай», «Большая Хобдинская система лиманного орошения», «Освоение и орошение земель на базе Кировского водохранилища» и др. Много времени уделялось обоснованию водodelения ресурсов рек Чу и Талас между Казахстаном и Киргизией. Работа гидрологов проводилась в контакте с главными инженерами проектных отделов: сооружений, мелиорации, водоснабжения, гидрогеологии, сточных вод, рисового отдела, отдела перспективного проектирования. Здесь, в «Казгипроводхозе», она встретила очень много интересных людей – высококвалифицированных гидротехников и гидрологов. К этому времени были также установлены творческие контакты со многими ведущими гидрологами других организаций г. Алматы.

В 1972 г. Л.П. Мазур пригласили на преподавательскую работу, на кафедру гидрологии суши, (ныне кафедра метеорологии и гидрологии) географического факультета КазНУ им. аль-Фараби. Опыт работы на этой кафедре – более 40 лет. За этот период она читала лекции и проводила лабораторные занятия по «Гидрометрии», «Общей гидрологии», «Воднобалансовым исследованиям», «Математическому моделированию гидрологических процессов», «Гидрологическим расчетам», «Селеведению», «Горной гидрологии», «Методике преподавания гидрологии», «Организации и планированию научных исследований» и др.

Она руководила летними и зимними учебными практиками, производственными и научно-исследовательскими практиками, выпускными и дипломными работами, магистерскими диссертациями, с большим желанием передавала студентам свои знания и огромный практический опыт. В Республике и за её пределами работают специалисты, в подготовке которых она принимала самое непосредственное участие.

Большое внимание уделялось Л.П. Мазур научно-методической работе. Она – один из основных разработчиков пакетов документов для лицензирования по семи специальностям, 14 обязательных государственных стандартов образования по специальностям «Гидрология» и «Гидрометеорология», типовых и рабочих учебных планов и программ, силлабусов и др. Ею составлены и опубликованы учебно-методические пособия по «Гидрометрии», «Гидрологии», «Гидрофизике», «Селеведению», тестовые задания по «Гидрометрии». Она активный участник ежегодных научно-методических конференций университета и факультета, автор многочисленных научно-методических разработок.

Научная деятельность Мазур Л.П. многогранна. За период работы в КазНУ она участвовала в выполнении около 25 бюджетных и хозяйственных тем, в частности в работах по Каратальской рисовой системе, Балхашской проблеме, Акдалинскому массиву орошения, исследованию дельты реки Или, в международной теме с Узбекистаном и Киргизией по сохранению биоразнообразия Западного Тянь-Шаня, усовершенствованию методов расчета характеристик состояния водных объектов Казахстана и многих других. На основе анализа большого комплекса фактического материала ею выявлен ряд новых закономерностей формирования элементов водного баланса, усовершенствованы применяемые и разработаны новые методы расчета элементов водного баланса горных водосборов: снегозапасов, суммарного испарения, испаряемости, влагозапасов в почвогрунтах,

ледникового стока; предложены новые формулы и зависимости для определения стока неизученных горных рек. Полученные ею научные результаты применяются в учебном процессе подготовки гидрологов и гидрометеорологов, а также в работе специалистов-гидрологов различных организаций. Мазур Л.П. является рецензентом многочисленных научных работ, авторефератов, докторских и кандидатских диссертаций. Список научных трудов Л.П. Мазур содержит более 100 наименований, из которых порядка 30 % – работы методического характера.

Как уже отмечено, научная деятельность Л.П. Мазур разнообразна, но основные её интересы сохранились с начала её трудовой и научной деятельности – горная гидрология, воднобалансовые исследования горных районов, селевые потоки, гидрологические и водохозяйственные расчеты.

С большой ответственностью Л.П. Мазур выполняла общественную работу: 17 лет на общественных началах была ученым секретарем географического факультета КазНУ, членом профбюро факультета, членом народного контроля и др. Была куратором-эдвайзером многих студенческих групп.

Лидия Павловна имеет ряд почетных грамот, благодарностей МинВУЗа РК и администрации КазНУ за руководство научными работами студентов, ставших лауреатами республиканских конкурсов, и за добросовестный труд. Награждена медалью «Ветеран труда».

Кроме высокого профессионализма, главное, что характеризует Лидию Павловну, это её доброта, чуткое отношение к студентам, коллегам и ко всем окружающим. Она исключительно доброжелательна и отзывчива, с ней приятно общаться. Эти качества она унаследовала от родителей и трёх старших братьев, также преподавателей высшей школы.

Лидия Павловна воспитала двух дочерей, которые унаследовали её добрые и деловые качества, и достигли серьёзных успехов в областях своей деятельности. Она также относится с большим энтузиазмом к воспитанию своих внуков и правнука.

Поздравляя Лидию Павловну с юбилеем, мы желаем ей здоровья, долгих счастливых лет жизни, творческих успехов, семейного благополучия и душевного комфорта.

*Коллектив РГП «Казгидромет»,  
ученики доцента и редколлегия журнала*

**МИНГАШ ХАРИСОВИЧ САРСЕНБАЕВ**  
(к 70-летию со дня рождения)



24 января 2017 г. исполняется 70 лет Мингашу Харисовичу Сарсенбаеву – известному ученому, педагогу, одному из организаторов высшего образования в Республике Казахстан по географическим специальностям.

Сарсенбаев М.Х. родился в селе Сорочий Зеленгинского района Астраханской области Российской Федерации. В 1965...1970 гг. обучался на географическом факультете Казахского Государственного университета им. С.М. Кирова по специальности «Гидрология суши». По распределению был направлен на работу в институт гидрогеологии и гидрофизики Академии наук КазССР, где занимался исследованием водных ресурсов Казахстана, в том числе подземных вод. Эти работы были продолжены в Казахском НИИ водного хозяйства, где он приступил к исследованию водного баланса орошаемых земель, активно участвуя в экспедиционных работах на орошаемых землях Южного Прибалхашья.

Круг его научных интересов – это мелиоративная гидрология, гидро- и геоэкология, проблемы использования речного стока. Он руководил работами одного из этапов задания ГКНТ СССР по Или-Балхашскому бас-

сейну, которые затем были продолжены на республиканском уровне. Им разработана новая концепция орошаемого земледелия – переход к мелиорациям, наиболее полно отвечающим особенностям геополитических, природно-хозяйственных и социальных условий. Являлся научным руководителем разделов гранта фундаментальных исследований МОиН РК.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований использовались производственными организациями, многие из них были опубликованы в печати в виде научных статей и монографий. Успешная защита диссертаций на ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.14.09 – «Гидравлика, инженерная гидрология, водные ресурсы» и на ученую степень доктора географических наук по двум специальностям: 25.00.27 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» и 25.00.36 – «Геоэкология» является убедительным подтверждением значимости результатов исследовательской работы Мингаша Харисовича Сарсенбаева.

С сентября 1976 г. по настоящее время Сарсенбаев М.Х работает в системе высшего образования. Успеху его педагогической работы способствовали солидный научный опыт, приобретенный в научно-исследовательских учреждениях, творческие контакты с выдающимися учеными. Он последовательно прошёл все этапы педагогической работы и заслуженно получил звание профессора.

В университете Мингаш Харисович показал себя хорошим организатором учебного процесса. В 1984 г. он был назначен на должность декана по научной работе и председателем профбюро факультета. В 1989...1996 гг. – декан географического факультета и член Президиумов УМО стран СНГ по географическому и гидрометеорологическому образованию; в 1996...2004 гг. – заведующий кафедрой гидрологии суши; в 2004...2005 гг. – декан географического факультета; с 2005 г. профессор кафедры гидрологии суши. В разные годы был членом редколлегии и главным редактором журнала «Вестник КазНУ. Серия географическая». В 2004...2007 гг. возглавлял Диссертационный совет ОД.14.А.01.37. по защите докторских диссертаций по двум специальностям: 25.00.24 – «Экономическая, социальная и политическая география» и 25.00.36 – «Геоэкология». В настоящее время он избран заместителем председателя вновь созданного диссертационного совета по специальностям: 25.00.24 – «Экономическая, социальная и политическая география», 25.00.30 – «Метеорология, климатология и агрометеорология» и 25.00.36 «Геоэкология».

Будучи в течение ряда лет деканом географического факультета, он был членом Президиума УМО Вузов СССР по географическим и гидрометеорологическим специальностям, что позволило осуществить ряд организационных преобразований на факультете: открыто казахское отделение, введены в учебный процесс новые специальности, открыта кафедра «Геоэкологии и мониторинга природной среды» и другие мероприятия.

М.Х. Сарсенбаевым опубликовано более 120 научных и учебно-методических работ, в том числе две монографии и десять учебных пособий. Он руководит научной работой аспирантов, молодых преподавателей, консультирует специалистов проектных институтов и водохозяйственных подразделений по широкому кругу вопросов мелиоративной гидрологии. Под его руководством были защищены 3 кандидатские диссертации. Имея обширные знания и большой опыт, профессор М.Х. Сарсенбаев щедро делится ими со студентами и специалистами, и устремлен к новым достижениям в науке и педагогике.

Желаем Мингашу Харисовичу крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности.

*Коллектив РГП «Казгидромет»,  
ученики и редколлегия журнала*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ СТАТЬИ

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: 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      А.Ж. Жуматаев <sup>1</sup>  
Канд. физ.-мат. наук      А.Т. Иванов <sup>2</sup>

### **ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК**

**Ключевые слова:** дисперсный состав, ветровой перенос, масса песка, расход, результирующий вектор, модель, долина сенек

*Исследован дисперсный состав подвижных песков Туйесу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут 287° и модуль 773 т/(км·год).*

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей....

<sup>1</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup> Институт географии, г. Алматы, Казахстан

**Рисунки** готовятся с соблюдением ГОСТа и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

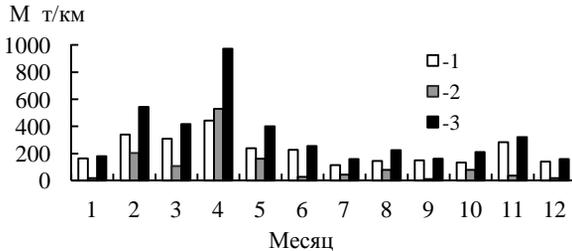


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

**Таблицы** оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	$\bar{M}$ , т/(км·год)	$\sigma$ , 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 строку (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](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 – Казахстанская 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**

ӨОЖ 577.4:66.046.44.59

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жуматаев

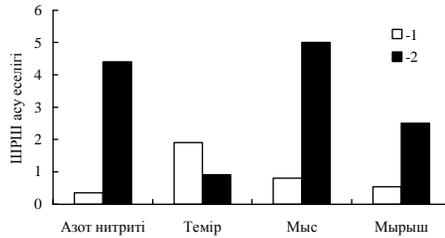
### **КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ**

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

*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 қараныз). 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	