

Based on the results of the work, the species composition of the ichthyofauna of the Karaozek River was determined and the current state of native fish species was assessed.

According to the results obtained, there are no sharp changes in the hydrochemical parameters of the Karaozek River water, no threats to the vital activity of aquatic organisms and fish have been identified. The species composition of native fish has been preserved in the ichthyofauna, which indicates that native fish species are not strongly affected by alien fish species.

Keywords: Karaozek River, aboriginal, alien, ichthyofaunal, community composition, diversity, hydrochemistry.

МРНТИ 70.25.17

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/38>

Сейтасанов И.С.¹, Ишангалиев Т.С.¹, ОнласынУ.К.¹, Мұрат Д.¹, Зұлпиекова С.Б.¹.

¹Казахский Национальный Аграрный исследовательский университет, Алматы, Республика Казахстан, ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz, timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz, dauletmurat8080@gmail.com, sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ СЕВЕРО - КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Настоящая статья посвящена анализу состояния водных объектов Северо-Казахстанской области (СКО) и формированию научно обоснованных подходов к их управлению в контексте устойчивого развития. Представлены результаты инвентаризации водных объектов региона, оценки объемов и качества водных ресурсов рек, озер, приведены параметры водообеспеченности по районам. Рассмотрены гидрологические характеристики реки Есиль, включая внутригодовое распределение стока и влияние водохранилищ. Гидрологический режим Есиля также характеризуется высокой минерализацией воды в меженный период (до 800 мг/л), что связано с геохимическими особенностями и вкладом подземных вод. Качество воды подвержено сезонным колебаниям и антропогенному воздействию. Расчеты внутригодового распределения стока производилась по данным наблюдений на основных гидрологических постах методом компановки. Выявлено, что, окончательный результат оценки изменения внутригодового распределения стока в году зависит не только от способов анализа и сравнения месячного стока и его распределения в многолетнем разрезе с динамикой хозяйственной деятельности на водосборе, но и в определенной степени от сравнения естественного и нарушенного распределения стока. При анализе изменения внутригодового распределения стока под воздействием водохранилищ было учтено, что водохозяйственные системы конкретного речного бассейна постоянно развиваются.

Проведена классификация озер региона по геоморфологическим и гидрохимическим признакам. Предложены рекомендации по использованию ресурсов малых озер для нужд сельского хозяйства, водоснабжения, рекреации и туризма и др.. Результаты статьи могут быть использованы водохозяйственными организациями, научными учреждениями и хозяйствующими субъектами при планировании водохозяйственной деятельности и территориального развития.

Ключевые слова: Северо-Казахстанская область; Есиль; водные ресурсы; реки; озера; уровень водопотребления; сток; водообеспеченность; водохранилище; рекреация.

Введение

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов в мире и в Казахстане, вопросы рационального использования, оценки и управления поверхностными водами приобретают особую актуальность. Северо-Казахстанская область, обладая богатым, но неравномерно распределённым потенциалом водных ресурсов, сталкивается с необходимостью комплексного подхода к водообеспечению населения, сельского хозяйства и промышленности. Значительная часть территории региона характеризуется маловодностью и высокой степенью зависимости от климатических колебаний.

В условиях глобального потепления и роста водопотребления возрастает необходимость устойчивого природно-хозяйственного обустройства территории, обеспечивающего баланс между экономической активностью, экологической безопасностью и доступом к водным ресурсам [1].

В статье приведены данные по оценке количества, качества и пространственного распределения поверхностных водных ресурсов по районам Северо-Казахстанской области с целью выявления потенциала устойчивого водопользования. Объектом исследования выступают водные объекты региона — реки, озёра, водохранилища. Предметом исследования являются гидрологические характеристики этих водисточников, а также параметры водообеспеченности.

В статье использованы результаты научно-исследовательской работы, выполненной в рамках программы BR24993222 [5], в том числе первичные данные от Бассейновой водохозяйственной инспекции (БВИ) [3], Акмолинского филиала РГП «Казводхоз» [4], Министерства водных ресурсов и ирригации [2], а также гидрологические наблюдения и пространственные данные. Применены сравнительный, статистический, картографический методы, а также современные подходы к моделированию и системной интеграции данных.

Полученные результаты направлены на обоснование мер по водосбережению, улучшению водообеспеченности и повышению эффективности использования водных ресурсов и принятию обоснованных управленческих решений по использованию водных ресурсов в условиях нестабильного климата и экономических вызовов.

Методы и материалы

Объектом исследования выступает система водных ресурсов Северо-Казахстанской области, включающая реки, озера, водохранилища, пруды, болота, подземные воды, а также их гидротехническую инфраструктуру. Особое внимание уделено реке Есиль — крупнейшей водной артерии региона, и многочисленным малым и средним озерам, распределённым по всем районам области.

Для достижения поставленных целей применен комплекс методов:

- Сбор и анализ первичной информации, включая данные наблюдений и статистические сведения от региональных и республиканских организаций (БВИ [3], Казводхоз [4], акиматы, МВРИ [2]);
- Картографический метод, использующий геоинформационные технологии и дистанционное зондирование для построения гидрологических карт и пространственного анализа распределения водных объектов;
- Сравнительный и ретроспективный анализ для выявления изменений в объеме стока, водопотреблении и экологическом состоянии водоемов за различные периоды;
- Количественные методы — математическая обработка данных о стоке, водообеспеченности, водозаборе;
- Методы устойчивого природопользования и интегрированного управления водными ресурсами, включающие концептуальные основы экосистемного подхода и прогнозирования водного баланса в условиях климатических изменений.

Применение вышеперечисленных методов позволило получить комплексную картину водного потенциала региона, выявить зоны риска и разработать предложения по его устойчивому использованию. Исследование носит прикладной характер и ориентировано на

использование его результатов в практике водохозяйственного планирования, аграрного развития и экологического регулирования.

Результаты и обсуждение

Северо-Казахстанская область обладает разнообразными водными ресурсами, представленными как поверхностными, так и подземными источниками. Основную роль играют реки и озера, дополняемые искусственными водохранилищами и прудами. Наиболее значимым водным объектом является река Есиль — крупнейшая река региона, протекающая через несколько районов и обеспечивающая водоснабжение как населенных пунктов, так и аграрного сектора. По результатам исследований была разработана гидрографическая карта водных объектов Северо-Казахстанской области, используя картографический метод, с применением геоинформационных технологии и дистанционное зондирование земли (Рисунок 1).

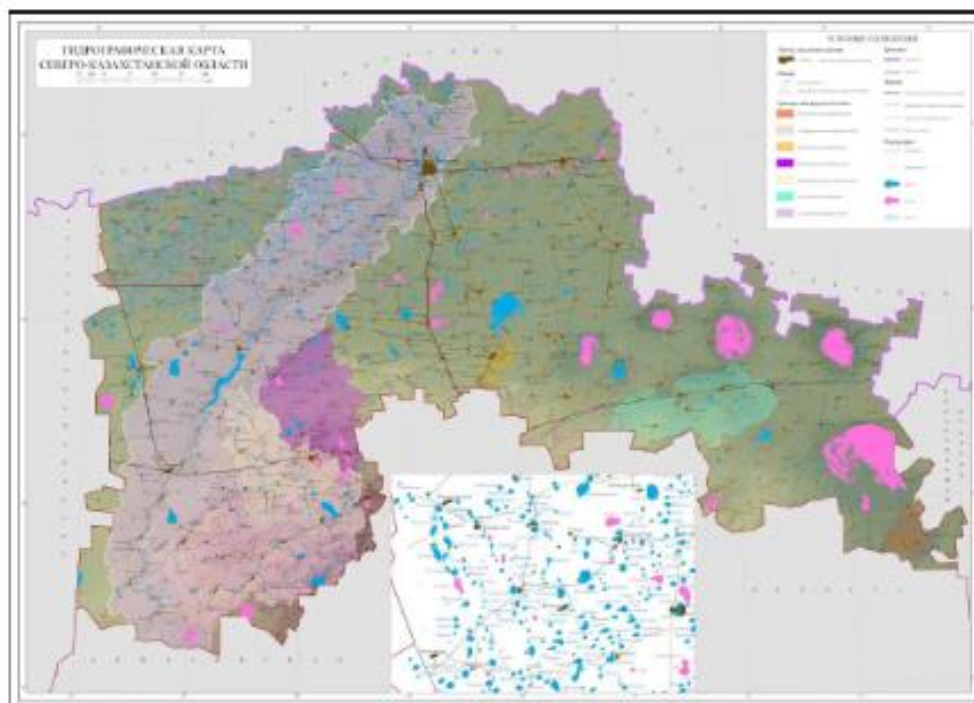


Рисунок 1. Гидрографическая карта размещения водных объектов Северо-Казахстанской области

Река Есиль характеризуется выраженным весенним половодьем, обусловленным таянием снегов, и маловодным летне-осенним периодом. Среднегодовой сток достигает $2,23 \text{ км}^3$, при этом весенние паводки составляют до 86–95% годового объема. Сток регулируется каскадом водохранилищ — Вячеславским, Сергеевским и Петропавловским. Это обеспечивает равномерное водоснабжение, но приводит к изменению естественного режима стока, особенно в зимне-весенний период [3], [6].

Гидрологический режим Есиля также характеризуется высокой минерализацией воды в меженный период (до 800 мг/л), что связано с геохимическими особенностями и вкладом подземных вод. Качество воды подвержено сезонным колебаниям и антропогенному воздействию.

Расчеты внутригодового распределения стока производилась по данным наблюдений на основных гидрологических постах методом компоновки. Окончательный результат

оценки изменения внутригодового распределения стока в году зависит не только от способов анализа и сравнения месячного стока и его распределения в многолетнем разрезе с динамикой хозяйственной деятельности на водосборе, но и в определенной степени от сравнения естественного и нарушенного распределения стока. При анализе изменения внутригодового распределения стока под воздействием водохранилищ было учтено, что водохозяйственные системы конкретного речного бассейна постоянно развиваются. Поэтому, помимо усредненных характеристик стока, важно иметь данные о распределении стока для каждого отдельного года [6, 13,14].

В таблице приведены сведения о внутригодовом распределении стока в бассейне реки Есиль в условиях естественного режима и режима, подвергнувшегося существенным изменениям вследствие создания крупных водохранилищ на водоразделе (Таблица 1).

Таблица 1 – Внутригодовое распределение стока р. Есиль ($\text{м}^3/\text{с}$) за условно-естественный (1933-1973 гг.) и нарушенный (1974-2020 гг.) периоды и его изменение

Водность года		Характеристики стока	Месяц											
			IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
р. Есиль – г. Астана														
Многоводный	Естественный	82,9	8,08	2,53	1,22	0,88	0,66	1,07	1,42	0,58	0,36	0,15	0,10	
	Нарушенный	65,2	7,17	4,11	3,43	3,25	2,81	2,38	2,60	1,85	0,96	0,78	5,46	
	Изменение	17,7	0,91	-1,58	-2,21	-2,37	-2,15	-1,31	-1,18	-1,27	-0,60	-0,63	-5,36	
Средний	Естественный	79,0	14,8	2,40	0,91	0,40	0,56	0,69	0,84	0,33	0,08	0,03	0,01	
	Нарушенный	51,0	12,7	7,07	5,77	4,34	3,20	2,27	3,49	2,39	1,60	1,14	4,99	
	Изменение	28,0	2,10	-4,67	-4,86	-3,94	-2,64	-1,58	-2,65	-2,06	-1,52	-1,11	-4,98	
Маловодный	Естественный	51,7	43,7	2,22	0,81	0,23	0,34	0,54	0,32	0,08	0,00	0,00	0,00	
	Нарушенный	35,6	16,9	11,3	7,44	6,09	3,92	2,54	6,61	4,33	2,41	1,58	1,29	
	Изменение	16,1	26,8	-9,08	-6,63	-5,86	-3,58	-2,00	-6,29	-4,25	-2,41	-1,58	-1,29	
р. Есиль – г. Петропавловск														
Многоводный	Естественный	17,6	59,3	13,3	3,24	1,51	1,01	0,85	1,00	0,76	0,53	0,48	0,43	
	Нарушенный	21,2	48,5	13,2	3,96	2,23	1,66	1,37	1,58	1,25	1,70	1,43	1,88	
	Изменение	-3,60	10,8	0,10	-0,72	-0,72	-0,65	-0,52	-0,58	-0,49	-1,17	-0,95	-1,45	
Средний	Естественный	26,0	42,5	12,9	4,50	3,55	2,65	2,50	1,90	1,51	0,74	0,64	0,55	
	Нарушенный	13,6	50,8	11,0	4,53	3,34	2,99	2,78	1,78	2,23	1,51	2,51	2,95	
	Изменение	12,4	-8,30	1,90	-0,03	0,21	-0,34	-0,28	0,12	-0,72	-0,77	-1,87	-2,40	
Маловодный	Естественный	26,4	27,8	17,9	7,48	4,65	3,39	2,89	3,07	2,21	1,75	1,07	1,48	
	Нарушенный	20,6	34,7	12,6	5,53	4,11	3,61	3,09	3,59	2,22	3,13	2,60	4,23	
	Изменение	5,80	-6,90	5,30	1,95	0,54	-0,22	-0,20	-0,52	-0,01	-1,38	-1,53	-2,75	

Регулирование стока в бассейне реки Есиль осуществляется в интересах промышленного, коммунально-бытового и сельскохозяйственного водоснабжения, лиманного и регулярного орошения и рыбного хозяйства. Результаты расчетов внутригодового распределения стока по методу компоновки для двух периодов в Есильском водохозяйственном бассейне сведены в (Таблица 2).

Таблица 2 – Внутригодовое распределение стока (в процентах от годового стока) рек Есильского водохозяйственного бассейна в годы различной водности.

№	Код поста	Река – пост	F, км ²	Расчетный период	Водность года	Сезонный сток (%)		
						Весна (IV-V)	Лето-осень (VI-X)	Зима (XI-III)
1	11272	Силеты – с. Приречное	1670	1961-2019	Многоводные	94,6	2,56	2,82
					Средние	97,2	2,28	0,48
					Маловодные	98,2	1,78	0,00
2	11275	Силеты – с. Изобильное	14600	1959-2019	Многоводные	88,7	6,02	5,24
					Средние	87,0	8,27	4,75
					Маловодные	83,1	12,5	4,39
3	11291	Шаглинка – с. Павловка	1750	1939-1973	Многоводные	91,4	7,15	1,46
					Средние	91,3	7,75	0,97
					Маловодные	90,5	8,93	0,60
				1974-2019	Многоводные	87,6	11,5	0,89
					Средние	86,6	12,9	0,48
					Маловодные	86,8	12,9	0,27
4	11398	Есиль – г. Астана	7400	1933-1973	Многоводные	91,0	6,36	2,61
					Средние	93,8	4,96	1,29
					Маловодные	95,5	4,14	0,41
				1974-2019	Многоводные	72,4	16,0	11,6
					Средние	63,7	22,7	13,6
					Маловодные	52,5	31,3	16,2
5	11404	Есиль – с. Каменный Карьер	86200	1947-1973	Многоводные	83,4	13,5	3,07
					Средние	79,0	16,7	4,20
					Маловодные	72,9	20,9	6,26
				1974-2019	Многоводные	78,1	19,1	2,86
					Средние	80,4	16,1	3,47
					Маловодные	81,6	13,8	4,67
6	11410	Есиль – г. Петропавловск	106000 118000	1932-1973	Многоводные	76,9	19,9	3,20
					Средние	68,5	26,1	5,34
					Маловодные	54,1	36,3	9,57
				1974-2019	Многоводные	69,7	22,4	7,83
					Средние	64,4	24,7	11,0
					Маловодные	55,3	28,9	15,8
7	11424	Калкутан – с. Калкутан	16500	1937-1973	Многоводные	90,9	7,63	1,47
					Средние	91,6	7,05	1,30
					Маловодные	94,1	5,84	0,09
				1974-2019	Многоводные	96,7	3,23	0,07
					Средние	97,9	2,09	0,00
					Маловодные	98,4	1,62	0,00
8	11433	Жабай – г. Атбасар	8530	1936-1973	Многоводные	68,5	30,1	1,36
					Средние	67,6	31,6	0,77
					Маловодные	66,3	33,3	0,36
				1974-2019	Многоводные	88,2	8,44	3,36
					Средние	87,3	8,68	4,04
					Маловодные	87,3	8,49	4,18
9	11455	Акканбурлук – с. Григорьевка	5820 6520	1938-1973	Многоводные	90,6	6,28	3,08
					Средние	93,0	5,58	1,43
					Маловодные	95,0	4,96	0,13
				1974-2019	Многоводные	91,7	6,37	1,93
					Средние	93,7	5,01	1,31
					Маловодные	95,8	3,73	0,46
10	11461	Иманбурлук – с. Соколова	3870 4070	1950-1973	Многоводные	93,7	4,46	1,81
					Средние	92,0	6,77	1,23
					Маловодные	86,8	12,3	0,86
				1974-2019	Многоводные	89,2	8,59	2,24
					Средние	88,2	9,05	2,75
					Маловодные	85,1	9,86	5,05

Путем сопоставления результатов расчетов видно, что в многоводные годы весенний период с апреля по май в участке реки Есиль в городе Астана составляет 91% от годового стока в условно-естественном периоде, летне-осенний период – 6,36%, зимний период – 2,61%. В измененных условиях за нарушенный период 72,4% годового стока приходится на весенний период, 16,0% – на летне-осенний, и 11,6% – на зимний период.

В летне-осенний и зимний периоды, когда осуществляется сработка водохранилищ, зарегулированные расходы воды в многоводные и средние по водности годы существенно выше естественных расходов воды.

В верхнем течении реки Есиль прослеживается наиболее выраженное уменьшение весеннего стока. В нижнем течении, в зоне города Петропавловск, весенний сток за период с измененным режимом существенно превышает весенний сток за естественный период. Заметно увеличение сезонного стока, особенно зимнего стока, наблюдается в периоды с низким уровнем воды с обеспеченностью в 95%. Решающее влияние в регулировании речного стока водохранилищами проявляется, прежде всего, во внутригодовом распределении стока в замыкающем створе. Здесь роль водохранилищ заключается в устранении естественной неравномерности стока: увеличение объема стока в меженные периоды за счет уменьшения паводочного стока [13].

Озера региона насчитывают более 2400 единиц, включая как мелкие, так и крупные водоемы (оз. Селетытениз, Теке, Имантау и др.). Общий объем озерных вод составляет порядка 4,5 млрд м³. Озера делятся на пресные, солоноватые и соленые, различаются по минерализации и глубине. Глубина большинства — 1,5–3 м [5]. [9].

Озера используются для питьевого и технического водоснабжения, рекреации, рыболовства и как резервные источники воды. Их гидрологический режим нестабилен, особенно у равнинных озер, питающихся осадками и склонных к сезонному пересыханию.

Подземные воды СКО представлены водоносными горизонтами различной минерализации и глубины залегания. Их изученность различна по районам. В отдельных местах они используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, особенно при отсутствии альтернативных поверхностных источников. Минерализация варьируется от пресной до солоноватой [8].

Таким образом, водные объекты СКО представляют собой сложную и уязвимую систему, требующую интегрированного подхода к оценке, мониторингу и управлению водными ресурсами на всех уровнях.

Озера Северо-Казахстанской области играют важную роль в природной и хозяйственной системе региона, выполняя функции водоисточников, регуляторов микроклимата и экосистемных резерватов. Классифицируются озера по морфологическим, геологическим и химическим характеристикам. Они различаются по происхождению, размерам, глубине, степени минерализации и устойчивости водного режима.

По геоморфологическим признакам озера СКО делятся на:

пойменные (получающие питание за счет весеннего паводка рек и грунтовых вод),

равнинные (основной тип в регионе, с питанием за счет осадков и склонностью к пересыханию),

горного типа (расположены в пределах Кокшетауской возвышенности, с глубинами до 25–30 м, высокой прозрачностью воды и сложным рельефом дна).

Водная минерализация варьирует от пресной (до 1 г/л) до высокоминерализованной (более 10 г/л), что определяет потенциальные сценарии использования озер — от питьевого водоснабжения до рекреации, добычи солей и рыболовства. Большинство крупных озер с пресной или слабосоленой водой (Имантау, Тарангул, Жаксы-Жалгызтау) используются как источники питьевой воды или объекты рекреационного туризма. В то же время такие озера, как Селетытениз и Теке, с высокой минерализацией, представляют интерес для специализированных форм аквакультуры или добычи солей [5], [9]. В таблице 3 приведены данные по минерализации и глубине по крупным озерам области.

Таблица 3. Сравнение озер по минерализации и глубине

Озеро	Минерализация (г/л)	Глубина (м)	Использование
Салтытениз	>30	3.2	Солевые ресурсы
Теке	20	2.1	Солевые ресурсы
Имантау	0.5	14.8	Рекреация, питьевое
Шалкар	0.7	20.5	Рекреация
Жаксы-Жалғызтау	0.6	9.3	Питьевое

Распределение озер по районам демонстрирует концентрацию водоемов в Жамбылском, Мамлютском, Кызылжарском и Акжайынском районах. Так, в Жамбылском районе насчитывается 819 водных объектов, в том числе 138 озер площадью более 100 га. В то же время в других районах (например, Есильском или М. Жумабаева) преобладают мелкие и сезонные водоемы, менее устойчивые к климатическим колебаниям. Количество озер по районам Северо-Казахстанской области приведено в таблице 4.

Таблица 4. Перечень озер по районам Северо-Казахстанской области

Район	Число озер (>100 га)	Всего водных объектов
Жамбылский	138	819
Мамлютский	112	743
Кызылжарский	97	689
Акжайынский	84	645
Есильский	21	312
М.Жумабаева	16	278

Пространственный анализ показал, что:

- Озера с наибольшим гидрологическим потенциалом сосредоточены в северной и северо-восточной частях области;
- Горные и глубокие озера (Шалкар, Имантау) являются важными рекреационными зонами и резервными источниками пресной воды;
- Озера в центральной и южной частях области подвержены пересыханию и деградации, особенно в маловодные годы.

Во временном аспекте озера демонстрируют высокую зависимость от снежных и дождевых осадков. Маловодные периоды 2010-х годов сопровождались существенным снижением уровня воды, особенно в равнинных озерах, что снижает их пригодность к использованию и увеличивает риски опреснения. Кроме того, изменение температурного режима и сокращение периода ледостава способствуют эвтрофикации и заилению водоемов.

Данные мониторинга указывают на следующие ключевые изменения за последние десятилетия:

- Снижение стабильности водного баланса малых и средних озер;
- Увеличение минерализации в сезон пересыхания;
- Расширение площади заболачивания в пойменных зонах;
- Повышение давления антропогенной нагрузки вблизи городов и зон сельского водопользования.

Таким образом, пространственно-временной анализ озер позволяет выделить зоны с высоким риском водной деградации и определить приоритетные объекты для охраны, мониторинга и рационального использования.

Водопотребление в Северо-Казахстанской области определяется потребностями различных секторов экономики, включая сельское хозяйство, коммунально-бытовое хозяйство и промышленность. Наибольшая доля водозабора приходится на сельскохозяйственный сектор, в особенности в период вегетации, когда возрастает спрос на оросительную воду.

По данным отчетности и мониторинга, водозабор в области распределяется следующим образом: сельское хозяйство — около 55–60% общего водопотребления, коммунально-

бытовое водоснабжение — 25–30%, промышленность — около 10–15% [2], [4]. Данные по водопотреблению по отраслям по районам СКО приведено в таблице 5.

Таблица 5. Водопотребление по отраслям в районах СКО

Район	Сельское х-во (%)	ЖКХ (%)	Промышленность (%)
Жамбылский	62	28	10
Ақбайынський	57	30	13
Тайыншинский	49	37	14
Уалихановский	55	35	10

Источниками водоснабжения в регионе выступают как поверхностные (в первую очередь, река Есиль и ее притоки, а также крупные озера), так и подземные воды, особенно в районах с ограниченным доступом к водоемам. В последние годы отмечается тенденция к увеличению доли подземного водопользования, что связано с ухудшением качества поверхностных источников и необходимостью стабильного круглогодичного водоснабжения. Региональные различия водообеспеченности существенны. В северных районах, таких как Жамбылский и Мамлютский, водообеспеченность выше благодаря высокой плотности водоемов. В то же время в южных и восточных районах (Тайыншинский, Уалихановский) наблюдается острый дефицит водных ресурсов, особенно в маловодные годы. Для оценки водообеспеченности используется показатель обеспеченности водопотребителей в засушливый период. Расчеты показывают, что в 60% территорий области водообеспеченность в маловодные годы не превышает 70% от нормативной потребности, что говорит о высоком риске водного стресса [5], [8].

Динамика водопотребления в период с 2000 по 2020 гг. свидетельствует о следующих тенденциях:

- Устойчивый рост коммунального водопотребления в связи с урбанизацией и расширением инфраструктуры;
- Снижение водозабора в промышленности за счет модернизации и повышения водозаэффективности процессов;
- Колебания водопотребления в сельском хозяйстве, зависящие от погодных условий, урожайности и орошаемых площадей.

Водообеспеченность усиливается за счет регулирования стока водохранилищами. Однако существующая инфраструктура не охватывает все водоемкие зоны, а в некоторых случаях вызывает конфликты между водопользователями из-за неравномерного распределения ресурсов. Важно учитывать внутригодовую изменчивость — большая часть годового стока формируется весной, а в летний и зимний периоды происходит дефицит, особенно в неурожайные годы.

Ключевые проблемы водопотребления и водообеспеченности в СКО:

- Низкая обеспеченность южных районов области;
- Преобладание сезонного характера водных поступлений;
- Недостаточная эффективность распределения водных ресурсов;
- Отсутствие централизованной системы управления водопользованием в межотраслевом и межрайонном разрезе.

Для решения этих задач необходимо внедрение принципов интегрированного управления водными ресурсами, развитие систем мониторинга, автоматизированного учета и прогнозирования водопотребления с учетом климатических трендов. Важно также поощрять водосберегающие технологии и формировать устойчивую культуру водопользования на всех уровнях.

На основании проведенного анализа состояния водных ресурсов, водопотребления и экологической устойчивости водных объектов Северо-Казахстанской области можно выделить ключевые направления и меры, способствующие эффективному управлению и использованию водных ресурсов региона.

1. Оптимизация структуры водопотребления
 - Повышение водозэффективности в сельском хозяйстве через внедрение капельного и дождевального орошения;
 - Перевод мелиоративных систем на современные, автоматизированные режимы управления подачей воды;
 - Переработка схем водоснабжения населенных пунктов с целью минимизации утечек и потерь в сетях [5], [8].
2. Повышение надежности водоснабжения
 - Реабилитация существующих гидротехнических сооружений, особенно на малых реках и прудах;
 - Создание накопительных емкостей сезонного регулирования в районах с высокими темпами водопотребления и дефицитом стока в летний период;
 - Углубление мониторинга подземных вод и расширение их рационального использования [4].
3. Природоохранные мероприятия и охрана озер
 - Объявление особо охраняемыми водных объектов с высокой экологической и социальной ценностью (например, озера Имантау, Шалкар);
 - Очистка и предотвращение эвтрофикации мелких озер и прудов вблизи населенных пунктов;
 - Разработка программ по восстановлению озер, подверженных пересыханию и заилению [9].
4. Развитие цифровых решений и систем поддержки принятия решений
 - Внедрение геоинформационных систем (ГИС) для отслеживания состояния водоемов и прогнозирования водного баланса;
 - Разработка цифровой платформы поддержки принятия решений в сфере водного хозяйства СКО с учетом сценариев климатических и социально-экономических изменений;
 - Интеграция данных из гидропостов, метеостанций и водохозяйственных объектов в единую аналитическую систему [5], [7].
5. Нормативно-правовое и институциональное развитие
 - Создание межрайонных водохозяйственных советов для координации водопользования;
 - Обновление методик оценки водообеспеченности и включение индикаторов устойчивости в практику проектирования;
 - Формирование регламента межведомственного взаимодействия при водоразделении в маловодные периоды.
6. Адаптация к климатическим изменениям
 - Разработка и реализация региональных планов адаптации, включающих меры по защите от засух и паводков;
 - Расширение использования снегозадержания и других агротехнических методов сохранения влаги в почве;
 - Проведение научных исследований по долгосрочному прогнозированию климато-гидрологических рисков [10].

Эти предложения формируют основу для разработки региональной водохозяйственной стратегии, которая обеспечит баланс между потребностями населения, экономики и экологических систем. Реализация предложенных мер потребует участия не только государственных органов, но и научного сообщества, местных сообществ, бизнеса и международных партнеров.

Применение научно обоснованных сценариев водопользования позволит смягчить последствия дефицита водных ресурсов, повысить устойчивость аграрного сектора и обеспечить сохранение водных экосистем СКО в долгосрочной перспективе. Рекомендованные меры по районам приведено в таблице 6.

Таблица 6. Рекомендованные меры по районам

Район	Проблемы	Рекомендации
Жамбылский	Переизбыточные пруды, заиление	Очистка озёр и берегоукрепление
Есильский	Дефицит водохранилищ	Строительство накопительных водоёмов
Уалихановский	Пересыхание озёр, низкий сток	Организация снегозадержания, регулирование

Выводы

Проведенное исследование подтвердило актуальность комплексной оценки состояния водных ресурсов Северо-Казахстанской области в условиях растущего водного дефицита, климатических изменений и возрастающей антропогенной нагрузки. На основе обширной инвентаризации водных объектов, анализа пространственно-временной динамики и оценки водопотребления по секторам экономики были выявлены ключевые проблемы в управлении водными ресурсами и обозначены приоритетные направления развития водохозяйственного комплекса региона.

Гидрологический анализ показал высокую зависимость региона от сезонного снегового питания и неустойчивость стока, особенно в летне-осенний и зимний периоды. Сложность структуры водопользования, наличие большого числа малых водоемов и разнообразие условий по районам требуют применения адаптивных и территориально-специфичных подходов. Пространственный анализ озер позволил установить районы с наибольшим риском деградации водных объектов и очертить ареалы с высоким гидрологическим потенциалом [5], [9].

Оценка водопотребления выявила дисбаланс между ресурсами и потребностями, особенно в южных и восточных районах области. Сложившиеся условия требуют модернизации инфраструктуры, развития систем регулирования и повышения эффективности водопользования. Разработка сценариев рационального использования и адаптации к климатическим изменениям является необходимым условием устойчивого развития региона [2], [8].

Предложенные в работе меры охватывают технологические, экологические, институциональные и управленческие аспекты, включая цифровизацию мониторинга, внедрение водосберегающих технологий, охрану особо ценных водоемов и совершенствование межведомственного взаимодействия. Создание системы поддержки принятия решений на базе ГИС и моделирования позволит обеспечить своевременное и научно обоснованное планирование водохозяйственной деятельности [7], [10], [11], [12].

Таким образом, результаты исследования являются научной и практической основой для формирования региональной политики в области водных ресурсов, способной обеспечить устойчивое водоснабжение, защиту водных экосистем и адаптацию к внешним вызовам. Представленные рекомендации могут быть использованы органами государственной власти, муниципалитетами, научными организациями и водопользователями при разработке стратегий, программ и проектов в сфере управления водными ресурсами Северо-Казахстанской области.

Благодарность. При проведении исследований и сборе статистических данных была оказана большая поддержка Есильской бассейновой инспекции, филиала Казводхоз, акимата Северо-Казахстанской области. Статья подготовлена в рамках выполнения программы исследований по грантовому финансированию научного проекта BR 24993222 «Построение системы поддержки принятия решений для природно-хозяйственного обустройства территории Северо-Казахстанской области в контексте устойчивого развития»

Список источников

1. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-ІІ (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2024 г.). *Vodnyj kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 ijulya 2003 goda № 481-ІІ (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 01.01.2024 g.).* (2024).

Adilet. Informacionnaya pravovaya sistema. [in Russian] <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000481>

2. Есильская бассейновая водохозяйственная инспекция. Гидрологический ежегодник по Северо-Казахстанской области за 2000–2020 гг. – Петропавловск, 2021. Esil'skaya bassejnovaya vodokhozyajstvennaya inspekcija. (2021). Gidrologicheskij ezhegodnik po Severo-Kazahstanskoy oblasti za 2000–2020 gg. Petropavlovsk. [in Russian] <http://www.ekom.gov.kz>.

3. Aubakirova, S. K., & Aubakirov, S. A. (2021). Пространственный анализ озер Северо-Казахстанской области. География и природные ресурсы Казахстана, (2), 45–53. *Prostranstvennyj analiz ozer Severo-Kazahstanskoy oblasti. Geografiya i prirodnye resursy Kazahstana*, (2), 45–53 [in Russian]. <https://journals.nauka.kz/geography/issue/view/378>

4. Гидрологические и климатические характеристики реки Есиль. // Вестник КазНИГМИ. – 2022. – № 4. – С. 15–28. *Gidrologicheskie i klimaticheskie harakteristiki reki Esil'. Vestnik KazNIGMI*, (4), 15–28 [in Russian]. <https://kazhydromet.kz/vestnik>

5. Pankov, Yu. S. (2020). Озера Северного Казахстана: структура, динамика, перспективы. Петропавловск: СКУ. *Ozera Severnogo Kazahstana: struktura, dinamika, perspektivy. Petropavlovsk: SKU* [in Russian]. <https://nklibrary.kz>

6. Mahmutov, T. Zh. (2021). Оценка водообеспеченности в условиях дефицита водных ресурсов. Алматы: КазНИИВП. *Ocenka vodoobespechennosti v usloviyah defitsita vodnykh resursov. Almaty: KazNIIVP* [in Russian]. <https://kazniivp.kz/library>

7. Aitzhanov, S. A. (Ed.). (2018). Справочник по водным ресурсам Казахстана. Алматы: Наука. *Spravochnik po vodnym resursam Kazahstana. Almaty: Nauka* [in Russian]. <https://nauka.kz/catalog/spravochniki>

8. Kazhydromet. (2023). Климатический паспорт Северо-Казахстанской области. Алматы: Казгидромет. *Klimaticheskij pasport Severo-Kazahstanskoy oblasti. Almaty: Kazgidromet* [in Russian]. <https://kazhydromet.kz>

9. F.Yermkov, S.Abdygalieva, N. Dzhangarasheva, A. Omarbekova, G. Akhmetkerimova, B. Dabylova (2025). Земельно-ресурсный потенциал Северо - Казахстанской области. Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, 1(105) *Zemel'no-resursnyj potencial Severo-Kazahstanskoy oblasti. Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 1(105), 29–37. [in Russian] [https:// DOI: https://doi.org/10.37884/1-2025/28](https://doi.org/10.37884/1-2025/28)

10. Smith, J., & Allen, R. (2020). Climate Change Impacts on Water Availability in Central Asia. *Water Resources Management*, 34(9), 2781–2796. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02559-2> [in English]

11. Bhaduri, B., Minner, M., Liu, Y., & Ruddell, B. L. (2022). Sustainable water resource management in the face of climate change: A systems approach. *Sustainability*, 14(7), 3842. <https://doi.org/10.3390/su14073842> [in English]

12. Qi, J., Xin, Q., & Wu, G. (2020). Integrating remote sensing and hydrological models for improved water resource management in Central Asia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(6), 369. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08369-1> [in English].

13. Махмудова Л.К. (2010). Оценка водных ресурсов рек Центрального Казахстана (на примере рек Есиль и Нура) с учетом антропогенного влияния на сток <https://nauka.kz/page>.

14. Makhmudova L., Moldakhmetov M., Mussina A., Kanatuly A. (2021). Perennial fluctuations of river runoff of the Yesil river basin. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, No 4, p. 149-165. <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v9i4.2306>

References

1. Vodnyj kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 iyulya 2003 goda № 481-II (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 01.01.2024 g.). (2024). Adilet. Informacionnaya pravovaya sistema. [in Russian] <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000481>

2. Esil'skaya bassejnovaya vodokhozyajstvennaya inspekcija. (2021). Gidrologicheskij ezhegodnik po Severo-Kazahstanskoy oblasti za 2000–2020 gg. Petropavlovsk. [in Russian] <http://www.ekom.gov.kz>.

3. Prostranstvennyy analiz ozer Severo-Kazhstanskoy oblasti. Geografiya i prirodnye resursy Kazhstana, (2), 45–53 [in Russian]. <https://journals.nauka.kz/geography/issue/view/378>
4. Gidrologicheskie i klimaticheskie harakteristiki reki Esil'. Vestnik KazNIGMI, (4), 15–28 [in Russian]. <https://kazhydromet.kz/vestnik>
5. Pankov, Yu. S. (2020). Oзера Severnogo Kazhstana: struktura, dinamika, perspektivy. Petropavlovsk: SKU [in Russian]. <https://nklibrary.kz>
6. Mahmutov, T. Zh. (2021). Ocenka vodoobespechennosti v usloviyah deficita vodnyh resursov. Almaty: KazNIIVP [in Russian]. <https://kazniivp.kz/library>
7. Aitzhonov, S. A. (Ed.). (2018). Spravochnik po vodnym resursam Kazhstana. Almaty: Nauka [in Russian]. <https://nauka.kz/catalog/spravochniki>
8. Kazhydromet. (2023). Klimaticheskij pasport Severo-Kazhstanskoy oblasti. Almaty: Kazgidromet [in Russian]. <https://kazhydromet.kz>
9. F.Yermkov, S.Abdygalieva, N. Dzhangarasheva, A. Omarbekova, G. Akhmetkerimova, B. Dabylova (2025). Zemel'no-resursnyy potencial Severo-Kazhstanskoy oblasti. Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty, 1(105), 29–37. [in Russian] [https:// DOI: https://doi.org/10.37884/1-2025/28](https://doi.org/10.37884/1-2025/28)
10. Smith, J., & Allen, R. (2020). Climate Change Impacts on Water Availability in Central Asia. Water Resources Management, 34(9), 2781–2796. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02559-2> [in English]
11. Bhaduri, B., Minner, M., Liu, Y., & Ruddell, B. L. (2022). Sustainable water resource management in the face of climate change: A systems approach. Sustainability, 14(7), 3842. <https://doi.org/10.3390/sul4073842> [in English]
12. Qi, J., Xin, Q., & Wu, G. (2020). Integrating remote sensing and hydrological models for improved water resource management in Central Asia. Environmental Monitoring and Assessment, 192(6), 369. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08369-1> [in English]
13. Makhmudova L.K. (2010). Assessment of water resources of rivers of Central Kazakhstan (on the example of the Yesil and Nura rivers) taking into account anthropogenic impact on runoff <https://nauka.kz/page>.
14. Makhmudova L., Moldakhmetov M., Mussina A., Kanatuly A. (2021). Perennial fluctuations of river runoff of the Yesil river basin. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, No 4, p. 149-165. <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v9i4.2306>

Сейтасанов И.С.¹, Ишангалиев Т.С.¹, Онласын Ұ.Қ.¹, Мурат Д.¹, Зулпиекова С.Б.¹

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан республикасы, ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz, timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz, dauletmurat8080@gmail.com, sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz.

<mailto:timurlan.isl>

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ЖЕР ҮСТІ СУ РЕСУРСТАРЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Осы мақала Солтүстік Қазақстан облысының (СҚО) су объектілерінің жай-күйін талдауға және орнықты даму контекстінде оларды басқарудың ғылыми негізделген тәсілдерін қалыптастыруға арналған. Өңірдің су объектілерін түгендеу, өзендердің, көлдердің су ресурстарының көлемі мен сапасын бағалау нәтижелері ұсынылған, аудандар бойынша сумен қамтамасыз ету параметрлері келтірілген. Есіл өзенінің гидрологиялық сипаттамалары, оның ішінде ағынның жылдық таралуы және су қоймаларының әсері қарастырылады. Есілдің гидрологиялық режимі геохимиялық ерекшеліктерімен және жер асты суларының үлесімен байланысты аралық кезеңде (800 мг/л дейін) судың жоғары минералдануымен сипатталады. Судың сапасы маусымдық ауытқуларға және антропогендік әсерге ұшырайды. Жылдық ағынның таралуын есептеу негізгі гидрологиялық бекеттердегі бақылаулардың мәліметтері бойынша құрастыру әдісімен жүргізілді. Жыл ішіндегі ағынның бөлінуінің өзгеруін бағалаудың түпкілікті нәтижесі айлық ағынның талдауы мен салыстыру әдістеріне және оны

көпқылдық бөліністе су жинаудағы шаруашылық қызмет динамикасымен салыстыруға ғана емес, сонымен қатар белгілі бір дәрежеде ағынның табиғи және бұзылған таралуын салыстыруға байланысты екендігі анықталды. Су қоймаларының әсерінен ағынның жылдық таралуының өзгеруін талдау кезінде белгілі бір өзен бассейнінің су шаруашылығы жүйелері үнемі дамып отыратыны ескерілді.

Аймақ көлдерін геоморфологиялық және гидрохимиялық белгілері бойынша жіктеу жүргізілді. Ауыл шаруашылығы, сумен жабдықтау, рекреация және туризм және т. б. қажеттіліктері үшін шағын көлдердің ресурстарын пайдалану бойынша ұсыныстар ұсынылды. Мақаланың нәтижелерін Су шаруашылығы қызметін және аумақтық дамуды жоспарлау кезінде су шаруашылығы ұйымдары, ғылыми мекемелер және шаруашылық субъектілері пайдалана алады.

Кілт сөздер: Солтүстік Қазақстан облысы; Есіл; су ресурстары; өзендер; көл; суды тұтыну; ағын; сумен қамтамасыздығы; су қоймасы; рекреация.

Seitassanov I.S.¹, Ishangaliyev T.S.¹, Onglassyn U.K.¹, Murat D.M.¹, Zulpibekova S.B.¹

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Abay Avenue 8, Almaty city, Republic of Kazakhstan, ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz, timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz, dauletmurat8080@gmail.com, sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz.

HYDROLOGICAL ASSESSMENT AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract

This article is devoted to the analysis of the state of water bodies in the North Kazakhstan region (North Kazakhstan region) and the formation of scientifically sound approaches to their management in the context of sustainable development. The results of an inventory of the region's water bodies, an assessment of the volume and quality of water resources in rivers and lakes, and the parameters of water availability by region are presented. The hydrological characteristics of the Yesil River are considered, including the intraannual distribution of runoff and the influence of reservoirs. The hydrological regime of Yesil is also characterized by high mineralization of water in the inter-ice period (up to 800 mg/l), which is associated with geochemical features and the contribution of groundwater. Water quality is subject to seasonal fluctuations and anthropogenic impact. Calculations of the intraannual flow distribution were performed based on observations at the main hydrological posts using the alignment method. It is revealed that the final result of the assessment of changes in the intraannual distribution of runoff in a year depends not only on the methods of analyzing and comparing monthly runoff and its distribution over the long term with the dynamics of economic activity in the catchment area, but also to a certain extent on comparing the natural and disturbed distribution of runoff. When analyzing changes in the intraannual distribution of runoff under the influence of reservoirs, it was taken into account that the water management systems of a particular river basin are constantly developing.

The classification of lakes in the region according to geomorphological and hydrochemical characteristics is carried out. Recommendations on using the resources of small lakes for the needs of agriculture, water supply, recreation and tourism, etc. are proposed. The results of the article can be used by water management organizations, scientific institutions and business entities in planning water management activities and territorial development.

Key words: North Kazakhstan region; Yesil; water resources; freshwater; rivers; lakes; water consumption; runoff; water supply; reservoir; recreation.

Вклад авторов

Сейтасанов Ибрагим Сматавич - Концептуализация; Курирование данных; Формальный анализ;

Ишангалиев Тимурлан Серикович - Расследование; Методология;

Онласын Ұлжан Қуанышбекқызы - Ресурсы; Надзор; Администрирование проекта;

Мурат Даулет Муратулы - Проверка; Визуализация.
Зулпибекова Сандугаш Бекболатовна - обзор и редактирование.

FTAXP 68.47.33

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/39>

Досманбетов Д.А.¹, Ахметов Р.С.¹, Ибраева А.Б.², Каспабаев Е. М.¹,
Рахымбеков Ж.К.¹, Дукенов Ж.С.¹

¹«Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиаты, Алматы қ., Қазақстан, ars_28@mail.ru, daniyar_d.a.a@mail.ru, kaspakbaevanat1971@yandex.ru, zhandos.1977@mail.ru, 7078786694@mail.ru, b.aidos8585@mail.ru

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан, aliya-ibraeva81@mail.ru

АРАЛ ТЕНІЗІНІҢ ҚҰРҒАҒАН ҰЛТАНЫНДА ГАЛОФИТТІ ӨСІМДІКТЕРДІҢ (NITRARIA SCHOBERI, CALLIGONUM CAPUT-MEDUSAE SCHRENK) ТҰҚЫМЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ СЕБУ САПАСЫН АНЫҚТАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада Қазақстандағы Арал өңірінің, яғни Қызылорда облысы бойынша галофитті жартылай бұталардың (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk.) биологиялық және экологиялық ерекшеліктері туралы мәліметтер келтірілген. Шетелдік және отандық ғылыми әдебиеттерге сүйене отырып, қажетті зерттеулерге шолу жасалып, тақырыптың көкейтестілігі, зерттеу әдістері анықталды. Өлkelік флораны сипаттайтын ғылыми әдебиеттер мәліметтерінің негізінде және далалық жұмыстар нәтижесінде Қызылорда облысы аймағында өсетін галофиттердің түрлерден (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk.) тұқым жиналды. Шобер ақтікені (*Nitraria schoberi*) және Медуза бас жүзгін (*Calligonum caput-medusae* Schenk.) тұқымдарының сапасы мен өнгіштігіне талдау жасалды. *Nitraria schoberi* тұқымдарының өнгіштігін анықтау алдында температурасы 18-20°C болатын суға 2 тәулік бойы салынды. Зертханалық тексеру арқылы Арал теңізінің құрғаған ұлтанында жиналған *Nitraria schoberi* тұқымдарының өнгіштігін бағалау жүргізілді. Тұқымның өнуі бойынша оңтайлы температура мен ылғалдылық режимін сақтай отырып, Петри табақшаларында стандартты әдіспен бағаланды, өнгіштік 40% болды. Галофитті жартылай бұталардың басқа түрлерімен биологиялық және экологиялық ұқсастығына сүйене отырып, шартты түрде тұқым сапасын 1-ші класына жатқызуға болады. Бұл зерттелген тұқымдарды Арал өңірінің тұзды және құрғақ (аридті) ландшафттары жағдайында фитомелиорация және өсімдіктерді қалпына келтіру жұмыстарында пайдалану мүмкіндігін растайды. *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымдары суға салынды, сосын эмбрион бойымен кесу арқылы тұқымдардың сапасы анықталды. Зертханалық тексеру барысында тұқым сапасы 71%-ды құрады. Қосымша тұқым үлгілері «Республикалық орман селекциялық-тұқым өсіру орталығы» РМҚК-да зерттеліп, тұқым сапалылығы 63%-ды құрайтыны анықталды. *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымдарының сапасы 63-71% аралығында өзгерді, осы көрсеткіш МЕСТ 13855-87 бойынша орта есеппен сапаның үшінші класына сәйкес келеді. Түрдің экологиялық-географиялық шығу тегі мен тұқым материалының табиғи гетерогенділігін ескере отырып, бұл көрсеткіштер құрғақ (аридті) экосистемелер жағдайында өсімдіктерді интродукциялау және қалпына келтіру мақсаттары үшін қанағаттанарлық болып саналады.

Кілт сөздер: Арал теңізінің құрғаған ұлтаны, галофиттер, жартылай бұталар, Шобер ақтікені, Медуза бас жүзгін, тұқымдар, тұқым өнгіштігі, тұқымның себу сапасы.