

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области по проекту «Зеленые технологии - драйвер стратегического развития малых городов и сельских поселений Юга России: теоретическое и методологическое обоснование» № 19-410-340017 p_a

Список используемых источников

1. Melikhov, V. V. Green Technologies: The Basis for Integration and Clustering of Subjects at the Regional Level of Economy // L. N. Medvedeva, Viktor Melikhov Alexey A. Novikov, Olga P. Komarova // Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Издательство: Спрингер. – 2017. – С. pp. 365 – 382.
2. Сизов, Ю.И. Зеленые сельские поселения – курс на новое качество жизни / Л.Н. Медведева, А.С. Плотников, Ю.И. Сизов // Научные труды ВЭО. 2016. № 199 – С. 445–464.
3. Природоподобные технологии – ответ на большие вызовы // ПМЭФ / Режим доступа: <https://roscongress.org/sessions/prirodopodobnye-tehnologii-otvet-na-bolshie-vyzovy/about/> (дата обращения 28.08.2019).
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. (дата обращения 28.08.2019).
5. Программа «Комплексное развитие сельских территорий» Постановление Правительства от 31 мая 2019 года № 696. Режим доступа: <http://government.ru/rugovclassifier/878/events/> (дата обращения 28.08.2019).
6. Медведева, Л.Н. Стратегия развития сельских территорий через систему координат: качество жизни населения / Медведева Л.Н., Тимошенко М.А./ Экономика и предпринимательство. – 2017.– № 10-2 (87). – С. 297– 303.
7. Сальный, В.И. Сельские территории - пространственный фактор формирования человеческого капитала / М.А. Тимошенко, Л.Н. Медведева, В.И. Сальный // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства. Мат. Межд. науч.-практ. Конф., – 2017. – С. 525 – 535.
8. Белых, Д.В. «Умная техника» и «умные технологии» в обеспечении развития сельского хозяйства / Д. В. Белых, Л.Н. Медведева // В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. III Международная научно-практическая Интернет-конференция. – 2018. – С. 1349 –1353.
9. Ясакин, В.В. Внедрение инновационных продуктов в сферу жилищно-коммунального хозяйства региона / В.В. Ясакин // Экономическое возрождение России. – 2011. – № 4(30) – С. 146-151.
10. Медведева, Л.Н. Инновации в ЖКХ: опыт предложений и внедрений на региональном уровне [Электронный ресурс] / Л.Н. Медведева, В.В. Ясакин // «Альтернативы регионального развития (Шабунинские чтения). Сб. тезисов докладов II Международной науч.-практ. конф. 7-8 октября 2011 г. – С. 44 – 48.
11. Фролова, М.В. Современная биотехнология в улучшении качества воды открытых водоемов многоцелевого назначения / М.В. Фролова, О.П. Комарова, М.В. Московец // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. № 4 (52). – С. 213 –218.

УДК504.062.2:911.6

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДОСБОРНУЮ ТЕРРИТОРИЮ БАССЕЙНА РЕКИ КАРАТАЛ

Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К. Жанымхан

НАО «Казахский национальный аграрный университет», г. Алматы, Казахстан

Введение.

В настоящее время развитие народного хозяйства в бассейне реки Каратал характеризуется прогрессивным вовлечением и освоением ресурсного потенци-

ала природных ландшафтов, современные темпы использования которого в значительной степени усиливают антропогенное воздействие на природную среду. Существенное влияние на формирование экологической среды природных ландшафтов оказывают сельское и водное хозяйство, а также промышленные объекты, связанные с обработкой и добычей полезных ископаемых. При этом хозяйственная деятельность человека на водосборах бассейна реки с одной стороны, дает определенный положительный эффект, а с другой стороны, сопровождается неизбежным комплексом негативных экологических последствий, осложняющих экологические ситуации в различных рангах природных систем. Такой негативный природно-техногенный процесс деятельности человека происходит в результате недостаточности знаний о закономерностях взаимодействия природных и антропогенных факторов, о процессах, развивающихся в природной среде при комплексном обустройстве водосборов, что является одним из препятствий на пути к созданию экологически устойчивых и экономически эффективных систем функционирования водосборов.

Научный интерес к оценке экологического состояния водосборов рек и проблеме их комплексного обустройства возник сравнительно недавно [1], что объясняется повышением в современных условиях антропогенной нагрузки на водосборы, необходимостью оценки степени воздействия таких нагрузок на экологическую устойчивость водосборов и возникновением проблемы обеспечения устойчивого функционирования водосборов.

Цель исследования - на основе многолетних информационно-аналитических (статистических) материалов водного и сельского хозяйств Республики Казахстан и Кыргызской Республики выполнить оценку техногенной нагрузки на водосборный бассейн трансграничной реки Талас и совершенствовать метод количественной ее оценки с использованием шкалы интенсивности антропогенной нагрузки на водосборы территории речных бассейнов, разработанной А.Г. Исаченко [1].

Материалы и методы. При оценке антропогенной нагрузки учитывались две группы показателей: прямого (непосредственного) и косвенного (опосредованного) воздействия на водоемы и водотоки [1].

Косвенное, площадное, воздействие на водные объекты проявляется в виде антропогенных нагрузок на водосборе, связанных с засолением территории, хозяйственной деятельностью жителей, промышленной или сельскохозяйственной специализацией экономики. Показатели, характеризующие указанные факторы, использованы для зонирования (ранжирования) территории бассейна реки Каратал по степени антропогенной нагрузки.

В качестве основных (базовых) применялись: плотность населения на водосборной территории, плотность промышленного производства (объем производимой в регионе промышленной продукции в тысячах долларов, приходящийся на 1 км²) и сельскохозяйственная освоенность, включающая распаханность (%) и животноводческую нагрузку (количество условных голов на 1 км²).

Используемые показатели группировались по видам антропогенных воздействий - демографических, промышленных и сельскохозяйственных. Сельскохозяйственная нагрузка получена как среднеарифметическое значение балльных

оценок интенсивности земледельческой (распаханность) и животноводческой нагрузок. Совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифметическое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузки, в основе которой положена методика А.Г. Исаченко [1].

Для оценки уровня техногенных нагрузок на водосборный бассейн трансграничных рек, можно использовать обобщенный показатель (K_{mn}) [2], который определяется по формуле [3]:

$$K_{km} = \sqrt{\frac{n}{\Pi} \prod_{i=1}^n K_i^i},$$

где: $K_i^i = \exp(-K_i)$ - относительные значения уровня техногенных нагрузок на водосборные территории речных бассейнов или коэффициент антропогенной деятельности [4].

При этом совокупная техногенная нагрузка на водосборные территории речных бассейнов определялась, как квадратный корень произведения относительных значений уровня отдельных видов техногенных нагрузок, в результате чего можно получить обобщенный интегральный показатель (K_{mn}), характеризующий результат антропогенной деятельности.

Для комплексной оценки техногенной нагрузки водосбора бассейна реки Каратал использованы информационно-аналитические материалы по Алматинской области по сельскому, лесному и рыбному хозяйств в период 1995-2015 годов [5].

В пределах водосбора бассейна реки Каратал расположены Ескельдинский, Кербулакский, Коксуский и Каратальский районы Алматинской области Республики Казахстан, которые отличаются по плотности населения, площади сельскохозяйственных угодий, промышленному производству и животноводству (таблицы 1-4).

Таблица 1 - Плотность населения по районам в водосборах бассейна реки Каратал [5]

Районы	Плотность населения, тыс. человек				
	1995	2000	2005	2010	2015
Ескельдинский	50,700	48,548	50,203	50,082	46,868
Коксуский	42,100	40,105	39,413	38,417	41,372
Кербулакский	40,600	53,522	51,053	47,992	49,215
Каратальский	52,500	46,744	49,334	47,824	47,144
Всего	185,900	188,919		184,315	184,599

Таблица 2 - Площадь сельскохозяйственных угодий (пахатных земель) по районам в водосборах бассейна реки Каратал [5]

Районы	Площадь сельскохозяйственных угодий, тыс. га				
	1995	2000	2005	2010	2015
Ескельдинский	34,6	40,3	47,0	47,6	54,8
Коксуский	27,6	28,7	29,9	31,2	24,8
Кербулакский	63,8	81,8	104,9	104,3	134,6
Каратальский	18,9	19,8	20,8	20,8	21,8
Всего	144,9	170,6	202,6	203,9	236,0

Таблица 3 - Плотность животноводчества по районам в водосборах бассейна реки Каратал [5]

Районы	Плотность животноводчества, тыс. голов				
	1995	2000	2005	2010	2015
Ескельдинский	102,6	112,8	123,7	150,7	151,8
Коксуский	88,4	97,2	106,8	126,1	126,8
Кербулакский	185,1	203,4	223,5	249,4	304,4
Каратальский	120,3	132,2	145,3	160,2	191,3
Всего	496,4	545,6	599,3	686,4	774,3

Таблица 4 - Плотность промышленного производства по районам в водосборах бассейна реки Каратал [5]

Районы	Плотность промышленного производства, тыс. доллар				
	1995	2000	2005	2010	2015
Ескельдинский	112223,8	131228,8	154190,8	148833,1	22958,9
Коксуский	17785,6	19544,6	22964,6	22167,0	25574,2
Кербулакский	15635,3	18279,9	21478,5	20732,4	3507,1
Каратальский	23991,4	26364,0	30976,9	29900,7	55011,5
Всего	169636,1	195417,3	229610,8	221633,2	107051,7

Результаты исследования. На основе совершенствования методологического подхода для комплексной оценки техногенной нагрузки в водосборах бассейна рек и информационно-аналитических материалов по использованию природных ресурсов и размещению производительных сил выполнены прогнозные расчеты для определения интегральных показателей ($K_{тн}$) [2], характеризующие качественные и количественные значения техногенной нагрузки природно-техногенных объектов в водосборах бассейна реки Каратал (таблица 5).

Таблица 5 - Качественные и количественные значения интегральных показателей (K_{mn}) техногенной нагрузки природно-техногенных объектов в водосборах бассейна реки Каратал

Годы	Показатели	Районы, расположенные в водосборах бассейна реки Каратал			
		Ескельдинский	Коксуский	Кербулакский	Каратальский
Оценки техногенных нагрузок по плотности населения					
1995	$K_i^{nl} = P_{onm} / P_{фак}$	0,64	1,41	2,14	3,48
	$K_{ni} = \exp(-K_i^{nl})$	0,5273	0,2441	0,1177	0,0305
2000	$K_i^{nl} = P_{onm} / P_{фак}$	0,67	1,36	1,66	5,67
	$K_{ni} = \exp(-K_i^{nl})$	0,5117	0,2567	0,1901	0,0034
2005	$K_i^{nl} = P_{onm} / P_{фак}$	0,65	1,36	1,70	3,70
	$K_{ni} = \exp(-K_i^{nl})$	0,5220	0,2567	0,1827	0,0247
2010	$K_i^{nl} = P_{onm} / P_{фак}$	0,65	1,40	1,81	3,81
	$K_{ni} = \exp(-K_i^{nl})$	0,5220	0,2466	0,1637	0,0222
2015	$K_i^{nl} = P_{onm} / P_{фак}$	0,69	1,42	1,76	5,59
	$K_{ni} = \exp(-K_i^{nl})$	0,5018	0,2413	0,1670	0,0037
Оценки техногенных нагрузок по фактору загрязнения					
1995	$K_i^{pa} = F_{рас}^{onm} / F_{рас}^{фак}$	1,25	2,58	1,81	12,88
	$K_{pi} = \exp(-K_i^{pa})$	0,2868	0,0756	0,1637	0,00004
2000	$K_i^{pa} = F_{рас}^{onm} / F_{рас}^{фак}$	1,07	2,49	1,41	12,25
	$K_{pi} = \exp(-K_i^{pa})$	0,3430	0,0829	0,2441	0,00004
2005	$K_i^{pa} = F_{рас}^{onm} / F_{рас}^{фак}$	0,92	2,39	1,10	11,68
	$K_{pi} = \exp(-K_i^{pa})$	0,3995	0,0916	0,3296	0,00004
2010	$K_i^{pa} = F_{рас}^{onm} / F_{рас}^{фак}$	0,91	2,29	1,11	11,68
	$K_{pi} = \exp(-K_i^{pa})$	0,4025	0,1018	0,3296	0,00004
2015	$K_i^{pa} = F_{рас}^{onm} / F_{рас}^{фак}$	0,79	2,88	0,86	11,17
	$K_{pi} = \exp(-K_i^{pa})$	0,4538	0,0561	0,4252	0,00004

Годы	Показатели	Районы, расположенные в водосборах бассейна реки Каратал			
		Ескельдинский	Коксуский	Кербулакский	Каратальский
Оценки техногенных нагрузок по плотности животноводства					
1995	$K_i^{жив} = N_{опт}^{жив} / N_{факт}^{жив}$	0,11	0,20	0,17	0,58
	$K_{жси} = \exp(-K_i^{жив})$	0,8958	0,8187	0,8437	0,5599
2000	$K_i^{жив} = N_{опт}^{жив} / N_{факт}^{жив}$	0,10	0,19	0,14	0,47
	$K_{жси} = \exp(-K_i^{жив})$	0,9048	0,8270	0,8694	0,6250
2005	$K_i^{жив} = N_{опт}^{жив} / N_{факт}^{жив}$	0,11	0,17	0,13	0,51
	$K_{жси} = \exp(-K_i^{жив})$	0,8968	0,8437	0,8781	0,6005
2010	$K_i^{жив} = N_{опт}^{жив} / N_{факт}^{жив}$	0,07	0,14	0,12	0,39
	$K_{жси} = \exp(-K_i^{жив})$	0,9324	0,8694	0,8889	0,6771
2015	$K_i^{жив} = N_{опт}^{жив} / N_{факт}^{жив}$	0,07	0,14	0,10	0,35
	$K_{жси} = \exp(-K_i^{жив})$	0,9324	0,8694	0,9048	0,7047
Оценки техногенных нагрузок промышленного производства					
1995	$K_i^{np} = ПР_{опт} / ПР_{факт}$	1,34	13,94	25,74	35,35
	$K_{npi} = \exp(-K_i^{np})$	0,2618	0,00004	0,00004	0,00004
2000	$K_i^{np} = ПР_{опт} / ПР_{факт}$	1,15	12,72	22,01	32,11
	$K_{npi} = \exp(-K_i^{np})$	0,3168	0,00004	0,00004	0,00004
2005	$K_i^{np} = ПР_{опт} / ПР_{факт}$	0,97	10,83	25,55	27,34
	$K_{npi} = \exp(-K_i^{np})$	0,3827	0,00004	0,00004	0,00004
2010	$K_i^{np} = ПР_{опт} / ПР_{факт}$	1,01	11,22	19,44	27,56
	$K_{npi} = \exp(-K_i^{np})$	0,3642	0,00004	0,00004	0,00004
2015	$K_i^{np} = ПР_{опт} / ПР_{факт}$	6,55	9,72	116,67	15,41
	$K_{npi} = \exp(-K_i^{np})$	0,0014	0,00006	0,00004	0,00004

Годы	Показатели	Районы, расположенные в водосборах бассейна реки Каратал			
		Ескельдинский	Коксуский	Кербул-акский	Каратальский
Интегральные показатели техногенных нагрузок в водосборах бассейна реки Каратал					
1995	Интегральные показатели ($K_{тн}$ /балл)	0,368/5	0,123/4	0,127/5	0,008/3
2000	Интегральные показатели ($K_{тн}$ /балл)	0,399/6	0,133/4	0,201/5	0,003/3
2005	Интегральные показатели ($K_{тн}$ /балл)	0,432/6	0,141/5	0,230/5	0,008/3
2010	Интегральные показатели ($K_{тн}$ /балл)	0,443/6	0,148/5	0,219/5	0,008/3
2015	Интегральные показатели ($K_{тн}$ /балл)	0,461/6	0,108/4	0,253/5	0,003/3

Примечание: K_i^{nl} - коэффициент, характеризующий плотность населения; $P_{фак}$ - фактическая плотность населения, чел/км²; $P_{опт}$ - оптимальная плотность населения, которая соответствует уровню средней нагрузки, чел/км²; K_i^{np} - коэффициент, характеризующий плотность промышленного производства; $PP_{фак}$ - фактическая плотность промышленного производства, тыс. доллар/км²; $PP_{опт}$ - оптимальная плотность промышленного производства, которая соответствует уровню средней нагрузки, тыс. доллар/км²; K_i^{pa} - коэффициент, характеризующий распаханность естественных ландшафтов; $F_{рас}^{фак}$ - фактическая распаханность естественных ландшафтов, %; $F_{рас}^{опт}$ - оптимальная распаханность естественных ландшафтов, которая соответствует уровню средней нагрузки, %; $K_i^{жив}$ - коэффициент, характеризующий плотность животноводческой нагрузки; $N_{фак}^{жив}$ - фактическая плотность животноводческой нагрузки, условные головы/км²; $N_{опт}^{жив}$ - оптимальная плотность животноводческой нагрузки, которая соответствует уровню средней нагрузки, усл. гол/км².

Как видно из таблицы 2, в водосборах бассейна реки Каратал *низкая антропогенная нагрузка* (3 балла) наблюдается на территории Караталского района Алматинской области, где интегральный показатель техногенной нагрузки ($K_{тн}$) находится в пределах 0,003-0,008, что связано с сравнительно большой территорией.

Пониженная антропогенная нагрузка (4 балла) наблюдается на территории Коксуского района, где $K_{тн}$ находится в пределах 0,108-0,141, что связано со сравнительно небольшой территорией и плотностью населения и животноводства.

Средняя антропогенная нагрузка (5 баллов) наблюдается на территории Кербулакского района, где $K_{тн}$ находится в пределах 0,127-0,253, что связано со сравнительно небольшой территорией и плотностью населения, промышленности и животноводства.

Повышенная антропогенная нагрузка (6 баллов) наблюдается на территории Ескельдинского района, где $K_{тн}$ находится в пределах 0,368-0,461, что связано со сравнительно небольшой территорией и плотностью населения и животноводства.

Заключение. Проведенная комплексная оценка на основе многолетних информационно-аналитических (статистических) материалов водного и сельского хозяйств Алматинской области Республики Казахстан с использованием шкалы основных показателей для зонирования территории по степени антропогенной нагрузки А.Г. Исаченко позволила определить интенсивность техногенных нагрузок на бассейн трансграничной реки Каратал. При этом следует отметить, что в наибольшей степени хозяйственному освоению подвержены верховья и средняя часть водосбора бассейна реки Каратал, вследствие этого территория характеризуется максимальными уровнями промышленной и сельскохозяйственной нагрузок.

Список используемых источников

1. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – СПб. Издательский дом СПбГУ, 2001. – 328 с.
2. Щедрин В.Н., Гузыкин Д.С. Эколого-экономические аспекты обоснования мелиорации // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – №2. – С. 9-11.
3. Джени К. Средние величины. – М.: Статистика, 1990. – 341 с.
4. Статистический ежегодник Алматинской области (2011 год): Реальный сектор экономики. – Алматы, 2012. – С. 199-332.
5. Турсынбаев Н.А., Мустафаев Ж.С., Кирейчева Л.В. Методика оценки техногенной нагрузки на водосборную территорию бассейна реки на основе интегральных показателей антропогенной деятельности // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК. Материалы международной научно-практической конференции. – М.: Изд. ВНИИГиМ, 2017. – С. 155-158.

УДК 628. 515

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, А.Н. Калмашова

НАО «Казахский национальный аграрный университет», г. Алматы, Казахстан

Актуальность. В конце XX и в начале XXI-ого века появляется все больше свидетельств и доказательств возникновения и усиления роли антропогенного фактора в результате функционирования климатической системы и, в первую очередь, глобального изменения климата. Со времени проведения в 1972 году