

УДК 504.062.2:911.6

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КОСВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ВОДОСБОР БАСЕЙНА РЕКИ ШУ

Ж.С.Мустафаев¹ д.т.н., профессор, А.Т.Козыкеева² д.т.н., доцент, С.Д.Даулетбай³

¹ АО «Институт географии и водной безопасности», г. Алматы, Казахстан

E-mail: ingeo@mail

² Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

E-mail: info@kaznu.kz

³ Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

E-mail: into@tarsu.kz

На основе анализа многолетних информационно-аналитических материалов Национального статистического комитета Кыргызской Республики и Бюро национальной статистики Агентства по статистическому планированию и реформам Республики Казахстан по хозяйственному использованию территории водосбора бассейна трансграничной реки Шу проведена оценка косвенной антропогенной нагрузки, базирующаяся на показателях площадного и линейно-сетевого воздействия (демографическая, сельскохозяйственная и промышленная) в разрезе водохозяйственных участков и административных областей.

Ключевые слова: река, бассейн, водосбор, антропогенная нагрузка, косвенное воздействие, водно-земельные ресурсы

Поступила: 11.01.22

DOI: 10.54668/2789-6323-2022-104-1-50-64

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Водосбор бассейна трансграничной реки Шу для Кыргызской Республики и Республики Казахстан имеет стратегическое значение, выполняет экологические, экономические и социальные функции, является пространственным базисом для жизнедеятельности населения и природопользования, то есть для размещения сельскохозяйственных земель целевого назначения и объектов промышленности. Хозяйственная деятельность, как совокупность факторов, формирующаяся антропогенной нагрузкой (демографическая, сельскохозяйственная и промышленная) природной системы водосбора бассейна реки Шу, подлежит оценке и нормированию для выработки единой программы использования водно-земельных ресурсов и рационального размещения

производительных сил Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

Решение этих задач в долгосрочной перспективе осложняется в связи с ростом негативных воздействий на природную среду водосбора бассейна трансграничной реки Шу и последующих за ними последствий в экономической, социальной и экологической жизни Кыргызской Республики и Республики Казахстан, а также территориальным не-совпадением распределения водных ресурсов и потребителей.

Цель исследования – комплексная оценка косвенного воздействия антропогенной деятельности водосбора бассейна реки Шу, базирующейся на показателях площадного и линейно-сетевого воздействия (демографическая, сельскохозяйственная и промышленная), для территориальной организации и управления водно-земельными ресурсами.

Объектами исследования являются водосбор бассейна реки Шу и их системы использования природных ресурсов, как исторически сложившиеся формы жизнедеятельности населения и природопользования, то есть размещения сельскохозяйствен-

ных земель целевого назначения и объектов промышленности, обусловленных зональными различиями в разрезе водохозяйственных участков и административных областей (таблица 1) (Кирейчева Л.В. и др, 2016).

Таблица 1

Природно-географическое районирование территории водосбора бассейна реки Шу

Геоморфологическая схематизация (фация)	Административное деление			Площадь, км ²	
	республика	область	район		
Элювиальная	Кыргызстан	Горная зона		5668	
		Нарынская	Кочкарский		
Трансэлювиальная	Кыргызстан	Предгорная зона		3533	
		Чуйская	Каменский		
Трансаккумулятивная	Кыргызстан	Предгорная равнинная		1756	
		Чуйская	Чуйский		
			Ысык-Атинский		
	Казахстан	Жамбылская	Аламудинский	2415	
			Сокулукский	1503	
			Кордайский	2550	
Супераквильная	Казахстан	Равнинная зона		8973	
		Жамбылская	Шуский		12000
			Мойынкумский		50400
		Таласский	Сарысуский		31300
			Созакский		12000
Субаквильная	Казахстан	Туркестанская	41000		

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Косвенная антропогенная нагрузка, базирующаяся на показателях площадного и линейно-сетевого воздействия на водосборные территории речных бассейнов и, разработанных И.Д. Рыбкиной и Н.В. Стоящевой, шкале интенсивности антропогенной нагрузки (Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д., 2013), для характеристики уровня антропогенного воздействия и деятельности человека, базирующейся на градации основных региональных показателей антропогенной нагрузки А.Г.

Исаченко (Исаченко А.Г., 2001) и С.В. Одессер (Одессер С.В., 1991), носит визуальный характер, то есть отсутствуют комплексные интегральные показатели, характеризующие техногенные нагрузки (Мустафаев Ж.С., 2017).

Для оценки уровня антропогенных нагрузок на водосборы речных бассейнов, Ж.С. Мустафаевым разработана система математических моделей, позволяющих выявить вклад антропогенных факторов площадного и линейно-сетевого воздействия и интегрального показателя совокупных антропогенных нагрузок (K_{тн}), имеющих следующей вид (Мустафаев Ж.С., 2017):

$$K_{тн} = \sqrt{\prod_{i=1}^n K_i^i}, \tag{1}$$

где, $K_i^i = \exp(-K_i)$ - относительные значения уровня техногенных нагрузок на водосборные территории речных бассейнов или коэффициент антропогенной деятельности (Мустафаев Ж.С., 2017). Для оценки уровня техногенной нагрузки на водосборный бассейн трансграничных рек можно использовать показатель А.Г. Исаченко, И.Д. Рыбкиной и Н.В. Стоящевой, представив его в виде коэффициента (K_i), характеризующего отношение отдельной фактической техногенной нагрузки к оптимальному значению, который принят как уровень средней нагрузки, то есть (Мустафаев Ж.С., 2017):

Исаченко (Исаченко А.Г., 2001) и С.В. Одессер (Одессер С.В., 1991), носит визуальный характер, то есть отсутствуют комплексные интегральные показатели, характеризующие техногенные нагрузки (Мустафаев Ж.С., 2017).

- коэффициент ($K_i^{\text{пл}}$), характеризующий плотность населения: $K_i^{\text{пл}} = \frac{P_{\text{фак}}}{P_{\text{опт}}}$, где $P_{\text{фак}}$ - фактическая плотность населения, чел/км²; $P_{\text{опт}}$ - оптимальная плотность населения, которая соответствует уровню средней нагрузки, чел/км²;

- коэффициент ($K_i^{\text{пр}}$), характеризующий плотность промышленного производства: $K_i^{\text{пр}} = \frac{PP_{\text{опт}}}{PP_{\text{фак}}}$, где $PP_{\text{фак}}$ - фактическая плотность промышленного производства, тыс. доллар/км²; $PP_{\text{опт}}$ - оптимальная плотность промышленного производства, которая соответствует уровню средней нагрузки, тыс. доллар/км²;

- коэффициент ($K_i^{\text{ра}}$), характеризующий распаханность естественных ландшафтов: $K_i^{\text{ра}} = \frac{F_{\text{рас}}^{\text{опт}}}{F_{\text{рас}}^{\text{фак}}}$, где $F_{\text{рас}}^{\text{фак}}$ - фактическая распаханность естественных ландшафтов, %; $F_{\text{рас}}^{\text{опт}}$ - оптимальная распаханность естественных ландшафтов, соот-

ветствующая уровню средней нагрузки, % ;

- коэффициент ($K_i^{\text{жив}}$), характеризующий плотность животноводческой нагрузки: $K_i^{\text{жив}} = \frac{N_{\text{опт}}^{\text{жив}}}{N_{\text{фак}}^{\text{жив}}}$, где $N_{\text{фак}}^{\text{жив}}$ - фактическая плотность животноводческой нагрузки, условные головы/км²; $N_{\text{опт}}^{\text{жив}}$ - оптимальная плотность животноводческой нагрузки, усл. гол/км².

На основе системы количественного показателя, где уровень техногенной нагрузки характеризуется через шкалы интенсивности антропогенной нагрузки, предложенной И.Д. Рыбкиной и Н.В. Стояцовой, определены количественные и качественные значения интегрального показателя совокупных антропогенных нагрузок ($K_{\text{тн}}$) водосборных территорий речного бассейна с целью установления степени взаимосвязанности между этими показателями (таблица 2) (Мустафаев Ж.С., 2017).

Таблица 2

Шкала основных показателей антропогенной нагрузки и интегрального показателя совокупных антропогенных нагрузок на водосборы речных бассейнов

Интенсивность нагрузки (баллы)	Показатель антропогенной нагрузки				
	Плотность населения, чел/км ²	Плотность промышленного производства, доллар/км ²	Распаханность, %	Животноводческая нагрузка, усл.гол/км ²	$K_{\text{тн}}$
Незначительная (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	>0,00
Очень низкая (2)	<0,10	<0,35	<0,10	<0,10	0,00
Низкая (3)	0,20...1,0	0,36...3,50	0,20...1,00	0,20...1,00	0,002
Пониженная (4)	1,1...5,0	3,60...35,0	1,10...5,00	1,10...2,00	0,089
Средняя (5)	5,1...10,0	36,0...105,0	5,10...15,0	2,10...3,00	0,135
Повышенная (6)	10,1...25,0	106,0...140,0	15,1...40,0	3,10...6,00	0,383
Высокая (7)	25,1...50,0	141,0...170,0	40,1...60,0	6,10...10,0	0,556
Очень высокая (8)	>50,0	>170,0	>60,0	>10,0	>0,729

На основе многолетних информационно-аналитических материалов Национального статистического комитета Кыргызской Республики и Бюро национальной статистики Агентства по статистическому планированию и реформам Республики Казахстан для оценки косвенного воздействия антропогенной деятельности человека на водосбор бассейна реки Шу создана база исследований по посевным площадям сельскохозяйственных культур, поголовья скота и плотности промышленного производства (таблица 3...6).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе многолетних информационно-аналитических материалов (таблица 3-6), характеризующих динамику численности населения, сельскохозяйственных угодий, животноводства и промышленности в водосборах бассейна реки Шу и с использованием методологического подхода А.Г. Исаченко (Исаченко А.Г., 2001) и методов оценки плотности демографической, сельскохозяйственной и промышленной составляющих

Динамика населения в разрезе административных районов в водосборе бассейна реки Шу, тыс. чел.

Административная область	Год							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	52,92	53,05	53,18	53,69	54,19	54,69	55,19	55,69
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	1282,6	1293,1	1303,1	1320,6	1323,9	1334,0	1344,1	1354,1
Республика Казахстан								
Жамбылская	103,73	104,65	105,18	105,55	106,1	106,90	107,70	108,10
Сумма	1386,3	1397,8	1408,3	1426,2	1430,0	1440,9	1451,8	1462,2
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	229,73	231,77	230,56	228,14	226,21	222,10	220,20	220,40
Туркестанская	46,60	47,00	47,20	47,61	48,00	48,60	49,80	50,40
Сумма	276,33	278,77	277,76	275,75	274,21	270,70	270,00	270,80
Всего	1715,6	1729,6	1739,2	1755,6	1758,4	1766,3	1777,0	1788,7
Административная область	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	56,20	56,70	57,30	57,80	58,40	59,20	59,70	60,50
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	1364,3	1374,2	1382,1	1398,0	1415,6	1434,8	1453,4	1474,1
Республика Казахстан								
Жамбылская	108,60	109,90	111,30	113,30	115,30	128,70	130,40	132,50
Сумма	1472,9	1484,1	1493,4	1511,3	1530,0	1563,5	1583,8	1606,6
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	220,20	220,70	221,20	222,60	223,60	220,40	222,30	223,00
Туркестанская	51,20	52,10	53,20	54,50	55,60	54,30	55,50	56,80
Сумма	271,40	272,80	274,40	277,10	279,20	274,70	277,80	279,80
Всего	1800,5	1813,6	1825,1	1846,2	1868,5	1897,4	1921,3	1946,9
Административная область	Год							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	61,00	61,80	63,00	63,90	64,70	65,40	66,10	66,80
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	1505,9	1538,3	1572,0	1605,9	1640,6	1675,1	1714,1	1749,9
Республика Казахстан								
Жамбылская	134,70	137,40	139,50	141,50	142,80	143,80	145,00	145,50
Сумма	1640,6	1675,7	1711,5	1747,4	1783,4	1818,9	1859,1	1895,4
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	225,90	227,80	229,50	230,80	232,20	233,50	233,28	233,98
Туркестанская	58,30	59,80	60,80	61,70	62,00	61,50	62,10	62,85
Сумма	284,20	287,60	290,30	292,50	294,20	295,00	295,38	296,83
Всего	1985,8	2025,1	2064,8	2103,8	2142,3	2179,3	2220,5	2259,0

Динамика промышленности в разрезе административных районов в водосборе бассейна реки Шу, млн. долларов

Административная область	Год							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	0,092	0,125	0,153	0,183	0,192	0,201	0,209	0,218
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	15,113	19,886	30,405	40,475	43,478	46,686	50,119	53,245
Республика Казахстан								
Жамбылская	4,170	3,700	4,754	5,467	5,209	8,099	5,300	7,096
Сумма	19,283	23,585	35,158	45,941	48,687	54,785	55,419	60,341
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	30,373	26,959	34,625	39,819	54,889	49,561	34,586	69,571
Туркестанская	24,302	21,571	27,704	31,860	339,62	34,348	35,823	117,90
Сумма	54,675	48,530	62,329	71,679	88,851	83,909	70,409	187,45
Всего	74,050	72,240	97,641	117,80	137,73	138,90	126,04	248,03
Административная область	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	0,227	0,678	0,723	1,009	0,975	0,561	4,267	0,563
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	57,027	63,354	106,28	127,82	123,70	139,26	165,49	193,66
Республика Казахстан								
Жамбылская	7,908	17,543	25,994	29,828	8,002	24,958	3,062	30,897
Сумма	64,935	80,896	132,28	157,65	131,70	164,22	168,56	224,56
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	73,393	83,983	94,161	98,827	66,393	131,23	215,87	294,93
Туркестанская	77,871	132,71	144,20	275,89	443,55	549,57	652,72	1093,2
Сумма	151,26	216,69	238,36	374,72	509,94	680,08	868,60	1388,1
Всего	216,43	298,26	371,36	533,37	642,62	846,44	1041,4	1616,2
Административная область	Год							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	0,667	1,003	2,057	5,332	1,962	1,938	1,737	1,781
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	214,88	213,09	217,69	255,21	339,77	411,88	499,40	536,89
Республика Казахстан								
Жамбылская	40,139	41,714	27,772	38,131	49,319	38,658	40,309	42,301
Сумма	255,02	254,80	245,46	293,42	389,09	450,54	539,67	579,19
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	281,37	293,661	150,90	606,66	252,07	291,45	339,77	333,66
Туркестанская	1140,4	1010,8	646,65	741,37	768,13	592,90	731,80	689,28
Сумма	1421,8	1307,5	797,55	1348,0	1020,2	884,35	1071,57	1022,9
Всего	1677,4	1563,3	1045,1	1646,7	1411,3	1336,8	1611,2	1603,9

Таблица 5

Динамика сельскохозяйственных угодий в разрезе административных районов в водосборе бассейна реки Шу, тыс. га

Административная область	Год							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	29,98	28,95	29,02	29,09	29,16	28,40	27,65	27,57
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	234,51	228,20	231,70	229,08	227,61	225,49	220,15	224,11
Республика Казахстан								
Жамбылская	119,30	107,90	114,80	107,20	107,3	105,70	104,00	96,40
Сумма	353,81	336,10	346,50	336,28	334,91	331,19	324,15	320,51
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	131,30	102,70	93,50	84,80	83,80	91,60	103,10	108,50
Туркестанская	10,00	11,00	8,80	8,80	9,10	9,10	9,40	10,10
Сумма	141,30	113,70	102,30	93,60	92,90	100,70	112,50	118,60
Всего	525,09	478,75	477,82	458,97	456,97	460,29	464,30	466,68
Административная область	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	26,98	26,41	26,92	26,90	26,88	24,68	25,00	25,60
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	214,17	251,67	223,01	226,37	229,85	227,33	228,99	229,45
Республика Казахстан								
Жамбылская	100,40	92,10	92,20	90,40	92,00	91,90	97,00	96,90
Сумма	314,17	343,77	315,21	316,77	321,85	319,23	325,99	326,35
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	100,70	90,60	90,20	86,20	83,00	95,20	99,00	104,60
Туркестанская	10,10	8,80	8,00	7,10	5,00	6,20	7,40	9,80
Сумма	110,80	99,40	98,20	93,30	88,00	101,40	106,40	114,40
Всего	451,95	469,58	440,33	436,97	436,73	445,31	457,39	466,35
Административная область	Год							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	25,86	26,26	26,80	27,30	27,16	27,56	27,89	28,18
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	230,01	230,12	229,66	210,26	231,73	231,76	231,84	231,78
Республика Казахстан								
Жамбылская	100,40	101,70	108,90	110,50	112,30	114,30	115,60	120,70
Сумма	330,41	331,82	338,56	320,76	344,03	346,06	347,44	352,48
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	109,50	119,30	120,70	121,70	135,80	141,60	151,90	170,40
Туркестанская	11,20	13,00	12,20	12,60	13,00	11,90	13,10	13,12
Сумма	120,70	132,30	132,90	134,30	148,80	153,50	165,00	183,52
Всего	476,97	490,38	498,26	482,36	519,99	527,12	540,33	564,18

Динамика животноводства в разрезе административных районов в водосборе бассейна реки Шу, тыс. голов

Административная область	Год							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	192,94	190,97	189,00	187,03	188,53	190,02	191,52	193,02
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	399,21	395,97	390,04	384,23	381,67	394,11	400,03	408,94
Республика Казахстан								
Жамбылская	304,40	200,20	208,60	220,0	228,10	232,00	237,7	354,20
Сумма	703,61	596,17	598,64	604,23	609,77	626,11	637,73	763,14
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	644,30	447,70	389,80	418,30	450,30	648,00	720,60	814,80
Туркестанская	175,54	197,85	211,26	215,55	222,23	280,95	258,80	284,90
Сумма	819,84	645,55	601,06	633,85	672,53	928,95	979,40	1099,7
Всего	1716,4	1432,7	1388,7	1425,1	1470,8	1745,0	1808,6	2055,8
Административная область	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	194,51	209,13	223,74	238,40	242,00	243,10	244,40	252,20
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	418,79	441,22	463,60	482,32	514,06	521,55	541,64	554,71
Республика Казахстан								
Жамбылская	359,4	374,90	389,20	391,80	388,20	393,0	394,20	392,30
Сумма	778,19	816,12	852,80	874,12	902,26	914,55	935,84	947,01
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	867,40	914,00	1071,8	967,90	1115,0	1149,9	1059,8	1013,3
Туркестанская	295,20	329,40	356,40	351,00	376,10	369,80	328,70	247,70
Сумма	1162,6	1243,4	1428,2	1318,9	1491,1	1519,7	1388,5	1261,0
Всего	2135,3	2268,7	2504,7	2431,4	2635,4	2677,4	2568,7	2460,2
Административная область	Год							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Верховье водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Нарынская	257,20	266,00	267,30	271,80	283,90	286,20	295,00	296,10
Среднее течение водосбора реки Шу								
Кыргызская Республика								
Чуйская	571,05	613,85	635,99	651,64	663,54	673,11	690,19	699,65
Республика Казахстан								
Жамбылская	394,20	404,90	415,50	427,70	95,40	496,20	497,50	498,88
Сумма	965,25	1018,8	1051,5	1079,3	1158,9	1169,3	1187,7	1198,5
Низовье водосбора реки Шу								
Республика Казахстан								
Жамбылская	1026,3	1027,7	1040,9	1050,3	1149,7	1240,3	1143,9	1268,8
Туркестанская	257,80	258,30	225,20	261,15	260,82	270,70	275,70	290,80
Сумма	1284,1	1286,0	1266,1	1311,5	1410,5	1511,0	1419,6	1559,6
Всего	2506,6	2570,8	2584,9	2662,6	2853,3	2966,5	2902,3	3054,3

Ж.С. Мустафаева (Мустафаев Ж.С., 2017), показателей антропогенной нагрузки в разрезе выполнен прогнозный расчет с целью оценки зе водохозяйственных участков (таблица 7).

Таблица 7

Плотность антропогенной нагрузки в водосборе бассейна реки Шу в разрезе водохозяйственных участков

Административная область	Год							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Плотность населения, чел/км ²								
Верховье	9,33	9,36	9,38	9,47	9,56	9,65	9,74	9,83
Среднее течение	66,87	67,43	67,93	68,80	68,98	69,51	70,03	70,54
Низовье	1,88	1,90	1,896	1,88	1,87	1,85	1,84	1,85
Распаханность сельскохозяйственных угодий, %								
Верховье	5,28	5,11	5,12	5,13	5,14	5,01	4,88	4,86
Среднее течение	17,07	16,21	16,71	16,22	16,16	15,98	15,63	15,46
Низовье	0,96	0,78	0,70	0,64	0,63	0,69	0,77	0,81
Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²								
Верховье	34,04	33,69	33,35	32,99	33,26	33,53	33,79	34,05
Среднее течение	33,94	28,76	28,88	29,15	29,41	30,35	30,76	36,81
Низовье	5,59	4,40	4,10	4,32	4,58	6,33	6,67	7,50
Плотность промышленного производства, доллар/км ²								
Верховье	16,28	22,05	27,16	32,33	33,88	35,44	36,99	38,54
Среднее течение	930,21	1137,7	1696,0	2216,2	2348,6	2642,8	2673,4	2910,8
Низовье	372,70	330,81	424,88	488,61	605,67	571,98	479,96	1277,9
Административная область	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Плотность населения, чел/км ²								
Верховье	9,91	10,10	10,11	10,20	10,30	10,44	10,53	10,67
Среднее течение	71,05	71,59	72,04	72,90	73,85	75,42	76,40	77,50
Низовье	1,85	1,86	1,87	1,89	1,90	1,87	1,89	1,91
Распаханность сельскохозяйственных угодий, %								
Верховье	4,76	4,65	4,75	4,74	4,74	4,35	4,41	4,52
Среднее течение	15,16	16,58	15,20	15,28	15,53	15,40	15,73	15,74
Низовье	0,76	0,68	0,68	0,64	0,60	0,69	0,73	0,78
Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²								
Верховье	34,32	36,90	39,47	42,06	42,70	42,89	43,12	44,50
Среднее течение	37,54	39,37	41,14	42,17	43,52	44,12	45,14	45,68
Низовье	7,93	8,48	9,74	8,99	10,16	10,36	9,46	8,50
Плотность промышленного производства, доллар/км ²								
Верховье	40,09	119,59	127,47	178,09	167,24	99,03	752,73	99,33
Среднее течение	3132,5	3902,4	6380,9	7604,8	6353,3	7921,7	8131,0	10832,6
Низовье	1031,1	1477,1	1624,8	2554,3	3476,1	4640,8	5920,9	9462,3
Административная область	Год							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Плотность населения, чел/км ²								
Верховье	10,76	10,90	11,12	11,27	11,41	11,54	11,66	11,79
Среднее течение	79,14	80,83	82,56	84,29	86,03	87,74	89,68	91,43
Низовье	1,93	1,96	1,98	1,99	2,00	2,01	2,01	2,02
Распаханность сельскохозяйственных угодий, %								
Верховье	4,56	4,63	4,73	4,41	4,52	4,56	4,63	4,73
Среднее течение	15,94	16,01	16,33	15,47	16,60	16,69	16,76	17,00
Низовье	0,82	0,90	0,91	0,92	1,01	1,05	1,12	1,25
Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²								
Верховье	45,38	46,93	47,16	47,95	50,09	50,49	52,05	52,24
Среднее течение	46,56	49,14	50,72	52,07	55,91	55,41	57,29	57,82
Низовье	8,75	8,77	8,63	8,94	9,61	10,30	9,68	10,63
Плотность промышленного производства, доллар/км ²								
Верховье	117,73	176,92	362,90	940,59	346,14	341,89	306,40	314,24
Среднее течение	12302,0	12291,5	11840,8	14150,6	18769,5	21733,8	26033,2	27939,6
Низовье	9691,6	8912,9	5436,6	9189,0	6954,3	6028,29	7304,48	6973,02

Как видно из таблицы 7, плотность населения в верховьях водосбора бассейна реки Шу за рассматриваемый период 1997...2020 гг. низкая – от 9,31 до 11,79 чел/км², в среднем течении достаточно высокая, то есть колеблется от 66,53 до 91,43 чел/км², в низовьях очень низкая и колеблется от 1,92 до 2,02 чел/км². При этом уровень распашки за рассматриваемый период колеблется от 5,12 до 4,73% в верховьях водосбора бассейна реки Шу, в среднем течении – от 16,70 до 17,00 %, а в низовьях очень низкий и колеблется в пределах от 0,64 до 1,25 %. Высокая плотность животноводства наблюдается в верховьях водосбора бассейна реки Шу на территории Нарынской области Кыргызской Республики, где она за рассматриваемый период колеблется от 34,39 до 52,24 усл. гол/км², в среднем течении от 38,29 до 57,82 усл. гол/км², а в низовьях достаточно низкая и колеблется от 4,40 до 10,63 усл. гол/км². Плотность промышленного производства в верховьях очень низкая, за рассматриваемый период колеблется в пределах от 10,93 до 314,24 доллар/км², в среднем течении относительно высокая, колеблется в пределах от 710,34 до 27939,63 доллар/км², а в низовьях – от 373,55 до 6973,02 доллар/км², что показывает неравномерность размещения производительной силы на водосборных территориях бассейна реки Шу.

При выполнении прогнозного расчета для оценки антропогенной нагрузки в качестве базовых (оптимальных) составляющих демографической, сельскохозяйственной и промышленной плотностей, с использованием обобщенного интегрального показателя ($K_{тн}$), характеризующего количественное значение техногенных нагрузок природно-техногенных объектов в результате антропогенной деятельности, приняты средние значения пониженной антропогенной нагрузки по шкале основных показателей интенсивности нагрузки, предложенной А.Г. Исаченко (Исаченко А.Г., 2001), то есть: $P_{срi} = (P_{mini} + P_{maxi}) / 2$, где P_{mini} и P_{maxi} – минимальные и максимальные значения интенсивности нагрузки, соответствующие пониженной шкале интенсивности;

$P_{срi}$ – средние значения пониженной шкалы интенсивности (Мустафаев Ж.С., 2017).

На основе предложенного методологического подхода произведена оценка совокупной антропогенной нагрузки на территорию водосбора бассейна реки Шу в разрезе водохозяйственных районов (таблица 8).

На основе выполненного прогнозного расчета по оценке плотности и совокупных показателей антропогенных нагрузок определены интегральный показатель антропогенной нагрузки ($K_{тн}$) и интенсивность нагрузки (баллы) в пространственно-временном масштабе в водосборе бассейна реки Шу по водохозяйственным участкам, охватывающих 1997...2020 гг. (таблица 9).

Таким образом, выполненный прогнозный расчет по уровню совокупной антропогенной нагрузки на водосборных территориях бассейна реки Шу в разрезе водохозяйственных участков показал, что в верховьях Шу он колеблется в пространственно-временном масштабе от 0,0234 до 0,6690 и соответствует шкале от низкого до высокого уровня (3...7 баллов). При этом, в среднем течении реки Шу, где сосредоточены основные производительные силы Кыргызской Республики, интегральный показатель антропогенной нагрузки за рассматриваемые 1996...2020 годы колеблется в диапазоне от 0,8268 до 0,8860, что соответствует очень высокому уровню (8 баллов). В низовьях реки Шу, где расположены административные районы Жамбылской и Туркестанской областей Республики Казахстан, охватывающие достаточно большие территории, за рассматриваемый период с 1997...2020 гг., интегральный показатель колеблется в пределах от 0,0455 до 0,13190, что соответствует низкой и средней антропогенной нагрузке (3...7 баллов).

Показатели антропогенной нагрузки на территории водосбора бассейна реки Шу по во-дохозяйственным районам

Водохозяйственный участок	Показатель	Год							
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Плотность населения, чел/км ²									
Верховье	N_i/F_p	9,33	9,36	9,38	9,47	9,56	9,65	9,74	9,83
	$K_i^{пл}$	0,327	0,326	0,325	0,322	0,319	0,316	0,313	0,310
	K_{ni}	0,721	0,722	0,723	0,725	0,727	0,729	0,731	0,733
Среднее течение	N_i/F_p	66,87	67,43	67,93	68,80	68,98	69,51	70,03	70,54
	$K_i^{пл}$	0,046	0,045	0,045	0,044	0,044	0,044	0,044	0,043
	K_{ni}	0,955	0,956	0,956	0,957	0,957	0,957	0,957	0,958
Низовье	N_i/F_p	1,88	1,90	1,896	1,880	1,870	1,850	1,840	1,850
	$K_i^{пл}$	1,622	1,605	1,609	1,622	1,631	1,649	1,658	1,649
	K_{ni}	0,197	0,201	0,200	0,198	0,196	0,192	0,191	0,192
Распаханность сельскохозяйственных угодий, %									
Верховье	F_{pai}/F_p	4,52	4,56	4,63	4,73	5,14	5,01	4,88	4,86
	K_i^{pa}	0,675	0,669	0,659	0,645	0,593	0,609	0,625	0,628
	K_{pai}	0,509	0,512	0,517	0,524	0,553	0,544	0,535	0,534
Среднее течение	F_{pai}/F_p	15,74	15,94	16,01	16,33	16,16	15,98	15,63	15,46
	K_i^{pa}	0,194	0,191	0,191	0,187	0,189	0,191	0,195	0,197
	K_{pai}	0,834	0,835	0,826	0,830	0,828	0,826	0,823	0,821
Низовье	F_{pai}/F_p	0,780	0,820	0,900	0,910	0,630	0,690	0,770	0,810
	K_i^{pa}	3,910	3,720	3,390	3,350	4,841	4,420	3,960	3,765
	K_{pai}	0,020	0,024	0,034	0,035	0,008	0,012	0,019	0,024
Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²									
Верховье	$N_{жи}/F$	34,04	33,69	33,35	32,99	33,26	33,53	33,79	34,05
	$K_i^{ж}$	0,046	0,046	0,047	0,053	0,047	0,046	0,046	0,046
	$K_{жи}$	0,956	0,955	0,954	0,948	0,955	0,955	0,955	0,955
Среднее течение	$N_{жи}/F$	33,94	28,76	28,88	29,15	29,41	30,35	30,76	36,81
	$K_i^{ж}$	0,046	0,054	0,054	0,053	0,053	0,051	0,050	0,042
	$K_{жи}$	0,956	0,947	0,948	0,948	0,949	0,950	0,951	0,959
Низовье	$N_{жи}/F$	5,59	4,40	4,10	4,32	4,58	6,33	6,67	7,50
	$K_i^{ж}$	0,277	0,352	0,378	0,359	0,338	0,245	0,232	0,207
	$K_{жи}$	0,758	0,703	0,685	0,698	0,713	0,783	0,793	0,813
Плотность промышленного производства, тыс. доллар/км ²									
Верховье	PR_i/F	16,28	22,05	27,16	32,33	33,88	35,44	36,99	38,54
	$K_i^{пп}$	4,330	3,197	2,596	2,181	2,081	1,989	1,906	1,829
	$K_{ппi}$	0,013	0,049	0,075	0,113	0,125	0,137	0,149	0,161
Среднее течение	PR_i/F	930,2	137,7	1696,	2216,	2348,	2642,	2673,	2910,
	$K_i^{пп}$	0,076	0,051	0,042	0,032	0,030	0,027	0,026	0,024
	$K_{ппi}$	0,927	0,950	0,959	0,969	0,970	0,974	0,974	0,976

Водохозяйственный участок	Показатель	Годы							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Плотность населения, чел/км ²									
Верховье	N_i/F_p	9,91	10,10	10,11	10,20	10,30	10,44	10,53	10,67
	$K_i^{пл}$	0,308	0,302	0,302	0,299	0,296	0,292	0,290	0,286
	K_{ni}	0,735	0,739	0,739	0,742	0,744	0,747	0,748	0,751
Среднее течение	N_i/F_p	71,05	71,59	72,04	72,90	73,85	75,42	76,40	77,50
	$K_i^{пл}$	0,043	0,043	0,042	0,042	0,041	0,040	0,040	0,039
	K_{ni}	0,958	0,958	0,959	0,959	0,959	0,960	0,961	0,961
Низовье	N_i/F_p	1,85	1,86	1,87	1,89	1,90	1,87	1,89	1,91
	$K_i^{пл}$	1,649	1,640	1,631	1,614	1,605	1,631	1,164	1,597
	K_{ni}	0,192	0,194	0,196	0,199	2,009	0,196	0,312	0,203
Распаханность сельскохозяйственных угодий, %									
Верховье	F_{rai}	4,76	4,65	4,75	4,74	4,74	4,35	4,41	4,52
	$/F_p$								
	K_i^{pa}	0,641	0,656	0,642	0,643	0,643	0,701	0,692	0,675
Среднее течение	K_{rai}	0,527	0,519	0,526	0,526	0,526	0,496	0,501	0,510
	F_{rai}	15,16	16,58	15,20	15,28	15,53	15,40	15,73	15,74
	$/F_p$								
Низовье	K_i^{pa}	0,201	0,184	0,201	0,199	0,196	0,198	0,194	0,194
	K_{rai}	0,818	0,832	0,818	0,820	0,822	0,820	0,824	0,824
	F_{rai}	0,76	0,68	0,68	0,64	0,60	0,69	0,73	0,78
Низовье	$/F_p$								
	K_i^{pa}	4,013	4,485	4,485	4,766	5,083	4,420	4,178	3,910
	K_{rai}	0,018	0,011	0,011	0,009	0,006	0,012	0,015	0,020
Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²									
Верховье	$N_{жи}$	34,32	36,90	39,47	42,06	42,70	42,89	43,12	44,50
	$/F$								
	$K_i^{ж}$	0,045	0,042	0,039	0,037	0,036	0,036	0,036	0,035
Среднее течение	$K_{жи}$	0,956	0,959	0,962	0,966	0,964	0,965	0,965	0,966
	$N_{жи}$	37,54	39,37	41,14	42,17	43,52	44,12	45,14	45,68
	$/F$								
Низовье	$K_i^{ж}$	0,041	0,039	0,040	0,037	0,036	0,035	0,034	0,034
	$K_{жи}$	0,959	0,961	0,931	0,964	0,965	0,966	0,966	0,967
	$N_{жи}$	7,93	8,48	9,74	8,99	10,16	10,36	9,46	8,50
Низовье	$/F$								
	$K_i^{ж}$	0,196	0,183	0,159	0,172	0,153	0,150	0,164	0,182
	$K_{жи}$	0,822	0,833	0,853	0,842	0,859	0,861	0,849	0,833
Плотность промышленного производства, тыс. доллар/км ²									
Верховье	PR_i	40,09	119,6	127,5	178,1	167,2	99,03	752,7	99,33
	$/F$								
	$K_i^{пп}$	1,759	0,590	0,553	0,396	0,422	0,712	0,093	0,710
Среднее течение	$K_{при}$	0,172	0,554	0,575	0,673	0,656	0,491	0,911	0,492
	PR_i	3132,	3902,	6380,	7604,	6353,	7921,	8131,	10833
	$/F$	5	4	9	8	3	7	0	
Низовье	$K_i^{пп}$	0,023	0,048	0,011	0,009	0,011	0,009	0,009	0,007
	$K_{при}$	0,978	0,953	0,989	0,991	0,989	0,991	0,991	0,994
	PR_i	1031,	1477,	1624,	2554,	3476,	4640,	5920,	9462,
Низовье	$/F$	1	1	8	3	1	8	9	3
	$K_i^{пп}$	0,068	0,048	0,043	0,028	0,020	0,015	0,012	0,008
	$K_{при}$	0,934	0,953	0,957	0,973	0,980	0,985	0,988	0,993

Водохозяйственный участок	Показатель	Годы							
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Плотность населения, чел/км ²									
Верховье	N_i/F_p	10,76	10,90	11,12	11,27	11,41	11,54	11,66	11,79
	$K_i^{пл}$	0,283	0,280	0,274	0,271	0,267	0,264	0,262	0,259
	K_{ni}	0,754	0,756	0,760	0,763	0,766	0,768	0,770	0,772
Среднее течение	N_i/F_p	79,14	80,83	82,56	84,29	86,03	87,74	89,68	91,43
	$K_i^{пл}$	0,039	0,038	0,037	0,036	0,036	0,035	0,034	0,033
	K_{ni}	0,962	0,963	0,964	0,964	0,965	0,966	0,967	0,967
Низовье	N_i/F_p	1,93	1,96	1,98	1,99	2,00	2,01	2,01	2,02
	$K_i^{пл}$	1,580	1,556	1,540	1,533	1,527	1,517	0,517	0,510
	K_{ni}	0,206	0,211	0,214	0,203	0,217	0,219	0,219	0,221
Распаханность сельскохозяйственных угодий, %									
Верховье	F_{pai}/F_p	4,56	4,63	4,73	4,41	4,52	4,56	4,63	4,73
	K_i^{pa}	0,669	0,659	0,645	0,692	0,675	0,669	0,659	0,645
	K_{pai}	0,512	0,517	0,523	0,501	0,509	0,512	0,517	0,525
Среднее течение	F_{pai}/F_p	15,94	16,01	16,33	15,47	16,60	16,69	16,76	17,00
	K_i^{pa}	0,191	0,191	0,187	0,197	0,184	0,183	0,182	0,179
	K_{pai}	0,826	0,827	0,830	0,821	0,832	0,833	0,834	0,836
Низовье	F_{pai}/F_p	0,82	0,90	0,91	0,92	1,01	1,05	1,12	1,25
	K_i^{pa}	3,720	3,390	3,352	3,3150	3,020	2,945	2,723	2,440
	K_{pai}	0,024	0,037	0,035	0,036	0,049	0,053	0,066	0,087
Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²									
Верховье	N_{ji}/F	45,38	46,93	47,16	47,95	50,09	50,49	52,05	52,24
	$K_i^ж$	0,034	0,033	0,033	0,032	0,031	0,031	0,029	0,030
	K_{ji}	0,966	0,968	0,968	0,968	0,970	0,970	0,971	0,971
Среднее течение	N_{ji}/F	46,56	49,14	50,72	52,07	55,91	55,41	57,29	57,82
	$K_i^ж$	0,033	0,032	0,031	0,030	0,028	0,028	0,027	0,027
	K_{ji}	0,967	0,969	0,970	0,971	0,973	0,972	0,973	0,974
Низовье	N_{ji}/F	8,75	8,77	8,63	8,94	9,61	10,30	9,68	10,63
	$K_i^ж$	0,177	0,177	0,180	0,173	0,161	0,151	0,160	0,146
	K_{ji}	0,838	0,838	0,836	0,840	0,851	0,860	0,852	0,864
Плотность промышленного производства, тыс. доллар/км ²									
Верховье	PR_i/F	117,73	176,92	362,90	940,5	346,14	341,89	306,40	314,24
	$K_i^{пп}$	0,599	0,399	0,194	0,075	0,204	0,206	0,230	0,224
	$K_{при}$	0,550	0,671	0,823	0,928	0,816	0,819	0,794	0,799
Среднее течение	PR_i/F	12302	12292	11841	14151	18770	21734	26033	27940
	$K_i^{пп}$	0,006	0,006	0,006	0,009	0,004	0,003	0,003	0,003
	$K_{при}$	0,994	0,994	0,994	0,995	0,996	0,997	0,997	0,997
Низовье	PR_i/F	9691,6	8912,9	5436,6	9189,	6954,3	6028,3	7304,5	6973,0
	$K_i^{пп}$	0,007	0,008	0,013	0,008	0,010	0,012	0,010	0,010
	$K_{при}$	0,993	0,991	0,987	0,992	0,990	0,988	0,990	0,990

Интегральный показатель антропогенной нагрузки ($K_{тн}$) и интенсивность нагрузки (баллы) в водосборе бассейна реки Шу по водохозяйственным участкам

Годы	Водохозяйственные участки водосбора бассейна реки Шу					
	Верховье		Среднее течение		Низовье	
	$K_{тн}$	баллы	$K_{тн}$	баллы	$K_{тн}$	баллы
1997	0,068	3	0,840	8	0,050	3
1998	0,132	4	0,847	8	0,052	3
1999	0,165	5	0,847	8	0,0628	3
2000	0,205	5	0,854	8	0,065	3
2001	0,219	4	0,854	8	0,031	3
2002	0,235	4	0,855	8	0,040	3
2003	0,236	4	0,854	8	0,050	3
2004	0,245	4	0,858	8	0,060	3
2005	0,253	4	0,857	8	0,052	3
2006	0,452	6	0,858	8	0,042	3
2007	0,464	6	0,838	8	0,042	3
2008	0,503	6	0,854	8	0,037	3
2009	0,497	6	0,856	8	0,033	3
2010	0,419	6	0,856	8	0,045	3
2011	0,574	6	0,871	8	0,063	3
2012	0,426	6	0,872	8	0,058	3
2013	0,453	6	0,874	8	0,065	3
2014	0,504	6	0,876	8	0,080	3
2015	0,564	6	0,878	8	0,079	3
2016	0,588	7	0,873	8	0,173	5
2017	0,669	7	0,882	8	0,095	5
2018	0,559	7	0,883	8	0,099	5
2019	0,554	6	0,885	8	0,132	5
2020	0,560	7	0,886	8	0,110	5

ВЫВОДЫ

На основе анализа многолетних информационно-аналитических материалов Национального статистического комитета Кыргызской Республики и Бюро национальной статистики Агентства по статистическому планированию и реформам Республики Казахстан по хозяйственному использованию территории водосбора бассейна трансграничной реки Шу с использованием методологического подхода А.Г. Исаченко, Н.В. Стоящевой и И.Д. Рыбкиной и методики оценки антропогенной нагрузки в водосборную территорию речных бассейнов Ж.С. Мустафаева проведена оценка косвенной антропогенной нагрузки, базирующейся на показателях площадного и линейно-сетевого воздействия (демографическая, сельскохозяйственная и про-

мышленная) в разрезе водохозяйственных участков и административных областей.

В целом, на водосборе бассейна трансграничной реки Шу антропогенная нагрузка увеличивается вниз по течению рек, достигая наибольших величин в среднем течении на территориях Кыргызской Республики, которые позволяют уточнить, детализировать картину косвенных антропогенных нагрузок, наметить направления деятельности по их снижению. На Республику Казахстан, расположенную в нижней части водосбора бассейна трансграничной реки Шу, возлагается роль инициатора регулирования сбалансированного использования природных ресурсов и рационального размещения производительных сил региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Кирейчева Л.В., Козыкеева А.Т., Даулетбай С.Д. Комплексное обустройство реки Шу. - Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016. - 149 с. - ISBN 978-3-659-94611-0.
2. Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Трансграничные проблемы природопользования в бас-сейне Иртыш // География и природные ресурсы. - 2013.- №1.- С.26-32.
3. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – СПб: Изд-во С-Петербургского университета, 2001. - 328 с.
4. Одессер С.В. Территориальная дифференциация в экономико-географических типология // Известия АН СССР, Серия географическая. - 1991.- №6.- С. 61-69.
5. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Иванова Н.Ю., Ешмаханов М.К., Турсынбаев Н.А. Оценка техногенной нагрузки на водосборной территории бассейна трансграничной реки Талас на основе интегральных показателей антропогенной деятельности // Известия НАН РК, серия аграрных наук. - 2017. - №2.- С. 48-56.

1. Kireicheva L.V., Kozykeeva A.T., Dauletbai S.D. Kompleksnoe obustroistvo reki Shu. - Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016, 149 p. - ISBN 978-3-659-94611-0.
2. Stoyashcheva N.V., Rybkina I.D. Transgranichnye problemy prirodopol'zovaniya v basseine Irtysh // Geografiya i prirodnye resursy, 2013, №1, pp.26-32.
3. Isachenko A.G. Ekologicheskaya geografiya Rossii. - SPb: Izd-vo S-Peterburgskogo universiteta, 2001, 328 p.
4. Odesser S.V. Territorial'naya differentsiatsiya v ekonomiko-geograficheskikh tipologiya // Izvestiya AN SSSR, Seriya geograficheskaya, 1991, №6, pp. 61-69.
5. Mustafaev Zh.S., Kozykeeva A.T., Ivanova N.Yu., Eshmakhanov M.K., Tursynbaev N.A. Otsenka tekhnogennoi nagruzki na vodosbornoi territorii basseina transgranichnoi reki Talas na osnove integral'nykh pokazatelei antropogennoi deyatel'nosti // Izvestiya NAN RK,seriya agrarnykh nauk, 2017, №2, pp.48-56.

ШУ ӨЗЕННІНІҢ СУЖИНАУ АЛАБЫНДАҒЫ АДАМЗАТТЫҢ ЖАНАМА ТЕХНОГЕНДІК КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

Ж.С.Мустафаев¹ т.ғ.д., профессор, А.Т Козыкеева² т.ғ.д., доцент, С.Д.Даулетбай³

¹ «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: ingeo@mail

² Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: info@kaznau.kz

³ М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
E-mail: into@tarsu.kz

Қырғыз Республикасының Ұлттық статистикалық комитеті мен Қазақстан Респуб-ликасы Статистикалық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бю-росының трансшекаралық Шу өзенінің сужинау алабының алқабындағы сушаруашылық бөлімшелеріне және әкімшілік облыстарына негізделген шараушылыққа пайдалану бойынша, аумақтық және желілік-жүйелік әсерлердің (демографиялық, ауылшаруашылық және өнеркәсіптік) көрсеткіштерінің ұзақ мерзімді ақпараттық-талдамалық мәліметтерін талдау негізінде жанама техногендік жүктемелерді бағалау жүргізілді.

Түйін сөздер: өзен, алап, сужинау, техногендік жүктеме, жанама әсер, су-жер ресурсы

**CIRCULATION FEATURES OF PRECIPITATION FORMATION IN WINTER
IN THE NORTH AND SOUTH OF KAZAKHSTAN IN THE CONDITIONS OF
CLIMATE WARMING**

Zh.S. Mustafayev¹ doctor of technical sciences, professor, **A.T. Kozykeyeva**² doctor of technical sciences, **S.D. Dauletbay**³

¹ *Institute of Geography and water security, Almaty, Kazakhstan*

E-mail: ingeo@mail

² *Kazakh National Agrarian research University, Almaty, Kazakhstan*

E-mail: info@kaznau.kz

³ *M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*

E-mail: into@tarsu.kz

Based on the analysis of long-term information and analytical materials, the National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic and the Bureau of National Statistics of the Agency for Statistical Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan on the economic use of the catchment area of the transboundary Shu River Basin conducted an assessment of the indirect anthropogenic load based on indicators of areal and linear-network impacts (demographic, agricultural and industrial) in the context of water management areas and administrative regions.

Key words: river, basin, catchment, anthropogenic load, indirect impact, water and land resources