

ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ. КУРУЛУШ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТРОИТЕЛЬСТВО
TECHNICAL SCIENCE. CONSTRUCTION

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Иванова Н.И., Турсынбаев Н.А.

**ТАЛАС ДАРЫЯСЫНЫН БАССЕЙНИНИН ЭКОСИСТЕМАСЫН КОМПЛЕКСТҮҮ
ЖАЙГАШТЫРУУСУНДА ТАБИГҢЫЙ ПОТЕНЦИАЛДЫ БААЛОО**

Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Иванова Н.И., Турсынбаев Н.А.

**ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭКОСИСТЕМЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ
ОБУСТРОЙСТВЕ БАССЕЙНА РЕКИ ТАЛАС**

Zh.S. Mustafaeu, A.T. Kozykeeva, N.I. Ivanova, N.A. Tursynbaev

**ASSESSMENT OF NATURAL POTENTIAL OF THE ECOSYSTEM AT COMPLEX
ARRANGEMENT OF THE RIVER BASIN TALAS**

УДК: 574

«Казгидромет» жана «Кыргызгидромет» тердин материалдарынын системалык анализинин жана системалоонун негизинде Талас дарыясынын бассейнинин топурактарынын жемийштүүлүк потенциалы, «табигый капиталы» жана табигый экологиялык кызматы аныкталды.

Негизги сөздөр: жаратылыш, экология, кызмат, баалоо, экосистема, айлана чөйрө, дарыя, бассейн, ландшафт, топурактар, өсүмдүктөр, процесс.

На основе систематизации и системного анализа материалов «Казгидромет» и «Кыргызгидромет» определены почвенно-продукционный потенциал, «природный капитал» и природные экологические услуги речного бассейна Талас.

Ключевые слова: природа, экология, услуга, оценка, экосистема, окружающая среда, река, бассейн, ландшафт, почвы, растения, процесс.

On the basis of systematization and the system analysis of the materials "Kazgidromet" and "Kyrgyzgidromet" the soil and productional potential, "the natural capital" and natural ecological services of the river basin Talas are determined.

Key words: nature, ecology, service, assessment, ecosystem, environment, river, pool, landscape, soils, plants, process.

Актуальность. Под комплексным обустройством водосборов подразумевается целостная система поэтапных мероприятий на крупных генетически однородных территориях (водосборах), создающих агроландшафты, где природопользование оптимизировано на научной основе и увеличение продуктивности земель проводится при сохранении, а в случае необходимости, и при повышении общей экологической устойчивости ландшафтов.

В настоящее время состояние биосферы бассейна реки Талас становится важнейшим эколого-экономическим индикатором макроэкономического развития регионов. В связи с возрастающей угрозой деградации природы и полной ассимиляции экономических, социальных и экологических проблем на первый план выдвигается необходимость межгосударственного взаимодействия, учитывающего «экосистемные услуги» бассейна трансграничной реки Талас.

В настоящее время пристальное внимание уделяется проблеме изменения продуктивности растительного покрова, связанной также с глобальной трансформацией климата. В тоже время антропогенная трансформация экосистем, связанная в основном с изменениями в структуре землепользования и влиянием человека на плодородие почв, развивается в значительной мере независимо от климатических процессов и способна кардинально повлиять на продуктивности растительного покрова не только на локальном, но и на региональном, и даже на глобальном уровнях, которые необходимо учитывать при обустройстве бассейна реки Талас.

Цель работы – на основе комплексной оценки почвенно-продукционного потенциала на основе бассейнового подхода разработка научно-методических положений и практических рекомендаций, направленных на формирование и дальнейшее развитие экологических услуг для экологического обоснования обустройства бассейна реки Талас.

Объектами исследования явились экосистемы трансграничного бассейна реки Талас, расположенные на территории Кыргызстана и Казахстана (рисунок 1).

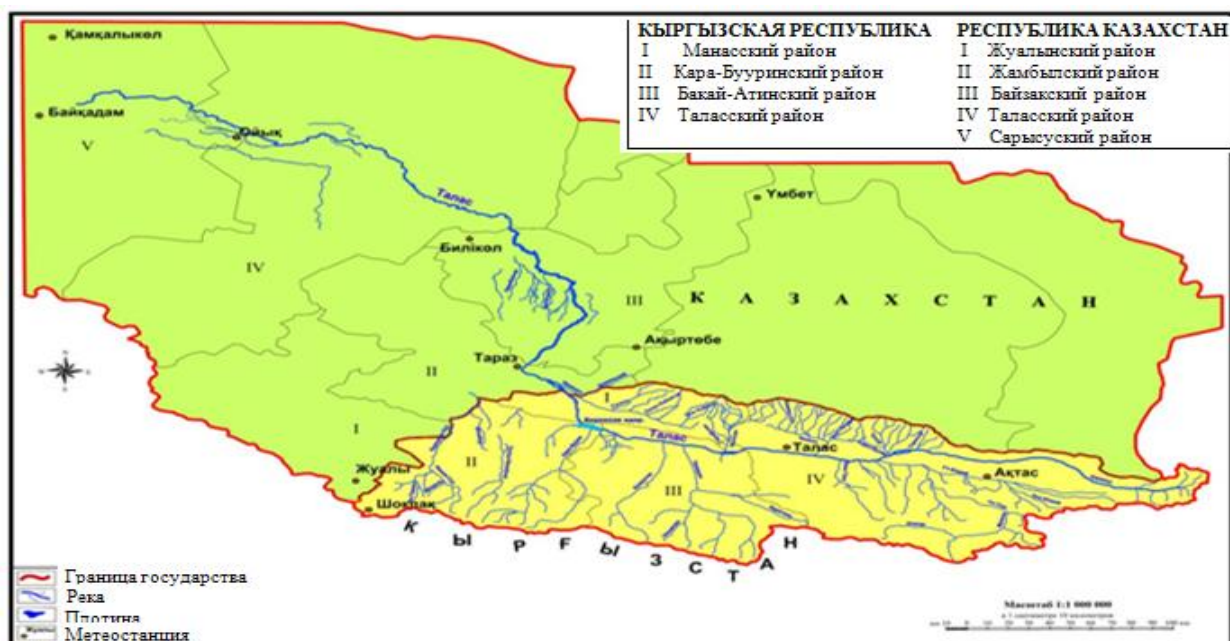


Рисунок 1 – Административное деление бассейна реки Талас.

Общая площадь бассейна реки Талас составляет 52.7 тыс. км², в том числе 11.43 тыс. км² (21,7%) в пределах Кыргызстана и 41.27 тыс. км² - в пределах Казахстана (таблица 1).

Таблица 1- Распределение земельных ресурсов в бассейне реки Талас в разрезе административных областей и районов.

Область	Район	Площадь	
		км ²	%
Кыргызская Республика			
Таласский	Манасский	1045	2.0
	Карабурунский	2952	5.6
	Бакайатинский	2318	4.4
	Таласский	5119	9.7
	Всего:	11434	21.7
Республика Казахстан			
Жамбыльский	Жамбыльский	4300	8.2
	Байзакский	4500	8.5
	Таласский	12200	23.1
	Сарысуский	20270	38.5
	Всего:	41270	78.3
Итого:		52700	100

Структура земельных ресурсов сельскохозяйственного пользования в бассейне реки Талас отличаются в зависимости от географических расположений областей и районов Кыргызской Республики и Республики Казахстан (таблица 2)

Таблица 2 - Структура земельных ресурсов сельскохозяйственного пользования в бассейне реки Талас.

Структура земельных ресурсов	Кыргызская Республика, Таласская область, тыс. га			
	Манас-ский	Кара-буурин-ский	Бакай-а-тин-ский	Талас-ский
Общая площадь	10450	29520	23180	51190
Пашня	26.0	50.4	20.7	35.0
Сенокос	-	-	210.0	2.825
Пастбища	-	188.0	254.098	269.7
Леса	0.433	0.246	0.665	0.866
Пастбищные леса	-	0.819	1.247	6.586
Земельные ресурсы, пригодные для сельского хозяйства, тыс. га				
	208.0	241.8	476.7	308.7
Структура земельных ресурсов	Республика Казахстан, Жамбылская область, тыс. га			
	Жамбыл-ский	Байзак-ский	Сары-суский	Талас-ский
Общая площадь	43000	45000	202700	122000
Пашня	67.5	74.3	30.0	45.9
Сенокос	7.0	6.3	64.1	23.7
Пастбища	173.5	337.7	2200.0	988.7
Леса	0.9	0.542	-	-
Земельные ресурсы, пригодные для сельского хозяйства, тыс. га				
	304.2	422.9	2300.0	1058.3

Состояние изучения проблемы. В настоящее время нет единого мнения относительно определения «экологическая услуга» при обустройстве речных бассейнов. Однако, наиболее близким по смыслу, отражающим сущность экологической услуги как услуги особого вида, можно назвать следующее определение: «услуги экологического характера – это мероприятия, осуществляемые различными организациями (учреждениями) на коммерческой, договорной или безвозмездной основе по реализации природоохранной деятельности для сторонних объектов» [1].

По мнению Н.Ф. Реймерса [2], экологический рынок – это подчиненная законам стоимости, спроса и предложения сфера трудового и товарно-денежного обращения, где свободно формируется спрос, предложение и цена на продукцию природоохранного назначения. Продукция природоохранного назначения – это работы и услуги производственного характера, использование которых обеспечивает охрану окружающей среды и воспроизводство природных ресурсов. В общем виде экологическая продукция может быть определена как искусственно воспроизводимая окружающая природная среда или отдельные ее элементы.

Экосистемным услугам посвящены научные работы С.Н. Бобылева, В.М. Захаровой [3] И.П. Глазырина [4], Р.А. Перелета [5], А.А. Тишкова [6], а также ряда зарубежных исследователей – Г. Дейли [7], Р.Констанзы [8], Д. Пирса [9] и другие [10].

Некоторое количественное выражение биосферных функций и экосистемных услуг степных ландшафтов можно найти в работах Н.И. Базилевича и другие [11], А.А. Титляновой [12], А.А. Чибилева [13], В.Г. Мордковича [14], Ж.С. Мустафаева [15].

Важнейшее место в изучении комплексного обустройства водосборов и мелиорации земель занимают исследования И.П. Айдарова [16], А.И. Голованова [17], Ю.П. Добрачева [18], А.Г. Исаченко [19], Л.В. Кирейчевой [20], А.Р. Хафизова [21], Ж.С. Мустафаева [22] и др.

Таким образом, *экосистемные услуги* при комплексном обустройстве речных бассейнов – это все те выгоды, которые человечество получает от экосистем, то есть это услуги экосистем по обеспечению человечества природными ресурсами, здоровой средой обитания, иными экологически и экономически значимыми «продуктами». Среди многочисленных экосистемных услуг выделяют: *снабжающие* (пища, вода, лес, сырье), *регулирующие* (воздействие на климат, контроль над наводнениями, стихийными бедствиями, качество водных ресурсов и пр.), *культурные* (рекреационные ресурсы, эстетические и духовные ценности природы) и *поддерживающие услуги* (почвообразование, фотосинтез, круговорот азота и другие).

Экосистемными услугами называются «материальные, энергетические и информационные потоки, порождаемые запасами природного капитала,

которые в сочетании с произведенным и человеческим капиталом обеспечивают благосостояние человечества».

Методика исследования. Методологией комплексного обустройства водосборов, учитывая многоаспектность проблемы, принята вся совокупность существующих в мелиорации методологических подходов. При обосновании обустройства бассейнов реки Талас приоритетными выбраны геосистемный и катенарный подходы. При этом объектом исследования выбран водосбор реки Талас, являющийся интегральным выражением устойчивых взаимосвязей между компонентами геосистемы и земной поверхностью.

Катенарный подход является основой геоморфологической схематизации катен при обосновании необходимости мелиорации водосборов. Водосбор представлен набором катен по количеству равным физико-географическим районам на водосборе. Геоморфологическая схема катены состоит из четырех фаций с разным высотным взаиморасположением. Элювиальная фация представляет возвышенность у водораздельной линии, трансэлювиальная – склон после точки перегиба, супераккумулятивная – низину надпойменных террас. Такая схематизация дифференцирует фации по типу водного питания [23], учитывает размеры и формы рельефа, представляет катену, как элементарный водосбор с его характерными особенностями. Поэтому при схематизации природных условий бассейна реки Талас было принято (рисунок 1), что каждый ландшафтный район представлен набором катен из характерных фаций [24; 25] с разным высотным взаиморасположением, определяемым глубиной расчленения рельефа (таблица 3).

Таблица 3 - Геоморфологическая схема катены бассейна реки Талас.

Катены	Физико-географическое районирование		Административное деление	
	Природные зоны	Зоны увлажнения	Республика, область	районы
Элювиальный	Горные степи	Умеренно-засушливая и влажная горная	Кыргызская Республика, Таласская область	Таласский
Таранс-элювиальный	Предгорная степь	Засушливая горная		Карабурунский, Бакайатинский, Бакайатинский
Супераккумулятивный	Предгорная полупустыня	Сухая предгорная	Республика Казахстан, Жамбылская область	Жамбылский, Байзакский
Акеальный	Пустыня южная	Очень сухая		Сарыусуский, Таласский

Состояние растительного покрова речных бассейнов тесно связано с особенностями почвен-

ного покрова, которому отводится особая роль в наземных экосистемах, поскольку он объединяет в единую функционирующую систему все остальные компоненты [26]. Обычно для характеристики каждого компонента экосистемы используется конкретный набор параметров и интегральных критериев.

Важнейшими характеристиками состояния растительного и почвенного покрова являются показатели его продуктивности, по которым оценивается и устойчивость экосистем, поэтому их широко используют в комплексных эколого-экономических оценках [27; 28]. В последнее время введено понятие «экосистемная услуга», в определенной степени связанная с биопродукционной функцией растительного покрова, которая рассматривается как важный фактор экономического развития [29].

Продуктивность растительного покрова учитывается при определении природно-ресурсного и биоресурсного потенциалов ландшафта [15; 18]; данные категории оценивают состояние почв и растительности в основном с позиции обеспечения социально-экономических потребностей человека и формирования среды его обитания. Однако недостаточно разработанными остаются вопросы математического моделирования для качественной и количественной оценки состояния системы «почва – растительный покров» и установления в ней взаимосвязей, которые дали бы возможность характеризовать пространственно-временные взаимосвязи в этой системе, а также степень ее нарушенности, потенциальные возможности и стабильности.

Бассейн реки Талас имеет полузамкнутый способ организации с четко выраженными границами, где ведущую системообразующую роль играет речной сток. Он формирует экосистему речного бассейна через распределение водных ресурсов, особенности рельефа и микроклимата, тем самым влияя на почвенный покров и растительность [30], которые составляют «природный капитал» региона.

Природный капитал речных бассейнов – запас природных производственных ресурсов, которыми наделено общество и которые могут использоваться в производственных целях, не нарушая экологическую устойчивость природной среды и материальную среду «экологической услуги».

Результаты исследования. Основной природоохранный объект – природный ландшафт, который по определению В.И. Вернадского представляет собой совокупность взаимодействия четырех геосфер: атмосферы (воздуха), гидросферы (воды), литосферы (земли) и биосферы (животного и растительного мира). Поэтому для оценки экологической услуги речных бассейнов можно использовать показатель экологической продуктивности ландшафтов [26].

Для комплексной характеристики состояния почвенного и растительного покровов экосистем можно использовать концептуальную модель

экологической оценки продуктивности ландшафтов, включающую [15]:

- модель экологической оценки продуктивности ландшафтов ($\hat{E}_y = \hat{E}_\delta \cdot \hat{E}_i$), которая определяется соотношением таких осредненных индикаторных величин, как коэффициент продуктивности растений ($\hat{E}_\delta = \hat{O}_i / \hat{I}\hat{O}$, где $\hat{I}\hat{O} = R \cdot \eta_{yi} / \tilde{N}$; $\hat{I}\hat{O}$ – потенциальная продуктивность растений; $\tilde{N}$ – калорийность единицы урожая органического вещества; η_{yi} – коэффициент использования свободной энергии; $\hat{O}_i = \hat{I}\hat{O} \cdot \eta_a = R \cdot \eta_{yi} / \tilde{N} \cdot \bar{R}$; $\bar{R}$ – радиационный «индекс сухости»), с учетом потенциальной возможности использования свободной энергии ($\eta_{yi} = k_{\hat{O}\hat{A}\hat{D}} / 100$; $k_{\hat{O}\hat{A}\hat{D}}$ – коэффициент использования растениями активной фотосинтетической радиации) и атмосферной влаги (η_a) и почвы ($\hat{E}_i = Q_i / Q_n$, где Q_i – энергия, затрачиваемая на почвообразование, кДж/см²; $Q_i = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R})$; α_o – коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы; $Q_n = R \cdot \exp(-0.9 \cdot \alpha_o)$), определяющихся на основе затрат энергии на почвообразовательный процесс;

- интегральную модель экологической оценки продуктивности ландшафтов, представляющую собой биоэнергетический ресурс природной системы, выраженную через продуктивности растений и почвы, которые определяются по выражению $\overline{\hat{P}\hat{C}}(\bar{R}) = \bar{S}(\bar{R}) \cdot \bar{I}(\bar{R}) \cdot \hat{E}_{\hat{a}\hat{a}} \cdot \hat{E}_s \cdot K_t \cdot K_{\hat{n}}$ (где $K_{\hat{a}\hat{a}}$ – коэффициент, характеризующий длительность вегетационного периода растений; K_s – коэффициент, характеризующий гидрогеохимический режим ландшафта; K_t – коэффициент, характеризующий температурный режим ландшафта; $K_{\hat{n}}$ – коэффициент, характеризующий качество воды речных бассейнов) и в этой модели использованы изменения интегрального показателя продуктивности как критерия, определяющего положение границ агроландшафтов;

- модель биоэкологической оценки продуктивности ландшафтов ($\hat{I}_{\hat{a}y} = \hat{E}_{\hat{a}y} \cdot \hat{E}_y$), которая определяется с помощью совокупности коэффициента использования биоэнергетических ресурсов растений ($\hat{E}_{\hat{a}y} = R \cdot \eta_{yi} / \hat{A}\hat{I}$, где $\hat{A}\hat{I}$ – биоэнергетический потенциал растений, 2500 ккал/(м² год); η_{yi} – коэффициент использования свободной энергии, который в естественных условиях равен 0.005;) и эффективности использования атмосферных осадков

$$(\hat{E}_y = \hat{I}_c / E_o; O_c - \text{атмосферные осадки, мм;}$$

$$E_o - \text{испаряемость, мм).}$$

Для соблюдения единого подхода к оценке продуктивности ландшафтов в таблице 4 приведена шкала оценки экологической продуктивности ландшафтов.

Таблица 4 - Шкала оценки экологической продуктивности ландшафтов.

Индекс	Показатели оценки экологической продуктивности ландшафтов		
	$\bar{I}_{\text{э}}^{\text{э}}$	$\bar{E}_{\text{э}}^{\text{э}}$	$\bar{P}\bar{C} (\bar{R})$
Очень низкая	<0.01	<0.10	<0.10
Низкая	0.01-0.02	0.10-0.20	0.10-0.20
Пониженная	0.02-0.030	0.20-0.30	0.20-0.30
Средняя	0.03-0.04	0.30-0.40	0.30-0.40
Выше средней	0.04-0.05	0.40-0.50	0.40-0.50

Повышенная	0.05-0.06	0.50-0.60	0.50-0.60
Высокая	0.06-0.07	0.60-0.80	0.60-0.80
Очень высокая	>0.08	>0.80	>0.80

Разработанные шкала и методологическое обеспечение для оценки экологической продуктивности ландшафтов позволяют определить характер описываемой геосистемы, определяемый классом решаемых задач и наличием материалов, характеризующих состояние компонентов природной системы.

На основе систематизации и системного анализа информационно-аналитических материалов «Казгидромет» и «Кыргызгидромет» определены экологическая, биоэкологическая и биоэнергетическая продуктивности ландшафтной системы бассейна реки Талас, которые приведены в таблицах 5-8.

Таблица 5 – Энергетические ресурсы природной системы бассейна реки Талас.

Метеостанция	$\bar{I}_{\text{м}}$	R , кДж/см ²	$\bar{R}$	Количественная оценка продуктивности компонентов ландшафтов			
				растений (ц/га)		почвы (кДж/см ²)	
				$\bar{I}\bar{O}$	$\bar{O}_i$	$\bar{Q}_i$	$\bar{Q}_n$
Горный класс ландшафтов (элювиальный фаций)							
Акташ	2000	156.3	1.31	93.78	52.06	84.4	97.7
Предгорный подкласс ландшафтов (тарансэлювиальный фаций)							
Талас	1220	164.2	3.00	98.52	32.09	40.0	102.6
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (супераквальный фаций)							
Тараз	642	170.9	5.00	102.54	24.24	68.8	108.7
Равнинный класс ландшафтов (аквальный фаций)							
Ойык	373	185.2	3.19	111.12	31.95	54.4	113.4
Байкадам	336	180.8	9.10	127.10	13.97	2.7	113.0
Камкалы-кол	207	219.2	11.0	131.73	11.97	1.3	137.0

Таблица 6 - Продуктивности естественных ландшафтов природных систем речных бассейнов Талас в зависимости от высотной поясности.

Метеостанция	$\bar{I}_{\text{м}}$	$\bar{R}$	Коэффициенты				$\bar{P}\bar{C}(\bar{R})$
			$K_{\bar{a}\bar{a}}$	K_s	K_t	$K_{\bar{n}}$	
Горный класс ландшафтов (элювиальный фаций)							
Акташ	2000	1.31	0.40	1.00	0.59	1.00	0.680
Предгорный подкласс ландшафтов (тарансэлювиальный фаций)							
Талас	1220	3.00	0.49	1.00	0.56	1.00	0.654
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (супераквальный фаций)							
Тараз	642	5.00	0.54	1.00	0.81	1.00	0.331
Равнинный класс ландшафтов (аквальный фаций)							
Ойык	373	3.19	0.51	0.85	0.89	0.85	0.006
Байкадам	336	9.10	0.50	0.65	0.88	0.80	0.001
Камкалы-кол	207	11.0	0.49	0.50	0.93	0.75	0.003

Таким образом, как следует из таблиц 5-8, принимая за основу эколого-биоэнергетическую оценку продуктивности ландшафта, можно вычислить не только их теплообеспеченность и влагообеспеченность, а также и продуктивность растений и почвы, и в целом продуктивность земель с учетом геохимических и биохимических особенностей почвы.

При этом количественные показатели продуктивности ландшафтных систем бассейна реки Талас не учитывают местный сток, приток и отток влаги в пониженные фации катен водосборов, и соответственно, показывают степень тепло- и влагообеспеченности территории водосборов, и относительно их возвышенных фаций.

Таблица 7- Показатель биоэкологической оценки продуктивности ландшафтов бассейна реки Талас.

Метеостанция	$\bar{I}$, м	$\bar{R}$	R , кДж/см ²	O_c , мм	Коэффициенты		$\bar{I}_{ay}$
					K_{ay}	K_y	
Горный класс ландшафтов (элювиальный фаций)							
Акташ	2000	1.31	156.3	469	0.078	0.53	0.041
Предгорный подкласс ландшафтов (тарансэлювиальный фаций)							
Талас	1220	3.00	164.2	327	0.082	0.30	0.024
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (супераквальный фаций)							
Тараз	642	5.00	170.9	287	0.087	0.20	0.017
Равнинный класс ландшафтов (аквиальный фаций)							
Ойык	373	3.19	185.2	283	0.093	0.19	0.018
Байкадам	336	9.10	180.8	155	0.090	0.11	0.010
Камкалы-кол	207	11.0	219.2	139	0.110	0.12	0.013

Таблица 8 - Количественная оценка продуктивности компонентов ландшафтов бассейна реки Талас.

Метеостанция	$\bar{I}$, м	$\bar{R}$	Коэффициенты		$\hat{E}_y$
			растений ($\hat{E}_\delta$)	почвы (K_n)	
Горный класс ландшафтов (элювиальный фаций)					
Акташ	2000	1.31	0.56	0.86	0.48
Предгорный подкласс ландшафтов (тарансэлювиальный фаций)					
Талас	1220	3.00	0.33	0.40	0.13
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (супераквальный фаций)					
Тараз	642	5.00	0.24	0.63	0.15
Равнинный класс ландшафтов (аквиальный фаций)					
Ойык	373	3.19	0.29	0.48	0.14
Байкадам	336	9.10	0.11	0.25	0.06
Камкалы-кол	207	11.0	0.31	0.35	0.11

Для комплексного обустройства больше подходит классификация по природно-климатическим и почвенно-экологическим показателям, объединяющая водосборы и их катены в однотипные ландшафтные группы по наиболее значимым показателям по тепло- и влагообеспеченности [15].

В этом случае можно получить объективную оценку сложившихся климатических условий продуктивности ландшафта и в эколого-экономическом аспекте обосновать размещение производительных сил с целью эффективного использования биоэнергетических ресурсов природной системы.

Таким образом, на основе экологической продуктивности ландшафтов можно определить «природный капитал» речных бассейнов, то есть природную экологическую емкость бассейна реки Талас, для разработки целостной системы комплексного обустройства водосборов.

Основными элементами природной среды, создающих природный энергетический капитал, являются: солнечная энергия, энергетический потенциал почвы, энергия атмосферных осадков и площадь территории речных бассейнов. Солнечная энергия ($\hat{A}_s$), играющая роль внешнего, определяющего развитие системы потока, вычислялась по формуле Г. Одума [28]: $\hat{A}_s = F \cdot R$, где F - площадь территории, км²; R - среднегодовая солнечная радиация, кДж/см².

Энергия атмосферных осадков ($\hat{A}_{in}$, кДж/год) определена по формуле Г. Одума [28]: $\hat{A}_{oc} = F \cdot O_c \cdot G$, где O_c - количество выпадающих осадков (мм/год); G - свободная химическая энергия Гиббса без учета транспирации растениями – 4,94 Дж/г или 4940 Дж/кг.

Энергетический потенциал почвы (E_n) исследуемой территории вычислялся по формуле В.М. Володина [31]: $\hat{A}_n = H \cdot G_a \cdot d \cdot Q_n$, где H - запасы гумуса в почвенном слое (0-35 см); G_a - общий гумус, %; d - объемная масса почвы, г/см³; Q_n - энергетический эквивалент гумуса, Дж/га.

Энергетический потенциал стока ($\hat{A}_p$) речных бассейнов можно определить по формуле: $\hat{A}_p = W \cdot G$, где W - объем среднегодового стока реки, км³.

На основе приведенных методов оценки солнечной энергии и энергии атмосферных осадков, энергетического потенциала почвы и воды определен «природный капитал» бассейна реки Талас по административным границам Кыргызстана и Казахстана (таблица 9).

Таблица 9 - Энергетические показатели функционирования речных бассейнов
Талас по административным границам Кыргызстана и Казахстана.

Структуры земельных ресурсов	Кыргызская Республика, Таласская область, тыс. га			
	Манасский	Карабууринский	Бакайатинский	Таласский
1	2	3	4	5
Показатели земельных ресурсов				
Общая площадь (F)	10450	29520	23180	51190
Пашня ($F_{\bar{i}}$)	26.0	50.4	20.7	35.0
Сенокос ($F_{\bar{n}}$)	-	-	210.0	2.825
Пастбища ($F_{i\bar{a}}$)	-	188.0	254.098	269.7
Леса ($F_{\bar{e}}$)	0.433	0.246	0.665	0.866
Пастбищные леса ($F_{i\bar{e}}$)	-	0.819	1.247	6.586
Природные ресурсы				
Среднегодовая сол-нечная радиация (R), кДж/м².	1642000	1642000	1563000	1563000
Количествоосадков (O_c), мм	469	469	327	327
Общий гумус ($G_{\bar{a}}$), %	3-4	3-4	3-4	3-4
Среднегодовой сток реки (W), км³	1.53			
Энергетические показатели (10 ¹¹ , кДж)				
Солнечная энергия ($\dot{A}_s$)	171.589	484.718	362.303	800.100
Энергия атмосферных осадков ($\dot{A}_{i\bar{n}}$)	2.42	6.84	3.74	8.27
Энергетический потенциал почвы (E_n)	7.94	22.43	17,62	38.90
$\dot{A} = \dot{A}_s + \dot{A}_{i\bar{n}} + \dot{A}_{\bar{i}}$	181.949	513.988	383.663	847.270
Энергетический потенциал стока ($\dot{A}_p$)	75.582			
$\dot{A} = \dot{A}_s + \dot{A}_{i\bar{n}} + \dot{A}_{\bar{i}} + \dot{A}_{\bar{o}}$	2002.452			
Структуры земельных ресурсов	Республика Казахстан, Жамбыльская область, тыс. га			
	Жамбыл-ский	Байзакский	Сарысуский	Таласский
Общая площадь (F)	43000	45000	202700	122000
Пашня ($F_{\bar{i}}$)	67.5	74.3	30.0	45.9
Сенокос ($F_{\bar{n}}$)	7.0	6.3	64.1	23.7
Пастбища ($F_{i\bar{a}}$)	173.5	337.7	2200.0	988.7
Леса ($F_{\bar{e}}$)	0.9	0.542	-	-
Пастбищные леса ($F_{i\bar{e}}$)	-	-	-	-
Природные ресурсы				
Среднегодовая солнечная радиация (R), кДж/м².	1709000	1709000	1817000	1808000
Количествоосадков (O_c), мм	287	287	155	314
Среднегодовой сток реки (W), км³	0.90			
Энергетические показатели (10 ¹¹ , кДж)				
Солнечная энергия ($\dot{A}_s$)	734.870	769.05	3683.059	2205.760
Энергия атмосферных осадков ($\dot{A}_{i\bar{n}}$)	6.096	6.380	15.521	18.924
Энергетический потенциал почвы (E_n)	32.680	34.200	154.052	92,720
$\dot{A} = \dot{A}_s + \dot{A}_{i\bar{n}} + \dot{A}_{\bar{i}}$	773.646	809.630	3852.632	2317.404
Энергетический потенциал стока ($\dot{A}_p$)	44.460			
$\dot{A} = \dot{A}_s + \dot{A}_{i\bar{n}} + \dot{A}_{\bar{i}} + \dot{A}_{\bar{o}}$	7797.772			

Из таблицы 9 следует, что «природный капитал» речного бассейна реки Талас в пределах Кыргызстана составляет 2002.452×10^{11} кДж, а по Казахстану приходится 7797.772×10^{11} кДж, то есть 3.5 раза больше. При этом удельный «природный капитал» на тысячи гектаров занимаемой территории в Кыргызстане - 0.175×10^{11} кДж, а в Казахстане - 0.189×10^{11} кДж, то есть не значительно больше за счет земельных ресурсов.

Однако энергетический потенциал речного стока на территории Кыргызстана составляет 75.582×10^{11} кДж, а в Казахстане - 44.460×10^{11} кДж, то есть 1.7 раза меньше, что показывает достаточно высокую возможность оказания Кыргызстана экологической услуги по водообеспеченности Казахстану.

Таким образом, бассейн реки Талас имеет достаточно высокий «природный капитал» и при эффективном их использовании можно создать экологические и экономические устойчивые агроландшафтные системы, обеспечивающих продовольственную безопасность региона при соблюдении компенсирующих принципов природных и природно-техногенных экологических услуг.

Заключение и рекомендации. Исследование потоков энергии ландшафтных систем в бассейне трансграничной реки Талас с учетом ее качества дает реальную оценку веса отдельных составляющих суммарного потока энергии «природного капитала» и определить наличие энергетических ресурсов для оказания экологических услуг для создания высокоэффективных агроландшафтных систем.

Проведенные исследования показывают структуру поступающих потоков энергии в бассейне трансграничных рек Талас, дают объективную картину соотношения различных видов энергии и позволяют оценить уровень экспорта экологических услуг между территориями в рамках административного деления, которые могут быть использованы при комплексном обустройстве речных бассейнов.

Полученные результаты позволяют оценить реальное состояние энергетических ресурсов бассейна реки Талас в естественном состоянии, так и под воздействием антропогенного фактора и могут быть использованы в работах по рационализации структуры потоков энергии при сбалансированном использовании природно-ресурсного потенциала региона для конструирования высокоэффективных агроландшафтных систем.

Таким образом, эффективное использование энергетических ресурсов при комплексном обустройстве бассейна реки Талас с экологической и экономической точек зрения возможно, если оно способствует поддержанию экологической, экономической и социальной устойчивости с ее структурно-функциональными особенностями потоков энергии. Поэтому дальнейшее изучение пространственно-временной динамики параметров энергетического потенциала является актуальным как с научной, так и практической стороны и должно

способствовать регламентации антропогенного воздействия и экологических услуг с учетом естественных и стабильных состояний экосистем.

Литература:

1. Серов Г.П. Экологический аудит [Текст] / Серов Г.П. - М.: Экзамен, 1999. - 448 с.
2. Реймерс Н. Ф. Природопользование. Словарь-справочник [Текст] / Реймерс Н.Ф.. -М.: «Мысль», 1990. - 639 с.
3. Бобылев С.Н. Экосистемные услуги и экономика [Текст] / Бобылев С.Н., Захаров В.М.. - М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития: Центр экологической политики России, 2009. - 72 с.
4. Глазырина И.П. Природный капитал в экономике переходного периода [Текст] / Глазырина И.П. - М.: НИИ-Природа, РЭФИА, 2001. - 204 с.
5. Перелет Р.А. Системное управление переходом к устойчивому развитию [Текст] / Перелет Р.А. // Труды ИСА РАН. - 2009. - № 42. - С. 87-103.
6. Тишков А. А. Дискуссия о внутреннем влагообороте: дополнительные штрихи к истории отечественной географии XX века [Текст] / Тишков А. А. -М.: Известия РАН, Серия географическая, 2008.- №5.- С. 132-141.
7. Daily G. Nature's Services: Social Dependence on Natural Ecosystems / G. Daily. - Washington : Island Press, 1997. - 392 p.
8. Costanza R. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital / R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot, et al. // Nature. - Vol. 387, 15 May 1997.
9. Pearce D.W. World Without End: Economics, Environment, and Sustainable Development / D. W. Pearce, J. W. Warford. - Oxford : Oxford University Press, 1993. - P. 139-143.
10. Сотник И.Н. Анализ подходов к экономической оценке экосистемных услуг [Текст] / Сотник И.Н., Могиленец Т.В. // Механізм регулювання економіки, 2011.- № 2.- С.152-158.
11. Базилевич Н.И. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем [Текст] / Базилевич Н. И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. -М.: Наука, 1986. - 296 с.
12. Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах [Текст] / Титлянова А.А.. - Новосибирск: Наука, 1977.- 220 с.
13. Чибилёв А.А. Введение в геоэкологию (эколого-географические аспекты природопользования) [Текст] / Чибилёв А.А. - Екатеринбург: УрОРАН, 1998. - 53.
14. Мордкович В.Г. Степные экосистемы / Под редакцией И.Э. Смелянский. (2-е изд. испр. и доп.) [Текст] / Мордкович В.Г.- Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. - 170 с.
15. Мустафаев Ж.С. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов [Текст] / Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Адильбектеги Г.А. - Тараз, 2007.-218 с.
16. Айдаров И.П. Комплексное обустройство земель [Текст] / Айдаров И.П.-М.: МГПУ, 2007.- 208 с.
17. Голованов, А. И. Комплексное обустройство территорий - дальнейший этап мелиорации земель [Текст] / А.И.Голованов, Ю. И. Сухарев, В.В. Шабанов // Мелиорация и водное хозяйство.- 2006. -№2.- С.25-31.
18. Добрачев Ю.П. Теория и технология управления орошением на основе эколого-физиологических моделей Электронный ресурс.: автореф. дис. докт. наук./Ю.П. Добрачев. М.: РГБ, 1998. - 47 с.

19. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды [Текст] / А.Г. Исаченко. М.: Мысль, 1980. - 264 с.
20. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами [Текст] / Под ред. Л.В. Кирейчевой.- М.: ВНИИА.- 2010.-240 с.
21. Хафизов А.Р. Комплексное обустройство степных водосборов Республики Башкортостан [Текст] / А.Р.Хафизов, Д.Н. Кутлияров, А.Н. Кутлияров. Уфа: Изд-во БГАУ, 2009. - 96 с.
22. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель.- Тараз, 2004.- 306 с.
23. Брудастов А.Д. Осушение минеральных и болотных земель [Текст] / А.Д. Брудастов. М.: Сельхозгиз, 1934. - 433 с.
24. Пологинов, Б. Б. Учение о ландшафтах [Текст] / Б.Б.Пологинов // Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. - С. 492-511.
25. Глазовская М.А. Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозное ландшафтно геохимическое районирование [Текст] / М.А. Глазовская // Устойчивость геосистем . - М.: Наука, 1983. - С. 61-78.
26. Вернадский В.И. Об участии живого вещества в создании почв [Текст] /Вернадский В.И. // Труды по биологии и геохимии почв. -М.,1992.- 415 с.
27. Исаченко А.Г. Интенсивность функционирования и продуктивность геосистем [Текст] / Исаченко А.Г. // Известия РАН, серия географическая, 1990.- № 5. - С. 5-17
28. OdumH.T. Environmental Accounting. EMERGY and Enviromental Decision Making. N.Y.: John Willey & Sons.- 1996.-370 p.
29. Матрынов А.С. Россия на международном рынке экосистемных услуг [Текст] /Матрынов А.С., Тишков А.А. // Биологические ресурсы и устойчивое развитие. - Пушкино, 2001.- С. 60-63.
30. Корытный Л.М. Бассейновый подход в географии [Текст] / Корытный Л.М. //География и природные ресурсы. 1991.- №1.- С 161-166.
31. Володин В.М. К вопросу о производительности почвы [Текст] / Володин В.М. //Научн. тех. бюл. ВНИИЗиЗПЭ. - Курск, 1986. - №3. -С. 3-11.

Рецензент: д.т.н., профессор Логинов Г.И.