

11. Vermikultura i proizvodstvo (Mnogourovnevoe razvedenie krasnogo kalifornijskogo chervya) / M.F. Gorodnij, A.V. Bykiv, N.A. Pasechnik. i dr. – Moskva: ILKO. – 2012. – 52 s.

12. **Shinkarevsky P.V.** Vliyanie polozhitelnyh temperatur na razvitie dozhdevykh chervej na substrate iz pishchevyh othodov v zimnee vremya / P.V. Shinkarevsky, N.B. Osmanova, D.V. Balichieva // Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya, himiya. – 2013. – № 1 (65). – S. 286-290

13. **Piotrovsky D.L.** Ispolzovanie chervya tipa «Staratel» pri promyshlennom vermikompostirovanii / D.L. Piotrovsky, U.V. Druzhinina, M.V. Yanaeva // Sovremennye problem i puti ih resheniya v nauke, proizvodstve i obrazovanii. – 2016. – № 1. – S. 131-133

14. Razmnozhenie staratelya [elektronny resurs] URL: [http://farm-worm.com/razmnozhenie-staraelya/#:~:text=Dlya%20uspeshnogo%20razvedeniya%20и%20soderzhaniya,v%20tele%20samogo%20zhivotnogo\)%3B](http://farm-worm.com/razmnozhenie-staraelya/#:~:text=Dlya%20uspeshnogo%20razvedeniya%20и%20soderzhaniya,v%20tele%20samogo%20zhivotnogo)%3B) (data obrashcheniya: 10.07.2020)

15. **Shabanov V.V.** Bioklimaticheskoe obosnovanie melioratsij – L.: Gidrometeoizdat,

1973. – 165 s. <http://elib.timacad.ru/dl/full/f33.pdf/info>, (data obrashcheniya 29.07.20)

16. **Shabanov V.V.** Vлагообеспеченность yarovoj pshenitsy i ee raschet. – L.: Gidrometeoizdat, 1981. – 142 s. <http://elib.timacad.ru/dl/full/f42.pdf/info>, (data obrashcheniya 29.07.20).

17. **Pchelkin V.V.** Obosnovanie meliorativnogo rezhima osushaemyh pojmyennyh zemel: Monografiya. – M.: KolosS, 2003. – 253 s.

The material was received at the editorial office
30.07.2020

Information about the authors

Shabanov Vitalij Vladimirovich, honorary worker of higher vocational education, doctor of technical sciences, professor of the department of land reclamation and reclamation, FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, B. Academicheskaya, 44; e-mail: 515vvsh@gmail.com

Soloshenkov Alexander Dmitrievich, post graduate student FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, B. Academicheskaya, 44; e-mail: aleksandr_soloshenkov@mail.ru

УДК 502/504:631.671.43

DOI 10.26897/1997-6011/2020-4-22-27

Ю.Г. БЕЗБОРОДОВ¹, Н.Н. ХОЖАНОВ², Ж.С. АУТАНБАЕВА²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

² Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассмотрены вопросы оценки продуктивности климата, выбора и обоснования интегральных критериев, позволяющих провести экологическую оценку продуктивности ландшафтов. Охарактеризована экологическая обстановка природной системы Жамбылской области, проведена оценка состояния природных объектов по энергетическим и экологическим показателям. По радиационному индексу альтитуды местности (R_n) произведены расчеты радиационного индекса сухости (R) и проведено его сравнение с расчетными с данными по формуле М.И. Будыко. Изменение расчетной величины индекса сухости позволяет выделить предгорную и горную зоны. Предлагаемая методика экологической оценки продуктивности агроландшафтов и результаты комплексного районирования географических зон Жамбылской области позволяют уточнить общие энергетические и производственные ресурсы природных систем, что даст возможность провести комплексные мероприятия по восстановлению, сохранению и повышению потенциальной продуктивности агроландшафтов. Методика может быть применена при нормировании предельно-допустимого уровня использования природных ресурсов и размещения производительных сил агропромышленного комплекса.

Энергетические ресурсы, продуктивность природной системы, радиационный баланс, абсолютная отметка местности, коэффициент увлажнения.

Введение. В настоящее время в природно-сельскохозяйственном районировании земельных фондов широко используется понятие продуктивности климата. При этом под сельскохозяйственной продуктивностью климата понимают комплексную характеристику метеорологических факторов, положительно влияющих на рост и развитие растений, представляющих собой агроклиматические ресурсы природной системы [1, 2].

Многие исследователи попытались оценить влияние климатообразующих факторов на растительность с помощью коэффициентов, характеризующих обеспеченность ресурсами природной системы [3, 4]. На основе системного и структурного анализа методы оценки продуктивности климата по выбору показателей, характеризующих энергетические ресурсы, подразделяют на четыре группы: по дефициту влажности воздуха; по температуре воздуха; по испаряемости и по радиационному балансу [5].

Энергетические ресурсы ландшафтов, как процесс теплообмена в конкретной географической точке пространства за известный промежуток времени, характеризуются балансом прихода и расхода энергии, иначе говоря – законом сохранения энергии [6]. При этом основной целью системного анализа и систематизации современных методов оценки продуктивности климата являлись выбор и обоснование интегральных критериев, позволяющих провести экологическую оценку продуктивности ландшафтов на основе оценки продуктивности растений и почвы.

Климатическая оценка продуктивности природной системы Казахстана проведена [7] на основе показателей, характеризующихся степенью обеспеченности ресурсами природной среды, – таких, как коэффициент увлажнения (K_y), гидротермический коэффициент (ГТК), биолого-климатическая продуктивность (БКП), показатель увлажнения (M_d) и индекс сухости (\bar{R}) (табл. 1).

Таблица 1

Климатическая продуктивность природной системы Жамбылской области

№ п/п	Метео-станции	Абс.высоты местности, м	Показатели					
			K_y	ГТК	БКП	M_d	\bar{R}	R_n
1	Уланбель	266	0,20	0,06	0,37	-	3,24	0,68
2	Мойынкум	350	0,27	0,08	0,46	-	2,37	0,49
3	Уюк	373	0,25	0,08	0,45	0,09	2,56	0,48
4	Байкадам	337	0,21	0,07	0,40	0,08	3,00	0,52
5	Толеби	455	0,30	0,09	0,12	0,13	2,13	0,39
6	Умбет	512	0,30	0,09	0,51	0,11	2,16	0,35
7	Отар	742	0,33	0,10	0,69	0,12	2,04	0,21
8	Кордай	1141	0,30	0,13	0,88	0,17	1,64	0,13
9	Акыр-тобе	643	0,33	0,10	1,17	-	1,99	0,27
10	Кулан	682	0,34	0,11	0,71	0,14	1,89	0,24
11	Тараз	642	0,33	0,10	0,70	0,15	1,97	0,27
12	Мерке	703	0,41	0,13	1,0	0,17	1,59	0,24
13	Жуалы	952	0,53	0,16	0,64	0,22	1,34	0,16
14	Шокпак	1135	0,74	0,22	2,12	0,30	0,96	0,13
15	Тюкен	420	0,20	0,06	0,30	0,09	3,27	0,40
16	Шыганак	349	0,16	0,05	0,31	0,06	4,0	0,49
17	Камкалы-кол	207	0,15	0,05	0,31	-	4,19	0,90
18	Анархай	832	0,31	0,09	0,52	0,11	2,06	0,21
19	Шокпар	769	0,41	0,12	0,56	0,14	1,61	0,22

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что коэффициент увлажнения (K_y) по метеостанциям колеблется в пределах 0,15-0,74. При этом по отношению к абсолютной отметке местности (Н) он имеет определенную нарастающую зависимость, а начиная с отметки 700 м, показатели величины K_y расходятся. Так, между отметками 769 м и 832 м

они составляют 0,10; 832 м и 952 м – соответственно 0,22; 952 м и 1135 м – 0,21, такое расхождение, на наш взгляд, в течение долгих лет отрицательно сказывалось на расчетах водопотребления сельскохозяйственных культур и в итоге привело к процессам опустынивания орошаемых регионов. Это дает основание считать, что используемые

в многолетнем разрезе агротехнические и мелиоративные мероприятия, направленные на получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, не оправдали себя, так как имело место нерациональное использование биоэнергетического потенциала, определяемое различиями по показателю радиационного индекса к абсолютной высоте местности (R_n) [8, 9].

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что коэффициент увлажнения (K_v) по метеостанциям колеблется в пределах 0,15-0,74.

Результаты исследований. Решение задачи рационального использования природных ресурсов с учетом оценки состояния природных объектов по энергетическим и экологическим показателям может быть получено на основании изучения полуэмпирической связи радиационного баланса (R) и высоты местности (H).

Соотношение $R_n = R/H$, описываемое нами как радиационный индекс абсолютной высоты местности (альтитуды), представляет собой истинное значение солнечной энергии. Так, эмпирическая связь радиационного баланса (R) с суммой температур (t) выше 10°C для аридной зоны России и Центральной Азии [8] представлена следующей формулой:

$$R = 13,39 + 0,079 \sum t > 10^\circ\text{C}. \quad (1)$$

Наши исследования [10] для территории Центральной Азии свидетельствуют о том, что радиационный баланс (R) с абсолютной отметкой местности (H) коррелируется уравнением следующего вида:

$$R = 0,19H + 113,6. \quad (2)$$

Расчетные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели радиационного баланса в зависимости от суммы положительных температур выше 10°C и абсолютной отметки местности

Абсолютная высота местности, м	Радиационный баланс по Н.Н. Хожанову, кДж/см ²	Сумма положительных температур, °C	Радиационный баланс по Ю.Н. Никольскому и В.В. Шабанову, кДж/см ²	Разница, т%
10	115,5	1000	89,4	29,1
100	132,6	1500	106,0	25,0
500	208,6	2000	122,6	70,1
700	246,6	2500	139,2	77,1
900	284,6	3000	155,7	82,7
1100	322,6	3500	172,7	86,7
1300	360,6	4000	188,9	90,8

Из таблицы следует, что между расчетами радиационного баланса в зависимости от суммы положительных температур и абсолютной отметки местности для территории Казахстана имеется определенная неувязка в размере (1,41-1,82). По нашим расчетам, это соответствует углу $\cos \alpha$, равному $30-45^\circ$. Таким образом,

$$R_i = R_n / \cos \alpha. \quad (3)$$

Далее, приравнивая вышеприведенные расчеты радиационного баланса, можно установить зависимости абсолютной отметки местности (H) от суммы положительных температур выше 10°C , и наоборот:

$$H = 0,41 \sum t - 527,4 \text{ м}; \quad (4)$$

$$\sum t = H/0,41 + 1286,3^\circ\text{C}. \quad (5)$$

Сравнительные показатели расчетов, приведенные в таблице 3, свидетельствуют о том, что среднемноголетние данные не соответствуют расчетным. Так, при фактических абсолютных отметках местности показатели суммы положительных температур воздуха выше 10°C во всех метеостанциях значительно завышены, а абсолютные отметки местности, наоборот, занижены. Данное обстоятельство на протяжении многих лет влияло на водохозяйственные расчеты, что в итоге привело к антропогенному опустыниванию огромных массивов орошения как в Жамбылской области, так и во всей Средней Азии (табл. 3).

Расчет радиационного индекса сухости (\hat{R}) в сравнении с данными М.И. Будыко приведен в таблице 4, из которой следует, что на равнинной зоне, то есть до абсолютной отметки местности 450 м, показатели индекса сухости совпадают, а затем наблюдается

нарастание расчетной величины индекса сухости в формуле Н.Н. Хожанова от 0,15 до 0,88, это и характеризует предгорную и горную зоны. В целом сбалансированность соотношений тепла и влаги в природных системах Жамбылской области наблюдается во всех зонах, тогда как по данным М.И. Будыко, в предгорных и горных зонах

отмечаются относительно заниженные показатели в пределах 0,28. Так, по Будыко М.И

$$\dot{R}_1 = R/LO_c; \quad (6)$$

по Хожанову Н.Н. –

$$\dot{R}_2 = (0,19H + 113,6)/ LO_c. \quad (7)$$

Таблица 3

Расчетные абсолютные отметки местности и суммы положительных температур >10°C

Метеостанции	Абс.отметки местности, м	Сумма положительных температур >10°C	Расчетная абс. отметка местности при факт. $\sum t > 10^\circ\text{C}$, м	Расчетная $\sum t$ при факт. абс. отметке местности, °C
Уланбель	266	3721	998,2	1935,0
Мойынкум	350	3506	910,0	2139,9
Уюк	373	3720	997,8	2196,0
Байкадам	337	3612	953,5	2108,2
Толеби	455	3655	971,1	2396,0
Умбет	512	3678	980,5	2535,0
Отар	742	3116	750,1	3096,0
Кордай	1141	2930	673,9	4069,2
Акыр-тобе	643	3560	932,2	2854,5
Кулан	682	3386	860,8	2949,7
Тараз	642	3492	904,3	2852,1
Мерке	703	3472	896,1	3000,0
Жуалы	952	2766	606,6	3608,2
Шокпак	1135	2871	649,7	4054,5
Тюкен	420	3373	855,5	2310,6
Шыганак	349	3468	894,5	2137,5
Камкалы-кол	207	3900	1071,6	1791,1
Анархай	332	3698	988,8	3315,5
Шокпар	769	3471	895,7	3161,9

Таблица 4

Расчет радиационного индекса сухости

Метеостанции	Абс.высота, м	R_n	O_c	LO_c	R	\dot{R}_1	\dot{R}_2
Уланбель	266	0,68	224	134,4	181,5	1,35	1,22
Мойынкум	350	0,49	294	176,4	174,4	0,98	1,02
Уюк	373	0,48	283	169,8	181,5	1,06	1,08
Байкадам	337	0,39	237	142,2	177,9	1,25	1,20
Толеби	455	0,35	336	201,6	179,3	0,88	0,90
Умбет	512	0,21	333	199,8	180,1	0,90	1,05
Отар	742	0,13	316	189,6	161,5	0,85	1,38
Кордай	1141	0,27	330	198,0	155,3	0,78	1,66
Акыр-тобе	643	0,24	355	213,0	176,2	0,82	1,10
Кулан	682	0,27	361	216,6	170,4	0,78	1,10
Тараз	642	0,24	353	211,8	173,9	0,82	1,10
Мерке	703	0,16	435	361,0	173,2	0,66	0,91

Выводы

Проведенные теоретические исследования свидетельствуют о том, что расчеты величины турбулентной энергоотдачи прежде

всего зависят от радиационного баланса, чем обуславливается острая необходимость изучения эколого-экономических результатов реализации адаптивного комплекса

мелиоративных мероприятий, направленных на разработку технологии управления продуктивностью агроландшафтов с учетом деградации почвенного покрова и антропогенным опустыниванием, позволяющей перейти от вещественной оценки растениеводческой продукции и запасов гумуса в почве к более унифицированной – энергетической.

Методика экологической оценки продуктивности агроландшафтов и результаты комплексного районирования географических зон Жамбылской области позволяют уточнить общие энергетические и производственные ресурсы природных систем, что дает возможность провести комплексные мероприятия по восстановлению, сохранению и повышению потенциальной продуктивности агроландшафтов, а также они могут быть применены при нормировании предельно-допустимого уровня использования природных ресурсов и размещения производительных сил агропромышленного комплекса.

Библиографический список

1. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. – 327 с.
2. Никольский Ю.Н., Шабанов В.В. Расчет проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорируемых земель // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 9. – С. 52-56.
3. Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. Влияние антропогенной деятельности на тепловой режим и запасы биомассы почвы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 22. – С. 189-191.
4. Прикладная модель формирования продуктивности сельскохозяйственных культур в гидроагроландшафтных системах / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Г.Е. Жидекулова и др. // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 2 (81). – С. 170-184.
5. Кирейчева Л.В. Подходы к обоснованию размещения сельскохозяйственных

мелиораций // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 11-15.

6. Ольдекоп Э.М. Об испарении с поверхности речных бассейнов // Труды Юрьевской обсерватории. – М.: 1911. – С. 12-24.

7. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Адилбектеги Г.А. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов. – Тараз: 2007. – 218 с.

8. Энергетическая концепция развития системы земледелия / Н.Н. Хожанов, Х.И. Турсунбаев и др. // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – № 55. – Ч. 1. – С. 20-26.

9. Экологические основы интенсивной системы земледелия / Н.Н. Хожанов и др. // Вестник науки и образования. – 2017. – № 12(36). – С. 48-53.

10. Безбородов Ю.Г., Безбородов Г.А., Безбородов А.Г. Влияние солнечного излучения на продуктивность орошаемого земледелия // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 1. – С. 22-24.

Материал поступил в редакцию 22.07.2020 г.

Сведения об авторах

Юрий Германович Безбородов, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; e-mail: ubezborodov@rgau-msha.ru

Ниетбай Нуржанович Хожанов, кандидат с.-х. наук., доцент кафедры мелиорации и агрономии, ТарГУ им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, 080016, г. Тараз, ул. Сатпаева, 28; e-mail: khozhanov55@mail.ru

Жибек Сакеновна Ауганбаева, докторант кафедры мелиорации и агрономии, ТарГУ им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, 080016, г. Тараз, ул. Сатпаева, 28; e-mail: gibek95@mail.ru

YU.G. BEZBORODOV¹, N.N. KHOZHANOV², ZH.S. AUGANBAYEVA²

¹ Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after С.А. Timiryazev», Moscow, Russian Federation, Institute of land reclamation, water management and building named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

² Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Republic of Kazakhstan

ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF THE RECLAMATION AGRO LANDSCAPES OF ZHAMBYL REGION

The article deals with the issues of climate productivity assessment, selection and justification of integral criteria that allow conducting an environmental assessment of landscape productivity. The ecological situation of the Zhambyl region's natural system

is characterized, and the state of natural objects is assessed on energy and ecological indicators. According to the radiation index of the altitude (R_n), there were made calculations of the radiation index of dryness (\bar{R}) and its comparison with the calculated data according to the formula of M.I. Budyko was carried out. Changing of the calculated value of the dryness index makes it possible to mark a foothill and mountain zone. The proposed method of environmental assessment of agricultural landscape productivity and the results of integrated zoning of geographical zones of the Zhambyl region make it possible to clarify the total energy and production resources of natural systems which will make it possible to take complex measures to restore, preserve and increase the potential productivity of agricultural landscapes, and can be applied when rationing the maximum permissible level of use of natural resources and arranging productive forces of the agro-industrial complex.

Energy resources, productivity of the natural system, radiation balance, absolute mark of the area, moisture coefficient.

References

1. **Budyko M.I.** Globalnaya ekologiya. – M.: Mysl, 1977. – 327 s.
2. **Nikolsky Yu.N., Shabanov V.V.** Raschet proektnoj urozhajnosti v zavisimosti ot vodnogo rezhima melioriruemih zemel // Gidrotehnika i melioratsiya. – 1986. – № 9. – S. 52-56.
3. **Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V.** Vliyanie antropogennoj deyatel'nosti na teplovoj rezhim i zapasy biomassy pochvy. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 22. – S. 189-191.
4. Prikladnaya model formirovaniya produktivnosti selskohozyajstvennyh kultur v gidrolandshaftnyh sistemah / Mustafaev Zh.S., Kozhkeeva A.T., Zhidekulova i dr. // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2016. – № 2 (81). – S. 170-184.
5. **Kirejcheva L.V.** Podhody k obosnovaniyu razmeshcheniya selskohozyajstvennyh melioratsij // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. – 2017. – № 4. – S. 11-15.
6. **Oldekop E.M.** Ob isparenii s poverhnosti rechnyh bassejnov. / Trudy Yurjevskoj observatorii. – M.: 1911. – S. 12-24.
7. **Mustafaev Zh.S., Ryabstev A.D., Adilbektegi G.A.** Metodicheskie osnovy otsenki ustojchivosti i stabilnosti landshaftov. – Taraz: 2007. – 218 s.
8. Energeticheskaya kontseptsiya razvitiya sistemy zemledeliya / Hozhanov N.N., Tursunbaev H.I. i dr. // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 55 (ч. 1). – S. 20-26.
9. Ekologicheskie osnovy intensivnoj sistemy zemledeliya / Hozhanov N.N. i dr. // Vestnik nauki i obrazovaniya. – 2017. – № 12(36). – S. 48-53.
10. **Bezborodov Yu.G., Bezborodov G.A., Bezborodov A.G.** Vliyanie solnechnogo izlucheniya na produktivnost oroshaemogo zemledeliya // Vestnik rossijskoj selskohozyajstvennoj nauki. – 2018. – № 1. – S. 22-24.

The material was received at the editorial office
22.07.2020

Information about the authors

Yurij Germanovich Bezborodov, doctor of technical sciences, professor of the department of agricultural reclamation, forestry and land management RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya, 49; e-mail: ubezborodov@rgau-msha.ru

Nietbai Nurzhanovich Hozhanov, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of land reclamation and agronomy, Taraz state university named after M.H. Dulati, Republic of Kazakhstan; 080016, Taraz, Satpaeva, 28; e-mail: khozhanov55@mail.ru

Zhibek Sakenovna Auganbaeva, doctoral candidate of the department of land reclamation and agronomy, Taraz state university named after M.H. Dulati, Republic of Kazakhstan; 080016, Taraz, Satpaeva, 28; e-mail: gibek95@mail.ru