

ОЦЕНКА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЛАНДШАФТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Ж.С. Мустафаев¹ *д.т.н., профессор*, И.Б. Скоринцева¹ *д.г.н.*, А.Н. Омаров¹, А.Б. Тулетаев²

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

² Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Email: omaraidos@inbox.ru

В статье представлены результаты оценки агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования Туркестанской области в условиях изменяющегося климата, которые основывались на разработанной концепции эталонных урожаев Х.Г. Тооминга. Для разработки алгоритма оценки агробиологических ресурсов области была создана климатическая база исследования за 1941...2020 годы по 18 метеорологическим станциям расположенных в различных природных зонах, что позволило определить особенности формирования различных категорий урожайности сельскохозяйственных угодий, обусловленных изменением климата. Полученные результаты исследования по состоянию агробиологических ресурсов ландшафтов области по потенциальной продуктивности сельскохозяйственных угодий, по приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР) с использованием концепции эталонных урожаев в пространственно-временных масштабах показали, что наблюдается устойчивый тренд на повышение потенциальной продуктивности сельскохозяйственных угодий по приходу фотосинтетически активной радиации, климатической потенциально-возможной продуктивности и снижение потенциальной продуктивности сельскохозяйственных угодий – максимально-возможной, действительно-максимально-возможной, действительно-возможной, возможной и производственно-хозяйственной во всех природных (ландшафтных) зонах области. **Ключевые слова:** ландшафт, агробиологические ресурсы, категория урожая, методика, алгоритм, климатические показатели, оценка.

Поступила: 27.05.24

DOI: 10.54668/2789-6323-2024-113-2-113-127

ВВЕДЕНИЕ

Агробиологические ресурсы ландшафтов сельскохозяйственного использования, являющимися базисом продуцирования биомассы растительного покрова, направлены на удовлетворение жизненных потребностей человека и животного мира. Эту важную задачу для человека и животного мира выполняют климатические и почвенные ресурсы ландшафтов, являющиеся отражением в совокупности биологических законов, то есть закона единства организма и среды (Вернадский В.И., 1965).

Биологическая ценность почвенных ресурсов характеризуется через функциональную деятельность почвенного покрова, обеспечивающего развитие растительных организмов, и является основой деятельности сельскохозяйственного производства, опре-

деляется показателями плодородия почв (запасами гумуса и элементов минерального питания, а также гидrolитической кислотностью).

Природная ценность климатических ресурсов, включающая в себя солнечную энергию, обусловлена способностью растений к фотосинтезу и почвообразовательному процессу, обеспечивающему производство биомассы, является ресурсо-поддерживающим и средообразующим компонентом природной системы. При этом природная (ландшафтная) среда, характеризуется особенностями формирования климатических и почвенных ресурсов, выполняющих важные средообразующие функции (Mustafayev Zh. and et al., 2023), требует всесторонней оценки для стабилизации окружающей среды жизни человека и восстановления биологических

ресурсов в условиях изменения климата (Mustafayev Zh., Tuletayev A, Kuderin A, 2023).

Целью данного исследования являлось оценка агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования Туркестанской области в условиях изменения климата.

Оценка агробиологических ресурсов, которая базируется на концепции эталонных урожаев сельскохозяйственных культур (Тооминг Х.Г., 1977, 1984) является направлением, где сформирован новый метод (Жуков В.А., 1998) в оценке агроклиматических ресурсов – создание комплекса моделей распознавания образов «климат-урожай, которые позволяют вести учет агроклиматических ресурсов территории путем определения степени риска и потери урожайности конкретной культуры из-за неблагоприятных условий погоды». Разработанные математические модели (Полевой А.Н., Флоря Л.В., 2015), позволяющие определить различные агроэкологические категории урожайности сельскохозяйственных культур в различных элементах рельефа, формирующихся под влиянием почвенно-климатических условий. Предложена прикладная модель (Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жидекулова Г.Е., 2017) формирования продуктивности сельскохозяйственных культур с целью управления и регулирования основных факторов их жизнедеятельности, связанных с агроклиматическими и почвенными ресурсами, а также почвенно-мелиоративными процессами в гидро-агроландшафтных системах.

Изучение влияния климатических факторов (Howden, S. M. and Meinke, H., 2003) на агробиологические ресурсы ландшафтов сельскохозяйственного использования, где разработаны и приведены результаты анализов, показывающие влияние изменения климата на продуктивность сельскохозяйственных культур в Австралии. Следует отметить исследования, где показано влияние изменения климата на расширения границ системы тройного земледелия (TCS) (Hui J. and et al., 2008) на 200...300 км и биологической продуктивности сельскохозяйственных культур от долины р. Янцзы до бассейна

р. Хуанхэ. Обоснована взаимосвязь (Kang Y., Khan S., Ma X., 2009) между урожайностью сельскохозяйственных культур и всеми климатическими показателями в сочетании с моделью SLR в Акуре, штат Онда Нигерия. Дан анализ, как изменение климата потенциально влияет на биологическую продуктивность сельскохозяйственных культур (J. Gornall, and et al., 2023) с использованием климатических моделей. Отражены возможные последствия изменения климата для водопотребности и продуктивности сельскохозяйственных культур в Саудовской Аравии (Chowdhury S, Al-Zahrani M, Abbas A., 2013) и Африке (Enete A.A., Amusa T.A., 2010).

Создана модель «погода-урожай» для оценки агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования (Shawcroft, R.W., 1974), где разработана модель «почва-растение-атмосфера» (SPAM) на основе различных подмоделей, изображающих почвенно-растительные и климатические взаимодействия. Создан блок базовой математической модели «погода-урожай» (Дмитренко В.П., 1976), включающий показатели – хозяйственного потенциала, тренда урожайности и гидрометеорологических показателей для комплексной оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, а так же предложена (Baier W., 1979) математическая модель «погода-урожай», состоящих из трех групп подмоделей: механический стимулятор роста сельскохозяйственных культур, статистический анализ погодных условий и модель доходности с множественной регрессией. Представлена математическая модель имитационной системы «климат-почва-урожай» (Сиротенко О.Д., 1981), как инструмент исследования коэволюции климата и агроэкосистем. Исследователями для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в Индии (Kandiannan K. and et al., 2002), на основе многолетних временных рядов метеорологических данных и данных урожайности культур разработана множественная регрессионная модель с коэффициентом детерминации 0,89.

На основе эволюционной тенденции в методологиях математического моделирования системы «климат-почва-урожай» и оценки биологической продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата как в Индии, так и за рубежом

исследователи (Kirtti R. P., Phanindra G., 2018) констатируют, что трудно разработать идеальную специфическую модель для оценки агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования связанную с использованием климатических показателей.

Одним из фундаментальных направлений по оценке агробиологических ресурсов ландшафтов используемых под сельскохозяйственное производство является направление, развиваемое в работах В.И. Филина (2005, 2014), Трубилина А.И., Петрика Г.Ф., Прущникова А.Г. (2017), И.Н. Романова, С.М. Князева (2019), Т. Н. Троян, С. А. Терещенко (2023), О.З. Арова, Л.А. Шевхужева (2023), связанное с оценкой продуктивности земель в рамках прогнозирования потенциального, действительно возможного и хозяйственного урожая сельскохозяйственных культур. На основе развития концепции максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур В.А. Духовный, С.А. Нерозин, Г.В. Стулина, Г.Ф. Солодкий (2015), разработали основные уровни продуктивности земель: максимально возможный, потенциальный, действительно возможный, хозяйственный и реальный урожай, учитывающие агроклиматические ресурсы и производственные риски.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения и оценки агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования Туркестанской области создана база исследований климатических ресурсов на основе многолетних данных РГП «Казгидромет», Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) и справочно-информационного портала «Погода и климат». Для изучения и оценки почвенных ресурсов использованы данные мониторинга земель и лабораторных исследований Департамента земельного кадастра по Туркестанской области, охватывающиеся 1996...2020 годы.

Теоретической основой оценки агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования, является метод эталонных урожаев, разработанный Х.Г. Тоомингом являющийся логическим выходом принципа максимальной продуктивности и предложенный Ж.С. Мустафаевым

в рамках определенной категориально-понятийной структуры вокруг понятия «продуктивность», разработаны следующие категории продуктивности сельскохозяйственных угодий:

– потенциальная продуктивность ландшафтов сельскохозяйственного использования ($PPAL_i$, ц/га) определяется по формуле (1) (Ничипорович А.А. и др., 1961):

$$(PPAL_i) = \alpha \cdot R \cdot 10^8 / 4,19 \cdot C_i \cdot 100, \quad (1)$$

где R_i – радиационный баланс деятельной поверхности приземного слоя воздуха и почвы, кДж/см²; α – коэффициент использования свободной энергии: $\alpha = K_{\text{ФАР}} / 100$; $K_{\text{ФАР}}$ – коэффициент использования активной фотосинтетической радиации (ФАР) растениями сельскохозяйственных угодий, равен 1,0 %; 100 – для учета процента усвоения ФАР; C – калорийность единицы урожая органического вещества в ландшафтах, равная 4100 ккал/кг; 4,19 – перевод ккал/кг на кДж/кг; 100 – перевод данных в ц/га;

– климатическая потенциально-возможная продуктивность (CPP_i , ц/га), которая будет ограничена влиянием одного из управляемых факторов природной системы, температурного режима почвенного и растительного покрова, определяется по разработанной формуле (2):

$$CPP = PPAL_i \cdot FT, \quad (2)$$

где FT – функция влияния температурного режима;

– максимально-возможная продуктивность (MPP_i , ц/га), при условии лимитирования затрат энергии на почвообразовательный процесс, определяется по формуле (3):

$$MPP = CPP \cdot FW_Q, \quad (3)$$

где FW_Q – функция влияния затраты энергии на почвообразование и продуктивность сельскохозяйственных угодий: $FW_Q = \{ \exp[-(1 - F_Q)] \}$, здесь F_Q – функция потенциально-возможного использования радиационного баланса: $F_Q = [\exp(-\alpha \cdot R_i)] / [\exp(-\alpha)]$; α – показатель полноты использования радиационной энергии в почвообразовательных

процессах, численно равный 0,47; \bar{R}_i – «радиационный индекс сухости» или комплексный гидротермический показатель;

– действительно-максимально-возможная продуктивность ($RMPP_p$, ц/а) в ландшафтах сельскохозяйственного использования, при условии лимитирования агрометеорологическими условиями увлажнения почвенного и растительного покрова, определяется по формуле (4):

$$RMPP = MPP \cdot FW, \quad (4)$$

где FW – функция воздействия условий увлажнения на продуктивность посевов (влажностный коэффициент), безразмерная:

$FW = 1 - [1 - (E_i/E_{opt})]^2$; E_i – суммарное водопотребление сельскохозяйственных угодий;

E_{opt} – оптимально суммарное водопотребление сельскохозяйственных угодий;

– действительно-возможная продуктивность (RPP_p , ц/га), в ландшафтах сельскохозяйственного использования ограничивается степенями засоления почвы и определяется по формуле (5):

$$RPP = RMPP \cdot \exp[-k(S_n/S_{доп} - 1)^b], \quad (5)$$

где S_n – содержания солей в почве; $S_{доп}$ – предельно-допустимый уровень засоления почвы, обеспечивающий максимально-возможную продуктивность ландшафтов, используемых под сельскохозяйственные угодья; k – параметр, характеризующий отзывчивость растений к токсичным солям; b – параметр, характеризующий тип засоления почвы;

– возможная продуктивность (VP_p , ц/га) в ландшафтах сельскохозяйственного освоения ограничивается уровнем естественного плодородия почвы и применением минеральных удобрений, определяется по формуле (6):

$$VP = RPP \cdot FW_{Gum} \cdot FW_{ef}, \quad (6)$$

где FW_{Gum} – функция влияния содержания гумуса в почве на продуктивность ландшафтов: $FW_{Gum} = \{\exp[-(1 - F_{Gum})]\}$; F_{Gum} – отношение содержания гумуса в почве к величине оптимальной для выращивания сельскохозяйственной культуры, выраженная в относительных единицах: $F_{Gum} = G_m/G_{opt}$, где

G_m – содержание гумуса в почве, %; G_{opt} – содержание гумуса в почве, которое обеспечивает высокий уровень урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от типа почв, %; $FW_{ef} = \{\exp[-(1 - F_{NKP})]\}$ – обобщенная функция эффективности внесения минеральных удобрений на сельскохозяйственных угодьях, рассчитывается по принципу Ю. Либиха (Водные ресурсы России и их использование, 2008), то есть по закону минимума в виде уравнения: $FW_{ef} = \min[FW_N, FW_P, FW_K]$; F_{NKP} – отношение содержания минеральных удобрений в почве к величине оптимальной для выращивания сельскохозяйственной культуры, выраженных в относительных единицах;

– производственно-хозяйственная продуктивность сельскохозяйственных угодий (PEP_p , ц/га) в различных ландшафтах сельскохозяйственного использования ограничивается реально существующим уровнем технологического риска, присущего организационно-хозяйственной деятельности и определяется по формуле (7):

$$PEP = VP \cdot CTR, \quad (7)$$

где CTR – коэффициент, характеризующий уровень технологического риска, присущий организационно-хозяйственной деятельности; PEP – производственно-хозяйственная продуктивность сельскохозяйственных угодий, ц/га (> 50,0 – очень высокая (7 баллов); 49,0...41,0 – высокая (6 баллов); 40,0...32,0 – повышенная (5 баллов); 31,0...23,0 – выше средней (4 балла); 23,0...15,0 – средняя (3 балла); 14,0...6,0 – низкая (2 балла); < 6,0 – очень низкая (1 балл).

При выполнении расчетов продуктивности сельскохозяйственных угодий в ландшафтах сельскохозяйственного использования Туркестанской области приняты следующие условия: если значения функции влияния температурного режима (FT_i) или коэффициента теплообеспеченности (K_n), больше 1,0 в расчетах принимается 1,0; F_{Si} – значение функции оптимальности содержания солей в почве сельскохозяйственных угодий, приняты следующие показатели: для горной (низкогорья и среднегорья) зоны – 1,0; горной (предгорья) полупустынной зоны – 0,95; пустынной горной (предгорья) зоны 0,85 и пустынной равнинной (низменной и возвышенной) зоны – 0,75.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Агробиологические ресурсы (АБР) агроресурсного потенциала (АРП) ландшафтов сельскохозяйственного использования, совместно с агроклиматическими (АКР) и почвенно-земельными ресурсами (ПЗР), выполняют средообразующую или экологическую функцию в природной системе, обеспечивают формирование продукции растительного покрова, что является важнейшим свойством природы, заключающимся в синтезе органических веществ. Эти функции агроресурсного потенциал, определяют природную ценность агробиологических ресурсов и научно-практическую целесообразность их нормирования, для выявления условий роста и развития, обеспечивающих формирование продукционного потенциала (урожайности) растительного покрова сельскохозяйственного использования, как в естественных условиях, так и в условиях агроценозов.

В рамках нормирования продукционного потенциала (урожайности) растительного покрова ландшафтов сельскохозяйствен-

ного использования (сельскохозяйственных угодий) Туркестанской области определены: потенциальная продуктивность ($PPAL_i$), климатическая потенциально-возможная продуктивность (CPP_i), максимально-возможная продуктивность (MPP_i), действительно-максимально-возможная продуктивность ($RMPP_i$), действительно-возможная продуктивность (RPP_i), возможная продуктивность (VP_i) и производственно-хозяйственная продуктивность сельскохозяйственных угодий (PEP_i), с использованием метеорологических и агрохимических показателей.

Для выявления изменений в продуктивности сельскохозяйственных угодий ландшафтов сельскохозяйственного использования Туркестанской области за 1941...2020 гг. выполнен сравнительный анализ с базовыми периодами за 1941...1960 и 2001...2020 годы на основе климатических показателей по 18 метеорологическим станциям, расположенных в различных природных зонах. Фрагмент расчетов по оценке агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования области представлен в таблице 1.

Таблица 1

Фрагмент оценки агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования (сельскохозяйственных угодий) Туркестанской области (по данным метеорологических станций)

Период наблюдений	Метеорологические станции					
	Шуылдак	Тасарык	Ащисай	им. Т. Рыскулова	Шымкент	Казыгурт
1	2	3	4	5	6	7
Информационно-аналитическая база исследования						
Сумма биологически активных температур выше 10°C ($\sum t_{ci}C^o$)						
Среднее 1941...1960	3172,2	3461,3	3877,3	4054,0	4179,5	3977,6
Среднее 2001...2020	2281,3	3594,9	4009,3	4163,8	4454,2	4435,8
Разница средних	-890,9	133,6	131,7	109,8	274,7	458,2
Радиационный баланс за биологически активный период года (R_i), кДж/см ²						
Среднее 1941...1960	161,0	170,5	184,3	190,2	194,3	187,6
Среднее 2001...2020	131,5	175,0	190,7	193,8	203,4	202,8
Разница средних	-29,5	4,5	6,4	3,6	9,1	15,2
Суммарная испаряемость за биологически активный период года (CE_{oi}), мм						
Среднее 1941...1960	911,0	993,0	1385,0	1405,0	1359,0	1280,0
Среднее 2001...2020	707,0	1114,0	1403,0	1438,0	1526,0	1553,0
Разница средних	-204,0	121,0	46,0	33,0	167,0	273,0
Суммарное водопотребление сельскохозяйственных угодий (ET_{ci}), мм						
Среднее 1941...1960	644,0	682,0	737,0	761,0	777,0	750,0
Среднее 2001...2020	526,0	700,0	763,0	775,0	814,0	811,0
Разница средних	-118,0	18,0	26,0	14,0	37,0	61,0

Период наблюдений	Метеорологические станции					
	Шуылдак	Тасарык	Ащисай	им. Т. Рыскулова	Шымкент	Казыгурт
1	2	3	4	5	6	7
Информационно-аналитическая база исследования						
Годовые атмосферные осадки (O_{ci}), мм						
Среднее 1941...1960	602,0	816,0	500,0	855,0	640,0	517,0
Среднее 2001...2020	601,0	754,0	552,0	786,0	615,0	524,0
Разница средних	-0,1	-62,0	52,0	-69,0	-25,0	7,0
Оценка агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования						
Коэффициент теплообеспеченности (K_{ti})						
Среднее 1941...1960	0,93	1,02	1,14	1,19	1,23	1,17
Среднее 2001...2020	0,68	1,06	1,2	1,22	1,31	1,3
Разница средних	-0,25	0,04	0,06	0,03	0,08	0,13
Коэффициент естественного увлажнения Н.Н. Иванова (K_{yi})						
Среднее 1941...1960	0,66	0,82	0,37	0,61	0,47	0,40
Среднее 2001...2020	0,85	0,68	0,39	0,55	0,40	0,34
Разница средних	0,19	-0,14	0,02	-0,06	-0,07	-0,06
Радиационный индекс сухости М.И. Будыко (\bar{R}_i)						
Среднее 1941...1960	1,07	0,84	1,47	0,89	1,21	1,45
Среднее 2001...2020	0,88	0,93	1,38	0,99	1,32	1,55
Разница средних	-0,19	0,09	-0,09	0,1	0,11	0,1
Потенциальная продуктивность сельскохозяйственных угодий по приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР) ($PPAL_i$), ц/га						
Среднее 1941...1960	93,7	99,2	107,3	110,7	113,1	109,2
Среднее 2001...2020	76,5	101,9	111,0	112,8	118,4	118,0
Разница средних	-17,2	2,7	3,7	2,1	5,3	8,8
Климатическая потенциально-возможная продуктивность (CPP_i)						
Среднее 1941...1960	87,1	99,2	107,3	110,7	113,1	109,2
Среднее 2001...2020	52,0	101,9	111	112,8	118,4	118,0
Разница средних	-35,1	2,7	3,7	2,1	5,3	8,8
Функция влияния затраты энергии на почвообразование и на продуктивность сельскохозяйственных угодий (FW_{Qi})						
Среднее 1941...1960	0,97	1,083	0,820	0,763	0,919	0,811
Среднее 2001...2020	1,06	1,03	0,847	0,756	0,870	0,811
Разница средних	0,09	-0,053	0,27	-0,007	-0,049	0
Максимально-возможная продуктивность сельскохозяйственных угодий (MPP_i)						
Среднее 1941...1960	84,5	107,5	88,0	84,5	103,9	88,5
Среднее 2001...2020	81,1	105	93,2	85,3	103,0	95,6
Разница средних	-3,4	-2,5	5,2	0,8	-0,9	7,1
Функция воздействия условий увлажнения на продуктивность сельскохозяйственных угодий (влажностный коэффициент) (FW_i) или коэффициент влагообеспеченности сельскохозяйственных угодий (K_{vi})						
Среднее 1941...1960	0,88	0,97	0,60	0,85	0,72	0,64
Среднее 2001...2020	0,98	0,9	0,63	0,8	0,64	0,56
Разница средних	0,10	-0,07	0,03	-0,05	-0,08	-0,08
Действительно-максимально-возможная продуктивность сельскохозяйственных угодий ($RMPP_i$)						
Среднее 1941...1960	74,4	104,2	52,8	71,8	74,8	56,7
Среднее 2001...2020	79,5	94,5	58,7	68,2	65,9	53,6
Разница средних	5,1	-9,7	5,9	-3,6	-8,9	-3,1

Период наблюдений	Метеорологические станции					
	Шуылдак	Тасарык	Ащисай	им. Т. Рыскулова	Шымкент	Казыгурт
1	2	3	4	5	6	7
Информационно-аналитическая база исследования						
Действительно-возможная продуктивность сельскохозяйственных угодий (RPP_i)						
Среднее 1941...1960	76,6	104,2	50,2	68,2	71,1	48,2
Среднее 2001...2020	51,0	94,5	55,8	64,8	62,9	45,5
Разница средних	25,6	-9,7	5,6	-3,4	-8,2	-2,7
Возможная продуктивность сельскохозяйственных угодий (VP_i)						
Среднее 1941...1960	76,6	104,2	47,7	64,8	67,5,0	40,9
Среднее 2001...2020	51,0	94,5	53,0	61,6	59,8	38,7
Разница средних	25,6	-9,7	5,3	-3,2	-7,7	-2,2
Производственно-хозяйственная продуктивность сельскохозяйственных угодий (PEP_i)						
Среднее 1941...1960	76,6	104,2	45,3	61,6	64,1	34,8
Среднее 2001...2020	51,0	94,5	50,3	58,5	56,8	32,9
Разница средних	25,6	-9,7	5,0	-3,1	-7,3	-1,9

Для оценки изменения агробиологических ресурсов в ландшафтах сельскохозяйственного использования Туркестанской области использованы методы прогнозирования изменчивости и тренда эталонных урожаев в пространственно-временном масштабе разработанные на основе концепции Х.Г. Тооминга, которые являются логическим выходом принципа максимальной продуктивности посевов, основанного на функциях потенциально-возможного использования радиационного баланса, влияние затрат энергии на почвообразование и продуктивность сельскохозяйственных угодий, воздействие условий увлажнения на продуктивность сельскохозяйственных угодий (коэффициент влагообеспеченности сельскохозяйственных угодий). Проведенная оценка показала, что:

– в горной (низкогорье и среднегорье) зоне, в районах расположения метеостанций Шуылдак и Тасарык, за 1941...2020 гг., потенциальная продуктивность сельскохозяйственных угодий увеличилась по – приходу фотосинтетически активной радиации от 99,2 до 101,9 ц/га, климатической потенциально-возможной продуктивности от 99,2 до 101,9 ц/га. Наблюдается уменьшение продуктивности сельскохозяйственных угодий по – максимально-возможной продуктивности от 107,5 до 105,0 ц/га, действительно-максимально-возможной от 104,2 до 94,5 ц/га, дей-

ствительно-возможной от 104,2 до 94,5 ц/га, возможной 104,2 до 94,5 ц/га и производственно-хозяйственной от 104,2 до 94,5 ц/га, данные показатели указывают на очень высокую продуктивность сельскохозяйственных угодий на территории ландшафтов данной зоны, хотя за данный период наблюдалось уменьшение по некоторым видам продуктивности;

– в горной (низкогорье и среднегорье) зоне, в районах расположения метеорологических станций Ащисай и Т. Рыскулова, охватывающей части территорий района Т. Рыскулова и г.а. Кентау за 1941...2020 гг. потенциальная продуктивность сельскохозяйственных угодий увеличилась по – приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР) от 107,3 до 112,8 ц/га, климатической потенциально-возможной продуктивности от 107,3 ц/га до 112,8 ц/га. За данный период в данной зоне наблюдается уменьшение потенциальной продуктивности сельскохозяйственных угодий по – максимально-возможной от 88,0 до 93,2 ц/га, действительно-максимально-возможной от 71,8 до 68,2 ц/га, действительно-возможной от 68,2 до 64,8 ц/га, возможной от 64,8 до 61,6 ц/га и производственно-хозяйственной от 61,6 до 58,5 ц/га, не смотря на уменьшение потенциальной продуктивности сельскохозяйственных угодий в данной зоне остается высокий уровень продуктивности низкогорных и среднегорных ландшафтов;

– в горной (предгорье) полупустынной зоне (метеорологические станции Шымкент и Казыгурт), охватывающей территории Сайрамского и Казыгуртского районов за 1941...2020 гг. потенциальная продуктивность сельскохозяйственных угодий увеличилась по – приходу фотосинтетически активной радиации от 113,1 до 118,4 ц/га, климатической потенциально-возможной продуктивности от 109,2 до 118,4 ц/га, максимально-возможной от 88,5 ц/га до 95,6 ц/га. Наблюдается уменьшение продуктивности сельскохозяйственных угодий по – действительно-максимально-возможной от 74,8 до 65,9 ц/га, действительно-возможной от 71,1 до 62,9 ц/га, возможной от 67,5 до 59,8 ц/га и производственно-хозяйственной от 64,1 до 56,8 ц/га, согласно шкале уровня продуктивности сельскохозяйственных угодий данная территория входит в зону повышенной продуктивности;

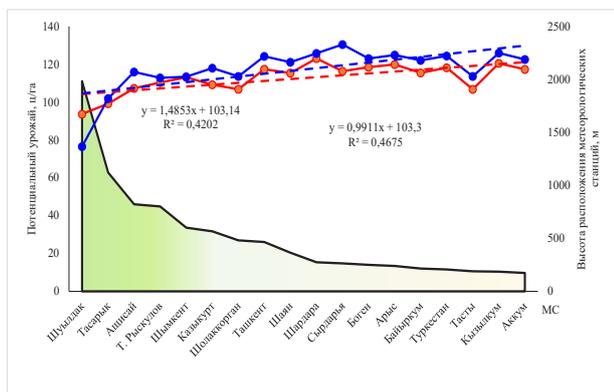
– в пустынной горной (предгорье) и равнинной (низменной и возвышенной) зонах, (метеорологические станции Шолаккорган, Ташкент, Сырдария, Шаян, Шардара, Боген, Арыс, Байыркүм, Туркестан, Тасты, Кызылкум и Аккум) охватывающих территории Махтааральского, Жетысайского, Сарыагашского, Келесского, Отырарского, Ордабасынского, им. Байдибека, Шардаринского, Созакского районов и г.а. Арыс и Кентау за 1941...2020 гг. в целом потенциальная продуктивность сельскохозяйственных угодий изменялась по – приходу фотосинтетически активной радиации от 106,8 до 126,5 ц/га, климатической потенциально-возможной продуктивности от 106,8 до 126,5 ц/га, максимально-воз-

можной от 20,2 до 113,7 ц/га, действительно-максимально-возможной от 3,04 до 53,4 ц/га, действительно-возможной от 2,28 до 43,6 ц/га, возможной от 1,71 до 32,7 ц/га и производственно-хозяйственной от 1,28 до 24,5 ц/га. В данной зоне наблюдается низкий уровень продуктивности сельскохозяйственных угодий.

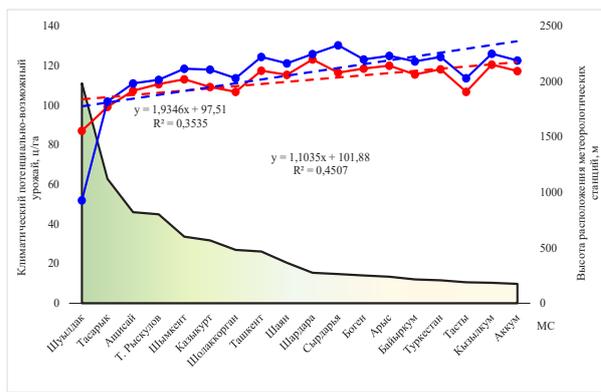
Для выявления зависимости продуктивности ландшафтов сельскохозяйственного использования от агроклиматических условий природных зон построены совместные графики, характеризующие высоту расположения метеорологических станции влияющих на формирование потенциальной (PPAL_i) и климатической (CPR_i) продуктивности сельскохозяйственных угодий (рисунок 1).

Особенности природных условий Туркестанской области наложили определенный отпечаток на формирование агробиологических ресурсов в природных зонах. Влияние изменения климата на продуктивность ландшафтов сельскохозяйственного использования области выявляется практически для всех категорий урожая сельскохозяйственных угодий в пространственно-временных масштабах, что определяет научную и практическую целесообразность районирования природной системы по агробиологическим ресурсам, в рамках которых открывается возможность для оценки пригодности территории для развития сельскохозяйственной деятельности.

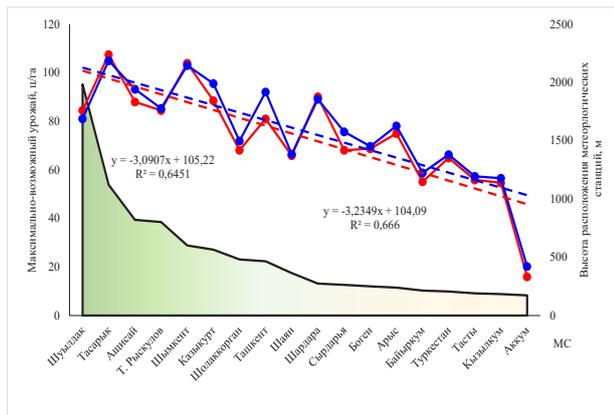
На основе проведенной оценки создана карта производственно-хозяйственной продуктивности ландшафтов сельскохозяйственного использования Туркестанской области (рисунок 2).



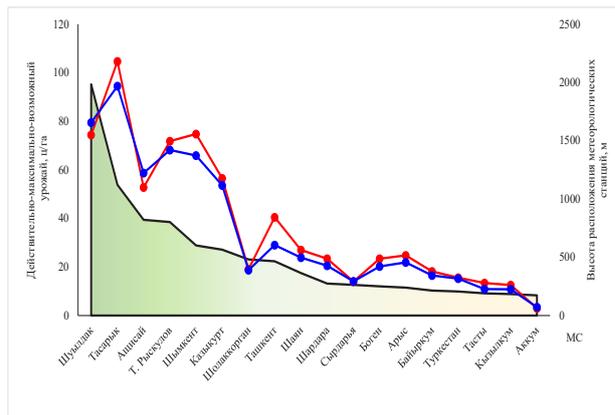
Потенциальный урожай



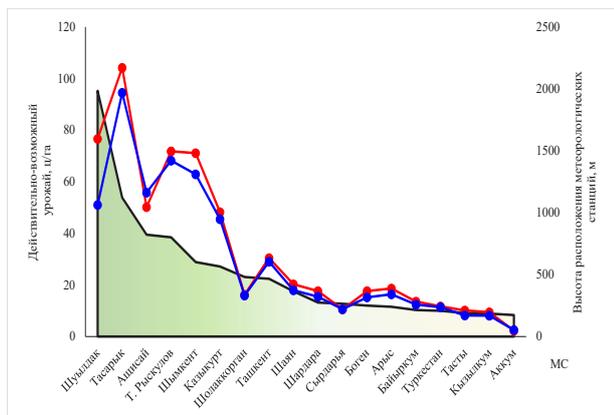
Климатический потенциально-возможный урожай



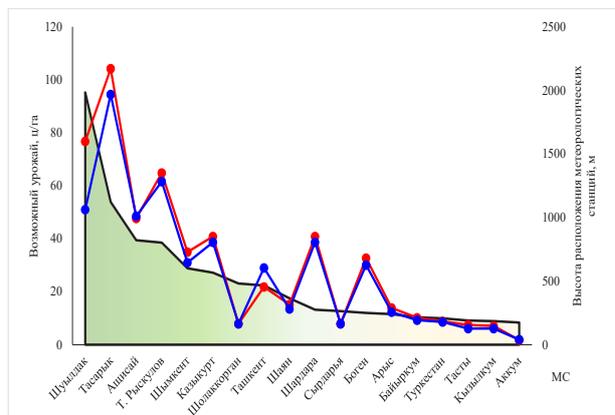
Максимально-возможный урожай



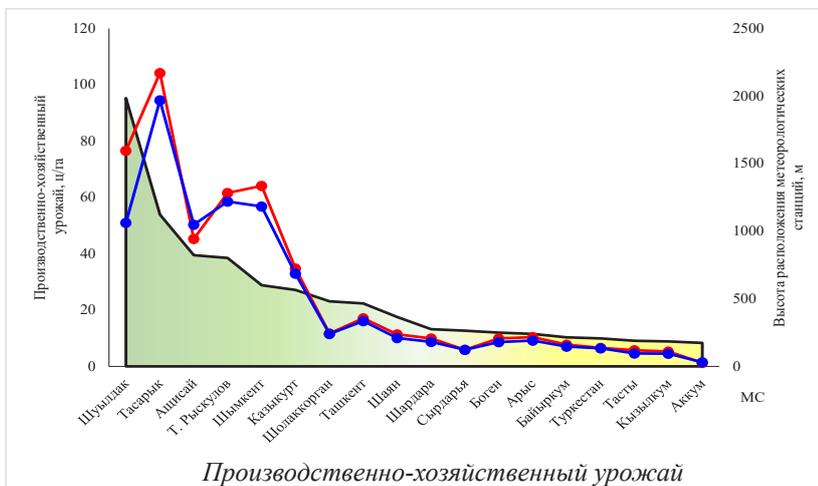
Действительно-максимально-возможный урожай



Действительно-возможный урожай



Возможный урожай



Производственно-хозяйственный урожай

Рис. 1. – График изменения урожайности агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования (сельскохозяйственных угодий) Туркестанской области по метеорологическим станциям (1 – высота расположения метеорологических станции, м; 2 – урожай в 1941...1960 гг., ц/га; 3 – урожай в 2001...2020 гг., ц/га)

Следует отметить, что агробиологические ресурсы в ландшафтах сельскохозяйственного использования Туркестанской области формируются под воздействием высоких энергетических ресурсов (суммы биологически активных температур выше 10 °С, радиационного баланса дневной поверхности, суммарной испаряемости почвенного и растительного покрова, относительно небольшого количества годовых атмосферных осадков, низкой естественной влагообеспеченности), что способствовали формированию в пределах 70 % территории региона достаточно низкой продуктивности сельскохозяйственных угодий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный методологический подход оценки агробиологических ресурсов ландшафтов используемых в сельскохозяйственном производстве, базируется на потенциальной продуктивности (PPAL_i), климатической потенциально-возможной продуктивности (CPP_i), максимально-возможной продуктивности (MPP_i), действительно-максимально-возможной продуктивности (RMPP_i), действительно-возможной продуктивности (RPP_i), возможной продуктивности (VP_i) и производственно-хозяйственной продуктивности (PEP_i) сельскохозяйственных угодий. В сравнении с существующими методами прогнозирования продуктивности сельскохозяйственных культур, данный подход учитывает все имеющие природные ресурсы и факторы жизнедеятельности растений, которые позволяют рассчитать количественные и качественные аспекты исследуемого процесса, получить ценную научную информацию, необходимую для территориальной организации сельскохозяйственного производства, как основного инструмента инновационного обеспечения, анализа, оценки, контроля и управления агроресурсного потенциала на основе адаптивно-ландшафтного земледелия. В результате проведенной оценки агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования (продуктивности сельскохозяйственных угодий) Туркестанской области установлен устойчивый тренд на повышение потенциальной продуктивности сельскохозяйственных угодий по – при-

ходу фотосинтетически активной радиации, климатической потенциально-возможной продуктивности во всех природных (ландшафтных) зонах области и снижение потенциальной продуктивности сельскохозяйственных угодий – максимально-возможной, действительно-максимально-возможной, действительно-возможной, возможной и производственно-хозяйственной.

Проведенная оценка агробиологических ресурсов ландшафтов сельскохозяйственного использования Туркестанской области в разрезе административных районов с учетом особенностей формирования ландшафтного разнообразия и использования многолетних информационно-аналитических материалов, позволила объективно оценить продуктивность сельскохозяйственных угодий, как применительно к фактическим условиям, так и к прогнозируемым сценариям, как инструмента научного, информационного и инновационного обеспечения, оценки и управления, осуществления контроля и прогноза агроресурсного потенциала региона.

Данное исследование выполнено в рамках Грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (№AP14869663 «Разработать научно-прикладные основы ландшафтно-агроэкологического районирования Туркестанской области для целей сбалансированного землепользования») (2022-2024 годы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. – М.: Наука, 1965. – 374 с.
2. Дмитренко В.П. Динамическая теория максимальной урожайности сельскохозяйственных культур // Труды УкрНИГМИ. – 1976. – Вып. 148. – С. 3–12.
3. Жуков В.А. Моделирование, оценка и рациональное использование агроклиматических ресурсов России: Автореф. диссерт. доктора географических наук. – М., 1998. – 54 с.
4. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жидекулова Г.Е. Модель формирования продуктивности сельскохозяйственных культур в гидроагроландшафтных системах // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 4. – С. 100–120. <https://doi:10.37801/ajad2018.15.1.3>
5. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова Н.П. Фотосинтетическая деятельность растения в посевах. – М., изд. АН СССР, 1961. – 160 с.
6. Полевой А.Н., Флоря Л.В. Моделирование агроклиматических ресурсов производительности урожая и формирования продуктивности сельскохозяйственных культур // Гидрометеорология и экология. – 2015. – 31. – С. 36–49.

7. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.
8. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 197 с.
9. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.
10. Baier, W. Note on the terminology of crop-weather models / W. Baier // *Agriculture and food security*. – 1979. – Vol. 2. – P. 137–145.
11. Chowdhury S, Al-Zahrani M, Abbas A (2013) Implications of climate change on crop water requirements in arid region: An example of Al-Jouf, Saudi Arabia // *Journal of King Fahd University – Engineering Sciences* 54(1), – P. 21–31. <https://doi:10.1016/j.jksues.2013.11.001>
12. Enete AA, Amusa TA (2010) Challenges of Agricultural Adaptation to Climate Change in Nigeria: A Synthesis from the Literature // *Field Actions Science Reports*, –Vol. 4.–P.1–11.
13. Gornall J, Betts R, Burke E, Clark R, Camp J, et al. (2010) Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 365(554): – P. 2973–2989. <https://doi:10.1098/rstb.2010.0158>
14. Howden, S. M. and Meinke, H. (2003). Climate change: challenges and opportunities for Australian agriculture. In: *Proceedings of the Conference on Climate Impacts on Australia's Natural Resources: Current and Future Challenges*, Queensland, Australia, Canberra, – P.53–55.
15. Hui J. and et al. 2008. Impacts of Climate Change on Chinese Agriculture—Phase II Adaptation Framework and Strategy Part 2: Application of the Adaptation Framework: A Case Study of Ningxia, Northwest China. *AEA Technology*. – P. 56–69.
16. Kang Y, Khan S, Ma X (2009) Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security - A review. *Progress in Natural Science* 19(12): – P. 1665–1674. <https://doi:10.1016/j.pnsc.2009.08.001>
17. Kandiannan K., Chandaragiri K. K., Sankaran N., Balasubramanian T. N., Kailasam C., Crop-weather model for turmeric yield forecasting for Coimbatore district, Tamil Nadu, India // *Agric. Forest Meteorol.* 112 (2002), – P. 133–137. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00125-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00125-9)
18. Kirtti R. P., Phanindra G. (2018). «Statistical Modeling of Crop-Weather Relationship in India: A Survey on Evolutionary Trend of Methodologies», *Asian Journal of Agriculture and Development*, Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA), vol. 15(1), – P. 42-60. <https://doi:10.37801/ajad2018.15.1.3>
19. Mustafayev Zh., Skorintseva I., Toletayev A., Bassova T., & Aldazhanova G. (2023). Assessment of climate change in natural areas of the Turkestan region of the republic of Kazakhstan for the purposes of sustainable agricultural and recreational nature management // *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 46(1), P. 70–77. <https://doi.org/10.30892/gtg.46108-1002>
20. Mustafayev Zh., Tuletayev A, Kuderin A. Assessment of thermal and natural moisture provision in territory of Turkestan region of the republic of Kazakhstan in changing climate conditions // *Journal of Geography and Environmental Management* 68(1). 2023. – №1 (68). – P. 74-84. <https://doi:10.26577/JGEM.2023.v68.i1.06>
21. Shawcroft, R.W. The soil - plant - atmosphere model and some of its predictions / R.W. Shawcroft, E.R. Lemon // *Agric. Met.* – 1974. – Vol. 14, No. 12. – P. 287–307.
22. Филин В.И. Теория программирования урожая в приложении к современному земледелию // *Ученые записки агрономического факультета ВГСХА*. – Волгоград: Изд-во ВГСХА, 2005. – С. 97–122.
23. Филин В.И. Программирование урожая: от идеи к теории и технологиям возделывания сельскохозяйственных культур // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. – 2014. – № 3 (35) – С. 26–36.
24. Трубилин А.И., Петрик Г.Ф., Прущников А.Г. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур: учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 95 с.
25. Романова И.Н., Князева С.М. Основы программирования урожая сельскохозяйственных культур: Рабочая тетрадь и методические указания для выполнения практических работ. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2019 – 87с.
26. Троян Т. Н., Терещенко С. А. Планирование урожая сельскохозяйственных культур: учебно– методическое пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 40 с
27. Арова, О. З., Шевхужева Л.А. Программирование урожая сельскохозяйственных культур: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2023. – 172 с.
28. Духовный В.А., Нерозин С.А., Стулина Г.В., Солодкий Г.Ф. Программирование урожая сельскохозяйственных культур (системный подход в приложении к мелиорации). – Ташкент: НИЦ МКВК. – 2015. –184 с.
29. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.

REFERENCES

1. Vernadskii V.I. *Khimicheskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruzhenie*. – М.: Nauka, 1965.– 374 p.
2. Dmitrenko V.P. *Dinamicheskaya teoriya maksimal'noi urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* // *Trudy UkrNIGMI*. – 1976. – Vyp. 148. – P. 3–12.
- 3 Zhukov V.A. *Modelirovanie, otsenka i ratsional'noe ispol'zovanie agroklimaticheskikh resursov Rossii: Avtoref. dissert. doktora geograficheskikh nauk*. – М., 1998. – 54 p.
4. Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Zhidekulova G.E. *Model' formirovaniya produktivnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v gidroagrolandshaftnykh sistemakh* // *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*. – 2017. – № 4. – P. 100–120.
5. Nichiporovich A.A., Stroganova L.E., Chmora S.N., Vlasova N.P. *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rasteniya v posevakh*. – М., izd. AN SSSR, 1961. – 160 p.
6. Polevoi A.N., Florya L.V. *Modelirovanie agroklimaticheskikh resursov proizvoditel'nosti urozhaya i formirovaniya produktivnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2015.-31. – P. 36–49.

7. Sirotenko O.D. Matematicheskoe modelirovanie vodnoteplovogo rezhima i produktivnosti agroekosistem. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981. – 167 p.
8. Tooming Kh.G. Solnechnaya radiatsiya i formirovanie urozhaya. – L.: Gidrometeoizdat, 1977. – 197 p.
9. Tooming Kh.G. Ekologicheskie printsiy maksimal'noi produktivnosti posevov. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 264 p.
10. Baier, W. Note on the terminology of crop-weather models / W. Baier // Agriculture and food security. – 1979. – Vol. 2. – P. 137–145.
11. Chowdhury S, Al-Zahrani M, Abbas A (2013) Implications of climate change on crop water requirements in arid region: An example of Al-Jouf, Saudi Arabia // Journal of King Fahd University – Engineering Sciences 54(1). – P. 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2013.11.001>
12. Enete AA, Amusa TA (2010) Challenges of Agricultural Adaptation to Climate Change in Nigeria: A Synthesis from the Literature // Field Actions Science Reports, –Vol. 4.– P. 1–11.
13. Gornall J, Betts R, Burke E, Clark R, Camp J, et al. (2010) Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 365(554): – P. 2973–2989. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0158>
14. Howden, S. M. and Meinke, H. (2003). Climate change: challenges and opportunities for Australian agriculture. In: Proceedings of the Conference on Climate Impacts on Australia's Natural Resources: Current and Future Challenges, Queensland, Australia, Canberra, – P. 53–55.
15. Hui J. and et al. 2008. Impacts of Climate Change on Chinese Agriculture–Phase II Adaptation Framework and Strategy Part 2: Application of the Adaptation Framework: A Case Study of Ningxia, Northwest China. AEA Technology. – P. 56–69.
16. Kang Y, Khan S, Ma X (2009) Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. Progress in Natural Science 19(12): – P. 1665–1674. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2009.08.001>
17. Kandiannan K., Chandaragiri K. K., Sankaran N., Balasubramanian T. N., Kailasam C., Crop-weather model for turmeric yield forecasting for Coimbatore district, Tamil Nadu, India // Agric. Forest Meteorol. 112 (2002), – P. 133–137. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00125-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00125-9)
18. Kirtti R. P., Phanindra G. (2018). «Statistical Modeling of Crop-Weather Relationship in India: A Survey on Evolutionary Trend of Methodologies», Asian Journal of Agriculture and Development, Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA), vol. 15(1), – P. 42–60. <https://doi.org/10.37801/ajad2018.15.1.3>
19. Mustafayev Zh., Skorintseva I., Toletayev A., Bassova T., & Aldazhanova G. (2023). Assessment of climate change in natural areas of the Turkestan region of the republic of Kazakhstan for the purposes of sustainable agricultural and recreational nature management // GeoJournal of Tourism and Geosites, 46(1) – P. 70–77. <https://doi.org/10.30892/gtg.46108-1002>
20. Mustafayev Zh., Tuletayev A, Kuderin A. Assessment of thermal and natural moisture provision in territory of Turkestan region of the republic of Kazakhstan in changing climate conditions // Journal of Geography and Environmental Management 68(1). 2023. – №1 (68). – P. 74–84. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2023.v68.i1.06>
21. Shawcroft, R.W. The soil - plant - atmosphere model and some of its predictions / R.W. Shawcroft, E.R. Lemon // Agric. Met. – 1974. – Vol. 14, No. 12. – P. 287–307.
22. Filin V.I. The theory of crop programming as applied to modern agriculture // Scientific notes of the agronomic faculty of the VGSHA. – Volgograd: Publishing House of the All-Russian State Academy of Agricultural Sciences, 2005. – P. 97–122.
23. Filin V.I. Crop programming: from idea to theory and technologies for cultivating agricultural crops // News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. – 2014. – No. 3 (35) – p. 26–36.
24. Trubilin A.I., Petrik G.F., Prushchnikov A.G. Forecasting crop yields: a tutorial. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 95 p.
25. Romanova I.N., Knyazeva S.M. Basics of programming agricultural crops: Workbook and guidelines for performing practical work. – Smolensk Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Smolensk State Agricultural Academy, 2019 – 87 p.
26. Troyan T. N., Tereshchenko S. A. Planning of agricultural crop yields: a teaching aid for studying the discipline for undergraduate students in the field of preparation 03/35/04 Agronomy. – Kaliningrad: Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "KSTU", 2023. – 40 p.
27. Arova, O. Z., Shevkhuzheva L.A. Programming of agricultural crop yields: a textbook for students in the field of training 03/35/04 Agronomy. – Cherkessk: BIC SKGA, 2023. – 172 p.
28. Dukhovny V.A., Nerozin S.A., Stulina G.V., Solodkiy G.F. Programming of crop yields (systematic approach as applied to land reclamation). – Tashkent: SIC ICWC. – 2015. – 184 p.
29. Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie / Pod red. I.A. Shiklomanova. SPb.: GGI, 2008. – 600 p.

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ ЖАҒДАЙЫНДА ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ПАЙДАЛАНУ ЛАНДШАФТТАРЫНЫҢ АГРОБИОЛОГИЯЛЫҚ РЕСУРСТАРЫН БАҒАЛАУ

Ж.С. Мустафаев¹ т.ғ.д., профессор, И.Б. Скоринцева¹ з.ғ.д., А.Н. Омаров^{1*}, А.Б. Тулетаев²

¹«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

²әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

Email: otaraidos@inbox.ru

Мақалада Х.Г. Тоомингтің эталондық дақылдарының әзірленген тұжырымдамасына негізделген климаттың өзгеруі жағдайында Түркістан облысының ауыл шаруашылық пайдалану ландшафттарының агробиологиялық ресурстарын бағалау нәтижелері келтірілген. Облыстың агробиологиялық ресурстарын бағалау алгоритмін әзірлеу үшін 1941...2020 жылдары әртүрлі табиғи аймақтарда орналасқан 18 метеорологиялық бекет бойынша зерттеудің климаттық базасы құрылды, бұл климаттың өзгерісі мәнмәтінінде ауыл шаруашылық жерлерінің өнімділігінің әртүрлі санаттарының қалыптасу ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік берді. Облыс ландшафттарының агробиологиялық ресурстарының жай-күйі бойынша, ауыл шаруашылығы алқаптарының әлеуетті өнімділігі бойынша, кеңістіктік-уақыттық масштабта эталондық дақылдар тұжырымдамасын пайдалана отырып, фотосинтетикалық белсенді радиацияның (ФБР) келуі бойынша зерттеудің алынған нәтижелері - фотосинтетикалық белсенді радиацияның, климаттың ықтимал өнімділігінің және ауыл шаруашылық жерлерінің ықтимал өнімділігінің төмендеуі, облыстың барлық табиғи (ландшафтық) аймақтарында мүмкін болатын, іс жүзінде мүмкін болатын, мүмкін болатын және өндірістік-шаруашылық ауыл шаруашылығы алқаптарының әлеуетті өнімділігін арттыруға тұрақты тренд байқалғанын көрсетті.

Түйін сөздері: ландшафт, агробиологиялық ресурстар, егін санаты, әдістеме, алгоритм, климаттық көрсеткіштер, бағалау.

ASSESSMENT OF AGROBIOLOGICAL RESOURCES OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE TURKESTAN REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN UNDER CHANGING CLIMATE CONDITIONS

Zh. Mustafayev¹ *Doctor of Technical Sciences, Professor*, **I. Skorintseva**¹ *Doctor of Geographical Sciences.*, **A. Omarov**¹, **A. Tuletayev**²

¹*JSC "Institute of Geography and Water Security", Almaty, Kazakhstan*

²*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Email: omaraidos@inbox.ru

The article presents the results of assessment of agrobiological resources of landscapes of agricultural use of Turkestan region under conditions of changing climate, which were based on the developed concept of reference yields of H. Tooming. To develop an algorithm for assessing the agrobiological resources of the region, a climatic research base for 1941...2020 was created for 18 meteorological stations located in different natural zones, which made it possible to determine the peculiarities of the formation of different categories of agricultural yields due to climate change. The obtained results of the research on the state of agrobiological resources of landscapes of the region on potential productivity of agricultural lands, on photosynthetically active radiation (PAR) input using the concept of reference yields in spatial and temporal scales have shown that there is a stable trend to increase the potential productivity of agricultural lands on photosynthetically active radiation input, climatic potential-possible productivity and decrease the potential productivity of agricultural lands on - photosynthetically active radiation input, climatic potential-possible productivity and decrease the potential productivity of agricultural lands on - photosynthetically active radiation input.

Keywords: landscape, agrobiological resources, crop category, methodology, algorithm, climatic indicators, assessment.

Сведения об авторе /Автор туралы мәліметтер/Information about author:

Мустафаев Жумахан Сулейменович – профессор, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, ул. Пушкина, 99, *z-mustafa@rambler.ru*

Скоринцева Ирина Борисовна – д.г.н., руководитель лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, ул. Пушкина, 99, *skorintseva@mail.ru*

Омаров Айдос Нурланович – магистр естественных наук, научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, ул. Пушкина, 99, *omaraidos@inbox.ru*

Тулетаев Асхат Боромбаевич – PhD докторант факультета географии и природопользования КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы, ул. Пушкина, 99, *hat_0512@mail.ru*

Мустафаев Жумахан Сулейменович – профессор, техникалық ғылымдарының докторы, «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері зертханасының бас ғылыми қызметкері қауіпсіздігі институты» АҚ ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері зертханасының бас ғылыми қызметкері, Алматы, Пушкин к-і, 99, *z-mustafa@rambler.ru*

Скоринцева Ирина Борисовна – география ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ-ның ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері зертханасының меңгерушісі, Алматы, Пушкин к-і, 99, *skorintseva@mail.ru*

Омаров Айдос Нурланович – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ-ның ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері зертханасының ғылыми қызметкері, Алматы, Пушкин к-і, 99, *omaraidos@inbox.ru*

Тулетаев Асхат Боромбаевич – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, география және табиғатты пайдалану факультетінің география кафедрасының докторанты, «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ-ның ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері зертханасының ғылыми қызметкері, Алматы, Пушкин к-і, 99, *hat_0512@mail.ru*

Mustafayev Zhumakhan – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Laboratory of Landscape Science and Environmental Management Problems of JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, 99, Pushkin str, *z-mustafa@rambler.ru*

Irina Skorintseva – Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of landscape science and nature management of JSC «Institute of geography and water security», Almaty, 99, Pushkin str., *skorintseva@mail.ru*

Aidos Omarov – master of Natural Sciences, Researcher of the Laboratory of landscape science and nature management of JSC «Institute of geography and water security», Almaty, 99, Pushkin str., *omaraidos@inbox.ru*

Askhat Tuletayev – PhD student of the Department of geography of the Faculty of geography and environmental management of Al-Farabi Kazakh National University, Researcher of the Laboratory of landscape science and nature management of JSC «Institute of geography and water security», Almaty, 99, *Pushkin str., hat_0512@mail.ru*

Вклад авторов/ Авторлардың қосқан үлесі/ Authors contribution:

Мустафаев Жумахан Сулейменович – разработка концепции, разработка методологии

Скоринцева Ирина Борисовна – разработка концепции, разработка методологии, подготовка и редактирование текста

Омаров Айдос Нурланович – проведение статистического анализа, картографирование, визуализация

Тулетаев Асхат Боромбаевич – проведение статистического анализа

Мустафаев Жумахан Сулейменович – тұжырымдаманы әзірлеу, әдістемені әзірлеу

Скоринцева Ирина Борисовна – тұжырымдаманы әзірлеу, әдістемені әзірлеу, мәтінді дайындау және өңдеу

Омаров Айдос Нурланович – статистикалық талдау жүргізу, картографиялық жұмыстар, көрнекілік

Тулетаев Асхат Боромбаевич – статистикалық талдау жүргізу

Mustafayev Zhumakhan – concept development, methodology development

Irina Skorintseva – concept development, methodology development, preparing and editing the text

Aidos Omarov – conducting statistical analysis, mapping, visualization

Askhat Tuletayev – conducting statistical analysis