

12. Карпенко Н.П., Юрченко И.Ф. Совершенствование информационных технологий диагностики технического состояния гидротехнических сооружений // Природообустройство. – 2020. – № 1. – С. 34-40. DOI 10.34677/1997-6011/2020-1-34-41.

diagnostiki tehničeskogo sostoyaniya gidrotehničkih sooruzhenij // Prirodoo-
bustrojstvo. – 2020. – № 1. – S. 34-40. DOI
10.34677/1997-6011/2020-1-34-41.

Критерии авторства

Сеvрюгина Н.С., Апатенко А.С., Капырин П.Д. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Сеvрюгина Н.С., Апатенко А.С., Капырин П.Д. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Criteria of authorship

Sevryugina N.S., Apatenko A.S., Kapyrin P.D. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Sevryugina N.S., Apatenko A.S., Kapyrin P.D. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 12.05.2021 г.

The article was submitted to the editorial office 12.05.2021

Одобрена после рецензирования 05.06.2021 г.

Approved after reviewing 05.06.2021

Принята к публикации 28.06.2021 г.

Accepted for publication 28.06.2021

Оригинальная статья

УДК 502/504: 631.431:631.67

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-13-20

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛИВНОЙ НОРМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

БЕЗБОРОДОВ ЮРИЙ ГЕРМАНОВИЧ¹, д-р техн. наук, профессор
ubezborodov@rgau-msha.ru

ХОЖАНОВ НИЕТБАЙ НУРЖАНОВИЧ², канд. с.-х. наук, доцент
khozhanov55@mail.ru

АУГАНБАЕВА ЖИБЕК САКЕНОВНА², докторант
Gibek95@mail.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская, 49. Россия

² Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати; 080002. г. Тараз, ул. Толе би, 60. Республика Казахстан

Цель исследования – установление аналитической связи между поливной нормой и суммой положительных температур, которая позволит оптимизировать и рационализировать использование природно-ресурсного потенциала без ущерба продуктивности кормовых культур. Установлена динамика влажности почвы за вегетационный период на лугово-аллювиальных почвах Приаралья и сероземных почвах юга Казахстана с суммой положительных температур больше 10°C. Для обоснования срока вегетационных поливов по показателям суммы эффективных температур проведены полевые исследования и проанализированы полученные материалы. На посевах хлопчатника поливы необходимо проводить при наступлении суммы эффективных температур 500-550°C, 800-850°C, 1100-1150°C и 1400°C от начала посева. При этом превышение урожая хлопка-сырца над контролем в производственных условиях составляет порядка 4,9 ц/га. На посевах кормовых культур поливы следует проводить по накоплению суммы эффективных температур 400°C, последующие поливы – через каждые 200°C...250°C. Из расчетов следует, что поливной сезон кукурузы должен начинаться со второй декады мая и заканчиваться с конца июня с поливной нормой от 650 до 800 м³/га. Проведение поливов в соответствии с суммой положительных температур позволяет сэкономить до 2-3 поливов общей поливной нормой от 1400 до 2400 м³/га. и увеличивает валовой урожай сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: поливная норма, влажность почвы, температура почвы, режим орошения, радиационный индекс

Формат цитирования: Безбородов Ю.Г., Хожанов Н.Н., Ауганбаева Ж.С. Энергетические принципы определения поливной нормы сельскохозяйственных культур // Природообустройство. – 2021. – № 3. – С. 13-20. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-13-20.

© Безбородов Ю.Г., Хожанов Н.Н., Ауганбаева Ж.С., 2021

Scientific article

ENERGY PRINCIPLES FOR DETERMINING THE IRRIGATION RATE OF AGRICULTURAL CROPS

BEZBORODOV YURY GERMANOVICH^{✉1}, doctor of technical sciences, professor

ubezborodov@rgau-msha.ru

KHOZHANOV NIETBAJ NURZHANOVICH², candidate of agricultural sciences, associate professor

khozhanov55@mail.ru

AUGANBAEVA ZHIBEK SAKENOVNA², doctoral candidate

Gibek95@mail.ru

¹ Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, Timiryazevskaya, 49. Russia

² Taraz regional university named after M.H. Dulaty; 080002, Taraz, ul. Tole be, 60. Republic of Kazakhstan

The purpose of the study is to establish an analytical relationship between the irrigation norm and the sum of positive temperatures which will allow optimizing and rationalizing the use of natural resource potential without affecting the productivity of forage crops. There is established that the dynamics of soil moisture during the vegetation season on the meadow-alluvial soils of the Aral Sea region and sierozem soils of the south of Kazakhstan with the sum of positive temperatures is greater than 10°C. To justify the period of vegetation irrigation according to the indicators of the sum of effective temperatures, field studies were conducted and the materials obtained were analyzed. In addition, the establishment of pre-irrigation antecedent soil moisture based on preliminary calculations allows you to stabilize the microclimate of the irrigated area and increase the gross crop yield, save irrigation water. On cotton crops, irrigation must be carried out when the sum of the effective temperatures is 500...550°C, 800...850°C, 1100-1150°C and 1400°C from the beginning of sowing. At the same time, the excess yield control of raw cotton in production conditions is about 4.9 c/ha. On forage crops, watering should be carried out according to the accumulation of the sum of effective temperatures of 400°C, subsequent watering every 200°C-250°C.. It follows from the calculations that the maize irrigation season should start from the second decade of May and end in late June with a watering rate of 650 to 800 m³/ha. Carrying out irrigation in accordance with the sum of positive temperatures allows you to save up to 2-3 watering with a total irrigation rate of 1400 to 2400 m³/ha. and increases the gross yield of agricultural crops.

Keywords: irrigation rate, soil moisture, soil temperature, irrigation regime, radiation index

Format of citation: Bezborodov Yu.G., Khozhanov N.N., Auganbaeva Zh.S. Energy principles for determining the irrigation rate on agricultural crops // Prirodoobustrojstvo. – 2021. – № 3. – S. 13-20. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-13-20.

Введение. Формирование мелиоративных режимов орошаемых почв есть результат взаимодействия оросительной воды с почвой. Таким же путем формируются водный, воздушный, солевой, пищевой, микроэлементный и другие режимы почв. Из всего многообразия можно выделить основные режимы, которые взаимосвязаны и влияют на формирование других. Это водный, солевой и пищевой режимы почв. Применяемые в практике модели условно можно

подразделить на три класса: аналоговые, статистические и детерминированные [1, 2].

Аналоговые модели основаны на использовании подобия изучаемого процесса другому, имеющему иную физическую природу, параметры которого достаточно просто измерить, что непригодно для точного количественного описания сложных природных процессов.

Статистические модели используются в случае, когда не определена аналитическая связь между исследуемым процессом

и определяющими их факторами. Эта связь имеет случайный, вероятностный характер и устанавливается на основе имеющихся экспериментальных выборок с использованием соответствующим образом подобранного метода их статистической обработки. Прогноз, выполненный на основе статистических моделей, является обоснованным лишь в том случае, когда база экспериментальных данных содержит достаточный представительный объем по всем факторам, а область их вариации соответствует области прогноза.

Детерминированные математические модели процессов представляют собой системы алгебраических и дифференциальных уравнений с совокупностью начальных и граничных условий, предполагающие возможность их решения аналитическими или численными методами. Такие модели предназначены для количественного описания процессов, происходящих в координатно-временном пространстве.

Целью исследования является установление аналитической связи между поливной нормой и суммой положительных температур, позволяющей оптимизировать и рационализировать использование природно-ресурсного потенциала без ущерба для продуктивности кормовых культур.

Материалы и методы. В условиях юга Казахстана основным лимитирующим фактором урожайности сельскохозяйственных культур является почвенная влага, так как за период вегетации сельскохозяйственных культур выпадает недостаточное количество атмосферных осадков, а имеющийся в почве запас влаги за счет осенне-зимних осадков не удовлетворяет потребности в воде той или иной культуры. Поэтому, анализируя обзор многолетних исследований по изучению технологии возделывания кормовых культур в южной зоне Казахстана, мы попытались выявить методологические аспекты прогнозирования поливной нормы кукурузы, основываясь на детерминированной математической модели процессов, происходящих в координатно-временном пространстве.

Результаты и обсуждение. Анализ многолетних научных разработок Каракалпакского НИИ земледелия показывает, что в условиях Южного Приаралья оптимальной предполивной влажностью почвы для получения стабильного урожая сельскохозяйственных культур являются 75-75-65% и 80-80-65% от НВ. При этом по сравнению с жестким режимом орошения

обеспечивается повышение урожая хлопка-сырца на 4-5 ц/га, кукурузы на зерно – 8-12 ц/га, кукурузы на силос – 150-180, сена люцерны – 50-60 ц/га.

Обзор статистических материалов по режиму сельскохозяйственных культур за период 2000-2017 гг. показывает, что между предполивной влажностью почвы и метеорологическими показателями существуют определенные связи, которые описываются квадратным уравнением. Так, влажность почвы 70 см слоя с температурой воздуха коррелируются в следующей форме:

$$W_i = -0,00076t_{\text{в}}^2 + 21,28, \quad (1)$$

где $W_{\text{п}}$ – влажность почвы 70 см слоя, %; $t_{\text{в}}$ – температура воздуха, °С.

При этом следует отметить, что в интервале температуры воздуха 12-24°C и влажности почвы 18,5-19,8% отклонение от фактических величин составляет порядка 0,5-2,7% по абсолютной величине, что находится в пределах нормы.

Величина влажности почвы 70 см слоя коррелирует с температурой почвы 20 см слоя:

$$W_{\text{п}} = 18,12 + 0,396t_{\text{п}} - 0,016t_{\text{п}}^2, \quad (2)$$

где $W_{\text{п}}$ – влажность почвы 70 см слоя, %; $t_{\text{п}}$ – температура почвы 20 см слоя, °С.

При температуре почвы в интервале 13-30°C влажность почвы составляет 15,3-20,6%, а отклонение от фактических величин – 0,5-1,5% по абсолютной величине.

Величина влажности почвы 70 см слоя с влажностью воздуха коррелируется зависимостью:

$$W_{\text{п}} = 0,0066W_{\text{в}}^2 - 6,109W_{\text{в}} + 157,99. \quad (3)$$

При условии изменения влажности воздуха в интервале 40-54% полевая влажность почвы составляет 17,8-19,5%, отклонение – от -10,8 до +7,9%.

Расчетные методы по предварительному анализу позволяют стабилизировать микроклимат орошаемого массива и, увеличивая валовой урожай сельскохозяйственных культур, значительно сэкономить оросительную воду.

В условиях сероземных почв юга Казахстана в вегетационный период влажность метрового слоя почвы колеблется в пределах 15,1-20,1%, сумма положительных температур почвы за период от мая по октябрь находится в пределах 307°C-843°C (табл. 1).

Таблица 1

Динамика влажности и температуры почвы опытного участка, % [2]

Table 1

Dynamics of the soil moisture and temperature of the experimental site, % [2]

Показатели <i>Indicators</i>	Даты наблюдений / <i>Dates of observations</i>			
	27.04	12.05	27.05	16.06
Динамика влажности почвы, % <i>Dynamics of soil moisture, %</i>	20,06	17,27	16,84	15,07
Сумма положительных температур, $T_{\Sigma}, ^\circ\text{C}$ <i>Sum of positive temperatures, $T_{\Sigma}, ^\circ\text{C}$</i>	510	626	626	735
T_{Σ} за конкретный месяц <i>$T_{\Sigma}, ^\circ\text{C}$ for a concrete month</i>	444,2	308,1	302,9	472,7
Нарастающий, T_{Σ} <i>Increasing, $T_{\Sigma}, ^\circ\text{C}$</i>	444,2	752,3	1055,2	1527,9
Наименьшая влагоемкость почвы, % <i>The least soil moisture, %</i>	21,8	21,8	21,8	21,8

Из таблицы следует, что динамика влажности почвы за вегетационный период на сероземных почвах юга Казахстана с суммой положительных температур больше 10°C находится в следующей зависимости:

$$W_{\text{п}} = 10,7 + 0,006t_{\Sigma}, \quad (4)$$

где $W_{\text{п}}$ – влажность почвы, %; t_{Σ} – положительная температура воздуха, %.

Расчеты показывают, что при $t_{\Sigma} = 500^\circ\text{C}$ $W_{\text{п}} = 13,91\%$; $t_{\Sigma} = 1000^\circ\text{C}$ $W_{\text{п}} = 16,7\%$; $t_{\Sigma} = 1500^\circ\text{C}$ $W_{\text{п}} = 19,7\%$. Так, для поддержания предположительной влажности на уровне 80% НВ дефицит влажности почвы при сумме эффективных температур 500°C составляет 3,53%, а при 1000°C – 0,74%.

Наряду с этим в практике орошаемого земледелия большой интерес представляет установление сроков вегетационных поливов. Для обоснования срока вегетационных поливов по показателям суммы эффективных температур нами произведены полевые исследования и осуществлен анализ фактических материалов за 2000-2004 гг. Это позволило установить, что на посевах хлопчатника первый полив необходимо производить при наступлении суммы эффективных температур $500-550^\circ\text{C}$; второй полив – при наступлении суммы эффективных температур $800-850^\circ\text{C}$; третий – при сумме эффективных температур $1100-1150^\circ\text{C}$; четвертый – при сумме эффективных температур 1400°C от начала посева (табл. 3). При этом превышение урожая хлопка-сырца контроля в производственных условиях составляет порядка 4,9 ц/га.

Согласно данным наших наблюдений (2017-2019 гг.) поливы на посевах

кормовых культур следует проводить по накоплению суммы эффективных температур 400°C , последующие поливы – через каждые $200-250^\circ\text{C}$ (табл. 2).

Из таблицы 2 следует, что во втором варианте проведенные вегетационные поливы (первый – с наступлением суммы эффективных температур 400°C , последующие – через каждые $200-250^\circ\text{C}$) обеспечили урожайность порядка 36 ц/га зерна и 725 ц/га зеленой массы сорго. На контрольном варианте и при повышении эффективных температур урожайность была значительно ниже: 28 и 33 ц/га зерна; 540 и 690 ц/га зеленой массы. Следовательно, в условиях жесткого ограничения поливной воды, а также в маловодные годы для обеспечения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо строго придерживаться установленного порядка водоподачи и обосновывать график водопотребления для каждого конкретного хозяйства на основе научных рекомендаций и предложений.

Обычно поливные нормы рассчитывают по формуле А.Н. Костякова (1960). Исследователь С.Н. Рыжов (1948 г.) предложил свою формулу для расчета поливной нормы.

В зарубежной литературе отмечают несколько другие принципы установления поливных норм. Так, для условий США W.D. Criddle (1958) [3] приводит формулу инженера Гойона по определению поливной нормы.

В результате анализа многолетних данных о режиме орошения сельскохозяйственных культур в условиях северной зоны Каракалпакстана за период 1980-2000 гг.

установлено, что поливная норма хлопчатника коррелируется выражением:

$$m = 10W_{\text{п}}h_{\text{р}}, \quad (4)$$

где m – поливная норма, м³/га, $W_{\text{п}}$ – влажность почвы перед поливом, %, $h_{\text{р}}$ – высота растений (хлопчатника), см.

На посевах кукурузы, сорго, суданской травы и подсолнечника примерная поливная норма коррелируется выражением:

$$m = 40 W_{\text{п}}. \quad (5)$$

При этом значение высоты кормовых культур, то есть величина 40, определяется следующим образом:

$$\text{для первого полива} - 40 \approx \frac{2}{3} h_{\text{р}};$$

$$\text{для второго полива} - 40 \approx \frac{1}{2} h_{\text{р}};$$

$$\text{для третьего полива} - 40 \approx \frac{1}{3} h_{\text{р}};$$

$$\text{для четвертого полива} - 40 \approx \frac{1}{6} h_{\text{р}}.$$

Таблица 2

Фактические суммы эффективных температур воздуха межполивных периодов и урожай сельскохозяйственных культур

Table 2

Actual amounts of effective air temperatures of inter-irrigation periods and yield of agricultural crops

№ вариантов No of variants	Вегетационные поливы Vegetation irrigations								Сумма эффективных температур за межполивной период Amount of effective temperatures for the inter-irrigation period	Урожай, ц/га (сорго – зерно) Yield, c/ha (sorghum grain)
	1		2		3		4			
	Дата Date	$\Sigma t_{\text{эф}}$	Дата Date	$\Sigma t_{\text{эф}}$	Дата Date	$\Sigma t_{\text{эф}}$	Дата Date	$\Sigma t_{\text{эф}}$		
Хлопчатник / Cotton										
1	22.VII	931	19.VIII	1384					1384	13,5
2	29.VI	542	14.VII	803	1.VIII	1108	19.VIII	1399	1399	18,4
3	2.VII	591	20.VII	897	5.VIII	1201	22.VIII	1492	1492	15,7
4	5.VII	642	26.VII	995	13.VIII	1292	1.IX	1598	1598	14,3
Сорго / Sorghum										
1	4.VII	966	11.VIII	1427					1427	28
2	22.VI	427	4.VII	645	12.VIII	837	19.VII	1050	1050	36
3	27.VI	532	9.VII	750	15.VII	980	23.VII	1196	1196	33

Исследованиями установлено, что поливная норма с учетом агроклиматических условий должна компенсировать испарение за расчетный период и имеет следующий вид:

$$m = 1000 \sqrt{\frac{t}{\varphi}}, \quad (6)$$

где m – поливная норма, м³/га; t – коэффициент температуры; φ – коэффициент влажности.

Величины t и φ устанавливаются по формулам:

$$t = \frac{t_{\text{в}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{а}}}; \quad \varphi = \frac{W_{\text{в}}}{\text{НВ}},$$

где $t_{\text{в}}$ – температура воздуха конкретного периода, °С; $t_{\text{п}}$ – температура почвы расчетного периода, °С; $W_{\text{в}}$ – влажность воздуха расчетного периода, %; НВ – наименьшая влагоемкость конкретной почвы, %.

Расчетные величины поливной нормы за период исследования изменялись

в пределах 730-980 м³/га. За этот же период рассчитанные по формуле А.Н. Костякова поливные нормы составляли 546-780 м³/га, что на 20-25% меньше поданных. Вследствие этого наблюдаются нестыковки в режимах влажности почвы, что привело к уменьшению скорости передвижения влаги в почве и доступности воды для растений (табл. 3).

Имеющая в основе показатели энергетических ресурсов формула Н.Н. Хожанова для определения поливной нормы представлена следующим образом [4]:

$$M = \Sigma d / K_{\text{рд}} R_{\text{н}}, \quad (7)$$

где m – поливная норма нетто, м³/га; $K_{\text{рд}}$ – радиационный коэффициент местности; $R_{\text{н}}$ – радиационный индекс альтитуды местности.

Сравнительные данные расчета поливной нормы по энергетическим ресурсам представлены в таблице 4.

Таблица 3

Расчет поливной нормы, м³/га

Table 3

Calculation of the irrigation rate, m³/ha

Годы Years	t_b , °C среднесуточная температура воздуха в момент полива t_b , °C mean daily temperature during irrigation	Разность температур воздуха и почв в момент полива Differential temperatures of air and soils during irrigation	Коэффициент температуры, t Coefficient of temperature, t	W_b , % относительная влажность воздуха W_b , % relative air humidity	НВ, %	Коэффициент влажности, φ Coefficient of humidity φ	Расчетная поливная норма по формуле (6), m Calculated irrigation rate by the formula (6), m	Поливная норма по формуле А.Н. Костякова Irrigation rate by the formula of A.N. Kostyakov
2004	25,6	26,0	0,97	38	21	1,80	730	546
2005	26,5	26,0	1,02	32	21	1,52	820	719
2006	27,0	26,0	1,04	31	21	1,47	840	740
2007	27,6	26,0	1,10	28	21	1,33	900	780
2008	27,9	26,0	1,12	29	21	1,38	980	765

Поливные нормы при $R_n = 0,27$; $K_{Rd} = 12,4$; $\sum d = 2309$ соответствуют расчетным нормам по А.Н. Костякову и опытными данным, составляя 750,0 м³/га. Как следует из таблицы 4, показатели суммы дефицитов влажности воздуха ($\sum d$) по метеостанциям являются неодинаковыми, поэтому расчетные поливные нормы в региональном плане разные. Это вызвано прежде всего пестротой поступления энергетических ресурсов.

Из таблицы 4 также следует, что в целом усредненные данные расчетов поливной нормы составляют 838,9 м³/га, на 76,40-83,90 м³/га превышают опытные, рассчитанные по формуле А.Н. Костякова. Однако учитывая, что на метеостанциях Кордай, Тараз, Тюкен значения поливной нормы значительно ниже опытных данных, можно считать, что в целом на протяжении многих лет нерациональное использование поливных норм способствовало деградации орошаемых массивов. Поэтому в целях смягчения экологической ситуации орошаемого массива следует использовать методы ландшафтно-восстановительного земледелия, которые позволят в кратчайшие сроки установить дисбаланс ризосферной зоны.

В условиях юга Казахстана погодные условия за вегетационный период,

как свидетельствуют результаты многочисленных исследований, крайне различны по сумме выпавших осадков и температур. Отсюда следует, что для сероземных почв юга Казахстана при возделывании кукурузы на зерно для поддержания предполивной влажности почвы в течение вегетации на уровне 70-80-70% от НВ с увлажнением почвогрунта на оптимальную глубину (0,5-0,7-0,6м) рекомендуются такие схемы поливов и оросительные нормы: для позднеспелого гибрида кукурузы Казахстанская 43ТВ во влажные годы – поливы по схеме 1-2-1 с оросительной нормой 2120 м³/га; в засушливые годы – по схеме 1-3-1 с оросительной нормой 3240 м³/га; в острозасушливые годы – по схеме 2-3-1 с оросительной нормой 3420 м³/га; для сорта Узбекская Зубовидная во влажные годы – поливы по схеме 1-3-1 с оросительной нормой 2630 м³/га; в засушливые годы – по схеме 1-4-1 с оросительной нормой 3880 м³/га; в острозасушливые годы – по схеме 2-4-1 с оросительной нормой 3980 м³/га [5].

Проведенные исследования [6-10] свидетельствуют о том, что климатические зоны формируются под воздействием теплоэнергетических ресурсов и атмосферных осадков, так как функции дефицита влажности и температуры воздуха отражают энергетические ресурсы климата.

Таблица 4

Сравнение расчетных и фактических поливных норм, м³/га

Table 4

Comparison of calculated and actual irrigation rates, m³/ha

№ п/п	Метеостанции Weather stations	Σd	K _{Rd}	R _n	$m = \Sigma d / K_{Rd} R_n$
1	Кордай <i>Kordaj</i>	2214	12,7	0,27	645,6
2	Кулан <i>Kulan</i>	2519	11,5	0,24	912,6
3	Тараз <i>Taraz</i>	2309	12,4	0,27	689,6
4	Мерке <i>Merke</i>	2513	11,5	0,24	910,5
5	Жуалы <i>Zhualy</i>	2022	13,5	0,16	936,1
6	Шокпак <i>Shokpak</i>	2141	13,0	0,13	1266,8
7	Тюкен <i>Tyuken</i>	2434	11,9	0,40	511,3
Среднее / Average					838,9
Расчет по формуле А.Н. Костякова <i>Calculation by the formula of A.N. Kostyakov</i>					
	h, м	a, т/м ³	ε _n , %	ε _o , %	$m = 100 ah (\epsilon_n - \epsilon_o)$;
	0,70	1,52	21,6	14,5	755,4
Опытные данные [3] <i>Test data</i>					
Люцерна первого года при 70% НВ <i>Alfalfa of the first year at 70% NB</i>					900-1050
Люцерна прошлых лет при 70% НВ <i>Alfalfa of the previous years at 70% NB</i>					950-1200
Кукуруза на силос / Corn for silage					600
Кукуруза на зерно / Corn for grain					600
Среднее / Average					762,5

Выводы

В условиях засушливого климата и низкого плодородия орошаемых земель для обеспечения высокой продуктивности поливного гектара следует оптимизировать режим орошения сельскохозяйственных культур, способы, технику и технологии орошения на основе учета энергетических ресурсов. Проведение поливов в соответствии с суммой положительных температур позволяет сэкономить до 2-3 поливов общей поливной нормой от 1400 до 2400 м³/га.

Из расчетов следует, что поливной сезон кукурузы должен начинаться со второй декады мая и заканчиваться с конца июня с поливной нормой от 650 до 800 м³/га. В ранее проведенных исследованиях поливы проводились в июне-августе с поливной нормой 500-800 м³/га, а количество поливов достигало шести, что отрицательно сказывалось на росте и развитии культуры, способствовало повышению грибковых болезней и снижению урожайности зеленой массы и зерна кукурузы.

Библиографический список

1. Николаенко А.Н. Математическая модель как составная часть технологии управления мелиоративным режимом почв / Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства России: мат-лы Междун. научно-практ. конф. (Костяковские чтения). – М.: ВНИИА, 2013. – С. 457-461.

References

1. Nikolaenko A.N. Matematicheskaya model kak sostavnaya chast tehnologii upravleniya meliorativnym rezhimom pochv // Melioratsiya i problemy vosstanovleniya selskogo hozyajstva Rossii: mat-ly mezhdun. nauchno-prakt. konf. (Kosyakovskie chteniya). – M.: VNIIA, 2013. – S. 457-461.

2. Сулейменова М.Ш. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность культур орошаемого земледелия / Мат-лы Междун. научно-практ. конф. «Проблемы стабилизации и развития сельского хозяйства Казахстана, Сибири и Монголии». – Алматы: РНИ «Бастау», 2014. – С. 79-81.

3. Criddle W.D. 1958. Consumptive Use and Irrigation Water Requirements of Milford Valley, Utah. ARS41-14. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C.

4. Безбородов Ю.Г., Ауганбаева Ж.С., Хожанов Н.Н. Методология оценки энергетического ресурса сельскохозяйственных угодий Казахстана // Мат-лы Междун. научной конф. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. – С. 113-118.

5. Исабай С.И. Водосберегающая технология орошения сельскохозяйственных культур на юге Казахстана. – Тараз: Изд-во ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2002. – 256 с.

6. Хожанов Н.Н., Ержанова Н.К. Оптимизация оросительной нормы сельскохозяйственных культур // Водное хозяйство Казахстана. – 2012. – № 8-9 (46-47). – С. 24-27.

7. Global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change / David U., Hooper E., Carol Adair, i dr. // Nature. – 2012. – V. 486. – P. 105-109.

8. Безбородов Ю.Г., Хожанов Н.Н., Ауганбаева Ж. Резервы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в орошаемом земледелии // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: мат-лы научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов // Актуальные научные исследования в области мелиорации. – 2020. – № 3 (79). – С. 5-9.

9. Хожанов Н.Н., Турсынбаев Х.И. Энергетические концепции развития системы земледелия // Известия Горского государственного университета. – 2018. – № 55. Ч. 1. – С. 20-26.

10. Кушнарев А.С. Методические предпосылки выбора способа обработки почвы // Техника в АПК. – 2008. – № 1. – С. 17-21.

Критерии авторства

Безбородов Ю.Г., Хожанов Н.Н., Ауганбаева Ж.С. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Безбородов Ю.Г., Хожанов Н.Н., Ауганбаева Ж.С. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов
Статья поступила в редакцию: 22.04.2021 г.
Одобрена после рецензирования 15.05.2021 г.
Принята к публикации 18.06.2021 г.

2. Sulejmenova M.Sh. Fotosinteticheskaya deyatelnost i produktivnost kultur oroshaemogo zemledeliya // Mat-ly mezh-dun. nauchno-prakt. konf. «Problemy stabilizatsii i razvitiya selskogo hozyajstva Kazakhstana, Sibiri i Mongolii». – Almaty: RNI «Bastau», 2014. – S. 79-81.

3. Criddle W.D. 1958. Consumptive Use and Irrigation Water Requirements of Milford Valley, Utah. ARS41-14. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C.

4. Bezborodov Yu.G., Auganbaeva Zh.S., Khozhanov N.N. Metodologiya otsenki energeticheskogo resursa selskohozyajstvennyh ugodij Kazakhstana // Mat-ly mezh-dun. nauchnoj konf. – M.: RGAU-MSHA imeni K.A. Timiryazeva, 2020. – S. 113-118.

5. Isabaj S.I. Vodosberegayushchaya tehnologiya orosheniya selskohozyajstvennyh kultur na yuge Kazakhstana. – Taraz: Izd-vo TarGUY im. M.H. Dulati, 2002. – 256 s.

6. Khozhanov N.N., Erzhanova N.K. Optimizatsiya orositelnoj normy selskohozyajstvennyh kultur // Vodnoe hozyajstvo Kazakhstana. – 2012. – № 8-9 (46-47). – S. 24-27.

7. Global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change David U., Hooper E., Carol Adair. i dr. // Nature. – 2012. – V. 486. – P. 105-109.

8. Bezborodov Yu.G., Khozhanov N.N., Auganbaeva Zh.S. Rezervy povysheniya produktivnosti selskohozyajstvennyh kultur v oroshaemom zemledelii: Mat-ly nauchno-prakt. konf. Molodyh uchenykh i spetsialistov // Aktualnye nauchnye issledovaniya v oblasti melioratsii. – 2020. – № 3 (79). – S. 5-9.

9. Khozhanov N.N., Tursynbaev H.I. Energeticheskie kontseptsii razvitiya sistemy zemledeliya // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2018. – № 55. Ch. 1. – S. 20-26.

10. Kushnarev A.S. Metodicheskie predposylki vybora sposoba obrabotki pochvy // Tehnika v APK. – 2008. – № 1. – S. 17-21.

Criteria of authorship

Bezborodov Yu.G., Khozhanov N.N., Auganbaeva Zh.S. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Bezborodov Yu.G., Khozhanov N.N., Auganbaeva Zh.S. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests
The article was submitted to the editorial office 22.04.2021
Approved after reviewing 15.05.2021
Accepted for publication 18.06.2021