УДК 502/504: 631.675: 631.347

# ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ТЕПЛОВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Поступила 19.11.2015 г.

#### © С.В.Брыль

Коломенский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», г. Коломна

## ASSESSMENT OF AVAILABILITY OF NATURAL HEAT AND MOISTURE OF THE AGRARIAN LANDSCAPES OF MOSCOW REGION

Received Nonember 19, 2015

#### © S.V. Bryl

Kolomna Institute of Moscow State Technical University «MAMI», Kolomna, Russia

В предлагаемой работе приводится оценка природной обеспеченности теплом и влагой территории Московской области, которая оказывает непосредственное влияние на параметры орошения и урожайность возделываемых культур. Приводятся результаты районирования земельного фонда по коэффициенту увлажнения с выделением природных зон по илентичным показателям обеспеченности влагой растений и режимов их орошения. Представлены количественные значения средних многолетних и вероятностных величин суммарного водопотребления, оросительных норм и режимов орошения с учетом их изменчивости в пространстве и времени (в разные по влажности годы, по трем метеостанциям Московской области). Сопоставительный анализ всех элементов водного и теплового балансов по метеостанциям, расположенным вдоль одной и той же изолинии коэффициента увлажнения показал определенную разницу расчетных значений для разных метеостанций. Различия обусловливаются, главным образом, неравномерностью выпадения осадков внутри вегетационного периода культуры и разновременностью их выпадения по территории.

Ключевые слова: обеспеченность теплом, обеспеченность влагой, агроландшафт, метеостанция, вероятность, осадки, режим орошения, испаряемость, элементы водного баланса, элементы теплового баланса.

Развитие орошаемого земледелия в России и его роль в обеспечении высокопродуктивного сельскохозяйственного производства с учетом сохранения экологического равновесия природной среды обусловливают необходимость исследований и разработок по выбору технологии и технических средств орошения. В связи с этим частично разрабатывается, а по мкицикоп дорабатывается концепция возрождения мелиорации для интенсификации сельскохозяйственного производства.

В ее основу положена идея о необходимости использования сохранившегося мелиоративного фонда с тем, чтобы на этой основе в дальнейшем обеспечить необходимый, но стабильный прирост площадей поливных земель. В этой связи появляется проблема усовершенствования технической и технологической баз при возрождении отечественной мелиорации. Особую

The proposed work assesses the availability of natural heat and moisture of the Moscow region, which has a direct impact on irrigation and crop yields. The results of zoning of the land Fund by the ratio of moisture with the release of natural zones on the same security with a moisture of plants and their modes of irrigation. Presents quantitative values of the long term average and probability values of total water use, irrigation norms and irrigation regimes considering their variability in space and time (at different humidity years, in three weather stations of Moscow region). Comparative analysis of all elements of the water and heat balances for meteorological stations located along the same isoline of the coefficient of moisture showed some differences between the calculated values for different weather stations. The differences are caused mainly by the unevenness of rainfall within the growing period of culture and the difference of rainfall on the territory.

Keywords: availability of heat, availability of moisture, agricultural landscapes, weather station, the probability of precipitation, irrigation, evaporation, water balance elements, elements of thermal balance.

значимость в решении проблемы приобретают разработки, связанные с повышением эффективности полива и совершенствования соответствующих технических средств.

В настоящее время широко распространены три наиболее часто применяемых способов орошения: поверхностный полив, подпочвенное орошение и полив дождеванием с соответствующими техническими средствами. Из технических средств наиболее широкое распространение получили машины для полива дождеванием, так как орошение стало распространяться в зонах с недостаточным средним или даже избыточным увлажнением, где оно служит пополнением к естественным осадкам в засушливые периоды. Все большее применение имеют дождевальные машины, позволяющие проводить полив малыми нормами, поддерживают влажность почвы, близкую к оптимальной. Следовательно, создаются условия, благоприятные для

26 № 3, 2015

роста и развития растений и повышения их урожайности [1]. Актуальными задачами исследований является совершенствование технических средств и технологических процессов полива дождевальными машинами на основе требований водо- и энергосбережения, предотвращения экологических кризисов, получения оптимальной и устойчивой биопродуктивности сельскохозяйственного производства.

Важнейшей задачей является также обоснование и организация управления водным и пищевым режимами почв при возделывании сельскохозяйственных культур при орошении, что дает возможность повысить эффективность использования оросительной воды и минеральных удобрений и регулировать поливы, внесение удобрений в экологически безопасном режиме. Здесь необходимо установление надежных и достоверных показателей водного и теплового балансов с использованием информационного обеспечения, разработанных компьютерных программ, расчетных моделей и результатов опытных данных.

Одна из основных задач состоит в создании научно обоснованной, достоверной нормативной базы, показатели которой для проектирования, реконструкции и эксплуатации оросительных систем учитывали бы конкретные природные особенности региона и дифференцированно по территории и во времени отображали бы их физико- географическую и почвенномелиоративную неоднородность. В наибольшей мере это относится к регионам, где орошение является вспомогательным агротехническим приемом производства сельскохозяйственной продукции.

Один из таких регионов — Московская область, расположенная во влажной лесной зоне, включающей юго-восточный Заокский район, приближающийся по своим природным условиям к лесостепной зоне. Из-за неравномерного выпадения атмосферных осадков в отдельные годы и периоды вегетации здесь возникает необходимость в управлении водным режимом земель почвы, то есть в орошении.

Московская область, являющаяся объектом исследований, в своей юговосточной части расположена в центре Восточно-Европейской равнины, в междуречье Волги и Оки, на рубеже смешанных и широколиственных лесов.

В целом для Московской области

характерен равнинный рельеф с чередованием холмистых возвышенностей и плоских низин. Граница Московского оледенения, пересекающая Московскую область с юго-запада на северо-восток, делит ее территорию на две части. К северу от этой границы типичны ледниково-эрозионные формы рельефа и преобладание моренных отложений, к югу — чисто эрозионные формы и развитие покровных суглинков.

Климат умеренно континентальный с умеренно холодной зимой и теплым летом. Средняя температура января — 10...11 °С, июля 17...18 °С. В отдельные зимы морозы могут достигать 45...50 °С. Максимумы летних температур достигают 38...40 °С. Среднегодовое количество осадков равно 450...650 мм, причем наиболее увлажнены северные и западные районы Московской области, наименее — юго-восточные. Продолжительность вегетационного периода 130...140 сут. [2].

Распространенными материнскими породами в области являются надморенные покровные пылеватые суглинки (толщиной от десятков сантиметров до нескольких метров) и менее мощные песчаные наносы низин. Почвоведы выделяют в Подмосковье три основные почвенные зоны:

южно-таежная подзона дерновоподзолистых почв;

среднерусская провинция серых лесных почв;

среднерусская лесостепная провинция оподзоленных, выщелоченных и типичных среднегумусных и тучных мощных черноземов и серых лесных почв.

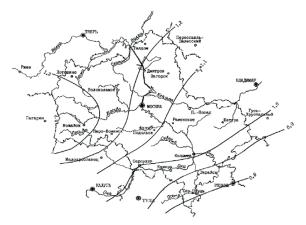
Имеющийся многолетний опыт свидетельствует о том, что в почвенно-климатических условиях области уровень продуктивности орошаемых земель в засушливые годы в 2...3 раза выше богарных. Следовательно, орошение здесь имеет необходимые потенциальные возможности для производства как овощных, так и кормовых культур.

В представленной статье приводится полученная экспериментально и на основе расчетных методов оценка потенциала природных ресурсов тепла и влаги, непосредственно влияющих на параметры орошения и поливных режимов, обеспечивающих рост, развитие и продуктивность растений с учетом водосбережения и экологии природной среды.

Расчетные модели применены согласно методике ФГНУ ВНИИ «Радуга» [3], разработанной для территории области, по

которым установлены количественные значения потенциала тепла и влаги - испаряемости и атмосферных осадков для лет различной обеспеченности за теплый период года с температурой воздуха выше 5 °C, а также параметры режима орошения.

В качестве критерия увлажнения для агроклиматического районирования территории области принят комплексный показатель  $K_{_{\mathrm{v}}}$  (коэффициент увлажнения), отражающий соотношение приходных и расходных частей водного и теплового балансов (рисунок).



Районирование территории Московской области по коэффициенту увлажнения К за период с температурой воздуха выше 5  $^{\circ}\mathrm{C}$ 

Изменчивость показателя увлажнения  $K_{_{\mathrm{v}}}$  в пространстве и во времени обусловливает необходимость дифференцированного решения вопроса о потребности в орошении, его масштабах, территориальной изменчивости и в годы различной увлажненности.

Для установления параметров орошения и поливных режимов овощных и кормовых культур, то есть суммарного водопотребления (суммарного испарения), дефицитов водопотребления (оросительных норм) с использованием методики ФГНУ ВНИИ «Радуга» [4]. Расчеты произведены с помощью программы для ЭВМ «ROCK. xls», разработанной при участии автора статьи (свидетельство об официальной

регистрации программы для ЭВМ за № 2004610996) [5].

Для определения испаряемости использовалась следующая формула:

$$E = K_{\iota} df(v),$$

где E – испаряемость, мм;  $K_{\rm t}$  – нергетический фактор испарения, мм/мб; d – дефицит влажности воздуха, мб; f(v) — ветровая функция, учитывающая влияние скорости ветра на интенсивность испарения.

Для оцени атмосферных осадков P (мм) использовались данные наблюдений на метеостанции.

Формула расчета  $K_{_{\mathrm{v}}}$  имела вид:

 $K_{_{
m y}} = (P + W_{_{
m a}})/E$ , где  $K_{_{
m y}}$  – коэффициент природного увлажнения, вычисленный за период с температурой воздуха выше 5 °C; Р - атмосферные осадки в сумме за расчетный период, мм (принимаются по данным наблюдений на репрезентативных метеостанциях области);  $W_{a}$  – активные влагозапасы, в метровом слое почвы, к началу расчетного периода, мм.

Активные влагозапасы  $W_{\parallel}$  определялись по формуле

$$W_{a} = W_{HB}(\mu - \beta_{o}),$$

 $W_{_{
m a}} = W_{_{
m HB}} (\mu - \beta_{_{
m o}}),$  где  $W_{_{
m HB}}$  — запасы влаги в метровом слое почвы, соответствующие наименьшей влагаемкости (водоудерживающей способности почвы), мм; и - коэффициент, характеризующий степень фактического насыщения почвенного слоя влагой на начало расчетного периода, в долях от  $W_{{
m HB}}$ ;  $\beta_{{
m o}}$  – влажность почвы, соответствующая предполивному порогу (допустимому порогу иссушения), в долях от  $W_{_{\mathrm{HB}}}.$ 

Расчет суммарного водопотребления можно провести по следующей зависимо-

$$E_{y} = EK_{s}K_{o}$$

 $E_{_{\mathrm{V}}}=EK_{_{6}}K_{_{0}}$ , где  $K_{_{6}}$ биологический коэффициент, характеризующий роль растений в расходовании влаги сельскохозяйственным полем; микроклиматический коэффициент, учитывающий изменение микроклимата сельскохозяйственного поля под влиянием орошения; Е - испаряемость (потенциальная эвапотранспирация), мм.

Модель расчета дефицита водопотребления (оросительных норм M):

$$\Delta E_{v} = M = E_{v} - (P + W_{a} + G),$$

где G – капиллярное подпитывание из грунтовых вод при близком их залегании, мм.

В таблицах 1-3 по метеостанциям Коломна, Кашира, Серпухов приводятся показатели потенциала тепла и влаги. В таблицах 4 и 5 показаны параметры режимов орошения моркови в разные по обеспеченности годы.

Таблица 1 Испаряемость E по метеостанциям Московской области за период с температурой воздуха выше 5 °C в разные по увлажненности (обеспеченности) годы

Метеостанция	Вероятностные (обеспеченные) значения испаряемости Е,мм						
	5 %	25 %	50 %	75 %	85 %	95 %	
Коломна	286	334	380	415	450	492	
Кашира	318	388	448	498	505	543	
Серпухов	322	377	416	453	481	536	

28 Nº 3, 2015

Таблица 2 Атмосферные осадки P по метеостанциям Московской области за период с температурой воздуха выше 5 °C в разные по увлажненности (обеспеченности) годы

Метеостанция	Вероятностные (обеспеченные) значения атмосферных осадков $P$ ,мм						
	5 %	15 %	25 %	50 %	75 %	95 %	
Коломна	486	466	444	406	340	254	
Кашира	529	498	464	382	325	273	
Серпухов	539	501	471	403	352	291	

Таблица 3 Коэффициент увлажнения K по метеостанциям Московской области за период с температурой воздуха выше 5 °C в разные по увлажненности (обеспеченности) годы

Метеостанция	Вероятностные (обеспеченные) значения коэффициента увлажнения $K_{_{\mathrm{y}}}$						
	5 %	15 %	25 %	50 %	75 %	95 %	
Коломна	1,85	1,70	1,59	1,28	1,02	0,74	
Кашира	1,73	1,56	1,39	1,05	0,82	0,67	
Серпухов	1,82	1,61	1,48	1,22	0,98	0,74	

Таблица 4 Суммарное водопотребление  $E_{_{\rm v}}$  по метеостанциям Московской области за период с температурой воздуха выше 5 °C в разные по увлажненности (обеспеченности) годы

Метеостанция	Вероятностные (обеспеченные) значения суммарного водопотребления $E_{_{ m v}}$						
	5 %	15 %	25 %	50 %	75 %	95 %	
Коломна	218	231	239	263	285	305	
Кашира	271	281	291	313	335	359	
Серпухов	268	273	280	291	315	337	

Таблица 5 Дефициты водопотребления (оросительных норм)  $\Delta E_{_{\mathrm{V}}}$  по метеостанциям Московской области за период с температурой воздуха выше 5 °C в разные по увлажненности (обеспеченности) годы

Метеостанция	Вероятностные (обеспеченные) значения дефицитов водопотребления $\Delta E_{_{\mathrm{v}}}$						
метеостанции	5 %	15 %	25~%	50 %	75 %	95 %	
Коломна	4,7	17,0	32,0	50,7	92,8	140	
Кашира	22,2	30,2	37,5	94,1	133	166	
Серпухов	13,3	33,2	40,8	70,7	113	132	

Опытные работы проводились в 2006–2015 гг. на посевах моркови при орошении дождеванием в условиях юговостока Московской области, на той же территории, для которой разрабатывались расчетные модели. Данные исследований приведены в работах [5, 6]

#### Заключение

Сопоставительный анализ всех элементов водного и теплового балансов, включая и оросительные нормы моркови, по метеостанциям, расположенным вдоль одной и той же изолинии  $K_{\rm y}$ , показал определенную разницу расчетных значений для разных метеостанций. Различия обусловливаются, главным образом, неравномерностью выпадения осадков внутри вегетационного периода культуры и разновременностью их выпадения по территории. Так, по метеостанции Кашира, отличающейся более

высокой испаряемостью и меньшими осадками, расчетные значения оросительной нормы выше, чем по Серпухову и Коломне, особенно в сухие годы.

Экспериментальные данные отличаются от расчетных вследствие особенностей производственного характера при дождевании моркови (перерывы в поливах по техническим причинам различие почвенного покрова на орошаемых участках, состояние посевов и т.п.). В наибольшей степени это относится к размерам оросительных норм. Отмеченное приводит к изменению водного баланса почв и снижению урожайности культуры.

#### Библиографический список

1. Дождевальная техника нового поколения /  $\Gamma$ . В. Ольгаренко, В. И. Городничев. // Мелиорация и водное

- хозяйство. 2006. № 2. С. 34-36.
- 2. Агроклиматический справочник по Московской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1964.
- 3. Оценка увлажненности территории при обосновании норм водопотребности сельскохозяйственных культур / Н. В. Данильченко, И. М. Аванесян // Оптимизация технических средств и технологии полива. М.: ВНИИГиМ, 1985.
- 4. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник; под ред. Б. Б. Шумакова. М.: Агропромиздат, 1990. Т. 6. 415 с.
- 5. Брыль С. В. Информационная технология планирования поливов сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02. М, 2009. 26 с.
- 6. Брыль С. В. Адаптация сельского хозяйства к глобальному изменению климата // Природообустройство. 2015. 1000 100

#### Сведения об авторе

**Брыль Сергей Валерьевич**, кандидат технических наук (e-mail: animag100@mail.ru)

### Information about the author

Bryl Sergei Valerevich, candidate of technical sciences (e-mail: animag100@mail.ru)

30 № 3, 2015