

3. Завора В.А., Белокурено С.А. Основы машиноиспользования растениеводства. – Барнаул, 2012. – 186 с.

4. Завора В.А. Современные направления в использовании техники при индустриальной технологии возделывания и уборки зерновых культур в условиях Алтайского края. – Новосибирск, 1991. – 37 с.

5. Завора В.А. Основы эксплуатации мобильных сельскохозяйственных агрегатов. – Барнаул, 2004. – 256 с.

6. Михлин В.М., Савин И.Г. Минимизация издержек на единицу работы машинно-тракторного парка // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 3.

7. Завора В.А. Основы теоретического обоснования количества мобильных агрегатов машинно-технологических станций для выполнения работ растениеводства // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1.

#### References

1. Terskikh I.P., Ovchinikova N.I., Vil'chinskii V.M. Nadezhnost' protsessa uborki zerno-

vykh pryamym kombainirovaniem. – Irkutsk: IG-Skha, 2002. – 360 s.

2. Zavora V.A., Tolokol'nikov V.I., Vasil'ev S.N. Osnovy tekhnologii i rascheta mobil'nykh protsessov rastenievodstva. – Barnaul, 2008. – 263 s.

3. Zavora V.A., Belokurenko S.A. Osnovy mashinoispol'zovaniya rastenievodstva. – Barnaul, 2012. – 186 s.

4. Zavora V.A. Sovremennye napravleniya v ispol'zovanii tekhniki pri industrial'noi tekhnologii vzdelyvaniya i uborki zernovykh kul'tur v usloviyakh Altaiskogo kraya. – Novosibirsk, 1991. – 37 s.

5. Zavora V.A. Osnovy ekspluatatsii mobil'nykh sel'skokhozyaistvennykh agregatov. – Barnaul, 2004. – 256 s.

6. Mikhlin V.M., Savin I.G. Minimizatsiya izderzhkek na edinitu raboty mashinno-traktornogo parka // Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. – 1998. – № 3.

7. Zavora V.A. Osnovy teoreticheskogo obosnovaniya kolichestva mobil'nykh agregatov mashinno-tekhnologicheskikh stantsii dlya vypolneniya rabot rastenievodstva / Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 1.



УДК 631.432.2:631.67(571.13)

А.А. Маджугина, И.А. Троценко,  
Ю.В. Корчевкая, Г.А. Горелкина, А.И. Кныш  
A.A. Madzhugina, I.A. Trotsenko,  
Yu.V. Korchevskaya, G.A. Gorelkina, A.I. Knysh

### РАСЧЕТ ДЕФИЦИТА СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

#### THE CALCULATION OF THE TOTAL WATER USE DEFICIT BY THE EXAMPLE OF THE OMSK REGION'S PRIIRTYSHYE (THE IRTYSH RIVER AREA)

**Ключевые слова:** влагозапасы, орошение, суммарное водопотребление, дефицит увлажнения, влажность почвы.

Почвенные влагозапасы, как правило, складываются из запасов воды в почвогрунтах зоны аэрации и в зоне насыщения. Среднегодовое значение приращения влагазапасов  $\Delta W$  (без учета подземного стока) обычно определяется как остаточный член уравнения водного баланса. Формирование почвенного и растительного покровов в пределах природных физико-географических зон обусловлено в основном сочетанием ресурсов тепла и влаги. Первоочередной задачей гидролого-климатического анализа конкретных физико-географических условий является определение количественных характеристик теплоэнергетических ресурсов и влагоресурсов. Только на этой основе можно безошибочно

наметить пути и методы преобразования природных условий с целью достижения наивысшей продуктивности растительного покрова и стабильности экологического состояния. Необходимо установить лимиты водопотребления в орошаемом земледелии. Методика определения количества влаги, необходимого для создания оптимальных условий развития растительного покрова, основана на использовании уравнения баланса влаги. В нем учитываются влажность почвы на начало и конец расчетного периода и количество влаги, которое необходимо подать к корнеобитаемому слою для создания оптимального режима влажности почвы. Гидромелиорация земель представляет собой сложную эколого-экономическую проблему обоснования мелиоративных режимов орошаемых земель, включая оросительные нормы сельскохозяйственных культур и в конечном итоге эффективности создания устойчивых агроланд-

шафтов. Наибольшие значения дефицитов водопотребления имеют место в мае-июне и составляют для среднего года 30-34 мм. Для годового периода эти величины составляют 88, 120 и 196 мм при соответствующих расчетных обеспеченностях 50, 75, 85%, определяя значения оросительных норм 1000, 1225 и 2000 м<sup>3</sup>/га.

**Keywords:** *moisture storage, irrigation, total water use, moistening deficit, soil moisture content.*

Soil moisture storage generally consists of water storage in soil aeration zone and saturation zone. The value of average annual moisture storage increase  $\Delta W$  (without including groundwater flow) is usually defined as the residual member of the water balance equation. The formation of top-soil and vegetation cover within the natural physical-geographical zones largely depends on the combination of heat and moisture. The priority task of hydrological and climatic analysis of specific physical-geographical conditions is quantitative determination of thermal and moisture resources. On this basis only it is possible to accurately identify the ways and methods of

the transformation of natural conditions with the purpose of achieving higher productivity of the vegetation cover and stability of ecological condition. The limits of water use in irrigated agriculture should be set. The method of determining the amount of moisture required for creating the optimal conditions for vegetation cover development is based on the moisture balance equation. The equation takes into account the soil moisture content at the beginning and the end of the calculation period and the amount of moisture to be supplied to the root layer for creating the optimum soil moisture content. Hydrotechnical melioration is a complex ecological and economic problem of the substantiation of the melioration regimes including irrigation rates for crops and ultimately the effectiveness of creating sustainable agricultural landscapes. The greatest values of water use deficits make 30-34 mm for an average year and usually occur in May and June. For an annual period, these values make 88, 120 and 196 mm with the respective calculation availability of 50%, 75% and 85%, and determine the values of irrigation rates as much as 1000, 1225 and 2000 м<sup>3</sup> ha.

**Маджугина Анастасия Александровна**, ст. преп., Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: (3812) 65-27-81. E-mail: aa.madzhugina@omgau.org.

**Троценко Ирина Александровна**, к.с.-х.н., доцент, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: ia.trotsenko@omgau.org.

**Корчевская Юлия Владимировна**, к.с.-х.н., доцент, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: yuv.korchevskaya@omgau.org.

**Горелкина Галина Александровна**, ст. преп., Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: ga.gorelkina@omgau.org.

**Кныш Андрей Иванович**, к.с.-х.н., доцент, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: ai.knysh@omgau.org.

**Madzhugina Anastasiya Aleksandrovna**, Asst. Prof., Chair of Natural Resources Management and Water Resources Protection, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. Ph.: (3812) 65-27-81. E-mail: aa.madzhugina@omgau.org.

**Trotsenko Irina Aleksandrovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: ia.trotsenko@omgau.org.

**Korchevskaya Yuliya Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: yuv.korchevskaya@omgau.org.

**Gorelkina Galina Aleksandrovna**, Asst. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: ga.gorelkina@omgau.org.

**Knysh Andrey Ivanovich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: ai.knysh@omgau.org.

### Введение

Почвенные влагозапасы, как правило, складываются из запасов воды в почвогрунтах зоны аэрации и в зоне насыщения. Среднегодовое значение приращения влагозапасов  $\Delta W$  (без учета подземного стока) обычно определяется как остаточный член уравнения водного баланса [1]:

$$\Delta W = KX - Y - Z.$$

С учетом грунтового притока это уравнение примет вид

$$\Delta W = KX - Y - Z \pm \Delta U,$$

где  $\Delta U$  – разность притока и оттока грунтовых вод.

Для расчета элементов водного баланса и комплекса характеристик естественного увлажнения и теплообеспеченности мощность активного слоя влагообмена в работе принята равная 1 м. Толща почвы, в которой влаго-

обмен протекает наиболее интенсивно, определяется особенностями развития корневой системы культурных растений. В условиях аридности климата зона интенсивного влагообмена составляет 1,5-2 м, хотя зона передвижения влаги может охватывать и более мощный слой [2, 3].

### Объекты и методы исследования

Формирование почвенного и растительного покровов в пределах природных физико-географических зон обусловлено в основном сочетанием ресурсов тепла и влаги. Этими же факторами определяется необходимость проведения тех или иных видов мелиорации. Первоочередной задачей гидролого-климатического анализа конкретных физико-географических условий является определение количественных характеристик теплоэнергетических ресурсов и влагоресурсов [4]. Только

на этой основе можно безошибочно наметить пути и методы преобразования природных условий с целью достижения наивысшей продуктивности растительного покрова и стабильности экологического состояния.

Анализ теплоэнергетических и водных ресурсов территории Омского Прииртышья показывает, что оптимальных условий тепло-влажностной обеспеченности и наивысшей продуктивности культурной растительности здесь можно достичь лишь путем искусственного увеличения влажности почвы. Однако применение орошения без учета динамики водного баланса зоны аэрации может привести к подъему уровня грунтовых вод и вторичному засолению орошаемых участков.

Методика определения количества влаги, необходимого для создания оптимальных условий развития растительного покрова, основана на использовании уравнения баланса влаги в форме [5]:

$$H_{opt} = KX + m_{opt} + V_1 - V_2,$$

где  $KX$  – атмосферные осадки, мм;

$m_{opt}$  – количество влаги, которое необходимо подать к корнеобитаемому слою для создания оптимального режима влажности почвы, мм;

$V_1$  и  $V_2$  – влажность почвы на начало и конец расчетного периода.

В условиях оросительных мелиораций поливы назначаются в моменты, когда влажность почвы уменьшается до минимального уровня оптимальной влажности, следовательно, в начале и в конце поливного периода влажность почвы находится в пределах оптимума.

Значение оптимального увлажнения полностью зависит от теплоэнергетических ресурсов территории. Для определения оптимального увлажнения В.С. Мезенцев предложил формулу:

$$ET_{crop} = V_0 \cdot r \cdot Z_m,$$

где  $ET_{crop}$  – суммарное водопотребление, мм;

$V_0$  – уровень оптимальности увлажнения почвы в долях от НВ;

$r$  – показатель степени, зависящей от механического состава почвы и ее капиллярных свойств;

$Z_m$  – максимально-возможное испарение (испаряемость) за расчетный период, мм.

Уровень оптимальности  $V_0$  обычно определяют как полусумму  $V_{HB}$  и  $V_{min}$ .

В связи с неравномерным расходованием влаги из почвы после полива дождеванием наибольшее водопотребление наблюдается в первую половину межполивного периода [6]. Практически уровень оптимальности в активном корнеобитаемом слое большую часть межполивного периода поддерживается

ближе к  $V_{min}$ . Поэтому величину  $V_0$  следует несколько снизить и определить

$$V_0 = \frac{V_{HB} - V_{min}}{(3+4) + V_{min}},$$

где  $V_{HB}=1$ , а  $V_{min}$  принимается на уровне нижнего порога оптимальности увлажнения для соответствующей сельскохозяйственной культуры по фазам развития.

Определив для расчетных периодов суммарное водопотребление, устанавливают дефицит увлажнения для среднего года:

$$J_{nnt} = ET_{crop} - KX(1 - \delta),$$

где  $J_{nnt}$  – дефицит суммарного увлажнения для расчетного периода, мм;

$ET_{crop}$  – суммарное водопотребление при уровне оптимальности  $V_0$ , мм;

$KX$  – осадки для среднего года (50% обеспеченности) за расчетный период, мм;

$\delta$  – коэффициент стока, равный 0,1-0,2.

При залегании грунтовых вод на глубине менее 3 м наблюдается их участие в водопотреблении, которое учитывают как ( $q$ , мм):

$$q = K_{qz} ET_{crop},$$

где  $ET_{crop}$  – суммарное водопотребление за расчетный период, м<sup>3</sup>/га;

$K_{qz}$  – коэффициент использования грунтовых вод в зависимости от уровня их залегания и биологии растений.

На основании расчетов вводят поправку в величину оросительной нормы на подпитывание грунтовыми водами корневой системы растений [7], мм:

$$J_{nnt} = ET_{crop} - KX(1 - \delta) - q.$$

Для перехода с 80% от дефицитов увлажнения среднего года к году 95% обеспеченности используют значение модульного коэффициента  $K$ :

$$K = (1 + C_v \cdot \Phi_{p\%}),$$

при  $C_s = 0$  для Западной Сибири коэффициент вариации

$$C_v = \frac{100 \cdot V_0}{J_{nnt}},$$

где  $J_{nnt}$  – оросительная норма сельскохозяйственных культур для среднего года;

$V_0$  – уровень оптимальности влажности почвы в долях наименьшей влагоемкости;

$\Phi_{p\%}$  – нормированные отклонения.

Оросительную норму для каждого расчетного периода определяют по соотношению:

$$J_{nnt \ p\%} = J_{nnt} (1 + C_v \cdot \Phi_{p\%}).$$

По установленным значениям недостатков увлажнения за внутригодовые интервалы периода вегетации строится суммарная кривая дефицитов увлажнения (табл.). Данный график используется для разработки режима орошения сельскохозяйственных культур в севообороте.

Расчет ординат интегральных кривых дефицитов оптимального увлажнения для года 50, 75 и 85% обеспеченности

Расчетный показатель	Период					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Средние месячные и годовые исправленные атмосферные осадки $KX$ , мм	20	35	58	74	53	40
Средние месячные и годовые величины максимально возможного испарения (эквивалент теплоэнергетических ресурсов) $Zm$ , мм	47	128	162	139	107	79
Суммарное водопотребление эвапотранспирация (транспирация растений и испарение с поверхности почвы) $ETcrop$ , мм	25,85	70,4	89,1	76,45	58,85	43,45
Дефицит увлажнения для среднего года, $J_{nnt P50\%} = J_{nnt} (1 + C_v \cdot \Phi_{P50\%})$	6,27	33,61	30,89	5,91	7,92	5,11
$K_{75\%} = (1 + C_v \cdot \Phi_{P75\%})$	1,79	1,15	1,16	1,84	1,63	1,97
$J_{nnt P75\%} = J_{nnt} (1 + C_v \cdot \Phi_{P75\%})$ , мм	11,23	38,57	35,85	10,87	12,88	10,07
$K_{85\%} = (1 + C_v \cdot \Phi_{P85\%})$	2,25	1,23	1,25	2,33	1,99	2,54
$J_{nnt P85\%} = J_{nnt} (1 + C_v \cdot \Phi_{P85\%})$ , мм	19,33	49,13	48,64	29,79	26,29	22,90
$\sum J_{nnt P50\%}$ , мм	6,27	39,88	70,77	76,68	84,60	89,71
$\sum J_{nnt P75\%}$ , мм	11,23	49,80	85,65	96,52	109,40	119,47
$\sum J_{nnt P85\%}$ , мм	19,33	68,46	117,1	146,89	173,18	196,08

Расчет и построение графиков гидро модуля и полива севооборотов проводятся на основе интегральных кривых дефицитов водопотребления сельскохозяйственных культур исходя из норм и сроков полива каждой культуры с учетом почвенно-мелиоративных условий и параметров дождевальной техники.

**Заключение**

Результаты проведенных расчетов дефицитов увлажнения  $J_{nnt P\%}$  по месячным интервалам для уровня оптимальности  $V_0=1$  свидетельствуют о том, что на рассматриваемой территории за период вегетации наблюдаются недостатки влаги (рис.).

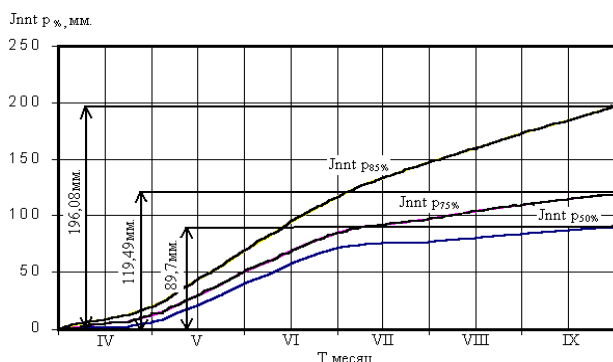


Рис. Интегральные кривые дефицитов оптимального увлажнения для года 50, 75 и 85% обеспеченности

Наибольшие значения дефицитов водопотребления (недостатков влаги) имеют место в мае-июне и составляют для среднего года 30-34 мм. Для годового периода эти величи-

ны достигают 88, 120 и 196 мм при соответствующих расчетных обеспеченностях 50, 75, 85%, определяя значения оросительных норм 1000, 1225 и 2000 м<sup>3</sup>/га.

**Библиографический список**

1. Айдаров И.П., Левченко Г.П., Шебеко Б.Ф. Гидрологическое обоснование мелиорации земель // Генеральные доклады V Всесоюзного гидрологического съезда. – Л., 1986. – Т. II. – С. 64-87.
2. Гарюгин Г.А. Режим орошения сельскохозяйственных культур: монография. – М.: Колос, 1979. – 269 с.
3. Кныш А.И. Динамика почвенно-мелиоративных условий орошаемых земель и урожайность сельскохозяйственных культур на оросительных системах пригородной зоны Омской области // Проблемы научного обеспечения и экономической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях: матер. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2001. – С. 24-28.
4. Шумова Н.А. Закономерности формирования водопотребления и водообеспечения агроценозов в условиях юга Русской равнины: монография. – М.: Наука, 2010. – 240 с.
5. Айдаров И.П., Голованов А.И., Мамаев М.Г. Оросительные мелиорации. – М.: Агропромиздат, 1982. – 176 с.
6. Троценко И.А., Кныш А.И., Мишенина Е.С. Динамические характеристики основных мелиоративных показателей для Омского Прииртышья под влиянием комплексных мелиоративных мероприятий // Вестник Ом-

ского гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 1 (5). – С. 35-39.

7. Кныш А.И. Формирование водно-солевого режима орошаемых земель на фоне горизонтального систематического дренажа (на примере Омского Прииртышья): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук (06.01.02). – Омск, 2006. – 18 с.

#### References

1. Aidarov I.P., Levchenko G.P., Shebeko B.F. Gidrologicheskoe obosnovanie melioratsii zemel' // General'nye doklady V Vsesoyuznogo gidrologicheskogo s"ezda. – L., 1986. – Т. II. – С. 64-87.

2. Garyugin G.A. Rezhim orosheniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: monografiya. – М.: Kolos, 1979. – 269 с.

3. Knysh A.I. Dinamika pochvenno-meliorativnykh uslovii oroshaemykh zemel' i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na orositel'nykh sistemakh prigorodnoi zony Omskoi oblasti // Problemy nauchnogo obespecheniya i ekonomicheskoi effektivnosti

oroshaemogo zemledeliya v rynochnykh usloviyakh: mater. nauch.-prakt. konf. – Volgograd, 2001. – С. 24-28.

4. Shumova N.A. Zakonomernosti formirovaniya vodopotrebleniya i vodoobespecheniya agrotsenozov v usloviyakh yuga Russkoi ravniny: monografiya. – М.: Nauka, 2010. – 239 с.

5. Aidarov I.P., Golovanov A.I., Mamaev M.G. Orositel'nye melioratsii. – М.: Agropromizdat, 1982. – 176 с.

6. Trotsenko I.A., Knysh A.I., Mishenina E.S. Dinamicheskie kharakteristiki osnovnykh meliorativnykh pokazatelei dlya Omskogo Priirtysh'ya pod vliyaniem kompleksnykh meliorativnykh meropriyatii // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 1 (5). – С. 35-39.

7. Knysh A.I. Formirovanie vodno-solevogo rezhima oroshaemykh zemel' na fone gorizontalnogo sistemicheskogo drenazha (na primere Omskogo Priirtysh'ya): avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk (06.01.02). – Омск, 2006. – 18 с.



УДК 631.3.072

**Р.Ф. Курбанов, П.А. Савиных, В.Н. Нечаев, М.Л. Нечаева**  
**R.F. Kurbanov, P.A. Savinykh, V.N. Nechayev, M.L. Nechayeva**

### ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫБОР РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

#### THE STUDY OF THE FACTORS AFFECTING THE CHOICE OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION

**Ключевые слова:** факторный анализ, технология исследования, ресурсосберегающие технологии, почвозащитное энергосберегающее орудие КГП-3-5.

Современные требования к сельскохозяйственному производству, связанные с формированием рыночных отношений и нарастанием негативных процессов в полеводстве, ставят в качестве первоочередной задачу перехода на принципиально новые технологии производства продукции растениеводства, основанные на последних достижениях науки. Для определения основных направлений совершенствования управления технологией возделывания сельскохозяйственных культур нами было проведено исследование. Исследовали влияние факторов, определяющих перспективные направления для внедрения ресурсосберегающих технологий, с точки зрения восприятия руководителями и специалистами данных технологий. Для реализации переменной  $X_1$  – перспективность использования комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов нами разработано почвозащитное энергосберегающее орудие для основной и поверхностной безотвальной обработки почвы КГП-3-5 предназначено для

безотвальной основной и поверхностной обработки почв с удельным сопротивлением до 90 кПа с сохранением стерни и других растительных остатков (мульчирующего слоя) на поверхности с целью защиты их от эрозии. КГП-3-5 может применяться во всех почвенно-климатических зонах Российской Федерации. Годовой экономический эффект от внедрения одного экспериментального агрегата без учета стоимости дополнительной продукции, получаемой вследствие повышения урожайности за счет улучшения качества обработки почвы, составляет около 117 тыс. руб.

**Keywords:** factorial analysis, research methodology, resource-saving technologies, soil-protective energy saving implement KGP-3-5.

The current requirements to agricultural production associated with the formation of market relations and the growth of negative processes in the agriculture put in priority the task of transition to fundamentally new technologies of crop production based on the latest scientific achievements. To determine the basic directions of improving the management of crop cultivation technologies, a research was carried out. We investigated the influence of the factors