

УДК 631.432

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ВОДНОГО РЕЖИМА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ПОЧВ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

DESIGN PROCEDURE OF THE OPTIMUM WATER MODE OF RECLAIMED
SOILS ON THE BASIS OF THE ACCOUNT OF THE
HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION



**Муромцев Н.А. /
Murioncev N.A.**

Д.с/х.н, Почвенный институт им.В.В.Докучаева РАН /
Doctor of Agricultural Sciences, Dokuchaev's Soil Institute of RAS

agroekonomika@mail.ru



**Семенов Н.А. /
Semenov N.A.**

Доктор биологических наук, ВНИИ кормов /
Doctor of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Feed

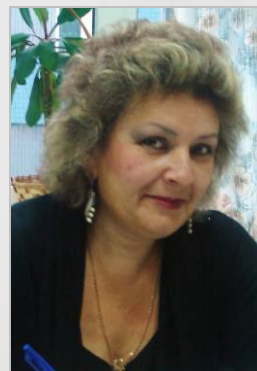
agroekonomika@mail.ru



**Шуравилин А.В. /
Shuravilin A.V.**

Д.с/х.н, профессор кафедры почвоведения и земледелия РУДН /
Doctor of Agricultural Sci., Professor of chair "Soil science and agriculture", Russian Peoples' Friendship University

agroekonomika@mail.ru



**Самброс Н.Б. /
Sambros N.B.**

Старший преподаватель кафедры экономической оценки и земельного кадастра РУДН /
Senior lecturer of chair "Economic assessment and land management", Russian Peoples' Friendship University

agroekonomika@mail.ru

Аннотация. Изложен теплобалансовый метод гидрометеорологического обоснования оптимального водного режима почв, который учитывает составляющие водного баланса корнеобитаемого слоя почвы, теплового баланса приземного слоя атмосферы и биологического состояния возделываемых культур. Методика расчета включает контроль нижнего и верхнего пределов оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

Ключевые слова: теплобалансовый метод, оптимальный водный режим, компоненты влагообмена, поверхностный сток, осадки, испаряемость, инфильтрация, суммарная солнечная радиация.

Тепловоднобалансовый метод гидрометеорологического обоснования оптимального водного режима предусматривает

Abstract. The method thermal balance of a hydrometeorological substantiation of an optimum water mode of soils which considers components of water balance of an active layer of earth, thermal balance of a ground layer of atmosphere and a biological condition of cultivated cultures is stated. The design procedure includes control of the bottom and top limits of optimum humidifying of an active layer of earth.

Keywords: method of thermal balance, optimum water mode, moisture exchange components, superficial drain, deposits, vaporizability, total solar radiation.

учет практически всех составляющих водного баланса корнеобитаемого слоя почвы, теплового баланса приземного слоя атмо-

сферы и биологического состояния возделываемых культур [2, 6].

Методика расчета заключается в контроле нижнего и верхнего пределов оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы. Контроль осуществляется путем периодического (один раз в пентаду или декаду) вычисления влагозапасов в почве на основе информации о компонентах водного и теплового балансов мелиорируемого поля. Этот прием позволяет оптимизировать водный режим поля в соответствии с реальной гидрометеорологической обстановкой.

Под оптимальным водным режимом понимается формируемая на научной основе и реализуемая путем агромелиоративных мероприятий совокупность элементов водного режима мелиорируемых земель, обеспечивающих наиболее благоприятные условия развития сельскохозяйственных культур в любой период различных по климатическим условиям лет и получение максимального урожая [5]. Указанная совокупность включает:

- влагозапасы почво-грунтов в зоне аэрации;
- сток с мелиорируемых территорий;
- уровни и продолжительность стояния грунтовых вод в период вегетации;
- расход грунтовых вод в зону аэрации и инфильтрации осадков;
- суммарное испарение;
- нормы и сроки поливов.

Влажность почвы является непосредственным интегральным показателем влагообеспеченности растений. Принято выделять пределы (границы) оптимальной влажности почв (оптимальных влагозапасов). Верхний оптимальный предел соответствует наименьшей влагоемкости (НВ), в нижний не остается постоянным и зависит от типа почв, вида сельскохозяйственных культур и фаз их развития.

Принципиальная сущность тепловоднобалансового метода состоит в решении уравнения водного баланса зоны аэрации относительно конечных влагозапасов на их начальном значении и измеренным или рассчитанным компонентам влагообмена [2, 6]:

$$W_k = [W_H(1 - \beta E_0 / 2\gamma) + K + X + M - Y - I] / (1 + \beta E_0 / 2\gamma), \quad (1)$$

где W_k , W_H – влагозапасы в конце и в начале расчетного периода; β – биологический параметр, зависящий от вида сельскохозяйственной культуры, фаз ее развития и, определяемый опытным путем и (табл.1); M – поливная норма; γ – продуктивные влагозапасы (определяемые как разность между НВ и ВЗ для областей Нечерноземной зоны); X – осадки, выпавшие на поле (при отсутствии таких измерений определяются по ближайшей метеостанции); K – расход грунтовых вод в зону аэрации; Y – сток с мелиорируемых земель; I – инфильтрация за пределы корнеобитаемого слоя. Размерность всех элементов в мм слоя воды.

Сток с мелиорируемых территорий измеряется в коллекторах гидрометрическим или объемным методами. В случае отсутствия измерений слой дренажного стока может быть определен по формуле:

$$Y = K_c X, \quad (2)$$

где, K_c – коэффициент дренажного стока, который для периода весеннего половодья рассчитывается как отношение слоя стока (h) к сумме выпавших осадков (X) и запасов воды в снеге (S), для вегетационного периода – как отношение слоя стока к сумме выпавших осадков.

В табл.2 приведены средние значения коэффициентов стока, рассчитанные для некоторых областей Нечерноземной зоны по материалам экспедиционных исследований ГГИ.

Для других областей Нечерноземной зоны коэффициенты дренажного стока изменяются в пределах от 0.24 на тяжелых суглинках до 0.62 на мелкозернистых песках в зависимости от интенсивности осадков [6].

Для целей проектирования в случае отсутствия водосбора – аналога может возникнуть необходимость в определении поверхностного стока расчетным методом. Предлагаемая для этого зависимость имеет вид [6]:

$$Y_{\text{пов}} = X[1 - (dW/P)^2 - \Delta U_{\text{пов}}], \quad (3)$$

где dW – дефицит влажности почвы, вычисляемый как разность между полной влагоемкостью ПВ и фактической влажностью почвы; P – водно-физический параметр, вычисляемый как разность между полной влагоемкостью (ПВ) и максимальной гигроскопичностью МГ или влажностью устойчивого завядания; Z – показатель степени, зависящий от гранулометрического состава почв и уклона поверхности. Для средних уклонов он равен 2; $\Delta U_{\text{нон}}$ – аккумуляция влаги в понижениях микрорельефа.

Расход грунтовых вод в зону аэрации K измеряется лизиметрами, устанавливаемые на поле. Как показал анализ лизиметрических наблюдений, выполненных ГГИ, в условиях Нечерноземной зоны России расход грунтовых вод в зону аэрации при глубине их залегания ниже 1.5 м практически прекращается [1]. Причиной этого является сравнительно маломощная корневая система растений и значительное количество осадков за вегетационный период.

В случае отсутствия непосредственных измерений величину K можно рассчитать по формуле [6]:

$$K = E_0 \exp(-mH), \quad (4)$$

где m – параметр, зависящий от литологического состава почво-грунтов в фазе развития растений. Его значения, полученные в результате экспедиционных исследований в различных районах Нечерноземной зоны, приведены в табл.3; H – глубина залегания грунтовых вод, определяемая как средне-взвешенная величина по гидрогеологическим скважинам, расположенным в различных точках поля (конвертом) или по картам гидроизогипс.

При отсутствии актинометрических измерений испаряемость определяется по данным о суммарной солнечной радиации Q на ближайшей актинометрической станции, удаленной от поля не более, чем на 200 км, или рассчитывается по методике Л.И.Зубенко [3], в которой используются стандартные метеоданные – температура и влажность воздуха. Значения испаряемости E_0 снимаются с графиков $E_0 = F(d)$, при этом d определяется по выражению:

$$d = l_t - l_0 \quad (5)$$

где d – условный дефицит влажности воздуха; l_t – максимальная упругость водного пара, определяется по средней за расчет период температуре воздуха, гПа; l_0 – упругость водяного пара, гПа.

Температура воздуха t_0 и упругость водяного пара l_0 измеряется непосредственно на поле, а в случае отсутствия ценных наблюдений – по ближайшей метеостанции. Испаряемость E_0 рассчитывается по формуле:

$$E_0 = kR_0 \quad (6)$$

где $K=16.7$ если R в ккал и $K=25.9$, если R выражено в кВт; R_0 – радиационный баланс мелиорируемого поля кал/см или кВт, который непосредственно измеряется балансомерами, либо вычисляется по формуле:

$$R_0 = aQ - nb, \quad (7)$$

где Q – измеренная суммарная солнечная радиация; n – число дней расчетного периода; a, b – параметры, значения которых для декадных и пентадных интервалов приведены в табл.4.

Инфильтрация атмосферных осадков за пределы корнеобитаемого слоя почвы при условии превышения текущих значений влагозапасов наименьшей влагоемкости $W_{нв}$ может быть оценена как их разность:

$$I = Wt - W_{нв} \quad (8)$$

При наличии на поле испарителей и лизиметров величина инфильтрации определяется путем непосредственных измерений. Наиболее точные значения суммарного испарения дают методы непосредственного его измерения: метод теплового баланса и испарителей, в т.ч. испарителей – лизиметров [4, 1]. В тепловоднобалансовом методе суммарное испарение за расчетный интервал времени определяется по формулам:

$$E = \beta E_0 (W_H + W_K) / 2\gamma, \quad \text{при } W_H + W_K \leq 2\gamma \quad (9)$$

$$E = \beta E_0, \quad \text{при } W_H + W_K > 2\gamma \quad (10)$$

Поливная норма M рассчитывается, как количество влаги, которое необходимо подать в корнеобитаемый слой почвы при его иссушении до нижнего предела оптимального увлажнения для достижения

верхнего предела оптимального увлажнения, за который принимается наименьшая влагоемкость (W_{HB}). Она рассчитывается по формуле:

$$M = W_{HB} - W_{HO}, \quad (11)$$

где $W_{HO} = vW_{HB}$, а v – параметр, зависящий от фаз развития растений, его значения приведены в табл.5.

Поливная норма зависит также и от глубины корнеобитаемого слоя. Рекомендуемая мощность расчетного слоя для условий НЧЗ приведена в табл.6.

Срок очередного полива наступает тогда, когда достигается равенство:

$$W_{HB} - W_{HO} = E - X - M - K + Y + I \quad (12)$$

Таблица 1.

Декадные значения параметра β в период вегетации для трав, зерновых и ширококорядных пропашных сельскохозяйственных культур

Культура	Порядковый номер декады от даты начала вегетационного периода (посева)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зерновые (озимые и яровые)	0.75	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	0.95	0.70	0.60	0.60	
Многолетние травы (люцерна и др.)	0.80	0.90	1.10	1.10	0.80									
Ширококорядные пропашные (картофель, свекла и др. овощи)	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.60

Таблица 2.

Средние значения коэффициента стока

Область	Период весеннего половодья	Период вегетации
Ярославская	0.46	0.17
Рязанская	0.42	0.24
Костромская	0.40	0.27

Таблица 3.

Значения параметра m

Тип почвогрунтов	Период до посева	Сев и 1 декада после посева	До конца июня	Июнь, август	Уборка и до наступления морозов
m	3 – 5	2 – 4	1 – 1.5	1 - 3	2 – 2.5

Таблица 4.

Значения параметров a и b для декадных и пентадных интервалов

Область	Значения параметров a и b			
	Декада		Пентада	
	a	b	a	b
Костромская	0.75	31.8	0.78	48.6
Рязанская	0.71	30.0	0.74	37.7
Ярославская	0.81	79.6	0.71	41.8

Таблица 5.

Значения коэффициента « v » для расчета нижней границы оптимального запаса влаги в почве

Фазы вегетации сельскохозяйственных культур	Коэффициент v
Зерновые культуры, яровые, озимые	
Посев - всходы	0.75
Всходы - кущение	0.70
Кущение – молочно-восковая спелость	0.65
Молочно-восковая спелость - уборка	0.60
Многолетние травы	
Посев - всходы	0.75
Формирование стебля, отрастание	0.70
Созревание	0.65

Таблица 6.

Расчетная мощность корнеобитаемого слоя почвы h , мм

Культура	До посева	Всходы, от- растание, кущение	Выход в труб- ку, колошение, формирование стебля	Цветение, налив зерна или рост корнеплода	Восковая спелость, созревание овощей
Зерновые	0-30	0-30	0-50	0-50	0-30
Травы	0-30	0-30	0-50	0-50	0-50
Овощи	0-30	0-30	0-40	0-40	0-30

Выводы

Тепловоднобалансовый метод гидрометеорологического обоснования оптимального водного режима предусматривает учет практически всех составляющих водного баланса корнеобитаемого слоя почвы, теплового баланса приземного слоя атмосферы и биологического состояния возделываемых культур. Методика расчета заключается в контроле нижнего и верхнего пределов оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

Под оптимальным водным режимом понимается формируемая на научной основе и реализуемая путем агромелиоративных мероприятий совокупность элементов водного режима мелиорируемых земель, обеспечивающих наиболее благоприятные условия развития сельскохозяйственных культур в любой период различных по климатическим условиям лет и получение максимального урожая. Указанная совокупность включает:

- влагозапасы почво-грунтов в зоне аэрации;
- сток с мелиорируемых территорий;
- уровни и продолжительность стояния грунтовых вод в период вегетации;
- расход грунтовых вод в зону аэрации и инфильтрации осадков;
- суммарное испарение;
- нормы и сроки поливов

Контроль осуществляется путем периодического (один раз в пентаду или декаду) вычисления влагозапасов в почве на основе информации о компонентах водного и теплового балансов мелиорируемого поля.

Принципиальная сущность тепловоднобалансового метода состоит в решении

уравнения водного баланса зоны аэрации относительно конечных влагозапасов на их начальном значении и измеренным (или рассчитанным) компонентам влагообмена.

Список литературы

1. Волков А.С., Гиллерман Л.Л. О возможности использования лизиметров ГР-80 на мелиорируемых землях Нечерноземья для оценки элементов водного баланса. Тр. ГГИ. Вып. 326. 1987. с. 66 – 72.
2. Временные рекомендации по обоснованию оптимального водного режима мелиорируемых сельскохозяйственных полей Ярославской области. Л.: ИТИ. 1988. 58 с.
3. Зубенок Л.И. Испарение на континентах. Л.: Гидрометеиздат. 1976. 264 с.
4. Руководство по теплбалансовым наблюдениям. Л.: Гидрометеиздат. 1977. 147 с.
5. Реймерс Н.Ф. Природопользование/Словарь. Справочник. М.: Мысль. 1990. 640 с.
6. Харченко С.И. Управление водным режимом на мелиорируемых землях в нечерноземной зоне. Л.: Гидрометеиздат. 1987. 237 с.

(с) Муромцев Н.А., Семенов Н.А., Шуравилин А.В., Самброс Н.Б., 2011