

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

А. Ю. Черемисинов, А. А. Черемисинов, В. Д. Красов

Воронежский государственный аграрный университет, Россия

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 20 апреля 2012 года.

**Аннотация:** Определена потребность в гидромелиорациях для территории Центрального Черноземья на основе оценки естественного увлажнения, выполненной по расчетам различных коэффициентов увлажнения.

**Ключевые слова:** естественное атмосферное увлажнение, показатели увлажнения территории, оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, потребность в гидромелиорации.

**Abstract:** On the basis of assessing natural humidity, the need for hydroreclamation for the Central Black Soil Region has been determined. The assessment has been made according to the calculations of various coefficients of humidity.

**Key words:** natural atmospheric humidity, indicators of territory humidity, estimates of crop water availability, the need for hydroreclamation.

Растениеводческие сельскохозяйственные предприятия Центрального Черноземья, находясь в зоне рискованного земледелия, нуждаются в применении орошения. Потребность в орошении может быть различна в зависимости от увлажненности территории. Естественное атмосферное увлажнение агроландшафта обуславливается влагосодержанием, которое равно алгебраической сумме величин: вноса водяного пара воздушными течениями, испарения подстилающей поверхности, выноса водяного пара, выпадения атмосферных осадков в данном месте. Если понятие атмосферы сузить до некоторого слоя приземного воздуха, то влагосодержание в целом равно разности между атмосферными осадками и испарением за тот же период [1].

Наиболее распространенными показателями оценки атмосферного увлажнения являются коэффициент Н. Н. Иванова, гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова, показатель Д. И. Шашко, индекс сухости М. И. Будыко и другие [2-6]. Некоторые из них представлены в таблице 1, где

$\sum P$  – сумма осадков за год;

$\sum P_v$  – сумма осадков за период вегетации с температурой воздуха выше 10°C;

$\sum t$  – сумма температур воздуха за период вегетации с температурой выше 10°C;

$\sum d$  – сумма дефицитов влажности воздуха за период вегетации;

Таблица 1

Показатели увлажнения территории

Авторы	Показатели	№ формулы
Селянинов Г.Т.	$ГТК = \sum P_v / 0,1 \sum t$	(1)
Иванов Н.Н.	$K = \sum P / \sum E$	(2)
Будыко М.И.	$K = R / L \sum P$	(3)
Шашко Д.И.	$K = \sum P / \sum d$	(4)

R – радиационный баланс за год;

L – скрытая теплота испарения;

E – оптимальное водопотребление сельскохозяйственных культур.

Существует ряд других коэффициентов увлажнения, получивших распространение, в основном, в агроклиматологии и метеорологии [1, 2, 3, 4, 5]. Все показатели увлажнения основываются на положении, что обеспеченность влагой данного района находится в прямой зависимости от количества осадков и в обратной от испаряемости, которая зависит от температуры и влажности воздуха.

Гидротермический коэффициент (ГТК) применяется, главным образом, в метеорологии и мелиоративных исследованиях. По мнению автора [6], он призван отражать степень возмещения фактическими осадками потребного для развития растений количества влаги, соответствующего теплоэнергетическим ресурсам климата. В нем используются сезонные величины, в то время как растения потребляют влагу из почвы, накапливаемую в течение года. Поэтому при оценке влагообеспеченности внутригодовых периодов ГТК не учитывает перераспределение влаги. На этот и другие недостатки указывали Э. М. Шихлинский [6], В. С. Мезенцев [7], Д. И. Шашко [4].

Коэффициент увлажнения Н. Н. Иванова включает в себя все необходимые климатические факторы, влияющие на влагообеспеченность растений: атмосферные осадки, температуру и влажность воздуха. Существенным его недостатком

является применение величин испаряемости с водной поверхности. Входящая в формулу 2 (таблица 1) сумма среднемесячной испаряемости рассчитывается с использованием данных водного баланса крупных озер и водохранилищ мира, а испаряемость водной поверхности не отражает процесса суммарного испарения сельскохозяйственных полей, на что указывал В. С. Мезенцев [7].

Коэффициент увлажнения  $M_d$ , получивший развитие в работах Д. И. Шашко [4], отражает отношение осадков к дефициту влажности воздуха – основному фактору испарения. С дефицитом влажности воздуха, лучше чем с другими метеофакторами, связана транспирация, а следовательно и величина урожая.

Оценка точности различных коэффициентов по среднеквадратическому отклонению расчетного урожая от фактического показала, что величины отклонений составили: 100 % при определении расчетного урожая по показателю  $M_d$ ; 130 % по ГТК и 164 % по атмосферным осадкам [6]. Поэтому в некоторых работах по мелиорации для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур используется коэффициент  $M_d$  [4]. Исходя из вышеизложенного, для целей гидромелиораций и, в частности, обоснования режимов орошения следует отдавать предпочтение коэффициенту увлажнения  $M_d$ .

Для оценки естественного увлажнения территории ЦЧР были вычислены коэффициенты увлажнения  $M_d$  для реальных лет по каждой метеостан-

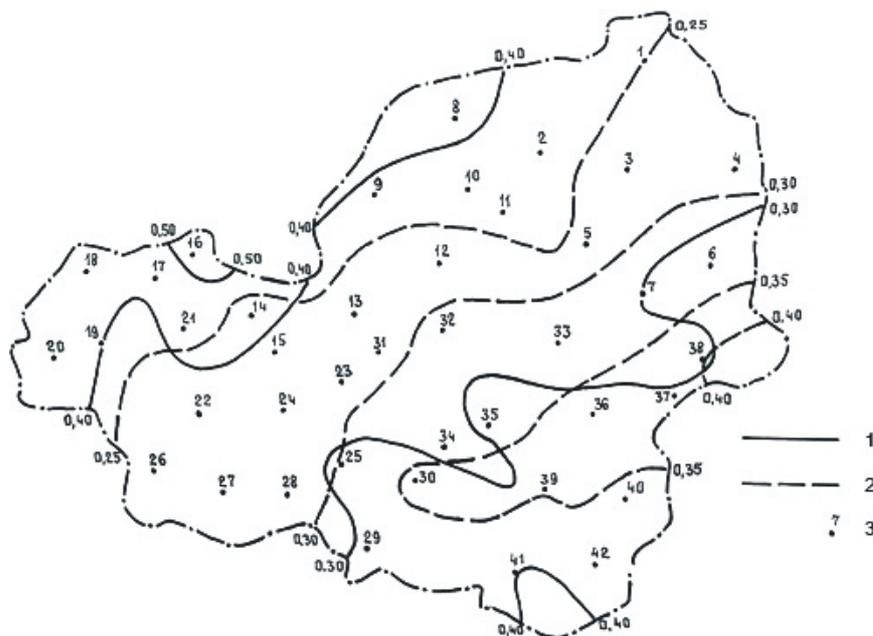


Рис. 1. Карта норм  $M_d$  и его коэффициентов вариации  $C_v$

1 – среднее значение коэффициента увлажнения  $M_d$ ; 2 – коэффициент вариации  $C_v$ ; 3 – номер метеостанции

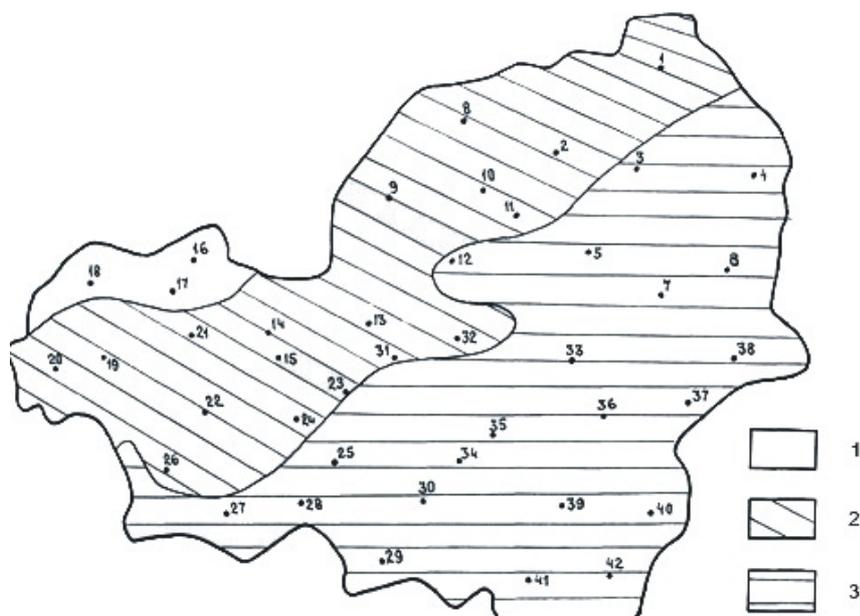


Рис. 2. Потребность в орошении по увлажнению при различных значениях  $M_d$  для года 50%-й вероятности превышения

1 – более 0,45; 2 – 0,45-0,35 (агротехнические мероприятия); 3 – 0,35-0,25 (выборочное орошение)

ции. Статистическая обработка рядов позволила получить для них основные характеристики: средние многолетние значения коэффициента  $M_d$ , стандартное отклонение  $D$ , коэффициенты вариации  $C_v$  и асимметрии  $C_s$ .

Установлено, что коэффициент  $M_d$  возрастает с юго-востока от 0,24 (м.с. Калач) на северо-запад до 0,51 (м.с. Поныри); стандартные отклонения колеблются, соответственно, от 0,08 до 0,12, коэффициенты вариации увеличиваются с запада от 0,21 (м.с. Дмитриев) на восток до 0,39 (м.с. Борисоглебск). Таким образом, в целом вариация коэффициента увлажнения средняя; коэффициент асимметрии увеличивается с севера от 0,48 (м.с. Тамбов) на юг до 1,17 (м.с. Каменная Степь).

Для более полного представления о распределении коэффициента увлажнения по территории приведена карто-схема норм  $M_d$  и  $C_v$  (рис. 1).

Анализ схемы показывает, что увлажнение ЦЧР очень неравномерно, особенно это характерно для юго-восточной части региона. Резкое изменение направления изолиний увлажнения здесь связано, прежде всего, с рельефом местности. Липецкая, Тамбовская и север Воронежской области находятся на Окско-Донской низменности, где спокойный рельеф местности определяет плавное субширотное уменьшение увлажнения территории. Белгородская и западная часть Воронежской области находятся на Среднерусской возвы-

шенности, что придает субмеридиональное направление изолиниям, с уменьшением увлажнения в сторону Калачской возвышенности.

Большой интерес представляет изменение коэффициента увлажнения в средней части Воронежской области: линия Лиски-южные части Таловского и Новохоперского районов. Резкое изменение коэффициента увлажнения в этом месте также связано с изменением рельефа местности. Изгиб изолиний  $M_d$  по линии Острогожск – Бутурлиновка – Павловск вызван очень сильным расчленением рельефа. Серьезное влияние на рисунок изолиний оказывает и огромный лесной массив Шипова леса, площадью 32 тыс. га, расположенный на правом берегу реки Осередь, протянувшейся на 60 км от Бутурлиновки до Павловска.

Коэффициенты вариации  $C_v$  также изменяются по территории указанной зоны неравномерно. Его максимальные значения располагаются по линии Россошь-Бутурлиновка в Воронежской области. На северо-запад и юго-восток значения  $C_v$  уменьшаются. Четко выраженная линия максимальных коэффициентов вариации совпадает с границей лесостепной и степной зон, а также отражает влияние изменения рельефа (Калачской возвышенности). Значительное влияние на величину  $C_v$  оказывают лесные массивы. Так, например, существенно уменьшает колебания  $M_d$  Усманский бор площадью 20 тыс. га.

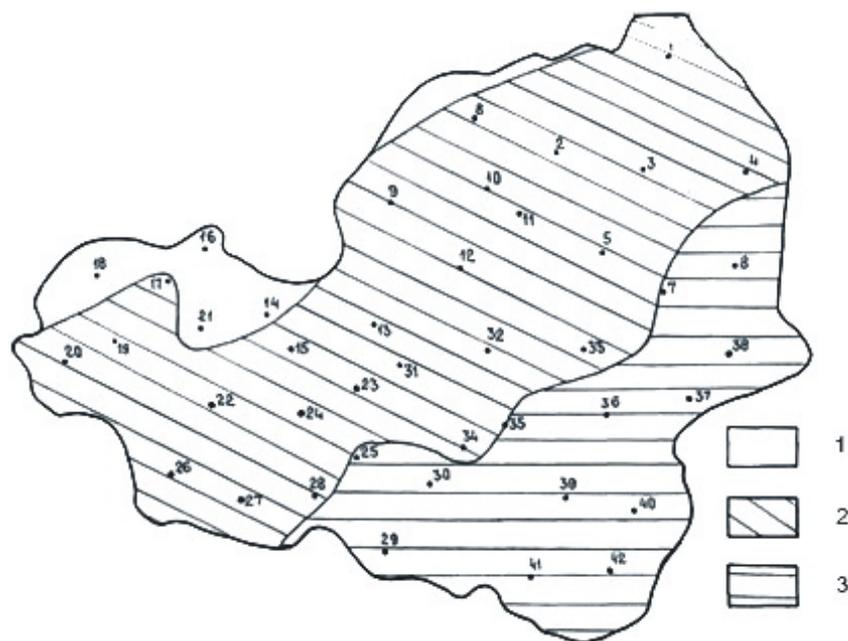


Рис. 3. Потребность в орошении по увлажнению при различных значениях  $M_d$  для года 75 %-й вероятности превышения

1 – 0,45-0,35 (агротехнические мероприятия); 2 – 0,35-0,25 (выборочное орошение); 3 – 0,25-0,15 (орошение)

Представленная карто-схема и ее анализ подтверждают, что коэффициент увлажнения  $M_d$  является не только климатическим показателем, но и отражает в известной мере физико-географические и природные условия территории [8]. Универсальность  $M_d$  позволяет дать оценку территории по условиям влагообеспеченности. По шкале классификации, предложенной Д. И. Шашко [4], коэффициент увлажнения  $M_d$  более 0,6 характеризует избыточное увлажнение, т.е. в этом случае необходимо осушение;  $M_d$  от 0,6 до 0,45 отражает достаточное, а при значениях от 0,45 до 0,35 - недостаточное увлажнение, при котором можно обойтись агротехническими мероприятиями; величина  $M_d$ , равная 0,35-0,25, определяет недостаточное увлажнение, когда в течение вегетационного периода необходимо периодическое орошение; значения  $M_d$  0,25-0,0 характеризуют засушливую зону, где земледелие без орошения невозможно.

Приведенная выше градация коэффициентов  $M_d$  использована для районирования территории ЦЧР по потребности в гидромелиорациях (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что для года 50 %-ой вероятности превышения по увлажнению территория Центрального Черноземья делится на три подзоны, протянувшиеся с юго-запада на северо-восток:

а) подзона достаточного увлажнения занимает 3,1 % всей площади территории ЦЧР;

б) недостаточного увлажнения, где необходимы агротехнические мероприятия, занимает 40,6 % всей площади;

в) недостаточного увлажнения, когда необходимо периодическое орошение, занимает 56,3 %.

Для целей проектирования мелиораций интерес представляет год 75 %-ой вероятности. Значение коэффициента  $M_d$ , соответствующее данному случаю, можно определить по его распределению. Эмпирическая вероятность коэффициента увлажнения для временных рядов при этом оценивалась по формуле:

$$P = (m - 0,3) / (n + 0,4) 100 \%, \quad (5)$$

где  $m$  – порядковый номер коэффициента  $M_d$  в ранжированном ряду его значений;

$n$  – общее число членов ряда.

Определив величины коэффициентов увлажнения  $M_d$  75 %-ой вероятности превышения, районировать территорию ЦЧР по данному показателю (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что для года 75 %-ой вероятности превышения территория ЦЧР делится также на три подзоны, протянувшиеся с юго-запада на северо-восток:

а) подзона недостаточного увлажнения, где необходимы агротехнические мероприятия, занимает 4,8 % всей площади ЦЧР;

Вероятность различных по увлажнению лет территории ЦЧР(%)

Области	Орошение		Агромероприятия	Достаточное естественное увлажнение	Осушение
	Постоянное	Периодическое			
	0-0,25	0,26-0,35			
Тамбовская	24	40	25	10	1
Липецкая	12	37	34	16	1
Курская	8	20	35	31	6
Белгородская	28	38	24	10	–
Воронежская	35	35	21	8	1
Среднее по ЦЧР	21	34	28	15	2

б) подзона недостаточного увлажнения, когда необходимо периодическое орошение, занимаем 66,7 % всей площади;

в) засушливая подзона, где земледелие невозможно без орошения составляет 28,5 %.

Таким образом, анализ рис. 2 и 3 показывает, что рост вероятности превышения от 50 % до 75 % вызывает значительное перемещение подзон естественного увлажнения с юго-востока на северо-запад. Так если, в год 50 %-ой вероятности превышения в гидромелиорациях нуждается 56,3 % территории ЦЧР, то на год 75 %-ой вероятности превышения уже 95,2 %.

Для оценки вероятности лет различного увлажнения территории ЦЧР предлагается подход, в котором по каждой метеостанции предварительно строятся эмпирические кривые вероятности превышения коэффициента  $M_d$ . Графический анализ показывает, что полученные ряды  $M_d$  хорошо аппроксимируются теоретической кривой Пирсона III типа (при  $C_s = 2C_v$ ). Такая аппроксимация позволяет получать величины  $M_d$  при проектировании мелдиораций не только по метеостанциям, но и в любой точке ЦЧР.

В таблице 2 приведены данные по вероятности лет с различной степенью увлажнения для территории ЦЧР.

Материалы таблицы 2 показывают, что потребность в гидромелиорациях даже для одной области крайне неравномерна. По всем областям региона преобладает дефицит естественного увлажнения, то есть, в них необходимо орошение. Так, для Курской области необходимо орошение в 28 годах из 100, в Липецкой – в 49 годах из 100, в Тамбовской – в 64 годах из 100, в Белгородской – в 66 годах из 100 и в Воронежской – в 70 годах из 100. Имеет место и избыточное естественное увлажнение, особенно в Курской области в 6 годах из 100.

Приведенная оценка естественного увлажнения территории Центрально-Черноземной зоны позволит сделать следующие выводы.

1. Весь Центрально-Черноземный регион нуждается в орошении, так как естественное увлажнение крайне неравномерно по территории. Даже в пределах одной области участки, расположенные рядом, нуждаются в различных масштабах орошения. На юге Воронежской области орошение необходимо в 68 годах из 100 (м.с. Митрофановка), в 88 годах из 100 (м.с. Богучар) и в 91 году из 100 (м.с. Калач).

2. При проектировании мелиораций необходимо к каждому конкретному участку подходить дифференцированно, получая индивидуальную оценку увлажнения территории, что можно осуществлять, используя полученные карты норм  $M_d$ , коэффициента вариации  $C_v$  и применяя таблицы трехпараметрического гамма – распределения величин  $M_d$ .

3. Полученные результаты исследования позволяют уточнить для целей проектирования значения вероятности превышения по увлажнению. Уже сейчас видно, что применение постоянного уровня вероятности превышения, равного 75 %, для всей территории ЦЧР не является оптимальным и не обеспечивает рационального использования водных ресурсов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баталов Ф. З. Сельскохозяйственная продуктивность климата для яровых зерновых культур / Ф. З. Баталов. – Л. : Гидрометеоздат, 1980. – 112 с.
2. Будыко М. И. Климат и жизнь / М. И. Будыко. – Л. : Гидрометеоздат, 1971. – 422 с.
3. Колосков П. И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование / П. И. Колосков. – Л. : Гидрометеоздат, 1971. – 166 с.
4. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР / Д. И. Шашко. – М. : Колос, 1967. – 335 с.

5. Шульгин А. М. Агрометеорология и агроклиматология / А. М. Шульгин. – Л. : Гидрометеоздат, 1978. – 200 с.

6. Шихлинский Э. М. Об основных показателях при классификации климатов / Э. М. Шихлинский. – Л. : Гидрометеоздат, 1964. – С.24-37.

7. Режим влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края / под ред. В. С. Мезенцева. – М. : Колос, 1974. – 240 с.

8. Константинов А. Р. Схема учета репрезентативности и отдаленности метеостанций от пункта, в котором используются данные наблюдений / А. Р. Константинов // Труды УкрНИИГИМ. – Киев, 1971. – Вып. 102. – С. 23-34.

Александр Юрьевич Черемисинов  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой мелиорации, водоснабжения и геодезии Воронежского государственного аграрного университета, г. Воронеж, т. 253-7390, E-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru)

Андрей Александрович Черемисинов  
кандидат экономических наук, доцент кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии Воронежского государственного аграрного университета, г. Воронеж, т. 253-7390, E-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru)

Красов Вячеслав Дмитриевич  
кандидат технических наук, доцент кафедры природопользования Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 266-5654, E-mail: [v\\_d\\_krasov@mail.ru](mailto:v_d_krasov@mail.ru)

Cheremisinov Aleksandr Yur'yevich  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the chair of reclamation, water supply and geodesy of the Voronezh State Agricultural University, Voronezh, tel. 253-7390, E-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru)

Cheremisinov Andrey Aleksandrovich  
PhD in Economy, assistant professor of the chair of reclamation, water supply and geodesy of the Voronezh State Agricultural University, Voronezh, tel. 253-7390, E-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru)

Krasov Vyacheslav Dmitriyevich  
PhD in Technical Sciences, assistant professor of management of nature of the Voronezh State University, Voronezh, tel. 266-5654, E-mail: [v\\_d\\_krasov@mail.ru](mailto:v_d_krasov@mail.ru)