

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
"БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

---

**Актуальные проблемы  
технической эксплуатации  
и эффективного использования  
мелиоративных систем,  
водохозяйственных объектов  
и инженерного обустройства  
сельских территорий**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**(г. Горки, 21–22 декабря 2002 г.)**

**Горки 2003**

УДК 626.8

А. В. КОПЫТОВСКИХ  
БелНИИМил  
г. Минск, Республика Беларусь

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В ПАХОТНОМ СЛОЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Одним из наиболее важных факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур, является водный режим. Поддержание оптимального для растений режима влажности почвы на мелиорированных землях является основной задачей мелиорации, решаемой с помощью регулирования водного режима на осушительных, осушительно-увлажнительных, осушительно-оросительных и оросительных мелиоративных системах одностороннего или двухстороннего действия, а также с помощью осушительных, влагоаккумулирующих, регулирующих агро-мелиоративных мероприятий и специальных агротехнических приемов.

Большинство агро-мелиоративных мероприятий и агротехнических приемов, применяемых для коррекции водного режима, таких, как глубокое рыхление, узкозагонная вспашка, гребневание, грядование, минимальная обработка почвы, снегозадержание, мульчирование и другие, не относятся к способам оперативного управления водным фактором. Эти мероприятия выполняются заблаговременно, до начала периода вегетации, главным образом в период эксплуатационной подготовки почвы: осенью или в весенний период, когда сельскохозяйственные угодья свободны от посевов. Срок их действия ограничивается в основном одним и реже несколькими годами. Очевидно, что в условиях влажного периода вегетации влагоаккумулирующие меро-

приятия не будут иметь должного успеха, также, как и в периоды засух осушительные агромелиоративные и агротехнические приемы будут бесполезны или даже вредны. В этом случае при предварительной оценке их применимости использовать водобалансовые расчеты невозможно. Необходим поиск по возможности простого интегрального показателя, по которому можно оценить необходимость и целесообразность в проведении различных мелиоративных мероприятий применительно к конкретному периоду вегетации, планировать оптимальный состав и объемы агромелиоративных, агротехнических и других видов работ на основе предварительных (долгосрочных) агрометеорологических прогнозов. Таким образом, искомый показатель должен обладать свойством комплексности, т.е. учитывать основные статьи водного баланса, иметь тесную корреляционную связь с режимом увлажнения и быть прогнозируемым.

В агрометеорологии в качестве комплексных обобщенных показателей степени увлажнения территорий выступают индексы увлажнения, например, гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) [1], индекс засушливости и переувлажнения Д.А. Педя (S), коэффициент увлажнения Д.И. Шашко (Md) [2] и другие, успешно используемые многими исследователями для анализа экстремальных погодных условий, прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, моделирования режима уровней грунтовых вод [3–8].

Нами сделана попытка применения ГТК для оценки влажности почвы в пахотном слое. Удобство использования ГТК для этих целей обусловлено тем, что в этот показатель включена как температурная характеристика периода, в основном определяющая режим испарения, так и количество выпавших осадков, т.е. основные расчетные статьи водного баланса.

Разработанный Г.Т. Селяниновым гидротермический коэффициент как показатель баланса влаги представляет собой отношение количества осадков за исследуемый период в миллиметрах к одной десятой суммы температур за тот же период и определяется по следующему выражению:

$$ГТК = \frac{\sum X_{t>10}}{0,1 \sum T_{t>10}}, \quad (1)$$

где  $X$  – суточные исправленные осадки при температурах более  $10^{\circ}\text{C}$  за период вегетации, мм;

$T$  – среднесуточные температуры воздуха более  $10^{\circ}\text{C}$ .

М.Г. Голченко показана возможность использования гидротермических коэффициентов при характеристике влагообеспеченности периодов вегетации на территории Республики Беларусь [9]. Для условий Беларуси норма гидротермического коэффициента за период вегетации (апрель – сентябрь) находится в пределах 1,3–1,6, изменяясь от

наименьшего значения к наибольшему с юго-запада республики на северо-восток. При этом значение ГТК в различные по влагообеспеченности годы меняется в широком диапазоне. Например, по данным метеостанции г. Сенно установлено, что временной ряд гидротермических коэффициентов, рассчитанных за период с апреля по сентябрь, удовлетворительно описываются нормальным законом распределения с математическим ожиданием  $m = 1,47$  и стандартным отклонением  $\sigma = 0,39$ . Наименьшее значение ГТК за исследованный период составило 0,60, наибольшее – 2,37.

Более значительные отклонения ГТК от нормы в многолетнем разрезе наблюдаются при их определении для более коротких периодов, например, для среднемесячных значений. В табл. 1 приведены средние, минимальные, максимальные значения коэффициентов и их стандартные отклонения для отдельных месяцев вегетационного периода по той же метеостанции.

Т а б л и ц а 1. Статистические характеристики гидротермических коэффициентов для отдельных месяцев периода вегетации по метеостанции г.Сенно

| Месяц  | Математическое ожидание | Стандартное отклонение | Экстремальные значения |         |
|--------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------|
|        |                         |                        | Максимум               | Минимум |
| Май    | 1,04                    | 0,74                   | 2,96                   | 0,003   |
| Июнь   | 1,69                    | 0,90                   | 3,96                   | 0,24    |
| Июль   | 1,71                    | 0,88                   | 5,19                   | 0,10    |
| Август | 1,39                    | 0,80                   | 3,38                   | 0,09    |

На основании табл. 1 можно сделать заключение, что в многолетнем разрезе более засушливыми месяцами по Сенненскому району являются май и август, а влажными – июнь и июль, причем июль характеризуется наибольшей экстремальностью погодных условий.

Исследования по установлению корреляционной связи между средней влажностью пахотного слоя почвы и гидротермическим режимом проводились на полевых стационарах Витебского экспериментального хозяйства с 1992 по 2001 гг. Почвы каждого из участков подбирались по механическому составу таким образом, чтобы можно было охватить весь диапазон связных минеральных земель ВЭХ от связных супесей до тяжелых суглинистых почв. В расчет также принимался период исследований для построения корреляционной модели, включающий промежутки времени продолжительностью от одного месяца до всего периода вегетации в целом (апрель – сентябрь).

В табл. 2 приведены данные, отражающие тесноту связи между ГТК за различные промежутки времени периода вегетации и средней влажностью слоя почвы 0 – 30 см в процентах от наименьшей влагоемкости за тот же период времени для легкосуглинистых дерново-подзолистых почв, осушенных горизонтальным дренажем.

Т а б л и ц а 2. Коэффициенты корреляции между гидротермическими коэффициентами и средней за период влажностью пахотного слоя (0 – 30 см) легкосуглинистых дерново-подзолистых почв

| Отрезок периода вегетации | Коэффициент корреляции, R |
|---------------------------|---------------------------|
| Май                       | 0,67 ± 0,07               |
| Июль                      | 0,64 ± 0,08               |
| Июнь-июль                 | 0,70 ± 0,07               |
| Июнь-август               | 0,79 ± 0,06               |
| Май-август                | 0,84 ± 0,03               |
| Апрель-сентябрь           | 0,78 ± 0,04               |

Анализ табл. 2 позволяет сделать вывод о том, что с увеличением отрезка периода вегетации теснота связи между изучаемыми факторами становится выше. Наиболее высокий коэффициент корреляции ( $R=0,84 \pm 0,03$ ) между ГТК и влажностью почвы получен для периода с мая по август. Для отрезка апрель – сентябрь наблюдается некоторое ослабление корреляционной связи ( $R = 0,78 \pm 0,04$ ), что, по-видимому, обусловлено так называемыми краевыми эффектами, связанными с влиянием на режим влажности весенней почвенной влаги, усилением подпитывания почвы грунтовыми водами при их высоком стоянии в весенний и осенний периоды года, выпадением атмосферных осадков при низких температурах воздуха. Более слабая корреляционная связь ( $R = 0,64-0,67$ ) получена для месячных отрезков вегетационных периодов. В данном случае это связано с более сильным влиянием на режим влажности почвы гидротермического режима предшествующего временного отрезка, более выраженным проявлением в данных условиях гистерезисных явлений.

Таким образом, для интервалов времени в пределах периода вегетации от трех месяцев и более имеет место высокая корреляционная связь между ГТК и средней влажностью почвы, определяемая простым линейным уравнением регрессии:

$$W = aГТК + b, \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты регрессии.

В табл. 3 для опытных стационаров ВЭХ вместе с ландшафтной привязкой дана краткая характеристика почв по механическому составу, а также соответствующие коэффициенты уравнений линейной регрессии, отражающей связь между средней влажностью почвы за период с мая по август и ГТК за тот же период.

Резюмируя изложенное, отметим, что применение гидротермических коэффициентов для оценки обеспеченности почвы влагой является не формальным и не случайным. Коэффициенты Г.Т. Селянинова, характеризующие влагообеспеченность территорий, дающие представление о возможном уровне использования агроклиматических ресурсов и отражающие общие закономерности

Т а б л и ц а 3. Уравнения для расчета средней влажности почвы  $W$ , %НВ в слое 0–30 см на стационарах ВЭХ в зависимости от гидротермических коэффициентов

| Тип микроландшафта        | Классификация почвы по механическому составу | Коэффициенты регрессии |        | Коэффициент корреляции, R |
|---------------------------|--|------------------------|--------|---------------------------|
|                           |  | a                      | b      |                           |
| Транзитно- аккумулятивный | Связная супесь                               | 41,92                  | 7,40   | $R=0,80 \pm 0,04$         |
| Транзитный                | Легкий суглинок                              | 64,27                  | -36,24 | $R=0,84 \pm 0,03$         |
| Транзитный                | Средний суглинок                             | 58,32                  | -24,99 | $R=0,82 \pm 0,02$         |
| Транзитный                | Тяжелый суглинок                             | 51,37                  | -12,16 | $R=0,85 \pm 0,04$         |
| Аккумулятивный            | Легкий суглинок                              | 45,36                  | 9,82   | $R=0,81 \pm 0,03$         |

циркуляционных процессов в атмосфере, дают возможность уточнить особенности водного режима почвы на временном интервале и принять необходимые меры для осуществления соответствующих гидротехнических, агроландшафтных и агротехнических решений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С е л я н и н о в Г. Т. Принципы агроклиматического районирования СССР/ Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд-во Министерства сельского хозяйства СССР, 1958. – С.7–13.
2. Ш а ш к о Д. И. Агроклиматическое районирование СССР по обеспеченности растений теплом и влагой/ Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд-во Министерства сельского хозяйства СССР, 1958. – С.38–92.
3. К у л и ч И. Г. Анализ экстремальных явлений погоды на территории Беларуси/ Научные и прикладные аспекты оценки изменений климата и использования климатических ресурсов (Матер. конф.). – Минск, БГУ, 2000. – С.110–111.
4. К о п ы т о в с к и х А. В. В климате происходят изменения // Голос Сенненщины. № 41. 1997. – С.3.
5. К о п ы т о в с к и х А. В. О климате на текущий вегетационный период // Голос Сенненщины. №43. 1998. – С.4.
6. Л и х а ц е в и ч А. П., К о п ы т о в с к и х А. В., Ч и ж и к А. И. Эффективность управления водным режимом на торфяных почвах, используемых под долголетние сенокосы / Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель (Матер. конф.). – Минск, 2000. – С.119–123.
7. С а п о ж н и к о в а С. А. Опыт агроклиматического районирования территории СССР/ Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд-во Министерства сельского хозяйства СССР, 1958. – С.38–92.
8. С а м с о н и к В. П. Связь гидротермического коэффициента (ГТК) с уровнем грунтовых вод (УГВ) / Научные и прикладные аспекты оценки изменений климата и использования климатических ресурсов (Матер. конф.). – Минск, БГУ, 2000. – С.134–136.
9. Г о л ч е н к о М. Г. Влагообеспеченность и орошение земель в Белоруссии. – Мн.: Ураджай, 1976. – 192 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Раздел 1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ. ОСУШЕНИЕ, ОРОШЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ . . . . .   | 3  |
| Л и х а ц е в и ч А. П. Совершенствование сельскохозяйственной гидротехнической мелиорации в Беларуси . . . . .   | 3  |
| П о г о д и н Н. Н., Х о м я к о в А. Г., Ш а т и л о С. В. Технологические процессы и средства механизации при эксплуатации и ремонте закрытых мелиоративных систем . . . . .        | 6  |
| Б а р а н о в а С. В. Информационное обеспечение управления водным режимом на крупных мелиоративных системах . . . . .  | 9  |
| К а р н а у х о в В. Н. Заиление рек-водоприемников и предложения по их реконструкции . . . . .   | 11 |
| К о п ы т о в с к и х А. В. Использование гидротермических коэффициентов для оценки влажности почвы в пахотном слое минеральных земель . . . . .                                      | 14 |
| М а с л о в с к и й А. А. Эффективность мелиорации и использования пойменных торфяников . . . . .   | 19 |
| М и т р а х о в и ч А. И., К л и м к о в В. Т., М а й о р ч и к А. П. Влияние заиления на пропускную способность дренажа . . . . .  | 20 |
| П ш и х о д с к и й Г. М., П о д л у ж н ы й Г. И., Ш и р к о П. А. Гермезис – новый взгляд на почвенные мелиорации в условиях антропогенной радионуклидной аномалии . . . . .        | 24 |
| П ш и х о д с к и й Г. М. Мелиорация земель в условиях антропогенной радионуклидной аномалии . . . . .  | 26 |
| Раздел 2. ОРОСИТЕЛЬНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ . . . . .   | 28 |
| В и х р о в В. И. Обоснование параметров почвенного эвапотранспирографа . . . . .   | 28 |
| Г о л ч е н к о М. Г., А н ж е н к о в А. С. Дождевальная техника для небольших участков в условиях Республики Беларусь . . . . .   | 31 |
| Д я т л о в В. В., Р у д к о в с к а я Г. Н. Эффективность орошения зернофуражных культур животноводческими стоками . . . . .   | 34 |
| А н ж е н к о в А. С. Расстановка струйных аппаратов с учетом скорости ветра . . . . .  | 37 |
| В и х р о в В. И. Совершенствование расчетной модели суточного водопотребления трав . . . . .   | 40 |
| Раздел 3. ГИДРОСООРУЖЕНИЯ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКА . . . . .   | 45 |
| Б а т ю к Ф. Ф. Экологические особенности применения МГЭС на территории Могилевской области . . . . .   | 45 |
| Ж а р с к и й М. А. Уточненная формула гидравлического коэффициента трения для турбулентного потока жидкости в круглой трубе . . . . .  | 47 |
| Ж а р с к и й М. А. О вычислении гидравлического коэффициента трения при ламинарном и неустойчивом режимах течения жидкости в напорном трубопроводе . . . . .                         | 49 |
| К о р е в и ц к и й Г. А. Сопряжение бьефов при донном режиме за двухъярусной плотинной . . . . .   | 52 |
| Л а р ь к о в В. В. Фильтрационные и физико-механические характеристики полевых объемно-фильтрующих отстойников . . . . .   | 57 |
| Л а р ь к о в В. М. Водосливная плотина с решетчатым водосливом на р. Быстрая (20 лет эксплуатации) . . . . .   | 63 |
| М и х а л ь ч е н к о Н. Н. Гравитационно-биологический отстойник на проводящей сети гидромелиоративных систем . . . . .  | 71 |
| Раздел 4. АГРО-ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ . . . . .  | 74 |
| Т и в о П. Ф., К р у т ь к о С. М., К о т л я р о в а Е. А. Биоинженерные сооружения как способ решения экологических проблем в районах крупных животноводческих комплексов . . . . . | 74 |
| Раздел 5. МЕХАНИЗАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ . . . . .  | 77 |
| М а ж у г и н Е. И., А н ж е н к о в А. С., О з я б л о В. Е. Конструктивные осо-   |    |

|  |    |
|--|----|
| бенности дождевальных насадок постоянного расхода фирмы «ZIMMATIC» . . . . .   | 77 |
| Ш у х М. А., Ш у и н Н. К. Оптимизация комплектования погрузочных и транспортных машин . . . . .                                       | 80 |
| Раздел 6. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ . . . . .   | 84 |
| Ч е р н и к П. К., Б р е з г у н о в А. В. Оценка воздухопроницаемости силосных траншей . . . . .                                      | 84 |
| К у з ь м и ц к и й А. В., Д р е м у к В. А. Технология заготовки стебельчатых кормов на мелиорированных землях . . . . .              | 88 |
| Раздел 7. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ И ОБУСТРОЙСТВА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ . . . . .                                     | 92 |
| С у ч к о в К. П. Социально-экономическая значимость деятельности мелиоративных товариществ Белоруссии в период нэпа . . . . .         | 92 |
| К о л ь ч е в с к и й Д. В. Социальные предпосылки реконструкции сельских населённых мест северо-востока Республики Беларусь . . . . . | 95 |