

насаждении авторы считают внутрпочвенное орошение по кротовым увлажнителям и капельное орошение.

Материал поступил в редакцию 20.04.08.

Зербалиев Алихан Мамалиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации, рекультивации и охраны земель

Гусейнова Милада Руслановна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры мелиорации, рекультивации и охраны земель

Тел. 8 (8722) 62-48-19,

8 (8722) 62-82-93

УДК 502/504:631.425.2:551.58(476)

В. И. ВИХРОВ

Учреждение образования

«Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ ВОДНОГО И ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМОВ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССИИ

На основе методов анализа временных рядов выполнена оценка многолетних трендов и цикличности колебаний показателей водного режима почв на территории Белоруссии, а также выявлена их климатическая трансформация за 62-летний период.

Формирование водного и гидромелиоративного режимов почв, цикличность колебаний показателей водного режима, климатическая трансформация, влагообеспеченность сельскохозяйственных культур, статистические ряды показателей.

On the basis of the analysis of time series there was performed an assessment of trends and cycling of fluctuations of parameters of soil water regime in the territory of Belorussia as well as their climatic transformation was shown for a 62-year period.

Formation of water and hydro-reclamation soil regimes, cycling of vibrations of water regime indicators, climatic transformation, water providing of agricultural crops, statistic series of indices.

Климат — один из основных факторов формирования водного и гидромелиоративного режимов почв. Его изменение наряду с общим потеплением приводит к усилению характерной для территории Белоруссии неустойчивости погодных условий, увеличивая тем самым непредсказуемость режима влагообеспеченности сельскохозяйственных культур [1, 2]. В этой связи особую актуальность приобретает оценка климатической трансформации водного и гидромелиоративного режимов почв для их более обоснованного проектирования и прогноза.

С целью получения статистических рядов показателей водного режима почв (ПВРП) были разработаны

компьютерные программы ретроспективного подекадного расчета водного баланса почв и вероятности наступления неблагоприятных водных явлений для следующих условий: естественного водного режима (программа RETRO-1); оросительной мелиорации (программа RETRO-2); осушительно-увлажнительной мелиорации (программа RETRO-3) [2, 3]. Первоначальная задача данных программ — обоснование гидромелиорации и проектирование осушительно-увлажнительных режимов [4]. При этом программы позволяют моделировать непрерывные многолетние (начиная с 1945 г.) ряды сезонных элементов водного баланса (ЭВБ), неблагоприятных

водных явлений (НВЯ) и гидромелиоративных режимов (ГМР) по 30 метеостанциям Белоруссии для различных вариантов почв, сельскохозяйственных культур и других условий. Состав определяемых показателей приведен в таблице.

На основании ежегодного расчета показателей, приведенных в таблице, формируются их многолетние хронологические и ранжированные ряды. При проектировании отдельных показателей водного режима почв для построения кривых вероятности векторных показателей (выделены в таблице курсивом) используются возрастающие ряды, а для построения кривых обеспеченности ска-

лярных показателей — убывающие.

Поскольку в алгоритмах программ RETRO все расчетные параметры кроме метеорологических принимаются по всем годам постоянными, любая многолетняя изменчивость моделируемых показателей водного режима почв обусловлена только климатическими факторами.

Исследование временной структуры сезонных показателей водного режима почв проводилось путем анализа внутрирядной однородности временных рядов, их скользящего сглаживания, расчета и выделения линейного, нелинейного и циклического трендов, а также методами автокорреляционного,

Состав сезонных показателей водного режима почв, рассчитываемых программами RETRO

Показатель	Единица измерения	Вид
RETRO-1		
<i>Время снижения влагозапасов до уровней (0,8...0,1) $W_{нв}$</i>	сут	НВЯ
<i>Время наступления почвенной засухи (от начала вегетации)</i>	сут	НВЯ
Общая продолжительность почвенной засухи	сут	НВЯ
Непрерывность почвенной засухи	сут	НВЯ
Степень почвенной засухи	мм	НВЯ
Засушливость i-й декады	мм·сут	НВЯ
Общая засушливость вегетационного периода	мм·сут	НВЯ
Относительная засушливость вегетационного периода	коэф.	НВЯ
<i>Время наступления периодов переувлажнения</i>	сут	НВЯ
Общая продолжительность периодов переувлажнения	сут	НВЯ
Непрерывная продолжительность переувлажнения	сут	НВЯ
Сезонное водопотребление сельскохозяйственной культуры	мм	ЭВБ
Сезонный почвенный сток	мм	ЭВБ
RETRO-2		
Оросительная норма	мм	ГМР
<i>Даты начала поливов (наступления засушливых периодов)</i>	сут	ГМР
Минимальный межполивной интервал	сут	ГМР
Сезонное водопотребление орошаемой культуры	мм	ЭВБ
Сезонный почвенный сток	мм	ЭВБ
<i>Даты наступления периодов переувлажнения</i>	сут	НВЯ
RETRO-3		
Сезонный почвенный сток	мм	ЭВБ
Дренажный сток	мм	ГМР
<i>Даты наступления периодов переувлажнения</i>	сут	НВЯ
Сезонная норма увлажнения	мм	ГМР
Сезонная норма водоподачи	мм	ГМР
Сезонное водопотребление культуры	мм	ЭВБ
<i>Даты наступления засушливых периодов</i>	сут	ГМР

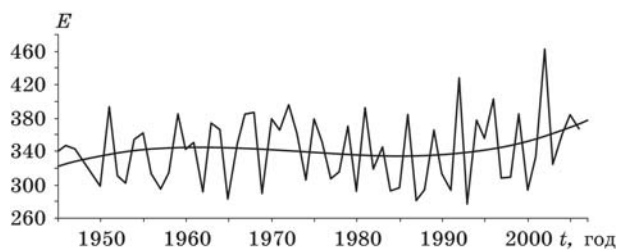
гармонического, спектрального и спектрально-временного анализа [5]. Значимость трендов оценивали на основе T - и F -критериев.

В результате расчета и анализа многолетних трендов было выявлено, что линейный тренд 62-летних рядов показателей водного режима почв (1945–2006) для изучаемых вариантов, как правило, статистически незначим. Это объясняется большой амплитудой высокочастотных (межгодовых) колебаний, а также наличием долгопериодических «волнообразных» тенденций среднееголетних значений изучаемых показателей, описываемых нелинейной зависимостью в виде полинома третьей степени (рисунок, а). Наиболее существенный монотонный тренд показателей водного режима почв обнаруживается за период последних 25–35 лет, что позволяет рассмотреть гипотезу нарушения однородности 62-летних рядов в начале этого периода [5].

При анализе внутрирядной однородности исходные 62-летние ряды показателей делили на два последовательных участка с переменной длиной соответственно n_1 и n_2 лет, отделенных друг от друга скользящим «переходным периодом» длиной L лет. Для каждого шага перемещения L на один интервал ряда рассчитывали разность средних значений Δ участков n_1 и n_2 , дисперсии этих участков и F -критерий. При анализе графиков динамики Δ начало закономерного изменения разности средних значений показателей водного режима почв соответствовало, как правило, периоду n_2 от 25 до 35 лет.

Таким образом, можно предположить, что указанные периоды n_2 являются периодами современного изменения климата. В частности, по показателю «оронительная норма» предполагаемый период изменения климата по территории Белоруссии имеет закономерное распространение.

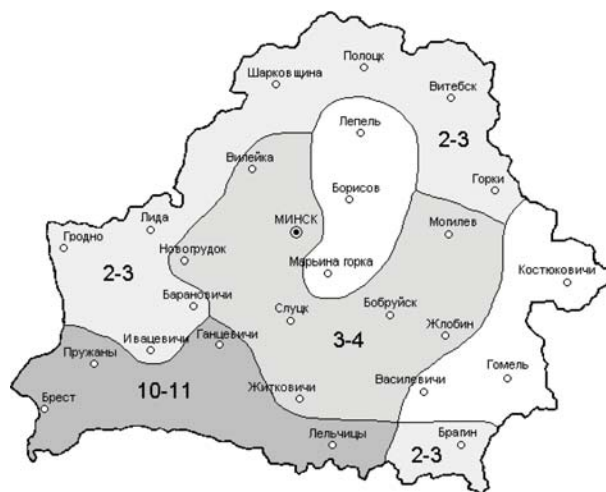
Относительно большие значения периодов изменения климата (в пределах 30–35 лет) характерны для обшир-



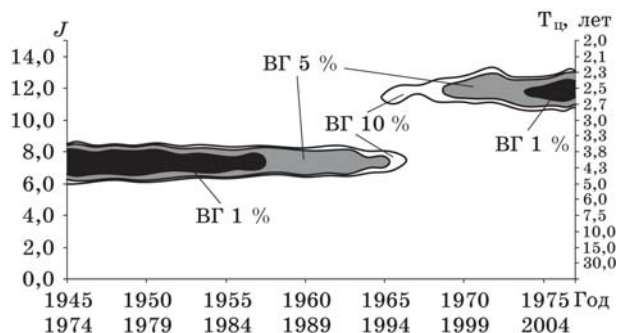
а



б



в



г

Примеры климатической трансформации многолетних колебаний показателей водного режима почв (метеостанция Горки)

ной юго-западной зоны Белорусского Полесья и прилегающих регионов. Этот факт согласуется с выводами, содержащимися в работе [1], о влиянии широкомасштабной мелиорации Полесья 70-х гг. прошлого столетия на региональное изменение климата.

Выявление и оценку цикличности многолетних колебаний показателей водного режима почв осуществляли путем совместного применения автокорреляционного, гармонического, спектрального и спектрально-временного анализов. На основе гармонического анализа выделяли одну или несколько «главных» гармоник, объясняющих основную изменчивость рядов показателей. При удалении выявленного гармонического тренда рассчитывали остаточные ряды показателей водного режима почв, которые характеризовались существенно меньшей дисперсией. Статистическую значимость и продолжительность выявленных циклов многолетних колебаний показателей водного режима почв определяли по максимуму графика сглаженной спектральной функции. Это позволило установить среднюю продолжительность циклов с кратностью менее года.

Для выявления циклической структуры 60-летних временных рядов показателей водного режима почв и ее возможной трансформации расчеты выполняли отдельно для следующих периодов: а) период с 1945 по 1976 гг. (32 года); б) период с 1945 по 2004 гг. (60 лет); в) период с 1973 по 2004 гг. (32 года) [5].

Для показателей водного режима почв, характеризующих засушливость и теплообеспеченность (продолжительность и степень засухи, оросительная норма, водопотребление), в период с 1945 по 1976 гг. доминирующим на территории Белоруссии являлся четырехлетний цикл колебаний (рисунок, б, в). Для показателей переувлажнения почв (продолжительность переувлажнения, почвенный сток) за этот период отмечаются более разнообразные циклы, как правило, продолжительностью от 2–3 до 5 лет.

Полный 60-летний период характеризуется ослаблением четырехлетнего цикла, а также наличием двойных (параллельно существующих) циклов. Последнее указывает на неоднородность характера циклической структуры отдельных частей 60-летнего периода и, как следствие, на нецелесообразность исследования цикличности по полному многолетнему периоду.

В период с 1973 по 2004 гг. по показателям засушливости на территории республики преобладали более короткие 2–3-летний и 3–4-летний циклы. В то же время в локализованной юго-западной зоне (Брест, Пружаны и отдельные соседние станции) располагался более продолжительный 10–11-летний статистически значимый цикл.

Показатели переувлажнения характеризуются разнообразными циклами, локальным расположением 10–11-летнего цикла в северной части республики (Шарковщина, Полоцк, Лепель) и относительно большими зонами отсутствия значимой цикличности.

Метод спектрально-временного анализа (СВАН) позволяет выявить динамику климатической трансформации показателей водного режима почв. Приведена СВАН-диаграмма оросительной нормы капусты, рассчитанной по метеостанции Горки за период 1945–2004 гг. (рисунок, г). Длина скользящего с шагом в один год окна (интервала расчета спектральной функции) принята равной 30 лет. На вертикальных осях графика указана частота J и длина циклов $T_{ц}$ колебаний оросительной нормы, на горизонтальной оси — временные границы скользящего окна, под графиком — уровни значимости циклов.

Как видно из приведенной диаграммы, трансформация доминирующего четырехлетнего цикла в 2–3-летние произошла примерно с 1980 по 1985 гг.

Выводы

Многолетние колебания показателей водного режима почв за последние 25–35 лет характеризуются монотонными трендами различной направлен-

ности, значимости и территориальной закономерности. Для большинства метеостанций линейный тренд не является статистически значимым, поскольку «скрыт» большой амплитудой высокочастотных межгодовых колебаний. Объективность скрытых трендов подтверждается процедурой скользящего сглаживания, приводящей к значимости трендов. Для показателей водного режима почв, отражающих засушливость и теплообеспеченность вегетационного периода, преобладающим по территории Белоруссии является положительный тренд. По показателям, отражающим переувлажненность почв, доминирует отрицательный тренд колебаний.

Наиболее значимый положительный тренд характерен для показателя «водопотребление орошаемой культуры», что объясняется происходящей тенденцией потепления регионального климата и меньшей (по сравнению с другими показателями) зависимостью водопотребления орошаемых культур от величины атмосферных осадков, имеющих неоднозначный внутрисезонный характер многолетней динамики [1].

Многолетним колебаниям показателей водного режима почв свойственна значимая цикличность, достаточно разнообразная по продолжительности и территориальному распространению. Преобладающий на территории Белоруссии в период с 1945 по 1980 гг. четырехлетний цикл колебаний большинства показателей трансформировался — цикл стал короче. Это можно объяснить установленным в последнее время увеличением частоты экстремальных погодных условий — одного из признаков современного изменения климата [1, 5]. На крайнем юго-западе Белоруссии за последние три десятилетия сформировался 10–11-летний цикл колебаний, связанный, очевидно, с близким по длительности циклом солнечной активности.

Исследования показали, что наличие в рядах показателей водного режима почв трендов, значимых даже на 1%-ном уровне, практически не влияет на

характер спектральной функции в области высоких и средних частот, определяющих продолжительность цикличности в диапазоне 2–10 лет.

В целом многолетние колебания показателей водного режима почв характеризуются отсутствием внутрирядной связи соседних лет, что подтверждается наличием незначимого первого коэффициента автокорреляции исследуемых рядов r_1 и объясняется преобладанием высокочастотной цикличности. Исключение сказанному составляют отдельные ряды показателей водного режима почв по юго-западной зоне Белоруссии со значимым r_1 ввиду наличия здесь более низкочастотной 11-летней цикличности и значимого многолетнего тренда.

Выполненные расчеты показали, что учет (удаление) выявленных монотонных и циклических трендов позволяет уменьшить дисперсию исходных рядов показателей водного режима почв до 35–50 %.

Установленную климатическую трансформацию временной структуры многолетних рядов показателей водного и гидромелиоративного режимов почв следует учитывать при обосновании их проектных параметров и методов долгосрочного прогноза.

Список литературы

1. Прогноз изменения окружающей природной среды Беларуси на 2010–2020 гг. [Текст] ; под ред. В. Ф. Логинова. — Минск : Минсктиппроект, 2004. — 180 с.
2. Вихров, В. И. Методика оценки вероятности неблагоприятных водных явлений на минеральных почвах Беларуси [Текст] / В. И. Вихров // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. — 2005. — № 1. — С. 92–94.
3. Вихров, В. И. Программы расчета вероятности неблагоприятных водных явлений и проектирования гидромелиоративных режимов почв в Беларуси [Текст] / В. И. Вихров // Мелиорация переувлажненных земель. — 2007. — № 2 (58). — С. 48–57.
4. Вихров, В. И. Методика ретроспективного проектирования осушительно-

увлажнительного режима почв на территории Беларуси [Текст] / В. И. Вихров // Влияние природных и антропогенных факторов на социоэкосистемы : межрегиональный сб. науч. трудов. — Вып. 4. — Рязань, 2007. — С. 51–59.

5. **Вихров, В. И.** Климатическая трансформация многолетней динамики показателей водного режима почв на территории Беларуси [Текст] / В. И. Вихров //

Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы : доклады Международной научно-практической конференции. — Минск, 2007. — С. 79–83.

Материал поступил в редакцию 07.04.08.

Вихров Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства

Тел. 8-10-375-022-335-99-52

УДК 502/504: 111

В. А. ПЕРЕХОДЧЕНКО

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

О ПРОБЛЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

В статье исследованы некоторые аспекты современного экологического сознания и воспитания, проанализированы причины, препятствующие формированию адекватного экологического сознания, определены основные подходы к решению этой проблемы.

Экологическое сознание, научное экологическое сознание, массовое сознание, обыденное экологическое сознание, картезианское учение о природе, антропоцентрическая парадигма мышления, экзоцентрический тип сознания, экологический стиль жизни, экологический кризис, экологическое воспитание.

The article considers some aspects of the present-day ecological perception and education, there is given an analysis of the causes hindering from formation of the adequate ecological perception, the basic approaches to the solution of this problem are determined.

Ecological perception, scientific ecological perception, mass perception, ordinary ecological perception, Cartesian doctrine about nature, anthropocentric paradigm of thinking, exocentric type of perception, ecological style of life, ecological crisis, ecological education.

Культурно-исторические истоки доминирующего в наши дни антропоцентрического экологического сознания восходят к господствующему в XVIII–XVIII вв. картезианскому учению о природе: она признавалась лишенным всякой самостоятельности объектом манипуляций во имя научного знания и прогресса. В сфере современного экологического сознания

«парадигма человеческой исключительности», разработанная в XVIII–XVIII вв., предстает как «парадигма человеческой освобожденности» — освобожденности от подчинения объективным экологическим закономерностям.

Современный антропоцентрический тип экологического сознания — это система представлений о мире, для