

Волчек А.А., Мозоль Т.Е., Шпендик Н.Н.

АСИНХРОННОСТЬ КОЛЕБАНИЙ РЕЧНОГО СТОКА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ БЕЛАРУСИ

Раскрытие закономерностей формирования вод суши больших регионов невозможно без детального анализа пространственно-временных колебаний составляющих водного баланса. В первую очередь необходимо совершенствовать методы территориального обобщения атмосферных осадков как определяющих водный режим территории и речного стока, как интегральной характеристики увлажненности территории.

По количеству выпадающих атмосферных осадков Беларусь принадлежит к наиболее увлажненным районам Восточной Европы. Однако неравномерность поступления и расхода природных водных ресурсов, как во времени, так и в пространстве большей частью не обеспечивают оптимальный водно-воздушный режим для большинства сельскохозяйственных культур в естественных условиях. Распределение атмосферных осадков по территории Беларуси определяется рядом факторов, главные из которых: особенности циркуляции атмосферы, рельеф местности, характер подстилающей поверхности [1]. Глобальные циркуляционные факторы определяют общее по Восточно-Европейской равнине уменьшение атмосферных осадков к юго-востоку с ослаблением влияния западного переноса. Обычно во все периоды года на низменностях Полесья и Поозерья атмосферных осадков выпадает меньше, чем на возвышенной центральной части. В средний по влажности год на территории Беларуси выпадает 600...700 мм атмосферных осадков. На низменностях, как южных, так и северных атмосферных осадков выпадает порядка 600...650 мм. Годовые суммы атмосферных осадков довольно устойчивы во времени. Коэффициенты вариации составляют 0,14...0,21. Менее устойчивы месячные суммы атмосферных осадков, коэффициенты вариации колеблются в пределах 0,34...0,86. Коэффициенты асимметрии имеют положительные значения и больший разброс 0,1...1,9.

Реки Беларуси принадлежат к типу равнинных рек с преобладанием снегового питания. Режим стока в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней меженью, периодическими летними и осенними паводками. В осенне-зимний период обычно наблюдается несколько повышенная водность рек в результате значительных осадков. Средний годовой сток в пределах Беларуси изменяется в небольших пределах: от 130 мм (на юго-востоке) до 210 мм (на северо-западе). Годовой сток на рассматриваемой территории имеет различную изменчивость. Коэффициенты вариации годового стока тесно зависят от площади водосборов и изменяются в пределах от 0,17 до 0,88. Изменчивость месячного стока рек по территории колеблется в больших пределах. Для лимитирующего месяца (июль) изменяется от 0,30 до 1,88. В период весеннего половодья от 0,35 до 1,57, зимняя межень 0,33...1,14.

Измерения речного стока или атмосферных осадков производятся дискретно, в фиксированных точках ограниченного пространства. Однако любые гидрологические характеристики можно представить в виде пространственно-временных полей, которые безусловно обладают стохастическими свойствами.

Поля метеорологических и гидрологических характеристик являются сильно изменчивыми, как в пространстве, так и во времени. Детерминировано задать интересующие нас величины в каждой точке и в каждый момент времени не представляется возможным. Однако при статистическом подходе гидрологическую или метеорологическую характеристику можно рассматривать как случайную. В различных условиях она может принимать различные значения. Совокупность значений исследуемой характеристики для рассматриваемого объема пространства в данном интервале времени представляет собой некоторую случайную реализацию случайного поля [2]. Отбирая все объемы и интервалы времени, характеризующиеся, в некотором смысле, одинаковыми условиями, можно, в принципе, получить бесчисленный набор реализаций случайного поля. Статистический подход требует отказа от попытки раздельного рассмотрения индивидуальных свойств случайных полей. Рассматриваются лишь статистические характеристики, которые позволяют установить общие особенности, характерные для всего набора реализаций. На основании этого по сравнительно небольшому количеству данных можно судить о свойствах изучаемой гидрологической или метеорологической характеристики в пределах большой территории.

Общее представление о характере пространственных связей метеорологических и гидрологических характеристик дают пространственные корреляционные функции (ПКФ), характеризующие зависимость коэффициентов корреляции (R) от расстояния между выбранными метеостанциями (центрами тяжести бассейнов) (ρ). Статистическая структура поля метеорологических и гидрологических характеристик не остается постоянной в течение года. Если случайное поле $\xi(\rho)$ представлено в виде независимых составляющих $\xi(\rho) = \eta(\rho) + \delta(\rho)$, где $\eta(\rho)$ – мелкомасштабная, $\delta(\rho)$ – крупномасштабная составляющие, то его корреляционная функция, обладает свойством аддитивности по отношению к независимым составляющим поля, может быть представлена как $R_{\xi(\rho)} = R_{\eta(\rho)} + R_{\delta(\rho)}$. Для выявления характера внутригодовых соотношений между мелкомасштабной и крупномасштабной составляющими выполнены расчеты для месячных интервалов и года в целом. Для построения ПКФ нами были использованы данные по атмосферным осадкам по 39 метеостанциям и речном стоке по 42 средним рекам Беларуси с продолжительностью наблюдений не менее 35 лет.

Особенность географического положения Беларуси (водораздел Балтийского и Черного морей), а также значительная пестрота подстилающей поверхности и определяют неоднородность распределения ее водных ресурсов и различную степень согласованности колебаний стока рек отдельных районов. Общие закономерности временного хода гидрологической и метеорологической характеристик определяются неоднородностью подстилающей поверхности и поступлением влажных воздушных масс, формирующих атмосферные осадки и сток.

Мозоль Татьяна Евгеньевна. Преподаватель-стажер каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций БГТУ. Брестский государственный технический университет (БГТУ). Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Шпендик Наталья Николаевна. Младший научный сотрудник отдела проблем Полесья НАН Беларуси. Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 204.

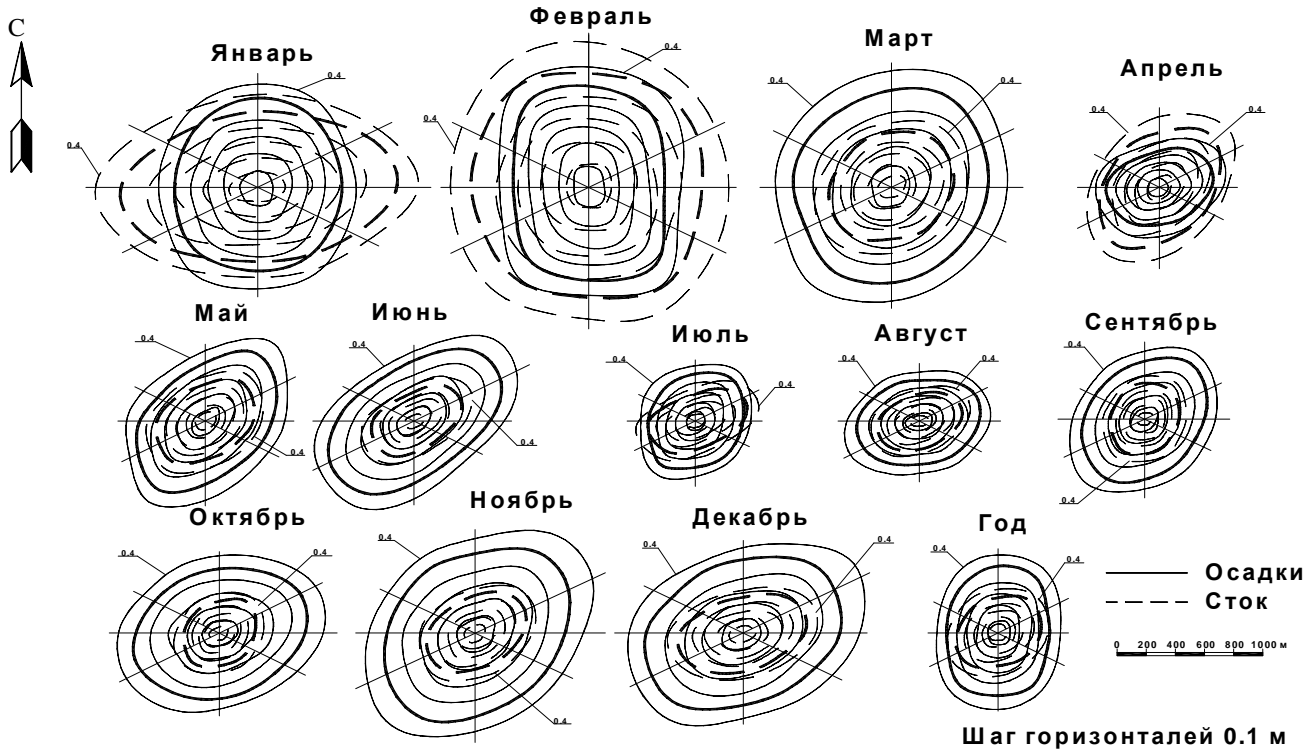


Рисунок 1 – Изокорреляты атмосферных осадков и речного стока Беларуси.

Поэтому исследования ПКФ выполнены дифференцированно по территории Беларуси. В зависимости от способа группировки данных рассмотрены следующие варианты:

1. Беларусь в целом.
2. По влиянию господствующих воздушных масс:
 - 2.1. Поле ориентировано в направлении северо-восток – юго-запад (влияние воздушных масс Северного Ледовитого океана);
 - 2.2. Поле ориентировано в направлении запад – восток (влияние континентальных воздушных масс);
 - 2.3. Поле ориентировано в направлении северо-запад – юго-восток (влияние воздушных масс Атлантического океана).

Здесь и далее под Балтийским и Черноморским склонами принята территория только в пределах Беларуси. Предполагается также, что характер анизотропии в пределах рассматриваемой территории и в пределах выделенных градаций углов не изменяется. Практически расчеты велись для трех секторов, в которые включались такие пары метеостанций или постов, что углы между прямыми, соединяющими их, и северным направлением, лежали соответственно в пределах $0 - 60^\circ$ или $(180^\circ - 240^\circ)$, $60^\circ - 120^\circ$ (или $240^\circ - 300^\circ$), $120^\circ - 180^\circ$ (или $300^\circ - 360^\circ$). Углы отсчитываются от направления на север по часовой стрелке.

Для этих случаев рассчитаны ПКФ в диапазоне расстояний между метеостанциями (центрами тяжести водосборов) до 700 км. Аналитическая аппроксимация ПКФ осуществлена как по всей совокупности точек, так и по средневзвешенным значениям парных коэффициентов корреляции для градаций расстояний через 50 км.

По эмпирическим коэффициентам корреляции R_{jk} и соответствующим им расстояниям ρ_{jk} между центрами тяжести водосборов получены эмпирические ПКФ. Они аппроксимированы зависимостями типа

$$R(\rho) = R(0) - \alpha_r \cdot \rho, \quad (1)$$

характеризующими закономерность убывания эмпирических коэффициентов корреляции с увеличением расстояния между метеостанциями (центрами тяжести водосборов). Величина $R(0)$, которой определяются значения ПКФ при $\rho=0$, как правило, меньше единицы. Это обусловлено наличием данных наблюдений случайных ошибок, а также микроклиматических различий ($\eta(\rho)$) различий в расположении бассейнов. Хотя эти различия в каждом пункте вызывают систематическое расхождение, при рассмотрении гидрометеорологического поля на большой территории оно выступает как случайное. Именно этими различиями, в основном, и определяет имеющий место значительный разброс коэффициентов корреляции относительно средних величин. При отсутствии ошибок измерения и микроклиматических различий имело бы место $R(0)=1$. В действительности выполняется соотношение

$$R(\rho) = \frac{R(0)}{1 + \eta_M^2}, \quad (2)$$

где η_M – мера случайных погрешностей в исходных данных.

Таким образом, при $R(0) < 1$ можно оценить, какая доля изменчивости поля определяется естественной изменчивостью стока на рассматриваемой территории, а какая возникает за счет случайного размещения гидрометрических постов, погрешностей наблюдений.

$\alpha_r = \frac{dR(\rho)}{d\rho}$ по физическому смыслу представляет

градиент поля, т. е. показывает величину изменения ПКФ на единицу расстояний. Градиент поля (α_r) служит характеристикой при совместном анализе и сопоставлении различных полей.

Приведение эмпирической ПКФ к теоретической или, точнее, откорректированной функции осуществляется путем деления каждого члена уравнения (1) на $R(0)$. В результате ПКФ имеет вид

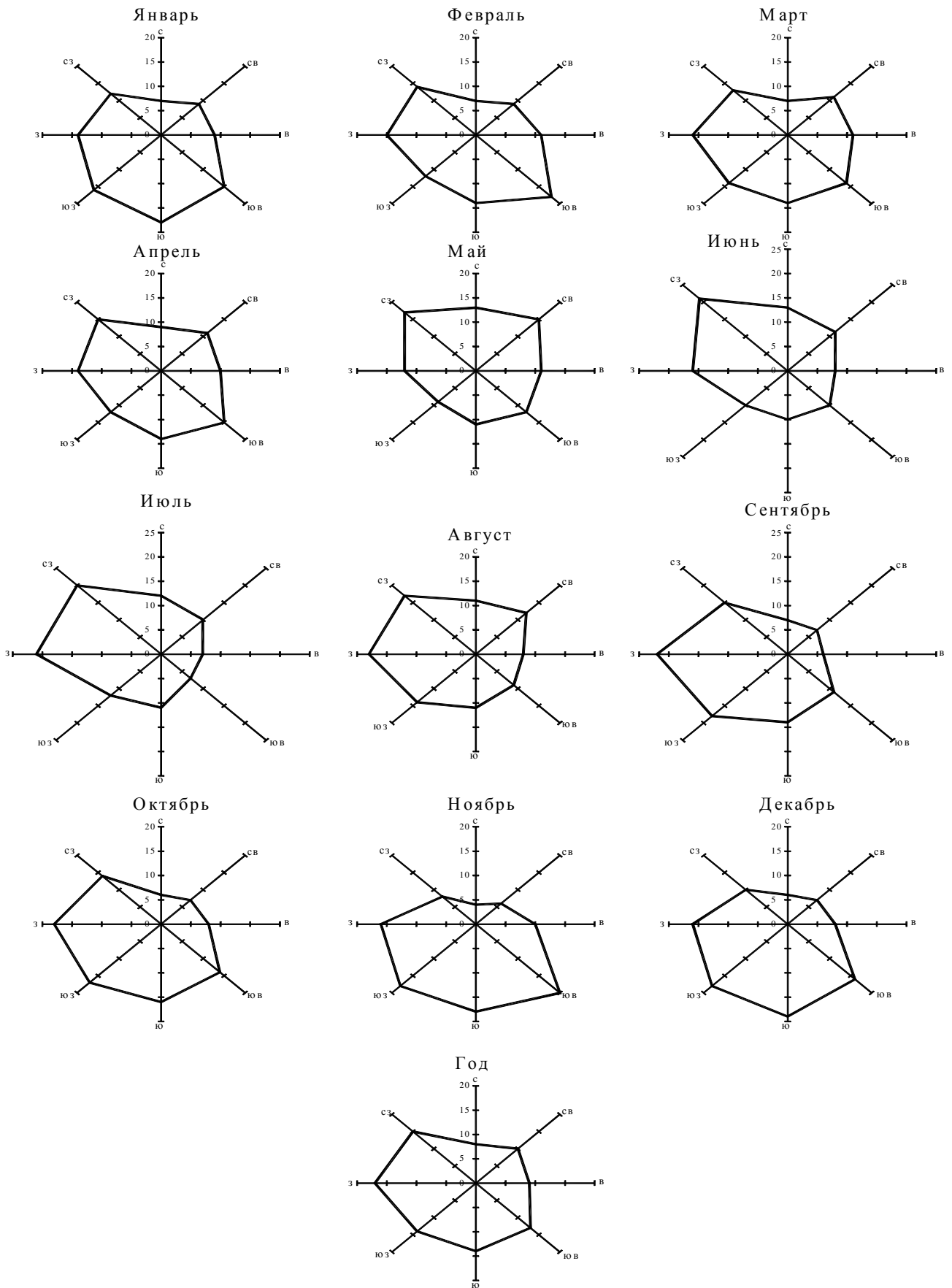


Рисунок 2 – Роза ветров по метеостанции Минск.

$$\bar{R}(\rho) = 1 - \bar{\alpha}_r \cdot \rho, \quad (3)$$

где α_r - приведенный градиент ПКФ поля.

Рассмотрим совместно годовой цикл атмосферных осадков и речного стока для территории Беларуси (рисунок 1). Поля изокоррелят осадков и стока показывают, что в теплый период атмосферные осадки полностью определяют режим речного стока. Нарушение этой зависимости наблюдается в холодный период, когда речной сток, в основном, формируется грунтовыми водами. В это время формируется наибольшая связьность полей как атмосферных осадков, так и речного стока. Связность полей закономерно убывает и достигает своего минимума в июле и затем закономерно увеличивается. Связность полей атмосферных осадков больше, чем речного стока для большей части года и только для января и февраля, когда в питании рек преобладает грунтовые воды, а в апреле повсеместно наблюдается поводок связьность речного стока выше,

чем атмосферных осадков. Полученные изокорреляты хорошо согласуются с розой ветров построенной для метеостанции Минск (рисунок 2).

Таким образом, выполненные исследования позволили установить связьность полей атмосферных осадков и речного стока, их асинхронность и степень влияния атмосферных осадков на речной сток.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – С. 234.
2. Казакевич Д.И. Основы теории случайных функций и ее применение в гидрометеорологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – С. 320.

УДК 626.81

Валуев В.Е., Мешик О.П.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МЕЛИОРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА

Государственная мониторинговая система состояния окружающей Среды представляет собой основной источник информации, необходимой для систематического контроля за соблюдением экологического законодательства страны и принятия важнейших управленческих решений в различных сферах деятельности человека. При этом можно выделить следующие приоритетные направления сбора информации: 1) мониторинг качества воздушной Среды; 2) мониторинг качества воды; 3) мониторинг радиационного загрязнения; 4) мониторинг выбросов и сбросов; 5) мониторинг опасных отходов; 6) экологический мониторинг в интересах охраны здоровья. По ряду этих направлений, мониторинг в Беларуси осуществляется уже более 35 лет, однако, имеющиеся данные зачастую неполные, бессистемные, невостребованные и труднодоступные для пользователей. Статистический анализ данных либо вообще не проводится, либо неадекватен складывающейся экологической ситуации. К настоящему времени назрела необходимость создания централизованной и доступной общественности компьютерной системы мониторинга состояния окружающей Среды. Это обеспечит свободный поток и обмен информацией между различными ведомствами при принятии решений в области рационального природопользования. Следует отметить, что работы по созданию мониторинговых систем ведутся заинтересованными организациями, однако, уже на стадии их разработки имеет место параллелизм, дублирование функций и акцентирование на прикладных аспектах конкретных исследований. На наш взгляд, государством должна проводится в жизнь четкая мониторинговая политика, где ключевыми моментами являются: *централизованность* разрабатываемой мониторинговой системы; *иерархичность системы*, где мониторинг локальных территорий, субъектов хозяйствования, в совокупности составляет региональный мониторинг, который, в свою очередь, является частью общегосударственной мониторинговой системы состояния окружающей Среды Республики Беларусь; *блочная структура*, в которой блоки разрабатываются компетентными заинтересованными организациями и являются законченной автономной единицей; например, блоки климатической, гидрометеорологической, гидрологической, сельскохозяйственной, мелиоративной и другой информации; *свободный доступ и обмен информацией* между блоками; например, для разработки рациональных и экологически безопасных режимов гидромелиораций используются собственно мелиоративные данные, а также гидро- метео- климатические характери-

стики и данные других блоков, являющиеся предметом обмена; *определение состава, объемов данных и информации* для конкретных блоков; *стандартизация компьютерных технологий*, где устанавливается структура и способы представления информации, определяются носители информации, задаются способы накопления, обновления, хранения данных, разрабатывается поисковая система в массивах данных; *унификация форм выходной документации*. Рассмотрим необходимость и возможности *мелиоративного мониторинга*, как автономного блока, включенного в структуру регионального мониторинга окружающей Среды. Устойчивое и предсказуемое повышение продуктивности мелиорированных земель должно базироваться на оптимальном управлении комплексом факторов Среды обитания сельскохозяйственных культур. Только при оперативном учете (на регулярной основе) определяющих параметров естественного водного, теплового, термического и питательного режимов деятельного слоя почв возможно рациональное и, безусловно, адекватное складывающейся погодной ситуации управление гидромелиоративными мероприятиями. В настоящее время, управляемость сооружениями мелиоративных систем, режимами гидромелиораций и, в итоге, продуктивностью земель крайне низкая. Это связано с рядом объективных причин, среди которых имеются две, в конечном итоге, существенно снижающие эффективность сельскохозяйственного производства: 1) *Отсутствие истинного и вечного хозяина земли*. Шаткость, в историческом аспекте, положения, так называемых, землевладельцев (землепользователей) не обеспечивает полную меру их ответственности за рациональное, эффективное и экологически безопасное использование земельных угодий, приводит к подмене реальной заинтересованности в приумножении плодородия почв и защите, на этой основе, государственных интересов заинтересованностью получить сиюминутную выгоду любой ценой. Несмотря на то, что мелиоративными системами владеет не только государство, но и конкретные землепользователи, собственностью на землю эти субъекты хозяйствования реально не обладают. Частные собственники весьма чувствительны к качеству ресурсов, которыми они пользуются, так как загрязнение земель, нарушение оптимального водного, воздушного, теплового, питательного и других режимов почв не только снижает продуктивность угодий, в целом, но и оказывает негативное влияние на их материальное состояние и приводит, в итоге, к банкротству. Полное или частичное преобразование колхозов, совхозов в