

$$\alpha_1 = \int_{-\infty}^{\hat{y}_n} f(\hat{y}) \cdot d\hat{y} \text{ и } \alpha_2 = \int_{\hat{y}_e}^{\infty} f(\hat{y}) \cdot d\hat{y}, \quad (9)$$

где \hat{y}_n и \hat{y}_e - нижняя и верхняя границы доверительных интервалов.

Однако, так как вид распределения параметра \hat{y} известен только для узкого круга статистик, необходимо отыскание общего метода построения плотности $f(\hat{y})$. Это вполне осуществимо на базе аналитического аппарата характеристических функций [6].

Характеристическая функция $\Phi_x(f)$ выборки x_2, \dots, x_n из генеральной совокупности с функцией распределения $F(x)$

$$\Phi_x(f) = \int_0^{\infty} e^{itx} \cdot dF(x) \quad (10)$$

определяет характеристическую функцию выборочного среднего значения (\bar{x})-

$$\Phi_{\bar{x}}(t) = \left[\Phi_x \left(\frac{t}{n} \right) \right]^n, \quad (11)$$

которая через формулу обращения

$$f(\bar{x}) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-it\bar{x}} \Phi_{\bar{x}}(t) \cdot dt \quad (12)$$

позволит получить плотность распределения выборочного среднего.

При малых выборках $n \leq 5$ данная формула обращения не позволяет представить распределение в аналитическом виде, что и определило использование процедуры формирования квантильных функций непосредственно по характеристическим функциям с помощью операторных рядов.

Оператор преобразования \mathcal{D} при $n \leq 5$ имеет вид [2]

$$\mathcal{D} = \frac{2\pi}{\int_{-\infty}^{\infty} e^{-itx} \cdot \Phi_{\bar{x}}(t) \cdot dt} \cdot \frac{d}{dx}, \quad (13)$$

что соответственно и определяет выражение обратной функции распределения

$$x = \sum_{v=0}^{\infty} \frac{[P - F(x_0)]^v}{v!} \cdot \mathcal{D}_x^v /_{x=x_0}, \quad (14)$$

УДК 556.12 (476.1/9)

Мешик О.П., Валуев В.Е.

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЖИМА ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Атмосферные осадки являются одним из основных источников формирования ресурсов поверхностных и подземных вод Беларуси. Режим выпадения атмосферных осадков определяется характером циркуляционных процессов, зависит от рельефа местности и состояния подстилающей поверхности. За весь период инструментальных наблюдений с 1881 по 2004 гг. режим выпадения атмосферных постоянно трансформиро-

где $F(x_0)$ – функция распределения, P – вероятность, при этом $|P - F(x_0)| \leq \beta$.

Величина β в соответствии с признаком Даламбера может быть описана в следующем виде –

$$\beta = f(x_0) \cdot \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{(v+1) \cdot \mathcal{D}_x^v /_{x=x_0}}{\frac{d}{dx} \mathcal{D}_x^v /_{x=x_0}}. \quad (15)$$

Тогда соответственно эмпирическая функция распределения параметра $[\Phi_x(t)]$ и его математического ожидания $\Phi_{\bar{x}}(t)$ определяются следующими зависимостями

$$\Phi_x(t) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n e^{itx_k} \text{ и } \Phi_{\bar{x}}(t) = \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n e^{\frac{itx_k}{n}} \right)^n. \quad (16)$$

ВЫВОДЫ

Бесспорно, решение проблемы прогноза живучести экологических систем при отсутствии априорных сведений, т.е. ограниченной исходной информации, не может базироваться только на принципе, который принят за основу в нашей работе.

Применимы и, даже более достоверны, другие принципы оценки живучести, но полученные результаты позволяют с достаточно высокой надежностью прогнозировать исследуемую динамику процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. М. – Мир, 1965, 419 с.
2. ИвченкоБ.П., Мартыщенко Л.А. Теоретико-информационные методы анализа и статистической интерпретации результатов экологического мониторинга. Сб. докладов междунар. конф. «Экология и развитие Северо-Запада России». – СПб, 1998, с. 38-46.
3. Райфа Г. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности. М. – Наука, 1970, 402 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики. М., Ил, 1963, 523 с.
5. Шведовский П.В., Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А. Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических моделях и методах. – Каганат, Алматы, 2003. – 529 с.
6. Шведовский П.В., Логинов В.Ф., Волчек А.А. Практика применения статистических методов при анализе и прогнозе природных процессов. БГТУ, Брест, 2004. – 301 с.

Мешик Олег Павлович, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Валуев Владимир Егорович, к.т.н., профессор кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика

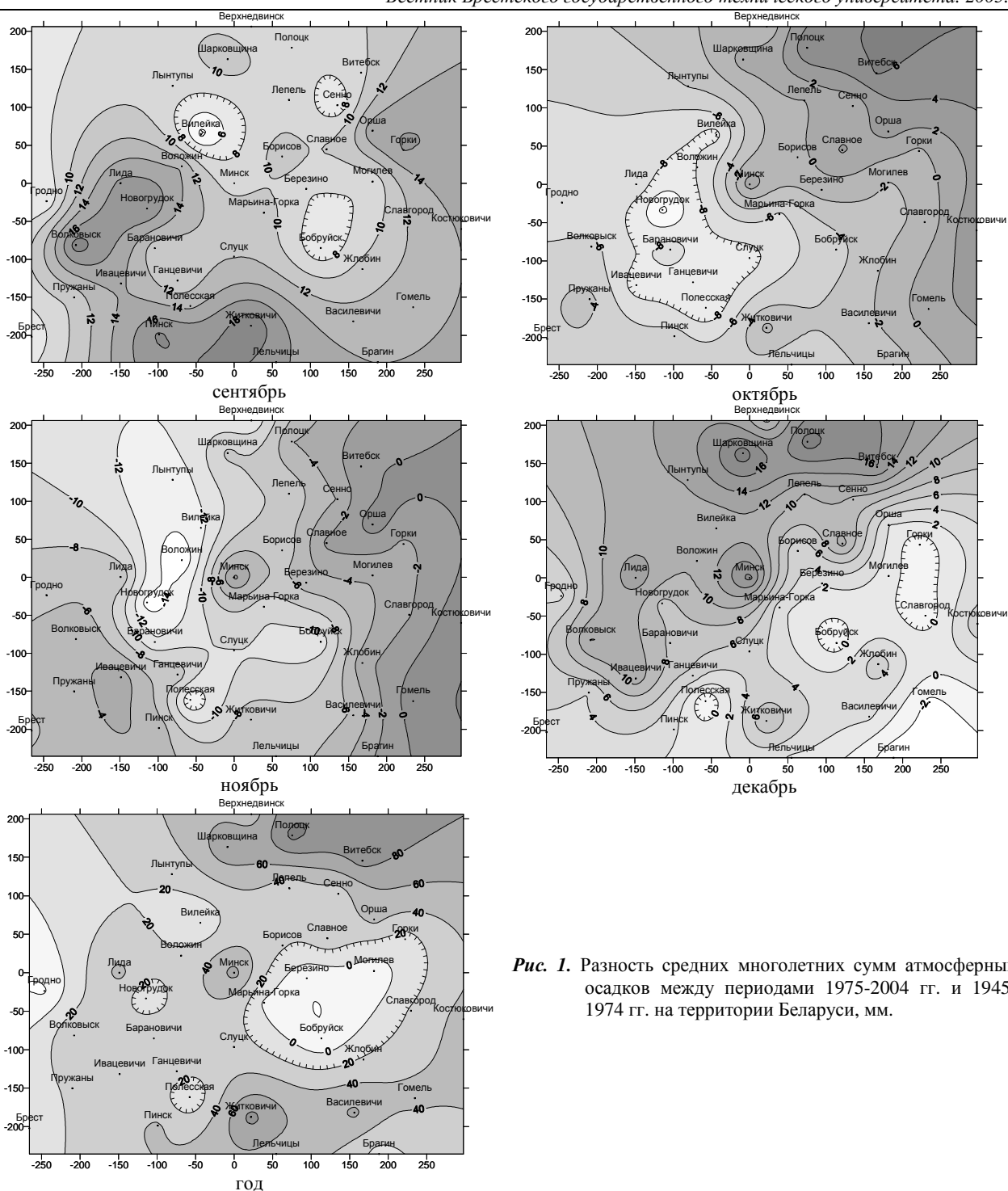


Рис. 1. Разность средних многолетних сумм атмосферных осадков между периодами 1975-2004 гг. и 1945-1974 гг. на территории Беларуси, мм.

мелиораций, проведенных в 1965-1984 гг., на изменение регионального климата Беларуси. В этой связи нами выполнены исследования с целью оценки роли антропогенного фактора в формировании режима выпадения атмосферных осадков и его трансформации на территории Беларуси.

В качестве исходных данных приняты шестидесятилетние ряды наблюдений за атмосферными осадками с 1945 по 2004 гг. по 37 метеостанциям Беларуси, расположенным по исследуемой территории равномерно. В соответствии с рекомендациями Всемирной метеорологической организации, при определении климатических норм использовать тридцатилетние ряды наблюдений с разработкой исходного ряда на две части по тридцать лет: с 1945 по 1974 гг. – до активного влияния мелиоративного строительства на окружающую среду Бела-

руси (пик мелиорации земель пришелся на 1972–1974 гг.) и с 1975 по 2004 гг. – период стабильного функционирования построенных гидромелиоративных систем.

Исследования рядов атмосферных осадков на территории Беларуси показали их неоднородность. В конце сороковых – начале пятидесятых годов прошлого века дождемеры с защитой Нифера массово заменены осадкомерами Третьякова, и значительно были снижены ошибки, связанные с недоучетом осадков. С 1966 года внедрена новая методика наблюдений и исправления экспериментальных величин, за счет расширения видов недоучета атмосферных осадков приборами, отсюда возникла проблема их сопоставимости с данными предыдущих замеров. Одной из проблем является также наличие большого количества пропусков в рядах наблюдений за осад-

ками в начале – середине XX столетия. В этой связи, для обеспечения статистической однородности рядов исследуемых характеристик, нами введены поправки к суммам осадков для приведения их от показаний дождемера к показаниям осадкомера, а также введена поправка на смачивание осадкомерного ведра к данным до 1966 года [1].

С целью оценки региональных различий в режимах формирования атмосферных осадков для установленных периодов, нами построены карты разностей средних многолетних сумм атмосферных осадков за 1975-2004 гг. и 1945-1974 гг. (рис. 1).

Как видно из рисунка 1, за последние тридцать лет произошло устойчивое увеличение сумм атмосферных осадков в январе практически на всей территории Беларуси. Наибольшие отклонения наблюдаются в районах Новогрудской, Ошмянской и Минской возвышенностей, а также - в северо – восточной части республики, достигая 20 мм. В феврале также имеет место увеличение сумм осадков на 4 – 10 мм в большей части Витебской области. В то же время, для большей части территории Беларуси характерно незначительное снижение сумм осадков (в среднем до 4 мм). Максимальное уменьшение осадков - свыше 10 мм наблюдается на метеостанции Полесская. В марте повсеместно осадки увеличиваются, достигая максимальных значений (свыше 10 мм) в Припятском Полесье, Минской возвышенности и северной части Беларуси. Похожая картина наблюдается в апреле.

Наибольшие разности (до 13 мм) характерны для юга Беларуси. В мае, за исключением западной части Брестской и Гродненской областей, имеет место снижение сумм атмосферных осадков, достигающее наибольших разностей (18 мм в районе Могилева). В июне наблюдается увеличение осадков более чем на 20 мм в южной части и на северо – востоке территории Беларуси. В западной части республики характер изменения осадков иной (наблюдается их уменьшение до 15 мм в районе Гродно). Резкое увеличение сумм осадков приходится на центральную часть Припятского Полесья в июле, когда максимальные разности превышают 30 мм в районе Житковичей. На большей части территории Беларуси рост величин атмосферных осадков в это время не имеет статистической значимости. Полученные результаты хорошо согласуются с материалами работ академика В.Ф.Логинова [2, 3], других ученых и наглядно подтверждается региональный характер изменения количества атмосферных осадков в южной части Беларуси. Учитывая, что во время интенсивного сельскохозяйственного использования мелиорированных земель влажность воздуха увеличивается в первую половину лета и уменьшается во вторую, поэтому количество атмосферных осадков неизбежно возрастает в начале и уменьшается в конце лета, что

подтверждается построенными картами изолиний (рисунок 1). Для августа имеет место повсеместное уменьшение сумм осадков, максимальные разности до 30 мм приходятся на район Бобруйска. Для сентября вновь характерны положительные разности сумм осадков, статистическая значимость которых имеет место в Полесье, Волковысской и Новогрудской возвышенностях (более 20 мм). Октябрь характеризуется незначительным уменьшением сумм осадков, что связано с некоторым изменением циркуляционных процессов в атмосфере. С октября в Беларуси формируется тип барического поля, наблюдается рост атмосферного давления, образуются мощные антициклоны, приводящие, в итоге, к снижению сумм атмосферных осадков и увеличивающейся повторяемости «бабьего лета». В ноябре также продолжается уменьшение сумм осадков, в большей степени свойственное центральной части республики. Трансформация атмосферных осадков в декабре аналогична отмеченным зимним месяцам – январю и февралю, когда имеют место практически везде положительные разности, а наибольшие значения (свыше 10 мм) присущи районам Новогрудской, Ошмянской и Минской возвышенностей, а также северо – восточной территории Беларуси. Годовые суммы атмосферных осадков увеличиваются практически по всей Беларуси, достигая наибольших разностей (свыше 60 мм) в районе Припятского Полесья и на северо – востоке Витебской области. В ядре района Марьино Горка – Березино – Могилев - Бобруйск годовые суммы атмосферных осадков остаются практически без изменений.

В итоге, можно говорить о том, что общепланетарные процессы, связанные с потеплением климата, оказывают существенное влияние на режимы формирования климатических характеристик в пределах Беларуси. Происходящие изменения носят сложный характер и имеют статистическую значимость. Установлены общие закономерности трансформации режима выпадения атмосферных осадков в обособленных регионах, что позволяет говорить о значимости в них антропогенного фактора. Так, крупномасштабные мелиорации привели не только к изменению климата локальных участков, но и климата Полесского региона в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник по климату СССР.- Л.: Гидрометеиздат, 1968.- Вып.7.- Ч.4.
2. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. - Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996.- 234с.
3. Природная среда Беларуси: Монография / Под ред. В.Ф.Логинова; НАН Беларуси. Ин-т пробл. использования природ. ресурсов и экологии: -Мн.: НОООО «БИП-С», 2002.-424с.

УДК 556.512:556.135 (476)

Волчек А.А., Лукша В.В.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ГОДОВЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ОСНОВНЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия ресурсы пресных вод претерпели значительные трансформации, связанные с изменением климата и антропогенным воздействием. Выявление этих трансформаций возможно с помощью детального анализа внутренней структуры рядов стока рек.

Главной характеристикой водного режима рек являются средние годовые расходы воды. Средний годовой расход является устойчивой характеристикой оценки изменения речного стока и только значительные нарушения формирования водных ресурсов могут сказаться на изменениях колебаний его величин.

Волчек Александр Александрович, к.г.н., доцент, зам. директора по научной работе ГНУ «Отдел проблем Полесья Национальной академии наук Беларуси».

*Лукша Владимир Валентинович, к.т.н., доцент кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*