

samym charakter wodom wypełniającym Zatokę Elbląską. Dodatkowo czynnikiem wpływającym na zasolenie jest obecność wiatrów. Wiatry północne powodują „wpychanie” wód Zalewu Wiślanego do Zatoki Elbląskiej, jednocześnie – z racji płytkości akwenu – powodując przemieszanie się wód na całej głębokości i uruchomienie powierzchniowej warstwy osadów dennych. W przypadku wiatrów południowych, następuje „wypchnięcie” wód z Zatoki do Zalewu.

Innym czynnikiem, który wpływa na okresowe „wpychanie” do Zatoki Elbląskiej i rzeki Elbląg, jest ilość wody w Zalewie Wiślanym. W sytuacji, w której wezbrania sztormowe nałożą się na wysoki stan wody w Zalewie Wiślanym, istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia wlewu wód słonawych na obszar samych Żuław Elbląskich. Napełnienie Zalewu Wiślanego jest uwarunkowane poziomem wód Zatoki Gdańskiej, a przede wszystkim poziomem u wschodnich jej wybrzeży – w rejonie Bałtyjska. Podwyższony poziom wód w tej części powoduje napływ wód morskich poprzez Cieśninę Pilawską do Zalewu Wiślanego, zwiększając tym samym stan jego napełnienia.

УДК 504.453.06(476.7)

А.А. ВОЛЧЕК

Беларусь, г. Брест, БрГТУ

E-mail: A_Volchek55@mail.ru

ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕКИ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК БАСЕЙНА ЗАПАДНОГО БУГА НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время на территории бассейна р. Западный Буг гидрологический режим водных объектов определяется не только естественными колебаниями метеорологических элементов, но и антропогенными факторами. При этом роль последних с каждым годом усиливается и недоучет их может привести к значительным ошибкам при определении расчетных параметров.

Целью настоящего исследования является прогнозная количественная оценка изменения речного стока рек бассейна Западного Буга на территории Беларуси для двух сценариев развития экономики и климата – Сценарии А1В и В1.

В качестве исходных данных использованы материалы наблюдений Департамента гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь по действующим гидрологическим постам за период инструментальных наблюдений, опубликованные в материалах государственных кадастров. Оценка водных ресурсов бассейна р. Западный Буг осуществлялась с использованием данных по 3 гидрологическим постам (Копаявка – Черск ($A = 461 \text{ км}^2$); Мухавец – Брест ($A = 6590 \text{ км}^2$); Пульва – Высокое ($A = 317 \text{ км}^2$)). Для получения сопоставимых результатов выбран единый 49-летний расчетный период с 1961 по 2009 гг. Отобранные временные ряды проверялась на однородность, пропущенные значения были восстановлены стандартными методами с оценкой их достоверности.

В ходе исследования использовалась климатическая информация, а именно временные ряды наблюдений за температурой воздуха, атмосферными осадками и дефицитами влажности воздуха с 1961 по 2010 гг. по 3 метеостанциям (Брест, Высокое, Пружаны).

Для прогнозных оценок изменения водности рек адаптирован метод гидролого-климатических расчетов (ГКР), предложенный В.С. Мезенцевым, основанный на совместном решении уравнений водного и теплоэнергетического балансов [1]. На основе гидролого-климатической гипотезы, нами разработана многофакторная модель, включающая стандартное уравнение водного баланса участка суши с независимой оценкой основных элементов баланса (атмосферные осадки, суммарное испарение и климатический сток) в годовом разрезе. Разработанная модель использована для оценки возможных изменений водных ресурсов рек в зависимости от тех или иных гипотез климатических колебаний и антропогенных воздействий на характеристики водосборов [2].

Уравнение водного баланса речного водосбора за некоторый промежуток времени имеет вид:

$$H(I) = E(I) + Y_k(I) \pm \Delta W(I),$$

где $H(I)$ – суммарные ресурсы увлажнения, мм; $E(I)$ – суммарное испарение, мм; $Y_k(I)$ – суммарный климатический сток, мм; $\Delta W(I)$ – изменение влагозапасов деятельного слоя почвогрунтов, мм; I – интервал осреднения.

Корректировка климатического стока осуществляется с помощью коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов на формирование руслового стока.

Моделирование водного баланса исследуемой реки реализовано в виде компьютерной программы и осуществляется в два этапа. На первом этапе производится настройка модели по известным составляющим водного и теплового балансов исследуемой реки. При настройке модели преследуется цель достичь наибольшего соответствия рассчитанного климатического и руслового стоков. Первый этап заканчивается построением графиков климатического и руслового стока и выводом ошибки моделирования.

Второй этап – непосредственный расчет водного баланса исследуемой реки с использованием параметров, полученных при калибровке модели. Расчет элементов водного баланса исследуемой реки производится с учетом конкретных особенностей рассматриваемого водосбора [2].

При настройке моделей по предлагаемой методике возникли проблемы с определением параметров для зимних месяцев. Дело в том, что модель недостаточно точно учитывала участвовавшие в последнее время оттепели. Поэтому нами проведена корректировка модели, учитывающая оттепели. Полученная при настройке модели разница между русловым и климатическим стоком относилась к стоку, сформировавшемуся во время оттепелей, которая фиксировалась в настройках модели. При прогнозировании стока будущего эта составляющая добавлялась непосредственно к стоку, а ее величина отнималась от атмосферных осадков соответствующего месяца и на период половодья переносились осадки за вычетом суммарного испарения и стока в период оттепелей. Причем величина

стока в период оттепелей корректировалась с учетом прогнозируемой температуры соответствующего месяца. В первом приближении величину этого стока можно принять из соотношения месячных температур воздуха и величины стока, в период оттепелей полученной при настройке модели.

Прогнозные оценки изменения стока рек бассейна Западный Буг осуществлялись по следующей схеме. Настраивалась модель по средним многолетним данным по речному стоку, атмосферным осадкам, температуре воздуха и дефицитам влажности воздуха, полученные параметры сохранялись в памяти машины. Затем вводились прогнозные величины для соответствующей перспективы по тем метеостанциям, которые были использованы при настройке моде. Считывались параметры настройки модели, и осуществлялась прогнозная оценка. Полученные значения климатического стока сравнивались между собой по соотношению $\Delta_{кл.} = \frac{Y_{кл.}^{пр.}}{Y_{кл.}^{сов.}} \cdot 100\%$. Непосредственная прогнозная оценка руслового стока

находилась из соотношения $Q^{пр.} = \frac{Q^{сов.} \cdot \Delta_{кл.}}{100}$, м³/с.

По рассмотренной методике нами выполнены прогнозные оценки для двух сценариев развития климата А1В и В1. Результаты расчетов приведены в таблице.

Таблица – Изменение среднего годового стока в % от современного

Река – створ	Месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
На период до 2050 гг. при изменении климата по сценарию A1B													
Мухавец – Брест	8,3	10,5	7,5	0,5	9,5	25,2	5,1	-15,5	-0,4	2,4	7,5	3,9	5,3
Копаяувка – Черск	8,7	10,4	7,3	5,6	4,8	63,6	-36,7	-14,9	-3,4	1,9	6,3	3,8	7,0
Пульва – Высокое	10,8	9,1	7,3	5,4	9,2	56,3	-50,0	-17,6	-0,2	1,1	8,3	5,2	5,3
среднее	9,3	10,0	7,4	3,8	7,8	48,4	-27,2	-16,0	-1,3	1,8	7,4	4,3	5,9
На период 2035 г. при изменению климата по сценарию B1													
Мухавец – Брест	3,2	7,4	3,8	-7,0	3,8	24,1	6,5	-40,0	7,2	15,7	11,7	3,2	7,4
Копаяувка – Черск	4,8	8,6	6,7	-1,9	-1,1	55,1	-72,6	-30,3	-1,5	15,0	10,1	4,8	8,6
Пульва – Высокое	9,7	9,1	2,5	-3,3	1,3	42,7	-88,3	-19,4	7,3	12,3	13,4	9,7	9,1
среднее	5,9	8,4	4,3	-4,1	1,3	40,6	-51,5	-29,9	4,3	14,3	11,7	5,9	8,4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мезенцев, В.С. Гидролого-климатическая гипотеза и примеры ее использования / В.С. Мезенцев // Водные ресурсы, 1995. – Т. 22, №3. – С. 299–301.
2. Волчек, А.А. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) / А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – Екатеринбург, 2007. – № 1. – С. 50–62.