

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Найденов, В.И. Водные ресурсы / В.И. Найденов, В.И. Швейкина. – 2002. – Т. 29. – № 1. – С. 62–67.
2. Сванидзе, Г.Г. Математическое моделирование гидрологических рядов. – Л., 1977.
3. Дружинин, И.П. Речной сток и геофизические процессы / И.П. Дружинин, З.П. Коноваленко, В.П. Кукушкина, Н.В. Хамьянова – М.: Наука, 1966. – 296 с.
4. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов – М.: Наука, 1983. – 416 с.

Материал поступил в редакцию 05.08.14

**VOLCHAK A.A., VALUEV V.E., MESHIK O.P., PARFOMUK S.I., DASHKEVICH D.N. Quantitative assessment of the effects of climate change on water regime of rivers in Belarus.**

The tendencies for the air temperature, precipitations and moisture deficits for the 2020 year are forecasted. The probable variation for the water regime of the rivers is researched. The quantitative assessment of flow using nonlinear models. Investigated series of annual water consumption of the main rivers of Belarus for the presence of high water and low-water series. Recommended to use the regression equation for the annual flow of five major rivers in Belarus.

УДК 551.48(476)

**Волчек А.А., Валуев В.Е., Мешик О.П., Дашкевич Д.Н., Парфомук С.И.**

**ИЗМЕНЕНИЕ И ПРОГНОЗ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, ВЫЗВАННЫХ АНТРОПОГЕННЫМИ И ПРИРОДНЫМИ ФАКТОРАМИ**

**Введение.** Комплексное и рациональное использование водных ресурсов должно базироваться на их прогнозе, учете цикличности колебаний, изменений в пространстве и во времени. Безусловно, характер колебаний водных ресурсов определяется климатическими факторами, но, начиная со второй половины XX века, вклад антропогенной составляющей в исследуемый процесс в ряде случаев становится соизмеримым с природными воздействиями. Можно констатировать, что в исследуемый период изменчивость климата, повышение антропогенной нагрузки на сток рек, особенно малых, тесно коррелируются с изменениями водных ресурсов. Формирование стока малых рек, их гидрологического режима и экологического состояния вод зависит от природных и антропогенных факторов. Влияние антропогенных факторов на водный режим рек имеет как разнонаправленный, частично компенсируемый характер, так и однонаправленный, усиливающий трансформацию водного режима.

В ряду существенных антропогенных факторов воздействия на речной сток стоят крупномасштабные гидротехнические мелиорации, которые, трансформируя водный режим больших освоенных территорий, способны повлиять на гидрологический режим (сток) рек – водоприемников.

Исходя из важности прогнозных оценок водных ресурсов, модельным объектом выбран бассейн р. Ясельда, репрезентативный для Белорусского Полесья, в границах которого проведены гидролого-климатические исследования. Степень антропогенной нагрузки в виде гидротехнических мелиораций и последствия эксплуатации гидромелиоративных систем в бассейне р. Ясельда являются максимальными для Белорусского Полесья. Постановка и проведение подобного эксперимента (прогноза) сопряжены с рядом проблем, в частности, с трудоемкостью и большими финансовыми затратами. При этом, сложно вычлениить влияние отдельных факторов, осуществить интегральные оценки изменений водных ресурсов. Поэтому мы пришли к выводу, что использование математических моделей является одним из наиболее реальных путей решения поставленной задачи оценки трансформации водного режима рек.

Для оценки трансформации водного режима рек, вызванной климатическими колебаниями и антропогенными воздействиями, использованы материалы стационарных гидрологических и климатических наблюдений Республиканского гидрометеорологического центра Министерства природных ресурсов и окружающей среды Республики Беларусь, опубликованные в государственных кадастрах.

Воднобалансовые исследования речных водосборов в целом выполнены с использованием метода гидролого-климатических расчетов (ГКР), разработанного профессором В.С. Мезенцевым, в основу которого входит совместное решение уравнений водного и тепло-

энергетического балансов [1, 2]. Метод ГКР и ранее использовался авторами статьи в ряде прикладных научных исследований [3, 4]. Уравнение водного баланса речного водосбора за некоторый промежуток времени имеет вид

$$H(I) = Z(I) + Y_K(I) \pm \Delta W(I), \quad (1)$$

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

Суммарное испарение устанавливается по уравнению связи тепловоднобалансовых элементов

$$Z(I) = Z_m(I) \left[ 1 + \left( \frac{\frac{Z_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)}}{KX(I) + g(I) + V(I)} \right)^{n(I)} \right]^{\frac{1}{n(I)}}, \quad (2)$$

где  $Z_m(I)$  – максимально возможное суммарное испарение за расчетный интервал, мм;  $W_{HB}$  – наименьшая влагоемкость испаряющего слоя почвогрунтов, мм;  $V(I) = \frac{W(I)}{W_{HB}}$  – относительная

влажность испаряющего слоя почвогрунтов на начало расчетного периода;  $X(I)$  – сумма атмосферных осадков за расчетный интервал времени, мм;  $g(I)$  – грунтовая составляющая водного питания, мм;  $r(I)$  – параметр, зависящий от водно-физических свойств и механического состава испаряющего слоя почвогрунтов;  $n(I)$  – параметр, учитывающий физико-географические условия стока.

Относительная (в долях от  $W_{HB}$ ) влажность испаряющего слоя почвогрунтов на конец расчетного периода определяется из соотношений:

$$V(I+1) = V(I) \cdot \left( \frac{V_{cp}(I)}{V(I)} \right)^{r(I)}; \quad (3)$$

$$V_{cp}(I) = \left( \frac{KX(I) + g(I) + V(I)}{\frac{Z_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)}} \right)^{\frac{1}{n(I)}}. \quad (4)$$

Таблица 1. Среднемесячные и среднегодовые расходы воды (м³/с) р. Ясельда в створе г. Береза за различные периоды осреднения

Период осреднения	Месяцы												Год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
1929-1962	2,66	2,97	8,32	17,5	5,65	2,00	1,50	1,15	1,84	3,40	5,25	4,34	4,57
1929-1970	2,28	2,52	8,47	17,2	5,53	1,98	1,36	1,07	1,67	2,88	4,69	4,21	4,36
1929-1980	3,04	3,08	8,69	16,0	5,55	2,30	1,84	1,64	2,02	3,51	5,17	4,73	4,71
1929-2004	3,90	3,66	7,68	12,5	5,05	2,73	2,48	2,64	3,72	4,17	4,69	4,61	4,76
1945-1962	2,67	3,44	8,24	14,7	4,88	1,94	1,50	1,12	1,32	2,34	4,60	4,08	4,23
1963-1980	3,55	3,22	9,18	13,8	5,42	2,68	2,30	2,28	2,25	3,66	5,07	5,21	4,85
1981-2004	5,46	4,72	5,83	6,11	4,14	3,52	3,65	4,47	6,84	5,36	3,86	4,40	4,86

Максимально возможное суммарное испарение находится по методике, представленной в работе [4]. Суммарное увлажнение определяется как

$$H(I) = KX(I) + W_{HB} (V(I) - V(I+1)). \quad (5)$$

Система уравнений (1)–(5) решается методом итераций, пока значение относительной влажности расчетного слоя почвогрунтов на начало первого расчетного интервала не будет равно значению относительной влажности на конец последнего расчетного интервала. При расчете начальное значение влажности принимается равным значению наименьшей влагоемкости, т.е.  $W(1) = W_{HB}$ , откуда  $V(1) = 1$ . Условие сходимости решения задачи по методу ГПР реализуется уже на четвертом шаге расчета.

Корректировка полученных значений климатического стока осуществляется с помощью коэффициентов, отражающих влияние гидрографических факторов на формирование руслового стока, т.е.

$$Y_p(I) = k(I) \cdot Y_K(I), \quad (6)$$

где  $Y_p(I)$  – суммарный русловый сток, мм;  $k(I)$  – коэффициент, учитывающий гидрографические характеристики водосбора.

**Методика исследований.** Использованная в исследовании методика реализована в виде компьютерной программы «Баланс». Моделирование водного баланса исследуемой реки осуществляется в два этапа: настройка модели и собственно моделирование.

На первом этапе необходимо задать координаты центра тяжести водосбора исследуемой реки и основные гидрографические характеристики водосбора. Далее программа из встроенного банка гидрометеорологической информации подбирает реку-аналог с учетом сходства формирования водного режима рек. После получения необходимой информации, изменяя параметры  $W_{HB}$ ,  $r$ ,  $n$  и используя систему уравнений (1)–(5), производится настройка модели на реку-аналог. Наименьшая влагоемкость почвы ( $W_{HB}$ ) изменяется в пределах от 60 до 220 мм, параметр  $r$  – от 1 до 2,5, параметр  $n$  – от 2 до 3,4. При настройке модели преследуется цель достичь наибольшего соответствия рассчитанного климатического стока и руслового стока реки-аналога. Первый этап заканчивается построением графиков климатического и руслового стока и выводом ошибки моделирования.

Второй этап представляет собой непосредственный расчет водного баланса исследуемой реки, при использовании параметров, полученных при моделировании стока реки-аналога. Расчет элементов водного баланса исследуемой реки производится с учетом особенностей исследуемого водосбора.

Результаты моделирования свидетельствуют о высокой точности расчета водного баланса как для практического применения, так и для теоретических исследований, что проверено на большом количестве водосборов рек Беларуси с площадью не более 1000 км², на которых ведутся гидрометрические наблюдения.

**Обсуждение результатов исследований.** Осушение мелкозалежных торфяников с последующим их использованием под пропашные культуры привело к сработке торфяного слоя, и на поверхность выступили подстилающие минеральные породы, т.е. деятельный испаряющий слой поменялся. Смена ландшафта с последующей сменой свойств испаряющей поверхности водосбора сказались на водном режиме водосбора и самого водотока реки. Естественный водный режим, русловый сток в верховьях Ясельды в настоящее время существенно трансформировался.

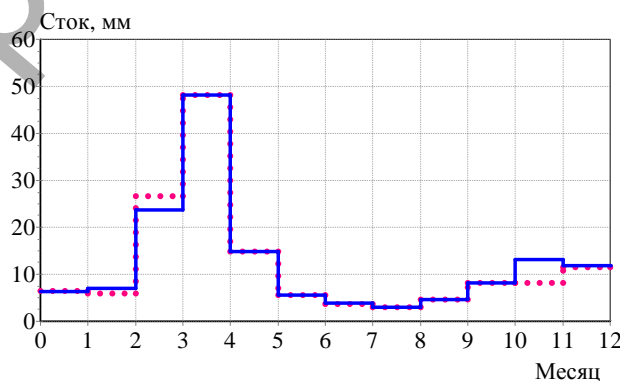
До массового осушения в бассейне р. Ясельда болота составляли 34 %, заболоченный лес – 6 %, а общая заболоченность – 45 % от площади водосбора в замыкающем створе г. Береза [5].

В таблице 1 представлены расходы воды р. Ясельда в створе г. Береза за различные периоды осреднения. В целом за год наблюдается некоторое увеличение стока, однако, создание рыбхоза «Селец» внесло серьезные изменения во внутригодовое распределение стока. Исходя из экологических условий, формирование речной экосистемы ниже рыбхоза не для каждого года является благоприятным.

В основу численного эксперимента положена модель водного баланса р. Ясельда в створе Береза с настройкой параметров по данным гидрометслужбы на 1962 г., т.е. до начала массовых гидротехнических мелиораций [5]. Результаты моделирования среднесуточного годового стока и его внутригодового распределения представлены на рисунке 1.

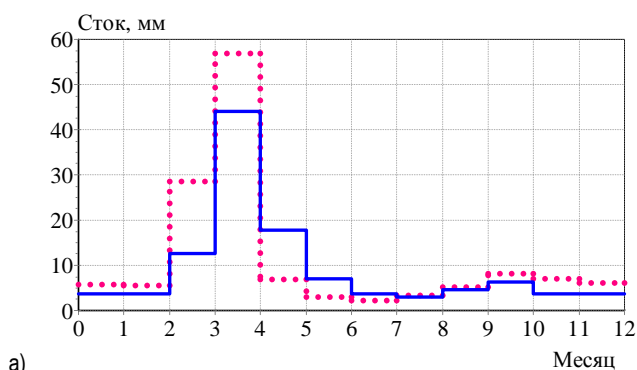
Хорошее совпадение измеренного и рассчитанного стока свидетельствует о корректности модели. Полученные параметры модели использованы при постановке численного эксперимента.

Моделирование климатического стока на водосборе р. Ясельда проведено для различных подстилающих поверхностей в контексте сопоставления результатов с климатическим стоком с торфяно-болотных почвогрунтов (рисунок 2).



— сток с торфяно-болотных почвогрунтов, - - - сток с минеральных почвогрунтов

Рис. 1. Измеренный и рассчитанный сток р. Ясельда в створе г. Береза



а)

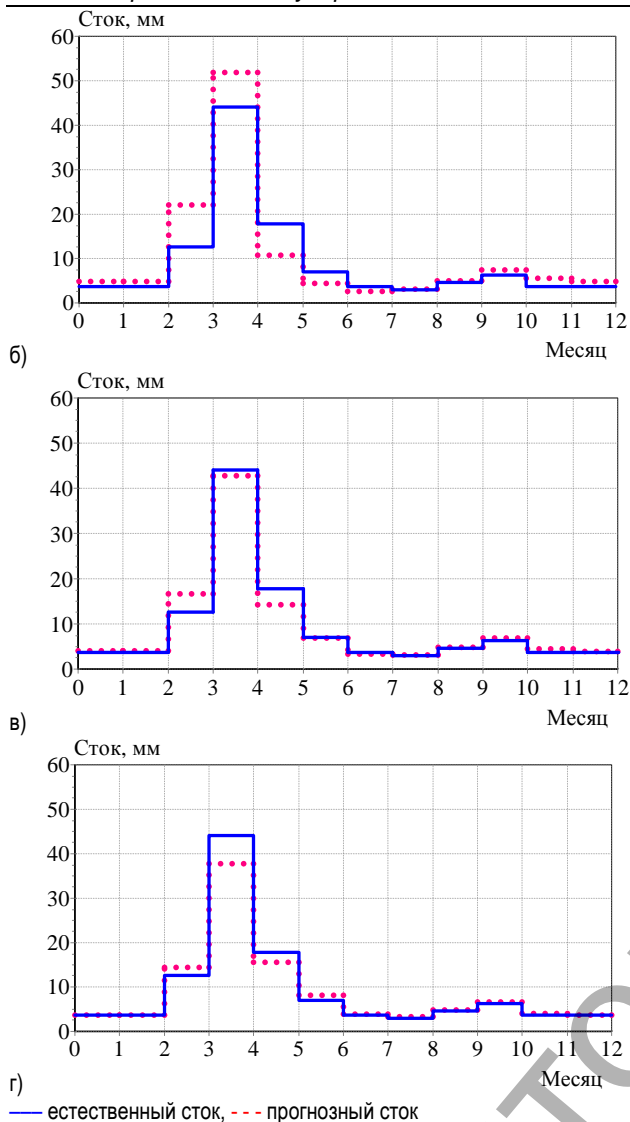


Рис. 2. Сток в бассейне р. Ясельда при различных механическом составе подстилающих поверхностях: а – песчаные почвогрунты, б – супесчаные почвогрунты, в – суглинистые почвогрунты, г – глинистые почвогрунты

Модели гидрографов стока показывают, что наибольшие различия в трансформации стока наблюдаются при сработке торфяников, подстилаемых песчаными почвогрунтами.

Кроме того, выполнена оценка трансформации речного стока в зависимости от величины площади сработки торфяно-болотных почв. Численный эксперимент проведен для условий сработки торфяников: на 10 %, 20 %, 30 % от площади водосбора, т.е. для условий замены торфяно-болотных подстилающих поверхностей на минеральные. При этом рассматривалось 4 вида подстилающих минеральных почвогрунтов: песок, супесь, суглинок и глина. Результаты численного эксперимента представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что наибольшее изменение стока, вследствие сработки торфа на заболоченной территории, характерно для максимальной площади, занимаемой торфяниками 30 % от всей площади водосбора, особенно на торфяниках, подстилаемых песком. Здесь максимально увеличился русловый сток, а максимальное уменьшение модуля стока наблюдается в мае-июне.

Отклонение годового стока р. Ясельда – г. Береза в % от естественного при различных сценариях сработки торфяно-болотных почв представлено на рисунке 3.

В связи с прогнозируемым изменением климата, нами выполнен численный эксперимент по оценке влияния на речной сток трансформаций ландшафтов при различных сценариях изменения климата. Основываясь на анализе существующих в настоящее время оценок возможного изменения климата, при исследовании изменения стока р. Ясельда в замыкающем створе г. Береза, принимались следующие варианты [6, 7]:

- вариант 1 – увеличение средней годовой температуры воздуха на 2 °С, по сравнению с современным уровнем, при неизменном количестве атмосферных осадков;
- вариант 2 – уменьшение средней годовой температуры воздуха на 2 °С при неизменном количестве атмосферных осадков;
- вариант 3 – увеличение суммарных годовых атмосферных осадков на 10 % при неизменной температуре воздуха;
- вариант 4 – уменьшение суммарных годовых атмосферных осадков на 10 % при неизменной температуре воздуха;
- вариант 5 – увеличение суммарных годовых атмосферных осадков на 10 %, по сравнению с современным уровнем, с одновременным увеличением температуры воздуха на 2 °С;
- вариант 6 – увеличение суммарных годовых атмосферных осадков на 10 % с одновременным уменьшением температуры воздуха на 2 °С;
- вариант 7 – уменьшение суммарных годовых атмосферных осадков на 10 % и увеличение средней годовой температуры воздуха на 2 °С;
- вариант 8 – уменьшение годовых атмосферных осадков на 10 % и уменьшение средней годовой температуры воздуха на 2 °С.

Таблица 2. Изменение стока р. Ясельда – г. Береза в % от естественного при различных сценариях сработки торфяно-болотных почв

Почвогрунт испаряющей поверхности	Месяцы											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Сработка торфяно-болотных почв на территории 10 % от площади водосбора												
песок	3,2	3,0	6,3	2,7	-7,3	-7,2	-3,5	1,2	1,2	2,4	4,3	2,2
супесь	1,8	1,7	3,8	1,7	-4,7	-4,5	-2,8	0,7	0,6	1,5	2,4	1,1
суглинок	0,5	0,5	1,6	-0,3	-2,3	-0,4	-0,8	1,0	0,1	0,8	1,0	0,3
глина	-0,1	-0,1	0,7	-1,3	-1,5	1,8	0,8	1,7	0,1	0,5	0,5	0,0
Сработка торфяно-болотных почв на территории 20 % от площади водосбора												
песок	6,8	6,2	13,4	5,4	-14,3	-13,9	-7,1	2,4	2,4	4,9	9,2	4,8
супесь	3,8	3,6	8,0	3,3	-9,2	-8,8	-5,7	1,4	1,2	3,1	5,1	2,5
суглинок	1,0	1,0	3,4	-0,5	-4,5	-0,8	-1,6	2,0	0,3	1,6	2,2	0,6
глина	-0,1	-0,1	1,5	-2,6	-3,0	3,5	1,6	3,4	0,3	1,0	1,1	-0,1
Сработка торфяно-болотных почв на территории 30 % от площади водосбора												
песок	10,7	9,7	21,4	8,2	-21,0	-20,4	-10,7	3,7	3,6	7,6	14,7	7,8
супесь	5,9	5,6	12,7	5,0	-13,6	-12,8	-8,6	2,0	1,7	4,7	8,2	4,0
суглинок	1,5	1,6	5,3	-0,8	-6,7	-1,1	-2,4	3,0	0,4	2,4	3,5	1,0
глина	-0,2	-0,2	2,4	-4,0	-4,4	5,1	2,4	5,1	0,4	1,6	1,8	-0,1

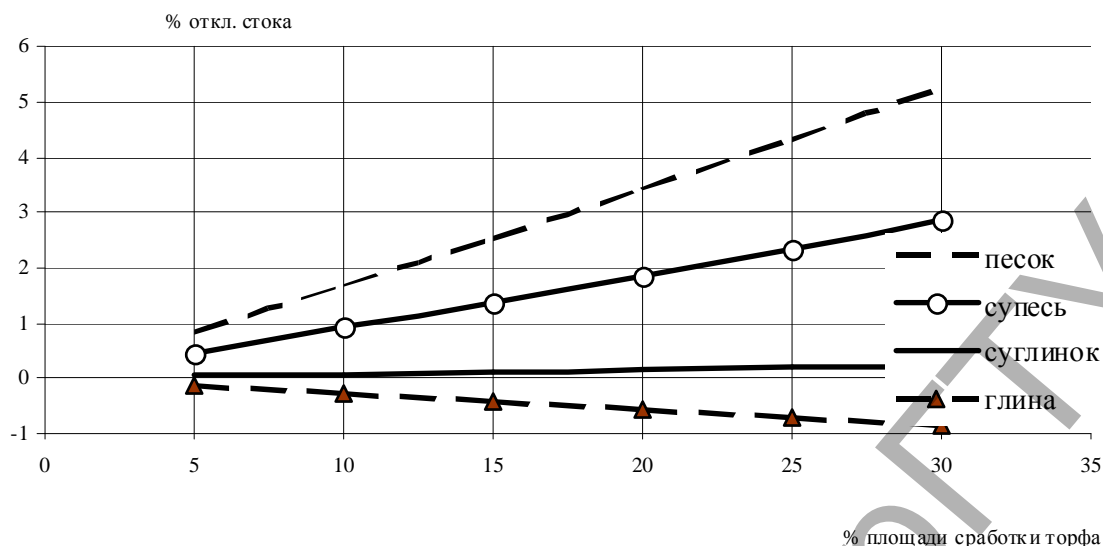


Рис. 3. Отклонение годового стока р. Ясельда – г. Береза в % от естественного при различных сценариях сработки торфяно-болотных почв

Таблица 3. Изменение стока р. Ясельда – г. Береза в % от естественного для различных сценариев изменения климата

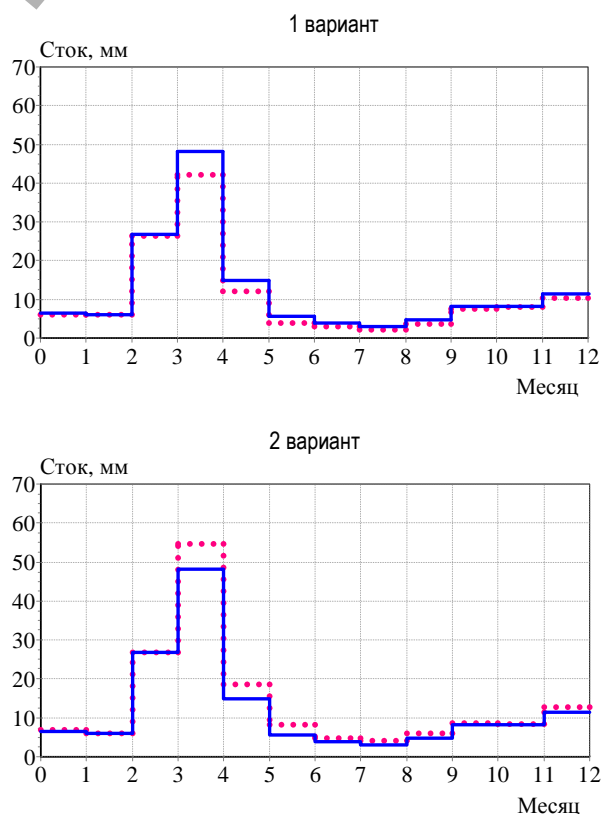
Сценарий изменения климата	Месяцы												Год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
вариант 1	-5,7	-0,2	-1,1	-12,4	-18,9	-29,8	-19,5	-26,2	-19,7	-6,8	-1,7	-9,6	-10,2
вариант 2	8,2	1,8	0,4	13,3	25,0	48,0	27,4	39,6	29,3	7,3	1,1	11,3	12,9
вариант 3	17,5	9,0	16,9	23,0	23,6	44,6	35,6	49,0	42,2	19,0	17,0	28,7	23,1
вариант 4	-17,2	-9,5	-16,1	-21,4	-20,9	-34,3	-29,3	-36,2	-33,2	-17,5	-16,4	-25,8	-21,1
вариант 5	10,4	8,2	16,1	9,3	0,7	2,9	10,0	11,1	15,4	11,5	15,6	18,3	10,9
вариант 6	27,1	12,0	16,1	37,1	52,7	109,4	71,5	105,7	81,6	27,0	17,6	41,7	38,8
вариант 7	-22,0	-9,0	-18,4	-32,6	-36,7	-54,5	-43,3	-53,4	-46,9	-23,7	-18,1	-34,1	-29,9
вариант 8	-11,0	-8,9	-15,4	-9,5	0,0	-1,1	-9,0	-10,1	-12,8	-11,2	-14,8	-16,9	-10,2

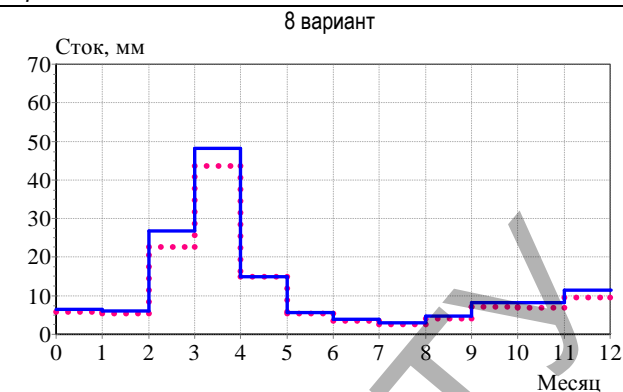
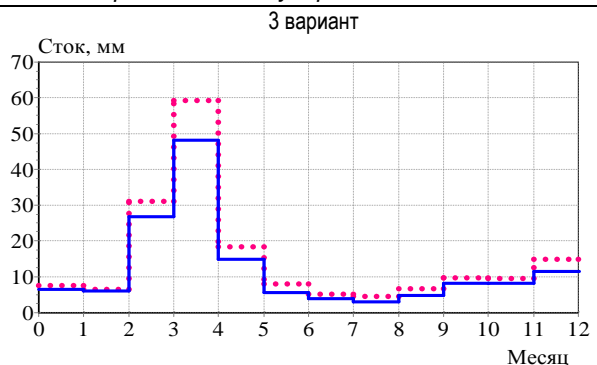
Численный эксперимент по моделированию водного баланса р. Ясельда – г. Береза проводился отдельно для каждого из перечисленных вариантов, как показано на рисунке 4. Результаты численного эксперимента приведены в таблице 3.

При анализе данных таблицы 3 можно констатировать, что предполагаемое изменение климата приведет к трансформации стока рек. Причем изменение суммарных годовых атмосферных осадков повлияет на сток в большей степени, чем изменение средней годовой температуры воздуха. В целом для года характерно изменение стока воды в пределах 10-20 % по сравнению с настоящим уровнем, а в условиях одновременного увеличения температуры и уменьшения осадков – на 30 %, одновременного увеличения осадков и уменьшения температуры – на 40 %. В течение года максимальная трансформация стока произойдет в теплый период года.

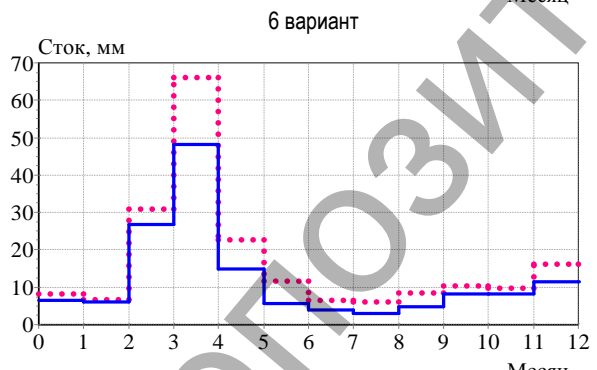
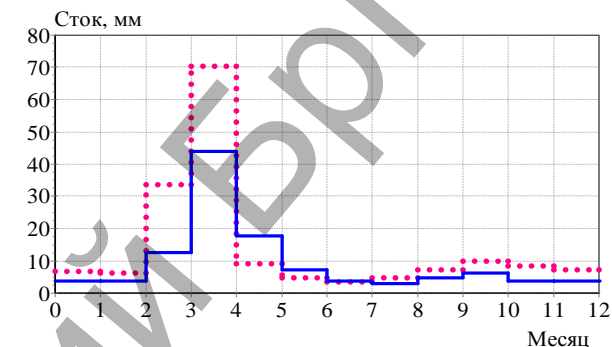
Для оценки совместного воздействия природных и антропогенных факторов на режим речного стока выполнено его моделирование по наиболее неблагоприятным сценариям.

Моделирование выполнено в предположении, что произошла сработка торфяно-болотных почв, подстилаемых песком, на 30 % площади водосбора; для вариантов 3 (увеличение годовых атмосферных осадков на 10 % при неизменной температуре воздуха) и 6 (увеличение суммарных годовых атмосферных осадков на 10 % и уменьшение средней годовой температуры воздуха на 2 °С). Для варианта 7 (уменьшение годовых атмосферных осадков на 10 % и увеличение годовой температуры на 2 °С) имеет место разнонаправленное влияние рассматриваемых факторов, приводящее к частичной компенсации их воздействий, и значимой трансформации стока, при этом сценарии, не произойдет. Прогнозный сток исследуемого водосбора при сработке торфа для вариантов 3 и 6 изменения климата приведен на рисунке 5.





— естественный сток, --- прогнозный сток  
**Рис. 4.** Естественный и прогнозный сток в бассейне р. Ясельда для различных сценариев изменения климата



— естественный сток, --- прогнозный сток  
**Рис. 5.** Естественный и прогнозный сток в бассейне р. Ясельда для вариантов 3 и 6 изменения климата при сработке торфяно-болотных почв, подстилаемых песком

Если торфяно-болотные почвы, подстилаемые песком, занимают 30 % площади водосбора, то для варианта 3 изменения климата в целом за год сток увеличится на 30 %, для варианта 6 – на 46 %. Результаты численного эксперимента совместного воздействия природных и антропогенных факторов на режим речного стока в течение года приведены в таблице 4.

Для варианта 3 изменения климата незначительное уменьшение стока воды за май вызвано существенным уменьшением стока при сработке торфяно-болотных почв.

*Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований на 2011-2015 годы «Природно-ресурсный потенциал» (подпрограмма «Природопользование-2»).*

**Заключение.** Приведенные в работе прогнозные оценки изменения водных ресурсов, вызванного комплексом антропогенных и природных факторов, воздействующих на водосборы малых рек Белорусского Полесья, убедительно доказывают необходимость разработки и осуществления компенсационных мероприятий для поддержания речных экосистем в равновесном состоянии.

**Таблица 4.** Изменение стока р. Ясельда – г. Береза в % от естественного для вариантов 3 и 6 изменения климата при сработке торфяно-болотных почв, подстилаемых песком на 30 % площади водосбора

Сценарий изменения климата	Месяцы												Год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
вариант 3	29,3	20,7	42,1	33,4	-1,0	16,6	23,3	53,4	44,7	28,5	35,0	36,5	29,8
вариант 6	37,2	23,0	41,4	48,7	25,2	72,4	60,2	110,0	82,6	37,3	36,5	48,3	46,0

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мезенцев, В.С. Увлажненность Западно-Сибирской равнины / В.С. Мезенцев, И.В. Карнацевич – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 168 с.
2. Мезенцев, В.С. Гидрологические расчеты в мелиоративных полях / В.С. Мезенцев, Г.В. Белоненко, И.В. Карнацевич, В.В. Лоскутов. – Ч. I. – Омск, 1980. – 80 с.
3. Волчек, А.А. Моделирование динамики почвенных влагозапасов в условиях гидромелиорации / А.А. Волчек, В.Е. Валуев, К.Т. Юрченко // Совершенствование и реконструкция мелиоративных систем: труды ВНИИГиМ. – М., 1990. – Т. 78. – С. 46–55.
4. Волчек, А.А. Методика определения максимально возможного испарения по массовым метеоданным (на примере Белоруссии) // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству (Минводхоз БССР), 1986. – № 12. – С. 17–21.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 5, ч. 2: Основные гидрологические характеристики – 720 с.
6. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. – Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
7. Изменение климата Беларуси и их последствия / В.Ф. Логинов, Г.И. Сачок, В.С. Микуцкий, В.И. Мельник, В.В. Коляда; под общ. ред. В.Ф. Логинова; ин-т пробл. использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Мн.: ОДО «Тонпик», 2003. – 330 с.

Материал поступил 05.08.14

**VOLCHAK A.A., VALUEV V.E., MESHK O.P., DASHKEVICH D.N., PARFOMUK S.I. Change and forecast water resources caused by human and natural causes**

The article presents the results of studies of water balance of river basins of Belarus. Spotted transformation of natural water regime and stream-flow Yaselda River. The simulation of the climate in the catchment area of the river Photo Yaselda for different underlying surfaces and various climate change scenarios. Expected climate change will lead to the transformation of runoff.

УДК 519.216.3: 627.8

**Левкевич В.Е., Михневич Э.И.**

**РАЙОНИРОВАНИЕ РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ ПО РАЗВИТИЮ АБРАЗИОННОГО РИСКА НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ**

**Введение.** В настоящее время в мире функционирует более 60 тысяч искусственных водоемов (водохранилищ) – с полным объемом более 6,5 тыс. км<sup>3</sup> и площадью водного зеркала около 400 тыс. км<sup>2</sup>. В Беларуси водохранилища широко используются в целях мелиорации, рекреации, регулирования поверхностного и речного стока, рыбного хозяйства, технического и питьевого водоснабжения, а также для энергетических нужд. На данный момент эксплуатируется около 150 водохранилищ различного типа с общей площадью около 2500 км<sup>2</sup> и полным объемом 10 км<sup>3</sup>. Протяженность береговой линии водохранилищ республики составляет более 1500 км, из них около 320 км (более 20%) подвержено активным процессам абразии (переработки – разрушения) (рис. 1).



**Рис. 1.** Переработка берегов Лепельского и Заславского водохранилищ

Процессы, которые происходят в береговой зоне искусственных водных объектов, оказывают большое отрицательное воздействие на функционирование многих отраслей промышленности и сельского хозяйства, в результате чего происходит отторжение земель из сельскохозяйственного использования, возникает необходимость в переносе жилых и производственных зданий. Одним из основных вопросов при решении вышеуказанной проблемы является прогнозирование развития береговых абразионно-эрозионных процессов на водных объектах и незащищенных откосах подпорных сооруже-



**Левкевич В.Е.,** Государственное научное учреждение «Институт экономики Национальная академия наук» (г. Минск, Республика Беларусь), e-mail: ecoserv@tut.by.

**Михневич Э.И.,** Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет» (г. Минск, Республика Беларусь).

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология