

Ivan Kirvel

Akademia Pomorska
Ślupsk
kirviel@yandex.ru

Aleksander Volchek

Sergiej Parfomuk

Brzeski Państwowy Uniwersytet Techniczny
Białoruś
volczak@tut.by

**WPLYW ZMIAN KLIMATU NA REŻIM HYDROLOGICZNY
MAŁYCH RZEK POLESIA NA PRZYKŁADZIE
RZEKI JASIELDA**

**THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE
ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF SMALL RIVERS
OF POLESIE ON THE EXAMPLE OF RIVER JASIELDA**

Zarys treści: Na podstawie metodyki hydrologiczno-klimatycznych obliczeń opracowano program, który daje możliwość modelowania bilansu wodnego małych rzek Polesia Białoruskiego. Zawiera on w sobie obszernie informacje o elementach bilansu wodnego badanych rzek i może uwzględniać główne charakterystyki fizycznogeograficzne poszczególnych zlewni. Przeprowadzono badania reżimu wodnego małych rzek Polesia Białoruskiego. Pokazano, że największej transformacji odpływu rzecznoego podlegają zlewnie, w których może zachodzić proces degradacji gleb torfowych na podłożu piaszczystym, zajmujących 30% całej powierzchni zlewni. Wykazano istotny wpływ zmian klimatu na reżim wodny małych rzek.

Słowa kluczowe: odpływ, reżim wodny, klimat, Białoruś

Key words: drainage, water regime, climate, Belarus

Wprowadzenie

Koniec XX i początek XXI wieku charakteryzują się intensywną zmianą klimatu i widocznym antropogenicznym wpływem na odpływ rzeczny, w szczególności rzek małych. Terytorium Białorusi obejmuje 20 781 rzek, o ogólnej długości 90 631 km. Jednak aż 19 291 to rzeki małe, których długość nie przekracza 10 km. Działalność

człowieka wpływa na ich reżim hydrologiczny i stan ekologiczny. Opracowanie i zrealizowanie eksperymentu dotyczącego badania transformacji reżimu wodnego małych rzek wiąże się z wieloma problemami, a mianowicie z wielkimi nakładami pracy i dużymi kosztami. Oprócz tego bardzo trudno jest wyjaśnić wpływ oddzielnych czynników. Dlatego wykorzystanie modeli matematycznych stanowi jeden z najlepszych realnych rozwiązań problemów dotyczących transformacji reżimu wodnego małych rzek.

Celem badania jest ocena zmian reżimu wodnego małych rzek związanych z warunkami klimatu, degradacją oraz decesją gleb torfowych leżących na różnych gruntach mineralnych w zależności od zajmowanej przez nie powierzchni i znajdujących wykorzystanie w gospodarce. Przeprowadzona analiza zmian reżimu wodnego małych rzek pozwala na wyciągnięcie wniosków na przyszłość przy prognozowaniu zmian klimatu z uwzględnieniem transformacji krajobrazu.

Metodyka badań

Do oceny transformacji reżimu wodnego małych rzek związanych z wahaniami klimatu i wpływem antropogenicznym wykorzystano materiały stacjonarnych, hydrologicznych i klimatycznych obserwacji Państwowego Republikańskiego Centrum Meteorologicznego Ministerstwa Ochrony Przyrody Republiki Białoruś, które publikowane są w rocznikach państwowych. Badania bilansu wodnego zlewni rzeki wykonano przy pomocy metody hydrologiczno-klimatycznych obliczeń (HKR) opracowanych wg W.S. Mieziencewa, która polega na wspólnym rozwiązaniu równania bilansu: wodnego i ciepłnoenergetycznego (Mieziencew, Karnacewicz 1969, Mieziencew i in. 1980).

Równanie bilansu wodnego zlewni w danym okresie czasu:

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

gdzie $Y_K(I)$ – całkowity odpływ klimat, mm; $H(I)$ – całkowite zasoby wilgoci mm; $Z(I)$ – ewapotranspiracja, mm; $\Delta W(I)$ – zmiana stanu rezerw wilgoci czynnej warstwy gleby, mm; I – uśrednianie między wałem.

Ewapotranspirację obliczono metodą HKR:

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

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

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

gdzie $E_m(I)$ – maksymalna możliwa ewapotranspiracji – wodny ekwiwalent ciepła energetycznych zasobów klimatu, mm; W_{HB} – najniższa wilgotność warstwy aktywnej gleby, mm; $V(I) = W(I) / W_{IA}$ – względna wilgotność gleby na początku okresu rozliczeniowego; $KX(I)$ – suma opadów mierzona i skorygowana w trakcie okresu rozliczeniowego, mm; $g(I)$ – gruntowy komponent bilansu wodnego (zasilanie), mm; $r(I)$ – parametr zależny od fizycznych właściwości wody oraz składu granulometrycznego gleby; $n(I)$ – parametr uwzględniający fizycznogeograficzne właściwości odpływu. System równań 2-4 odnośnie do średnich wielkości parowania sumarycznego możemy rozwiązać metodą iteracji.

Korekta odpływu klimatycznego odbywa się z wykorzystaniem współczynników uwzględniających różne czynniki formowania naturalnego odpływu:

$$Y_p(I) = k(I) \cdot Y_K(I), \quad (5)$$

gdzie $Y_p(I)$ – sumaryczny naturalny odpływ, mm; $k(I)$ – współczynnik uwzględniający hydrograficzne właściwości zlewni.

Metodę HKR zrealizowano za pomocą programu komputerowego „Bilans”. Modelowanie bilansu wodnego badanej rzeki przebiegało w dwóch etapach: opracowanie i dopasowanie modeli oraz samo modelowanie (Volchek, Parfomuk 2009).

W pierwszym etapie należało określić współrzędne (koordynaty) środka ciężkości badanej rzeki i główne jej hydrograficzne charakterystyki. Dalej program wykorzystuje zbudowany bank hydrometeorologicznej informacji i pobiera dane rzeki „analoga” z uwzględnieniem podobieństwa formowania reżimu wodnego rzek. Po otrzymaniu żądanej informacji zmienia ulegają parametry W_{HW} , r i n w systemie równań metodą HKR. Następnie ukierunkowujemy model na rzekę „analoga”, gdzie:

- W_{HW} – najmniejsza pojemność wilgoci gleb,
- r – parametr charakteryzujący granulometryczny skład gleby,
- n – parametr charakteryzujący warunki formowania odpływu w zlewni.

Najmniejsza pojemność wilgoci gleby W_{HW} zmienia się od 60 do 220 mm, parametr r od 1,0 do 2,5, natomiast parametr n od 2,0 do 3,4. Przy projektowaniu modelu zakłada się cel osiągnięcia najwyższej zgodności rozliczanego odpływu i odpływu rzeki „analoga”. Pierwszy etap musi być zakończony opracowaniem wykresów obliczenia klimatycznego i korytowego odpływu, z oceną dokładności modelowania.

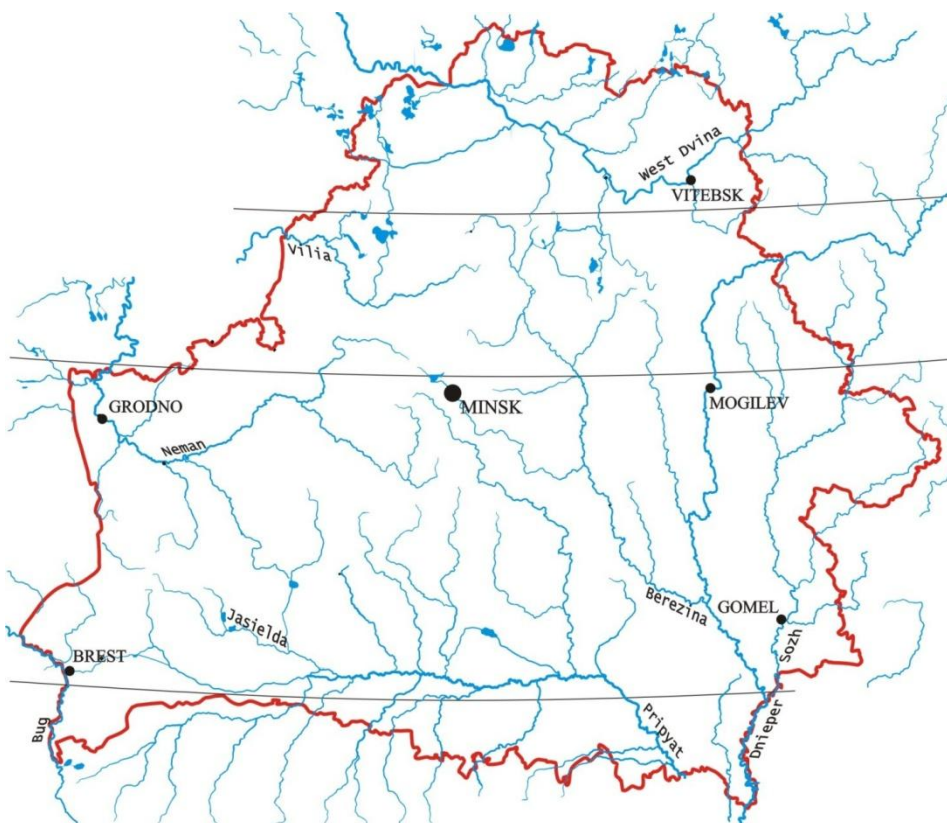
Drugi etap to obliczenia bilansu wodnego badanej rzeki przy wykorzystaniu parametrów otrzymanych przy modelowaniu odpływu rzeki „analoga”. Prowadzi się go z uwzględnieniem konkretnych charakterystyk jej zlewni.

Rezultaty modelowania świadczą o wysokiej dokładności obliczenia bilansu wodnego zarówno dla praktyki, jak i dla badań teoretycznych, co potwierdzono na

wielu przykładach rzek Białorusi o powierzchni zlewni nie większej niż 1000 km², na których prowadzone są obserwacje hydrometryczne (Volchek, Parfomuk 2009).

Ponieważ program „Bilans” wykorzystuje dane dotyczące opadów atmosferycznych, temperatury powietrza, deficytów wilgoci powietrza, odpływu wody rzeki „analoga” i hydrograficznych charakterystyk zlewni, pozwala on obliczyć bilans wodny małych rzek Polesia Białoruskiego, na których brak hydrometrycznej obserwacji.

Przykładem takiej rzeki jest Jasielida. Opracowano dla niej model bilansu wodnego i przeprowadzono analizę wyników modelowania z uwzględnieniem scenariuszy zmian klimatu (ryc. 1).



Ryc. 1. Sieć hydrograficzna Białorusi
Fig. 1. Belarus hydrographic map

Analiza rezultatów

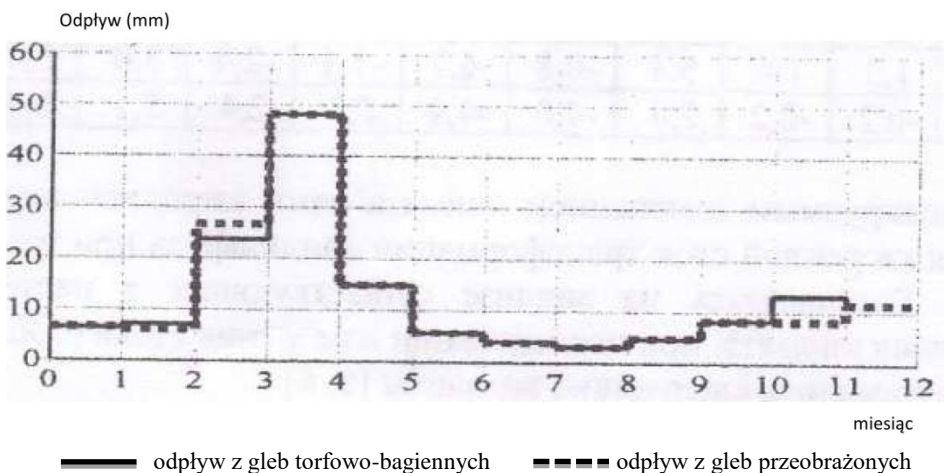
Osuszanie gleb bagiennych wykorzystywanych pod uprawę roślin doprowadziło do decesji i transformacji warstwy torfu. Zmiana krajobrazu związana z konse-

kwentnym zmniejszeniem miąższości gleby wpłynęła na reżim rzeczny. Dlatego naturalny reżim wodny Jasieldy jest obecnie silnie przeobrażony.

Do czasu osuszenia gleb w zlewni rzeki Jasielda bagna zajmowały 34% terytorium, a las bagienny 6%. Ogólna bagnistość wynosiła 45% powierzchni zlewni w strefie ujścia (punkt Brzoza).

W założeniu eksperymentu ilościowego przedstawiono model bilansu wodnego rzeki Jasielda w punkcie obserwacyjnym miasta Brzoza z wykorzystaniem danych hydrometeorologicznej służby Białorusi z 1962 roku, tj. do rozpoczęcia masowych melioracji odwadniających (*Resursy powierzchniowych wod...* 1966). Rezultaty modelowania średniego, wieloletniego odpływu i jego rocznego przebiegu przedstawiono na rycinie 2.

Duża zgodność zmierzonych i obliczonego odpływu świadczy o poprawności modelu. Otrzymane parametry modelu wykorzystano przy realizacji eksperymentu ilościowego.



Ryc. 2. Zmierzony i obliczony odpływ rzeki Jasielda w profilu pomiarowym miasta Brzoza
Fig. 2. Measured and calculated outflow river Jasielda in the measurement profile Brzoza city

Następnie modelowano odpływ klimatyczny w zlewni rzeki Jasieldy z różnego rodzaju podłoża glebowego i porównywano go z odpływem klimatycznym gleb torfowo-bagiennych. Modelowe hydrogramy odpływu wskazują, że największa różnica w jego transformacji zdarza się przy spadku miąższości torfu na podłożu piaszczystym.

Kolejnym etapem była ocena transformacji odpływu rzeczno-ego w zależności od wielkości powierzchni spadku miąższości gleb torfowo-bagiennych. Eksperyment ilościowy przeprowadzono dla następujących warunków: na 10%, 20%, 30% powierzchni zlewni, gdzie doszło do spadku miąższości gleb torfowo-bagiennych i na ich powierzchni wystąpiły grunty mineralne. Badane gleby mają w swoim podłożu cztery rodzaje gruntów mineralnych: piaski, piaski gliniaste, glinę piaszczystą i glinę. Rezultaty eksperymentu ilościowego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zmiany odpływu rzeki Jasielda (miasto Brzoza) w % odpływu naturalnego przy różnych scenariuszach spadku miąższości gleb torfowo-bagiennych

Table 1

Changes in river runoff Jasielda river (city Brzoza) in % of a natural runoff at different scenario thickness peat-bog soils

Rodzaj podłoża	Miesiące											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Spadek miąższości gleb torfowo-bagiennych na obszarze 10% powierzchni zlewni												
Piasek	3,2	3,0	6,3	2,7	-7,3	-7,2	-3,5	1,2	1,2	2,4	4,3	2,2
Piasek gliniasty	1,8	1,7	3,8	1,7	-4,7	-4,5	-2,8	0,7	0,6	1,5	2,4	1,1
Gлина piaszczysta	0,5	0,5	1,6	-0,3	-2,3	-0,4	-0,8	1,0	0,1	0,8	1,0	0,3
Gлина	-0,1	-0,1	0,7	-1,3	-1,5	1,8	0,8	1,7	0,1	0,5	0,5	0,0
Spadek miąższości gleb torfowo-bagiennych na obszarze 20% powierzchni zlewni												
Piasek	6,8	6,2	13,4	5,4	-14,3	-13,9	-7,1	2,4	2,4	4,9	9,2	4,8
Piasek gliniasty	3,8	3,6	8,0	3,3	-9,2	-8,8	-5,7	1,4	1,2	3,1	5,1	2,5
Gлина piaszczysta	1,0	1,0	3,4	-0,5	-4,5	-0,8	-1,6	2,0	0,3	1,6	2,2	0,6
Gлина	-0,1	-0,1	1,5	-2,6	-3,0	3,5	1,6	3,4	0,3	1,0	1,1	-0,1
Spadek miąższości gleb torfowo-bagiennych na obszarze 30% powierzchni zlewni												
Piasek	10,7	9,7	21,4	8,2	-21,0	-24,0	-10,7	3,7	3,6	7,6	14,7	7,8
Piasek gliniasty	5,9	5,6	12,7	5,0	-13,6	-12,8	-8,6	2,0	1,7	4,7	8,2	4,0
Gлина piaszczysta	1,5	1,6	5,3	-0,8	-6,7	-1,1	-2,4	3,0	0,4	2,4	3,5	1,0
Gлина	-0,2	-0,2	2,4	-4,0	-4,4	5,1	2,4	5,1	0,4	1,6	1,8	-0,1

W powyższym zestawieniu widać, że największe zmiany odpływu wskutek spadku miąższości torfu na obszarach bagiennych charakterystyczne są dla badanej powierzchni zlewni, która zajęta jest przez torf w granicach 30%, a znajduje się on na podłożu piaszczystym. Tereny te charakteryzują się największymi odpływami w rzece i maksymalnym zmniejszeniem odpływu jednostkowego przypadającego na maj-czerwiec.

W związku z prognozowaniem zmian klimatu zrealizowany został eksperyment ilościowy dla oceny wpływu transformacji krajobrazów na odpływ rzeczny przy różnych scenariuszach tych zmian. Opierając się na analizach oceny możliwej zmiany klimatu, przy badaniu współczesnych zmian odpływu rzeki Jasielda w punkcie obserwacji (miasto Brzoza) przyjęto następujące warianty (*Klimat Białorusi* 1996):

- wariant 1 - zwiększenie średniej rocznej temperatury powietrza o 2°C w porównaniu z dzisiejszym poziomem, przy niezmiennym poziomie opadów atmosferycznych;

- wariant 2 – zmniejszenie średniej rocznej temperatury powietrza o 2°C w porównaniu z dzisiejszym poziomem, przy niezmiennym poziomie opadów atmosferycznych;
- wariant 3 – zwiększenie rocznej sumy opadów atmosferycznych o 10% z niezmienną temperaturą powietrza;
- wariant 4 – zmniejszenie rocznej sumy opadów atmosferycznych o 10% z niezmienną temperaturą powietrza;
- wariant 5 – zwiększenie sumarycznych rocznych opadów atmosferycznych o 10% w porównaniu z dzisiejszym poziomem i jednoczesnym zwiększeniem temperatury powietrza o 2°C;
- wariant 6 – zwiększenie sumarycznych rocznych opadów atmosferycznych o 10% w porównaniu z dzisiejszym poziomem i jednoczesnym zmniejszeniem temperatury powietrza o 2°C;
- wariant 7 – zmniejszenie sumarycznych rocznych opadów atmosferycznych o 10% oraz zwiększenie średniej rocznej temperatury powietrza o 2°C;
- wariant 8 – zmniejszenie sumarycznych rocznych opadów atmosferycznych o 10% oraz zmniejszenie średniej rocznej temperatury powietrza o 2°C.

Eksperyment ilościowy modelowania bilansu wodnego (miasto Brzoza) prowadzono oddzielnie dla każdego z 8 wariantów. Jego rezultaty przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Zmiany odpływu rzeki Jasiolda – profil pomiarowy miasto Brzoza w % odpływu naturalnego dla różnych scenariuszy zmian klimatu

Table 2

The runoff changes in river Jasiolda – the measurement profile Brzoza city in % of natural runoff for different climate change scenarios

Scenariusz zmiany klimatu	Miesiące												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Wariant 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
Wariant 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
Wariant 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
Wariant 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
Wariant 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
Wariant 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
Wariant 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
Wariant 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

Analizując dane zawarte w tabeli 2 wolno wnioskować, że zmiana klimatu może przyczynić się do transformacji odpływu rzecznego, przy czym zmiany sumarycznych rocznych opadów atmosferycznych wpływają na ten odpływ w większym stopniu niż zmiany średniej rocznej temperatury powietrza. W całości dla roku charakterystyczne zmiany odpływu wody w granicach 10-20% porównywalne są z dzisiejszym poziomem, w warunkach jednoczesnego zwiększenia temperatury powietrza i zmniejszenia opadów o 30% oraz zwiększenia opadów i zmniejszenia temperatury powietrza o 40%. W ciągu roku maksymalna transformacja odpływu rzecznego odbywa się w miesiącach półrocza ciepłego.

Dla oceny łącznego wpływu przyrodniczych i antropogenicznych czynników na reżim odpływu rzecznego wykonano modelowanie według najgorszych scenariuszy klimatycznych. Założono, że zaszedł spadek miąższości gleb torfowo-bagiennych na podłożu piaszczystym na 30% powierzchni zlewni dla wariantu 3 (zwiększenie rocznej sumy opadów atmosferycznych o 10% z niezmienną temperaturą powietrza) i wariantu 6 (zwiększenie sumarycznych rocznych opadów atmosferycznych o 10% w porównaniu z dzisiejszym poziomem i jednoczesnym zmniejszeniem temperatury powietrza o 2°C). Dla wariantu 7 (zmniejszenie sumarycznych rocznych opadów atmosferycznych o 10% oraz zwiększenie średniej rocznej temperatury powietrza o 2°C) ma miejsce różnokierunkowy wpływ wszystkich czynników. W konsekwencji nie zauważa się znacznych transformacji odpływu przy danym scenariuszu (Volchek, Kirvel, Parfomuk 2014).

Jeżeli gleby torfowo-bagienne na podłożu piaszczystym zajmują 30% powierzchni zlewni, to dla wariantu 3 zmiany odpływu w skali roku zwiększą się o 30%, dla wariantu 6 o 46%. Rezultaty eksperymentu ilościowego łącznego wpływu przyrodniczych i antropogenicznych czynników na reżim odpływu rzecznego w ciągu roku podano w tabeli 3. Dla wariantu 3 zmiana klimatu powoduje niewielkie zmniejszenie odpływu wody w maju, co można wyjaśnić zmniejszeniem odpływu przy spadku miąższości gleb torfowo-bagiennych.

Tabela 3

Zmiany odpływu rzeki Jasielda – profil pomiarowy miasto Brzoza w % odpływu naturalnego dla wariantów 3 i 6 zmiany klimatu przy spadku miąższości torfowo-bagiennych gleb na podłożu piaszczystym, na 30% powierzchni zlewni

Table 3

The runoff changes in river Jasielda – the measurement profile Brzoza city in % of natural runoff variations for 3 and 6 climate change at reducing the thickness peat-bog soils on sandy ground, 30% of the catchment

Scenariusz zmiany klimatu	Miesiące												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Wariant 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
Wariant 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

Wraz z osuszaniem torfowo-bagiennnej powierzchni rozpoczęło się wyjałowienie i degradacja całego Polesia, do którego odniesiono zlewnię rzeki Jasięda. Osuszanie gleb torfowo-bagiennych oraz innych kompleksów glebowych dla zwiększenia produkcji rolniczej rozwinęło się na dużą skalę, a niektóre efekty ekonomiczne i wodnogospodarcze stały się w pewnym sensie skutkiem zaprzestania działań melioracyjnych. Analiza długoletniego wykorzystania gleb torfowo-bagiennych potrzebuje ponownej oceny poglądów na rolę i następstwo ich osuszania (Lichacewicz, Miejerowski, Białkowski 1997).

Podsumowanie

Do oceny transformacji reżimu wodnego małych rzek Polesia Białoruskiego zachodzącej pod wpływem czynników przyrodniczych i antropogenicznych wykorzystano metodę hydrologiczno-klimatycznych obliczeń, którą zrealizowano za pomocą programu komputerowego „Bilans”.

Przy ocenie zmian reżimu wodnego, wywołanego degradacją i spadkiem miąższości gleb torfowo-bagiennych na różnych podłożach w zależności od zajmowanej powierzchni, udokumentowano, że największej transformacji odpływu poddają się zlewnie, w których zajdzie spadek miąższości torfu na podłożu piaszczystym, zajmujących 30% całej powierzchni zlewni. Przy tym średnie roczne wartości odpływu rzecznoego zmieniają się nieznacznie, a istotne wahania odpływu rejestrowane są w poszczególnych miesiącach. Wyniki eksperymentu ilościowego przeprowadzonego drogą modelowania odpływu rzecznoego w warunkach zmiany klimatu dowodzą, że roczne wartości odpływu rzecznoego zmieniają się o 10-20%, a dla wariantów ekstremalnych o 30-40%. Przy wspólnym wpływie czynników przyrodniczych i antropogenicznych transformacja odpływu pogłębia się, a w poszczególnych miesiącach roku odpływ może zmieniać się więcej niż dwa razy.

Otrzymane wyniki świadczą o transformacji reżimu wodnego małych rzek Polesia Białoruskiego, co wskazuje na potrzebę opracowania kompensacyjnych przedsięwzięć dla podtrzymania ekosystemów rzecznych w zrównoważonym rozwoju ekologicznym.

Literatura

Klimat Białorusi, 1996, Minsk

Loginow W.F., Saczok G.I., Mikuckij W.I., 2003, *Izmienienije klimatu Białorusi i ich posledstwija*, Minsk

Lichacewicz A.P., Miejerowski A.S., Białkowski W.I., 1997, *Sostojanie i perspektywy siel-skochadziajstwiennogo ispolzowanija torfiannych poczw*, *Prirodnyje resourcy*, 2, s. 31-40

Mieziencew W.S., Karnacewicz I.W., 1969, *Uwlażnionnosc Zapadno-Sybirskaj Rowniny*, Leningrad

Mieziencew W.S., Bielonenko G.W., Karnacewicz I.W., Loskutov W.W., 1980, *Gidrologičeskije rozczoty w melioratiwnych celach*, cz. 1, Omsk

Resursy powierzchniowych wód SSSR. Białorusja i Wierchnije Podnieprowie, 1966, t. 5, cz. 2:
Osnownyje gidrologiczeskije charakteristiki, Leningrad
Volchek A.A., Parfomuk S.I., 2009, *Pakiet prikladnych program dla oprodzielenija rozczot-
nych charakteristik rijcznogo stoka*, Wiestnik Poles. gos. un-ta, 1, s. 22-30
Volchek A.A., Kirvel I.I., Parfomuk S.I., 2014, *Wlijanie izmienenija klimata na wodnyj rażim
małych riek Belarusi*, Ufa, s. 106-111

Summary

Based on the methodology of hydrological and climatic calculations we developed a program that enables modeling the water balance of small rivers of the Belarusian Polesie. The program includes the extensive information about the elements of the water balance of respondents rivers and may take into account the main peculiarities of separate basin. Studied water regime of small rivers of the Belarusian Polesie. It is shown that the greatest transformation of the outflow of river basins are subject, which can occur degradation of peat soils on sandy ground, about 30% of the total catchment area. It has been shown very big impact of climate change on the water regime of small rivers.