

- организация предприятиями ВКХ приборного учета сточных вод, образующихся в процессе эксплуатации объектов систем питьевого водоснабжения и отводимых в системы водоотведения (канализации) либо в окружающую среду;
- приведение в соответствие законодательства по проектированию и строительству систем водоснабжения, включая сооружения водоподготовки, с природоохранным законодательством в части отведения сточных вод в окружающую среду;
- приведение в соответствие санитарных норм и правил с природоохранным законодательством в части отведения сточных вод в окружающую среду и в системы канализации.
- внедрение наилучших доступных технических методов при эксплуатации объектов питьевого водоснабжения.

Список использованных источников

- 1 Постановление Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 29 декабря 2004 г. № 39 «Об утверждении инструкции по оценке и расчету норматива технологических расходов воды в системе коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь».
- 2 СНБ 4.01.01-03 Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования. Утверждены приказом Министерство архитектуры и строительства от 30 декабря 2003 г. № 259.
- 3 ТКП 45-4.01-199-2010 Скважинные водозаборы. Правила проектирования. Утвержден приказом Министерство архитектуры и строительства от 7 июня 2010 г. № 204.
- 4 ТКП 17.04-21-2010 Правила проектирования, сооружения (строительства), ликвидации и консервации буровых скважин различного назначения (за исключением нефтяных и газовых). Утвержден постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 24 декабря 2010 г. № 13-Т.
- 5 ТКП 45-4.01-201-2010 Сооружения водоподготовки обезжелезивание подземных вод. Утвержден приказом Министерство архитектуры и строительства от 07 июня 2010 г. № 204.
- 6 ТКП 45-4.01-31-2009 Сооружения водоподготовки. Строительные нормы проектирования. Утвержден приказом Министерство архитектуры и строительства от 6 июля 2009 г. № 216.

УДК 504.05/.06:711.4

О.Г. Савич-Шемет, канд. геогр. наук, н. с.; Ю.П. Анцух, м. н. с.;
Е.В. Гапанович, канд. техн. наук; н. с., Н.М. Томина, н. с.
Институт природопользования НАНБ, г. Минск

МНОГОЛЕТНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК ОРШАНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Введение. Оршанский артезианский бассейн является западной частью Московского мегабассейна подземных вод и приурочен к центру и северо-востоку Беларуси. В нем выделены две гидродинамические зоны – активного и замедленного водообмена: первая объединяет пресные воды четвертичных, меловых и девонских отложений; вторая, расположенная на глубине более 800 м, не имеет активной связи с поверхностью [1].

Анализ физико-географических, геолого-гидрогеологических и водохозяйственных аспектов территории Оршанского артезианского бассейна позволил в качестве объекта исследований многолетних и современных изменений речного стока определить бассейны стока рр. Днепр, Сож с притоками.

Природно-климатические и гидролого-гидрогеологические условия Оршанского артезианского бассейна. Атмосферные осадки являются одним из главных факторов формирования речного стока. Основными исходными материалами в работе послужили данные Республиканского гидрометеорологического центра Минприроды Республики Беларусь: многолетние наблюдения за величиной атмосферных осадков (среднемесячные, максимально

наблюденные), температурой атмосферного воздуха, относительной влажностью, высотой снежного покрова, дефицитом насыщения, температурой почвы проводятся на метеорологических станциях – гг. Орша, Бобруйск, Могилев и др. (таблица 1).

Таблица 1 – Хронология ведения метеорологических наблюдений на территории исследований

Артезианский бассейн	Ежемесячные данные		Срочные данные	Суточные данные
	Осадки	Средняя месячная температура		
Оршанский	с 1891–1905 г. с перерывом 1933(41)–1945 гг. по 2014	с 1905 г. с перерывом 1933(41)–1945 гг. по 2014	1961–2014	1955–2014

Территория Оршанского бассейна отличается достаточным увлажнением. Годовое количество осадков колеблется от 650–700 мм в юго-западной части бассейна до 720–790 мм на северо-востоке. В течение года осадки распределяются неравномерно. Большая часть их, 70–75% годовой суммы, выпадает в теплый период года с апреля по октябрь, тогда и происходит пополнение запасов подземных вод.

Температура воздуха оказывает влияние на формирование летне-осеннего минимального стока рек через скорость испарения, а зимнего – через интенсивность льдообразования. Средняя годовая температура на рассматриваемой территории изменяется от 3,5° на северо-востоке до 6–6,7° на юго-западе и юге. Самый холодный месяц – январь; его средняя температура –6,7°С. Самые низкие абсолютные минимумы приходятся на январь и февраль и достигают в бассейне р. Западной Двины –41°С, а на всей остальной территории –35, –39°С. Самый теплый месяц – июль, средняя температура которого 17,8°С.

Гидрологические условия. Гидрографическая сеть Оршанского артезианского бассейна представлена рр. Днепр, Березина, Сож, Зап. Двина и другими малыми реками.

Река Днепр берет начало на Валдайской возвышенности. Длина реки 2201 км, в т. ч. на территории Беларуси 700 км. Густота эрозионной сети 0,39 км/км². На всем белорусском отрезке река является судоходной. Ширина долины от 0,5–1,5 до 5–10 км, при слиянии с Сожем – до 35–50 км. Максимальная глубина вреза (70–80 м) установлена в районе Орши [3].

В долине Днепра выделяются пойма и две надпойменные террасы. На отдельных участках обособляется еще более высокий уровень, который рассматривается как перигляциальная терраса [1]. Пойма развита практически повсеместно. Ее высота снижается вниз по течению от 5–6 до 2–3 м, различаются два пойменных уровня. Пойма в большинстве случаев аккумулятивная, нередко заболоченная. В 9 км выше Орши выходы девонских пород образуют в русле реки Кобеляцкие пороги.

Река Березина – единственный из крупных водотоков (длина 613 км), который от истоков до устья протекает по территории Беларуси. Истоки реки располагаются в заболоченном понижении юго-западнее Докшиц. Густота эрозионной сети 0,35 км/км². Ширина долины от 200–300 м в верховье до 5–10 км и более в среднем и нижнем течении, врез от 10–15 до 20–25 м. Выделяются пойма и две надпойменные террасы.

Река Сож берет начало в пределах Смоленско-Московской возвышенности вблизи г. Смоленска. На территории Беларуси располагается долина среднего и нижнего Сожа. Длина реки 648 км (в Беларуси 493 км). Густота эрозионной сети 0,38 км/км². Ширина долины изменяется от 1,5–3 до 15–18 км. Ниже Гомеля совместная долина с Днепром достигает 35–50 км. Врез варьирует от 30–40 до 50–55 м. Выделяются пойма и две надпойменные террасы. Пойма чаще всего аккумулятивная.

Гидрогеологические условия. На территории Оршанского артезианского бассейна в толще осадочных пород выделяется несколько десятков водоносных горизонтов и комплексов, отличающихся стратиграфическими объемами, литологическим содержанием, пространственной структурой, водонасыщенностью и др.

Первый от поверхности безнапорный горизонт грунтовых вод распространен в разновозрастных покровных отложениях. Это главным образом, флювиогляциальные отложения позерского, сожского и днепровского оледенения, верхнечетвертичные и современные аллювиальные, озерно-аллювиальные и озерно-болотные образования. Мощность горизонта грунтовых вод изменяется от 0 до 30 м составляет в среднем 5–15 м [1, 2].

Кроме грунтовых вод, важнейшими водоносными комплексами четвертичных отложений, содержащими напорные воды являются межморенные сожско-поозерский, днепровско-сожский и березинско-днепровский (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика водоносных комплексов четвертичных отложений

Характеристики комплекса	Сожско-поозерский	Днепровско-сожский	Березинско-днепровский
Глубина залегания кровли, м	2–90	2–40 в долинах рек до 100 м и более на водоразделах	1–170
Мощность водовмещающих отложений, м	3–50 (среднее 10–20)	2–74 (среднее 15–30)	от 2–10 до 100–170 м и более в древних погребенных долинах
Пьезометрические уровни, м	1–55 м (в долинах рек иногда до 1,5 м выше поверхности земли)	1–6 м в долинах рек и до 30–53 м на водоразделах	1–78 м (в долинах рек иногда до 2,5 м выше поверхности земли)
Величина напора над кровлей, м	80	1–90	1–134
Коэффициенты фильтрации, м/сут	3–10	0,2–50 (средняя 5–15)	0,2–26
Удельные дебиты скважин, л/с	0,02–3,5	0,01–9,5	0,01–4,3

Оршанский артезианский бассейн представляет собой район распространения девонских отложений представленных преимущественно известняками и песчаниками. Девонские отложения выходят на дневную поверхность только в долинах рек, где четвертичные отложения размыты – такие выходы девонских известняков известны на р. Днепр у г. Орши некоторых ее притоках.

Многолетние и современные изменения количественных характеристик речного стока больших и средних рек территории исследований. Для определения многолетних и современных изменений количественных характеристик речного стока больших и средних рек территории исследований анализу были подвергнуты количественные характеристики стока рек по данным наблюдений гидрологических постов: р. Днепр – Речица, Могилев, Орша, Жлобин; р. Сож – Гомель, Славгород, Кричев; р. Проня – Летяги. Период наблюдений на гидрологических постах приведен в таблице 3, продолжительность периода наблюдений составляет 75–126 лет.

Многолетние колебания среднегодового стока рр. Днепр, Сож за период 1945–2015 гг. представлены на рисунках 1, 2.

Статистически значимых трендов в рядах наблюдений за среднегодовым стоком рр. Днепр, Сож, Проня не выявлено. Минимальный, максимальный и среднемноголетний сток рек за период инструментальных наблюдений представлен в таблице 4.

Таблица 3 – Ведение гидрологических наблюдений на территории исследований

Бассейн	Пост	Период	Годы
р. Днепр	Речица	1895–2015	117
р. Днепр	Могилев	1931–2015	81
р. Днепр	Орша	1882–2015	126
р. Днепр	Жлобин	1936–2015	75

Окончание табл. 3

Бассейн	Пост	Период	Годы
р. Сож	Гомель	1900–2015	111
р. Сож	Славгород	1897–2015	113
р. Сож	Кричев	1976–2016	39
р. Проня	Летяги	1932–2015	65

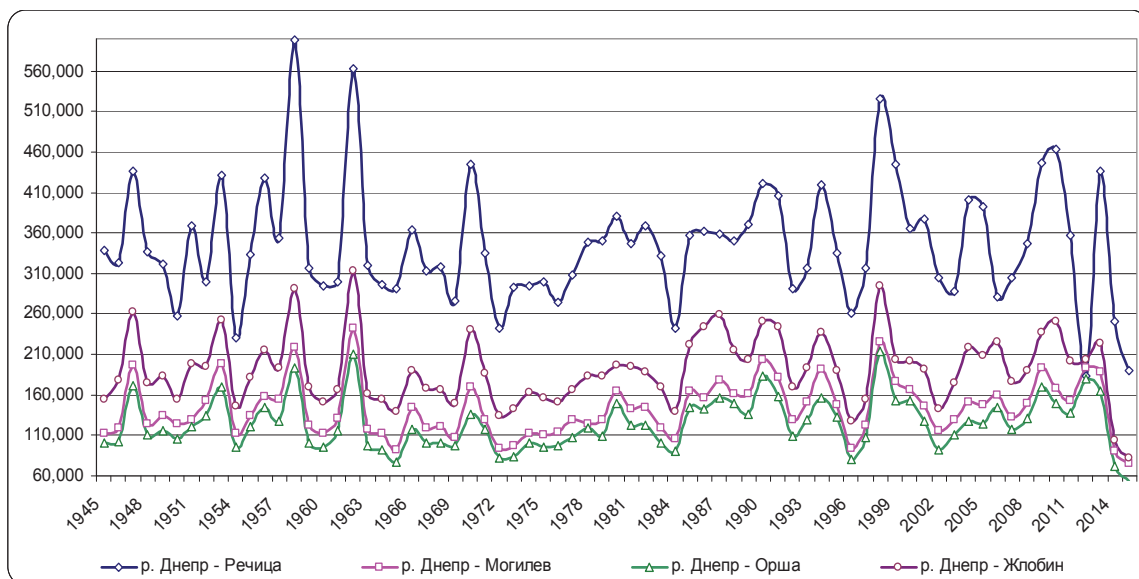


Рисунок 1 – Многолетние колебания среднегодового стока р. Днепр

В многолетнем разрезе произошло изменение внутригодового распределения стока, уменьшились наибольшие расходы воды и объем стока весеннего половодья. На современном этапе проявилось перераспределение стока внутри года, особенно для зимних и весенних месяцев.

На территории исследований заметно увеличились средние месячные расходы воды в январе-марте и в таблице 5 представлены результаты вычисления доли дисперсии, выбираемой линейными трендами в рядах наблюдений за стоком рек Оршанского артезианского бассейна, которая составляет в среднем 19,7% (10,5–32,9%) (рисунок 3). Достаточно низкими значениями мощности линейных трендов характеризуется весенний сток постов Кричев на р. Сож и Летяги на р. Проня, что скорее всего обусловлено короткими для таких исследований периодами наблюдений.

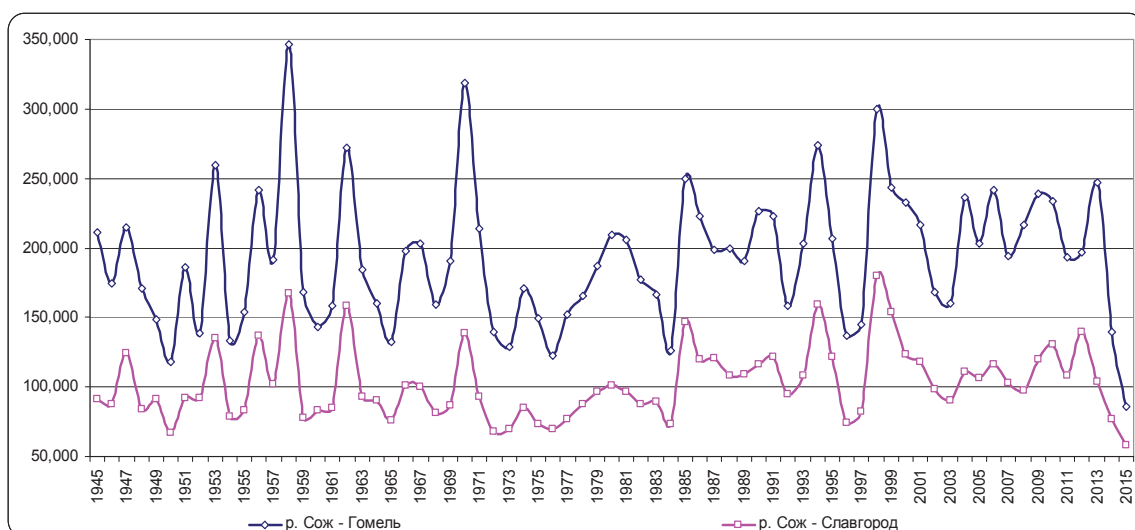


Рисунок 2 – Многолетние колебания среднегодового стока р. Сож

Таблица 4 – Минимальный, максимальный и среднемноголетний сток рек территории исследований за период инструментальных наблюдений, м³/с

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
р. Днепр – Речица													
1*	217,06	214,81	338,80	1046,56	824,52	308,60	230,04	214,38	203,68	222,10	258,27	230,24	358,19
2	85,00	89,00	107,00	320,00	206,00	114,00	104,00	58,00	60,00	107,00	64,00	77,00	175,92
3	451,00	571,00	979,00	2860,00	2400,00	872,00	629,00	897,00	611,00	591,00	680,00	669,00	597,83
р. Днепр – Могилев													
1	75,90	73,55	148,62	518,47	297,55	103,82	81,61	74,08	77,70	86,94	101,06	90,31	144,19
2	23,50	26,40	28,60	169,00	83,00	45,50	36,00	28,80	27,20	30,80	34,30	31,60	74,90
3	220,00	254,00	500,00	1240,00	1080,00	351,00	371,00	301,00	424,00	298,00	379,00	269,00	242,98
р. Днепр – Орша													
1	52,32	51,11	111,35	488,86	284,27	85,32	73,44	64,92	63,24	75,32	89,40	69,68	125,59
2	16,60	15,50	23,10	131,00	39,50	29,40	22,40	18,60	16,90	19,40	16,30	14,50	53,20
3	189,00	215,00	451,00	1070,00	1270,00	318,00	311,00	265,00	366,00	291,00	372,00	231,00	228,98
р. Днепр – Жлобин													
1	114,16	113,13	186,51	589,78	433,10	152,88	115,02	105,29	104,21	115,31	132,59	124,12	190,35
2	43,40	40,90	51,70	177,00	104,00	55,00	42,20	40,10	40,90	45,80	55,10	54,20	82,10
3	248,00	270,00	597,00	1580,00	1090,00	563,00	504,00	539,00	402,00	358,00	424,00	345,00	313,35
р. Сож – Гомель													
1	114,46	108,79	214,34	812,97	335,93	140,17	109,38	99,23	98,92	110,40	135,66	125,02	200,42
2	38,10	41,00	45,90	158,00	64,80	44,30	44,10	36,00	31,90	40,60	41,00	16,50	85,50
3	286,00	337,00	901,00	2510,00	1370,00	575,00	416,00	284,00	610,00	567,00	657,00	331,00	407,41
р. Сож – Славгород													
1	57,04	57,26	144,24	456,95	124,61	66,62	61,06	52,78	55,92	61,53	76,00	68,70	106,60
2	21,30	16,90	25,30	101,00	40,40	26,70	22,10	15,50	17,70	21,60	20,90	21,90	57,56
3	187,00	290,00	538,00	1270,00	694,00	313,00	294,00	179,00	461,00	242,00	371,00	164,00	223,31
р. Сож – Кричев													
1	47,00	49,15	103,71	213,57	68,53	45,56	39,70	33,88	39,18	46,76	53,21	47,12	64,92
2	17,20	18,70	18,90	58,60	31,40	11,80	16,00	14,40	17,30	21,10	22,80	24,00	32,70
3	85,30	187,00	242,00	512,00	142,00	119,00	95,60	117,00	116,00	205,00	152,00	93,00	110,00
р. Проня – Летяги													
1	17,25	19,01	47,41	84,73	23,30	17,24	16,53	13,98	15,01	17,16	20,64	18,09	25,85
2	8,17	8,09	8,74	17,80	12,40	7,97	7,84	7,29	7,18	8,87	10,20	8,07	16,10
3	31,60	81,40	159,00	286,00	60,10	60,00	131,00	36,00	66,60	50,60	71,30	35,40	45,48

* – 1 – среднемноголетнее, 2 – минимальное, 3 – максимальное значение

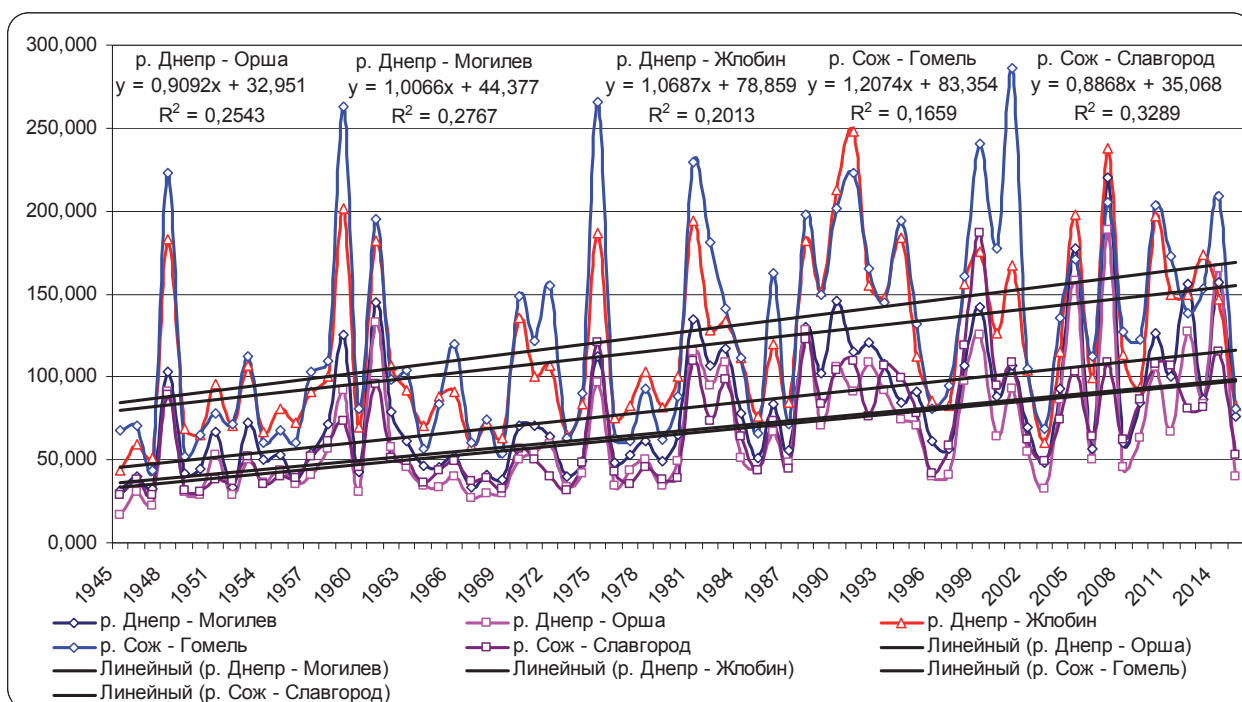


Рисунок 3 – Средние месячные расходы воды января месяца рр. Днепр, Сож

Таблица 5 – Доля дисперсии (мощность), выбираемая линейными трендами в рядах наблюдений за стоком рек территории исследований, %

Месяц	р. Днепр				р. Сож			р. Проня
	Речица	Могилев	Орша	Жлобин	Гомель	Славгород	Кричев	Летяги
январь	14,1	27,7	25,4	20,1	16,6	32,9	13,4	29,6
февраль	26,1	29,6	26,9	31,0	29,3	23,2	10,5	15,2
март	18,4	14,9	15,2	19,0	14,2	13,8	3,2	1,5

Как видно из таблицы 5 максимальными мощностями трендов характеризуется зимний сток, т.е. можно говорить о значительном увеличении доли зимнего стока в годовом распределении в бассейнах рек Днепр и Сож. Увеличение доли зимнего стока рек связано с повышением температуры воздуха, с увеличением частоты оттепелей, прохождением зимних паводков, смещением на более ранние сроки дат начала весеннего половодья и дат прохождения наибольшего расхода воды.

Осенний сток рек территории исследований в период современного потепления климата также претерпел изменение в сторону увеличения на величину 10,3–40,2% (таблица 6).

Таблица 6 – Изменение среднемесячных расходов рек территории исследований в период современного потепления климата

Период	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
р. Днепр – Речица									
1945–1988	1028,614	787,068	290,045	218,886	209,909	202,636	215,568	242,886	225,545
1989–2015	736,593	615,667	345,852	251,963	219,244	218,122	249,444	288,630	288,037
р. Днепр – Могилев									
1945–1988	565,364	294,409	88,552	79,761	74,232	70,002	78,802	90,123	81,514
1989–2015	409,889	259,993	129,678	89,719	77,789	94,663	107,626	126,326	114,148
р. Днепр – Орша									
1945–1988	510,932	251,957	74,673	70,257	63,964	60,255	68,175	77,923	70,507
1989–2015	362,852	218,878	116,244	84,315	73,896	85,200	96,522	111,263	94,263
р. Днепр – Жлобин									
1945–1988	653,455	467,045	140,714	113,357	107,973	100,275	108,632	124,227	113,289
1989–2015	453,630	358,556	185,181	127,767	109,326	119,252	136,133	157,444	152,285
р. Сож – Гомель									
Период	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1945–1988	825,682	298,818	118,352	102,207	92,495	95,061	105,732	118,118	110,802
1989–2015	539,815	325,593	169,563	126,374	109,215	104,578	124,711	156,459	155,470
р. Сож – Славгород									
1945–1988	452,136	107,452	56,964	55,968	47,548	51,607	55,886	64,855	64,973
1989–2015	312,778	125,181	81,511	65,026	57,807	60,200	73,959	90,074	85,767
р. Сож – Кричев									
1945–1988	235,417	61,125	32,933	30,708	28,500	35,417	37,625	41,950	38,383
1989–2015	198,119	70,444	50,289	42,841	35,578	40,148	50,900	58,285	51,285
р. Проня – Летяги									
1945–1988	102,968	20,590	14,963	16,934	12,651	14,312	14,752	17,039	16,815
1989–2015	67,030	25,259	18,452	15,365	14,809	14,956	19,400	23,326	21,130

Как видно из таблицы 4 на всей территории исследований отмечено снижение стока за весеннее половодье и уменьшение его доли в годовом стоке. Сток весенних месяцев (апрель, май) на современном этапе значительно снизился, уменьшение составило: р. Днепр – Речица (апрель – 28,4, май – 21,8%), Могилев (апрель – 27,5, май – 11,7%), Орша (апрель – 29,0, май – 13,1%), Жлобин (апрель – 30,6, май – 23,2%); р. Сож – Гомель (апрель – 34,6%), Славгород (апрель – 30,8%), Кричев (апрель – 15,8%); р. Проня – Летяги (апрель – 30,9%), в среднем составляя 24,8%.

Выводы. Выявленное изменение среднемесячного стока повлияло на внутригодовое распределение стока по сезонам на всех реках Оршанского артезианского бассейна, особенно для зимних и весенних месяцев. Доля дисперсии, выбираемой линейными трендами в рядах наблюдений за стоком рек зимних месяцев составляет в среднем 19,7% (10,5–32,9%). Осенний сток рек территории исследований в период современного потепления климата

также претерпел изменение в сторону увеличения на 10,3–40,2%. Выявлено снижение стока за весеннее половодье и уменьшение его доли в годовом стоке.

Список использованных источников

1 Геология Беларуси / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев и др. – Мн.: Институт Геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

2 Кудельский, А.В. Подземные воды Беларуси (ресурсы, качество, использование) / А.В. Кудельский, В.И. Пашкевич [и др.] // Природные ресурсы. – Мн., 1999. – № 1. – С. 48–58.

3 Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озёр. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Том. 5, часть I. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 1107 с.

УДК 556.166.2

Т.А. Шелест, доц., к.г.н.

Брестский Государственный Университет им. А.С. Пушкина, г. Брест

ПАВОДОЧНЫЙ СТОК РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

На фоне глобального потепления климата, наблюдаемого в последние десятилетия, особый интерес представляют тенденции изменения климатических условий на региональном уровне. Потепление климата оказывает влияние на многие природные процессы, в том числе и на гидрологический режим рек. Изменения режима проявляются через изменение дат начала и окончания ледостава, толщины льда, стока рек в разные периоды года, поэтому важно выявить эти изменения и оценить, насколько они обусловлены именно климатическими изменениями.

Реки Белорусского Полесья, как и всей Беларуси, по особенностям гидрологического режима относятся к восточноевропейскому типу со стоком во все сезоны года, но преобладанием весеннего стока. Значительная доля стока приходится на дождевые паводки, которые в отдельные годы формируют максимальные расходы воды. Паводки бывают почти ежегодно и наблюдаются в различное время года. На дождевые паводки приходится в среднем 15–20% годового стока рек, в отдельные годы – до 40% и более.

Целью настоящего исследования является анализ колебаний дождевого паводочного стока рек Белорусского Полесья в условиях изменяющегося климата. Исходными материалами для исследования послужили данные наблюдений Республиканского гидрометеорологического центра Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за максимальными расходами воды дождевых паводков рек Белорусского Полесья за период от начала инструментальных наблюдений до 2015 г. и метеорологические данные за период 1966–2015 гг.

В пределах Белорусского Полесья сформировались специфические условия формирования стока. Формирование дождевых паводков на реках происходит в результате выпадения дождей, когда количество осадков превышает потери дождевых вод на впитывание в почву, поверхностное задержание и испарение при стекании воды по склонам. Сами же потери зависят от физико-географических характеристик водосбора, а также от предшествующей гидрометеорологической обстановки на водосборе.

Дождевые паводки на реках формируются под влиянием большого числа различных факторов, как природных, так и антропогенных. Все факторы паводочного стока действуют совместно, поэтому оценить вклад того или иного фактора достаточно сложно. Среди природных факторов главная роль принадлежит метеорологическим, которые определяют количество выпадающих осадков, их интенсивность, продолжительность, распределение по площади водосбора.

Среди антропогенных факторов, оказавших наибольшее влияние на сток рек Белорусского Полесья, в первую очередь следует выделить широкомасштабную осушительную