

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕСЕННЕГО СТОКА ВОДЫ РЕК БЕЛАРУСИ

А.А. Волчек¹, С.И. Парфомук¹, О.Н. Натарева²

¹ УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

² ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», г. Минск

Введение

В Беларуси основной источник водных ресурсов – речной сток. Речной сток – это результат взаимодействия многих климатических факторов (температура и влажность воздуха, атмосферные осадки, солнечная радиация и др.) и физико-географических условий речного бассейна (ландшафт, почвы, геологическое строение, растительный покров и др.).

Однако происходящие в последнее время колебания климата, наиболее ощутимо проявляющиеся в повышении температуры воздуха и изменении режима атмосферных осадков, внесли определенные изменения в речной сток. Помимо этого, на количественные и качественные характеристики стока оказала воздействие хозяйственная деятельность, осуществляемая в руслах рек и на водосборах (вырубка лесов, создание водохранилищ, забор воды на хозяйственные нужды, ливневой сток с промышленных площадок и др.).

В связи с этим необходима оценка произошедших изменений речного стока в складывающихся современных условиях, в частности его трансформации в весенний период.

Методика исследования

В качестве исходных данных использованы ряды месячных расходов воды 49 речных створов Беларуси за период инструментальных наблюдений на гидрологической сети до 2005 г. С целью более детального исследования ряды разделены на четыре периода: первый – охватывает отрезок времени с момента начала проведения наблюдений до 1960 г. (результаты исследований на этом этапе представлены в литературе [Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966]); второй – 1961–1965 гг.; третий – 1966–1985 гг. – период массовых мелиораций на территории Беларуси; четвертый – 1986–2005 гг. – период, отражающий происходящие изменения климата.

В процессе исследований для каждого периода построены линейные тренды, при помощи которых дана оценка происходящих изменений модулей стока за весенний период, м³/с:

$$\kappa(t) = \alpha \cdot t + \kappa(t_0)$$

где: $\kappa(t)$ – значение модуля речного стока в момент времени (t);

α – коэффициент регрессии модуля стока;

$\kappa(t_0)$ – значение модуля стока в начальный момент времени.

Для последующего анализа найдено отношение значений полученных коэффициентов регрессии к среднему значению речного стока за полный период наблюдений. Для сопоставимости результаты расчета представлены в процентах.

В таблице 1 [Волчек, 2006; Парфомук, 2006] приведены условные промежутки, на которые были разделены полученные коэффициенты регрессии речного стока.

Таблица 1

Характеристика изменения коэффициентов регрессии стока

Значение тренда, %	Характеристика изменения
Ниже -30	Значительное уменьшение
От -30 до -10	Умеренное уменьшение
От -10 до 10	Неизменное состояние
От 10 до 30	Умеренное увеличение
Свыше 30	Значительное увеличение

Анализ результатов

Ранее нами было выполнено исследование внутригодового распределения стока при наличии данных гидрометрических наблюдений рассмотренных ниже створов (табл. 2) за период наблюдений с 1961 по 2005 год [Коляда, 2008]. Анализ проведен для шести гидрологических районов, по результатам которого установлена следующая трансформация стока: 1) на реках Западно-Двинского района зафиксировано уменьшение стока в летне-осенний и увеличение в весенний и зимний сезоны; 2) на реках остальных гидрологических районов наблюдается увеличение речного стока в летне-осенний и уменьшение в весенний периоды.

В данной работе приведен анализ трансформации весеннего стока для каждого из гидрологических районов (рис. 1). В связи с этим для выявления тенденции изменения речного стока в весенний сезон на карту Республики Беларусь нанесены полученные значения коэффициентов регрессии стока (полученные по данным таблицы 2) для четырех периодов рассматриваемых наблюдений.

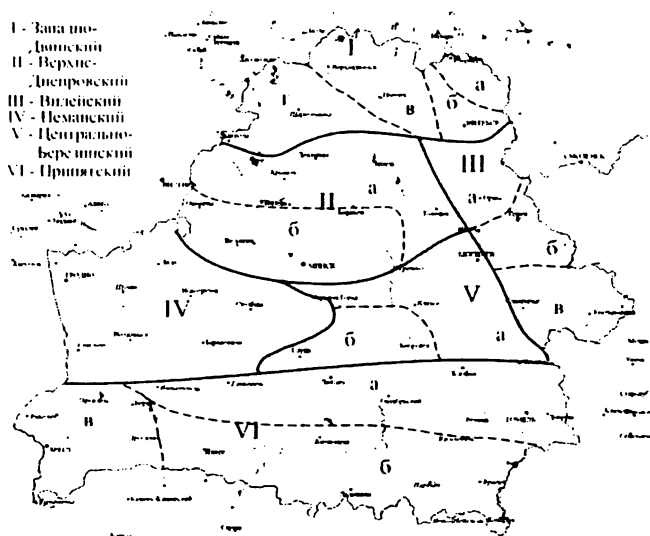


Рис. 1. Карта гидрологических районов Беларуси

Характеристика водосборов рек Беларуси

Река - пост	Площадь водосбора (А), км ²	Коэффициент вариации (Cv)	Периоды фактических наблюдений							
			до 1960 г.		1961–1965 гг.		1966–1985 гг.		1986–2005 гг.	
			Q _{ср.} , м ³ /с	М, м ³ /с с км ²	Q _{ср.} , м ³ /с	М, м ³ /с с км ²	Q _{ср.} , м ³ /с	М, м ³ /с с км ²	Q _{ср.} , м ³ /с	М, м ³ /с с км ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I – Западно-Двинский район										
Полота – с. Янково 1-е	618	0,295	33,39	54,03	26,16	42,33	23,51	38,04	28,98	46,89
Дисна – пгт. Шарковщина	4540	0,293	194,66	42,88	164,59	36,25	176,89	38,96	169,04	37,23
Берёзовка – с. Саутки	554	0,338	27,15	49,01	22,65	40,88	22,73	41,03	21,38	38,59
II – Верхне-Днепровский район										
Остер – с. Ходунь	3250	0,294	147,01	45,23	129,92	39,98	126,16	38,82	127,58	39,26
Проня – с. Летяги	4570	0,256	180,48	39,49	166,71	36,48	152,23	33,31	148,26	32,44
Беседь – с. Светиловичи	5010	0,362	12,76	2,55	12,02	2,40	11,05	2,21	9,94	1,98
Жадунька – г. Костоковичи	334	0,294	206,75	619,01	162,34	486,05	160,97	481,95	154,82	463,53
III – Вилейский район										
Улла – с. Промыслы	3330	0,294	123,60	37,12	118,80	35,68	107,50	32,28	111,24	33,41
Эсса – с. Гадивля	530	0,199	21,85	41,23	19,24	36,30	17,91	33,79	17,75	33,49
Вилия – с. Стешицы	1230	0,199	44,95	36,54	42,18	34,29	34,98	28,44	37,16	30,21
Вилия – г. Вилейка	4190	0,269	168,51	40,22	152,36	36,36	105,79	25,25	82,69	19,74
Вилия – с. Михалишки	10300	0,198	396,08	38,45	343,28	33,33	286,98	27,86	251,83	24,45
Нарочь – с. Нарочь	106	0,197	58,10	548,11	49,71	468,96	51,11	482,17	47,68	449,81
Березина – г. Борисов	5690	0,185	250,51	44,03	182,44	32,06	179,27	31,51	174,76	30,71
Ислочь – с. Боровиковщина	624	0,177	26,52	42,50	22,17	35,53	21,41	34,31	18,60	29,81
Гавья – с. Лубинята	920	0,122	36,85	40,05	30,71	33,38	28,59	31,08	26,88	29,22
Гайна – с. Гайна	1480	0,155	56,79	38,37	44,55	30,10	42,59	28,78	42,06	28,42
Ошмянка – с. Вел. Яцны	15,7	0,880	0,67	42,68	0,59	37,58	0,43	32,28	0,71	45,22
IV – Неманский район										
Неман – г. Столбцы	3070	0,688	146,32	47,66	108,55	35,36	323,96	27,39	323,38	105,34
Неман – с. Белица	16700	0,224	896,63	53,69	550,16	32,94	542,20	105,52	452,62	27,10
Неман – пгт. Мосты	25600	0,168	876,41	34,23	771,82	30,15	757,85	32,47	645,16	25,20
Неман – г. Гродно	33600	0,175	1038,65	30,91	948,38	28,23	947,01	29,60	817,30	24,32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дитва – с. Поречаны	810	0,239	33,94	41,90	25,75	31,79	23,47	28,18	20,20	24,94
Свислочь – с. Сухая Долина	1720	0,197	27,04	15,72	42,30	24,59	39,95	28,98	36,92	21,47
V – Центрально-Березинский район										
Ухлясть – пос. Радьков	258	0,225	10,52	40,78	7,44	28,84	6,65	23,23	6,02	23,33
Свислочь – с. Теребуты	4050	0,196	178,35	44,04	123,62	30,52	126,62	25,78	120,20	29,68
Грава – с. Аминовичи	39,3	0,293	1,51	38,42	1,42	36,12	0,82	31,26	1,01	25,70
Сушанка – с. Суша	153	0,288	5,34	34,90	5,46	35,69	5,25	20,87	5,57	36,41
Случь – с. Ленин	4620	0,347	165,08	35,73	117,72	25,48	119,81	34,31	79,03	17,11
Птичь – снт. Кринка	2010	0,236	69,12	34,39	55,90	27,81	52,84	25,93	40,88	20,34
Птичь – с. Лучицы	8770	0,299	372,79	42,51	239,50	27,31	262,51	26,29	196,91	22,45
Оресса – с. Андреевка	3580	0,283	111,18	31,06	82,65	23,09	84,09	29,93	68,91	19,25
VI – Припятский район										
Уза – с. Прибор	299	0,332	22,51	33,10	14,44	48,29	17,28	23,49	14,29	21,01
Ясельда – г. Берёза	680	0,358	46,15	50,38	24,84	36,53	26,89	25,41	15,00	16,38
Ясельда – с. Сенин	916	0,398	106,64	20,87	92,31	100,78	131,10	29,36	79,27	15,51
Словечна – с. Кузьмичи	5110	0,391	29,23	31,98	20,75	4,06	24,53	25,66	19,40	21,23
Копаявка – с. Черск	914	0,571	4,90	11,14	4,79	5,24	8,86	26,84	5,80	13,18
Рыга – с. Мал. Радваничи	440	0,496	25,03	20,35	16,48	37,45	24,70	20,14	14,30	11,63
Лесная – с. Замосты	1230	0,351	42,71	23,21	44,88	36,49	46,58	20,08	34,26	18,62
Большие реки, пересекающие несколько районов										
Зап. Двина – г. Витебск	27300	0,286	1584,62	58,04	1338,72	49,04	1391,16	50,96	1562,20	57,22
Зап. Двина – г. Полоцк	41700	0,264	2568,37	61,59	1857,06	44,53	1847,42	44,30	2009,40	48,19
Днепр – г. Орша	18000	0,278	979,00	54,39	823,52	45,75	745,48	41,42	814,94	45,27
Днепр – г. Могилёв	20800	0,254	1174,76	56,48	928,16	44,62	883,87	42,49	934,72	44,94
Днепр – г. Жлобин	30300	0,275	1616,72	53,36	1139,04	37,59	1080,52	35,66	1176,46	38,83
Днепр – г. Речица	58200	0,198	2669,03	45,86	2027,80	34,84	1846,10	31,72	1897,30	32,60
Березина – г. Бобруйск	20200	0,194	720,25	35,66	633,84	31,38	600,08	29,71	535,98	26,53
Сож – г. Славгород	17700	0,290	839,96	47,46	658,02	37,18	604,44	34,15	691,30	39,06
Сож – г. Гомель	38900	0,256	1507,71	38,76	1239,56	31,87	1216,23	31,27	1197,42	30,78
Припять – пгт. Туров	71400	0,297	1787,99	25,04	1281,92	17,95	1641,24	22,99	1315,92	18,43
Припять – г. Мозырь	101000	0,293	2360,86	23,37	1843,10	18,25	2465,45	24,41	2099,85	20,79

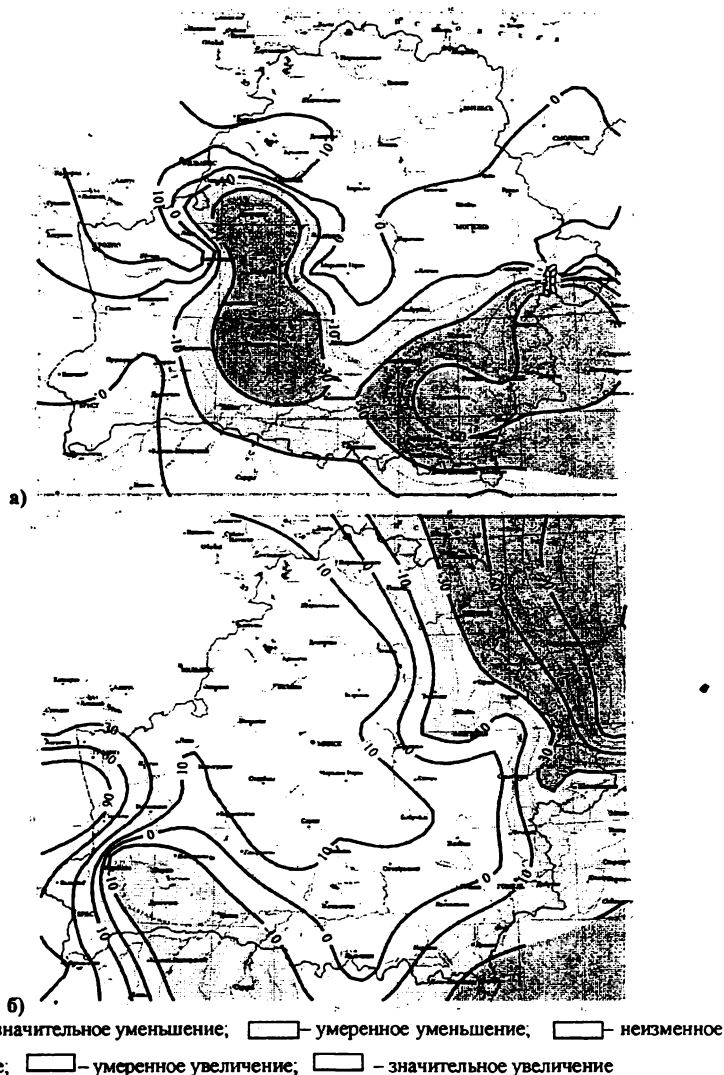


Рис. 2. Изменение коэффициентов регрессии весеннего стока рек Беларуси:
а) период наблюдений – до 1960 г.; б) период наблюдений – 1961–1965 гг.

На рисунке 2а представлено изменение коэффициентов регрессии весеннего стока рек Беларуси с момента начала наблюдений на гидрологической сети до 1960 г. В этот период на территории республики зафиксировано как уменьшение, так и увеличение коэффициентов регрессии весеннего речного стока. Значительное уменьшение стока наблюдается на водо-

сборах рек Припятского района подрайона VIa (-22% – -35%). На водосборах рек Верхне-Днепровского района значения коэффициентов регрессии стока находятся в пределах от -10 до 10% . На р. Вилия наблюдается значительное увеличение стока (42%).

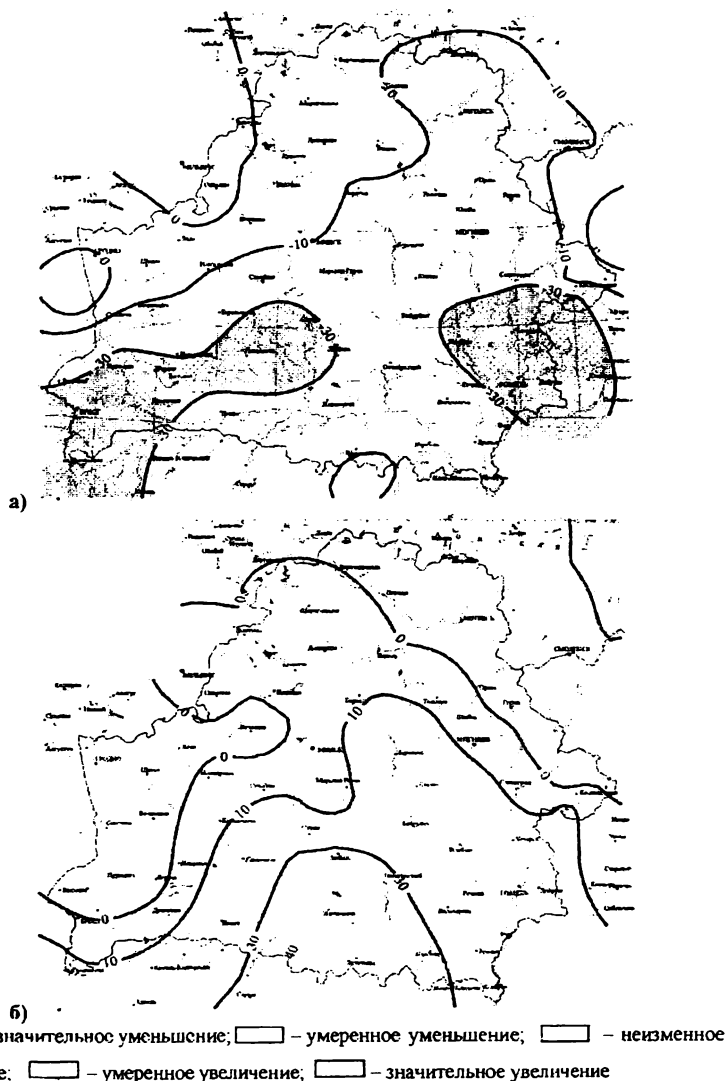


Рис. 3. Изменение коэффициентов регрессии весеннего стока рек Беларуси: а) период наблюдений – 1966–1985 гг.; б) период наблюдений – 1986–2005 гг.

Период, предшествующий началу проведения работ по освоению и окультуриванию сельскохозяйственных земель (1961–1965 гг.), характеризуется постепенным уменьшением речного стока с запада территории республики на восток (рис. 26). На водосборах рек, пересекающих несколько гидрологических районов (кроме водосбора р. Припять), зафиксировано значительное уменьшение сезонного стока (значения коэффициентов регрессии речного стока колеблются от –30 % до –100 %). Постепенное увеличение стока наблюдается на реках Вилейского района (пример: р. Вилия – г. Вилейка – 33 %). Районов со значительным увеличением стока не отмечено. В целом, в период с 1961 по 1965 год вследствие антропогенного вмешательства в природную среду произошло уменьшение стока.

На рис. 3а показано изменение коэффициентов регрессии стока рек с 1966 по 1985 год. Исходя из полученных результатов, территорию республики можно условно разделить на две зоны: первая характеризуется «неизменным состоянием» речного стока; вторая – уменьшением стока. Значительное уменьшение стока зафиксировано на реках Припятского района (значения достигают –47 %). Данные изменения вызваны, в большей степени, антропогенными воздействиями, а именно эксплуатацией водохранилища Селец (р. Ясельда).

Период 1986–2005 гг. (рис. 3б) характеризуется увеличением значений коэффициентов регрессии стока с севера территории республики на юг. Наименьшие значения коэффициентов стока наблюдаются на территории Витебской, Гродненской и частично Минской, Могилевской областей (не превышают ± 10 %). На территории Полесья наблюдается умеренное увеличение значений коэффициентов регрессии стока. Значительное увеличение стока зафиксировано на реках Словечна и Оресса (55 и 32 % соответственно). По-нашему мнению, причиной вызванных изменений стали происходящие в последнее время колебания климатических составляющих.

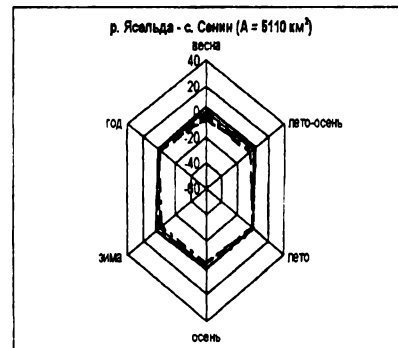
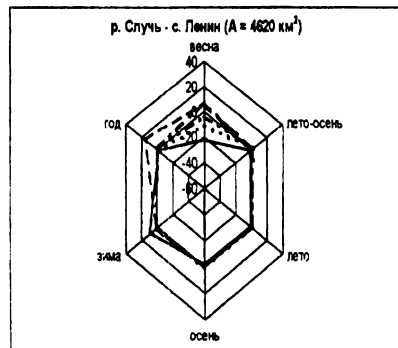
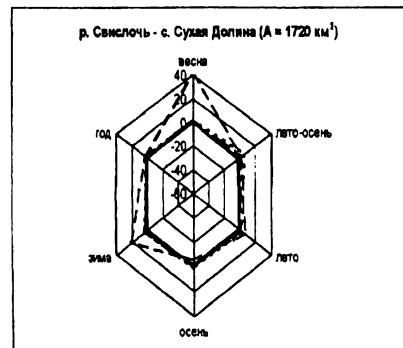
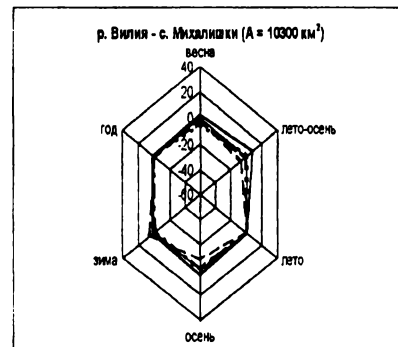
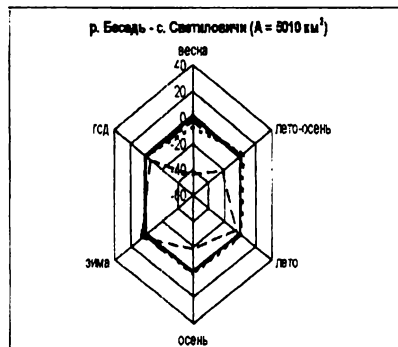
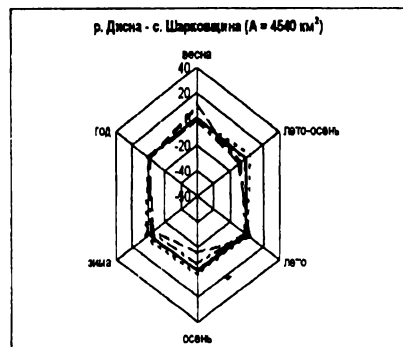
Проанализировав трансформацию стока, обратим внимание на величины изменения значений не только весеннего, но и летне-осеннего, летнего, осеннего и зимнего стока.

Для построения диаграмм скоростей изменения значений сезонного стока по указанным периодам выбраны следующие реки гидрологических районов: I – Западно-Двинский – р. Дисна – пгт. Шарковщина; II – Верхне-Днепровский – р. Беседь – с. Светиловичи; III – Вилейский – р. Вилия – с. Михалишки; IV – Неманский – р. Свислочь – с. Сухая Долина; V – Центрально-Березинский – р. Случь – с. Ленини; VI – Припятский – р. Ясельда – с. Сенип (рис. 1).

Проанализировав построенные диаграммы величин изменения сезонного стока (рис. 4), представленные реки условно разделили на две группы: I – реки Вилия и Ясельда. Им присуще одинаковое распределение скоростей речного стока в течение года (колебание значений в пределах от –5,0 до 5,0 л/с с км²); II – реки Дисна, Беседь, Случь и Свислочь. Стоковый режим реки Дисна характеризуется увеличением значений воды весной в период инструментальных наблюдений с 1961 по 1965 год и их уменьшением в летне-осеннюю межень (летний сток не изменился). На реке Беседь во время начала проведения массовых мелиораций величины изменения речного стока составили: весной – около –4,5 л/с с км², летне-осенний – около –20 л/с с км², летний и годовой – около –5,0 л/с с км², осенний – около 0. Для реки Случь получены следующие значения весеннего стока: 1955–1960 гг. – –20,0 л/с с км², 1961–1965 гг. – 7,0 л/с с км², 1966–1985 гг. – –10,0 л/с с км², 1986–2005 гг. – 10,0 л/с с км², 1955–2005 гг. – около 0. Для реки Свислочь значения весеннего стока следующие: 1948–1960 гг. – около 0; 1961–1965 гг. – 40,0 л/с с км²; 1966–1985 и 1986–2005 гг. – около 2,0 л/с с км².

Заключение

Исследования показали, что в период инструментальных наблюдений с 1877 по 1960 год наблюдалось как уменьшение, так и увеличение значений модульных коэффициентов стока в весенний период; отмечены области значительного уменьшения значений модульных коэффициентов сезонного (весеннего) стока. По мере увеличения объема мелиоративных работ сток изменялся как в большую, так и в меньшую сторону. Последующие периоды исследований характеризуются, в основном, умеренным уменьшением значений модульных коэффициентов речного стока в весеннее время года, не выходящих за пределы естественных колебаний.



————— до 1960 гг.; — — — — 1961–1965 гг.; — . . . — 1966–1985 гг.; — — — — 1985–2005 гг.; до 2005 г.

Рис. 4. Величины изменения сезонного стока рек Беларуси (т, лет), в л/с с км^2

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: В 5 т. Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 5: Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – 1966. – С. 92–141 с.
2. Волчек А.А. Изменение внутригодового распределения стока воды рек Беларуси / А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Вестн. БрГТУ. – 2006. – №2 (38): Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 16–20.
3. Колда О.Н. Трансформация внутригодового распределения стока рек Беларуси на современном этапе // Природне асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: В 2 т. – Брест: Альтернатива, 2008. – Т. 1. – С. 29–33.