

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зап. Двина с Ловатью	33,6	6,8	5,5	4,3	63,3	13,9	11,3	8,6
Неман/*	34,6	6,6	5,9	5,2	35,0	6,7	6,0	5,3
Вилия	10,9	2,3	2,0	1,8	11,0	2,3	2,0	1,8
Зап. Буг*	10,7	1,4	1,1	0,8	10,7	1,4	1,1	0,8
Днепр	66,4	11,3	9,4	7,6	104,6	18,9	15,7	12,8
в т. ч.								
Березина	24,5	4,5	3,9	3,3	24,5	4,5	3,9	3,3
Сож	21,7	3,0	2,5	2,0	42,1	6,4	5,2	4,3
Припять	51,7	5,6	4,4	3,1	109,6	13,0	10,1	7,0
В целом по Беларуси	207,6	34,0	28,3	22,8	334,2	56,2	46,2	36,3
С учетом асинхронности			30,0	25,5			49,0	40,7
В том числе по областям**								
Брестская	32,3	4,0	3,2	2,4		9,7		
Витебская	40,1	8,0	6,6	5,2		19,3		
Гомельская	40,4	5,6	4,6	3,5		30,9		
Минская	40,8	6,7	5,6	4,6		7,4		
Могилевская	29,0	5,0	4,1	3,3		14,9		

* Общий сток приведен без учета транзитного стока Западный Буга

** Общий сток по административным областям учитывает транзитное поступление из соседних областей и из-за пределов страны

Водные ресурсы используемые в области состоят из ресурсов поверхностных и подземных вод, а также ресурсов почвенной влаги как переходного звена от прервых ко вторым.

3.1. Ресурсы поверхностных вод

На территории Брестской области имеется большое количество рек и озер, которые служат хорошими источниками воды и широко используется для хозяйственно-питьевого, производственного, сельскохозяйственного, рыбохозяйственного и др. водообеспечения, в санитарно-гигиенических и рекреационных целях. Основной и наиболее ценной частью ресурсов поверхностных вод является постоянно возобновляемый речной сток. Виды и способы его использования во многом зависят от гидрологического режима, гидрографической сети, состоящей из естественных водотоков и искусственных каналов различного назначения. Ее характер, а также особенности формирования речного стока в значительной степени определяются географическим положением области на водоразделе Черного и Балтийского морей, который проходит извилистой линией с юго-запада на северо-восток области.

Основными источниками водных ресурсов области являются средние реки, возле которых концентрируются население и промышленность. Однако нельзя недооценивать и ресурсы малых рек. Сеть мелких водотоков представляет собой область формирования местного стока, а территориальная рассредоточенность малых рек делает их водные ресурсы доступными для повсеместного использования.

Одной из важнейших гидрологических характеристик, которая необходима для оценки водных ресурсов, проектирования водохозяйственных мероприятий, судоходства, рыболовства и т. д., является норма годового стока. Она определяет потенциальные водные ресурсы речного бассейна или района.

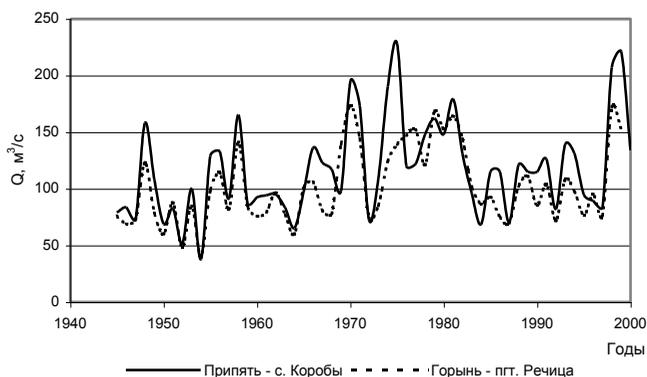
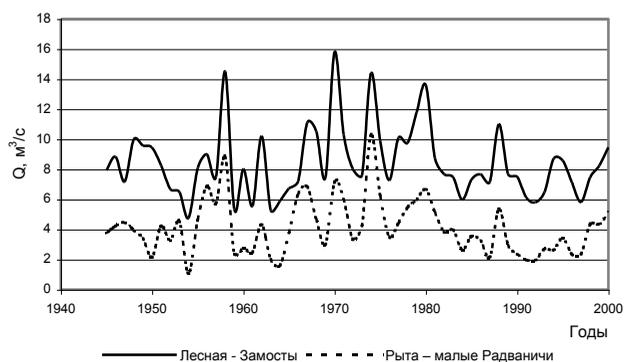
В таблице 3.3 приведены нормы годового стока рек Брестской области на которых ведутся гидрометрические наблюдения, а также по створам закрытым в настоящее время по тем или иным причинам и продленными нами (глава 2) до 2000 г.

Таблица 3.3. Основные гидрологические характеристики рек

Река – створ	Норма стока, м ³ /с	К-т вариации C _v	Соотношение C _v /C _s	Значения расходов (м ³ /с), обеспеченностью, %				
				5	25	50	75	95
1	4	5	6	7	8	9	10	11
Бобрин – с. Парохонск	6,13	0,37	2,0	13,7	9,57	7,27	4,75	3,38
Горынь – пос. Горынь	75,7	0,29	5,5	104	84,0	73,4	64,9	55,4
Горынь – пгт. Речица	102	0,34	3,0	240	120	97,5	80,3	60,0
Гривда – г. Ивацевичи	2,85	0,27	6,0	4,03	3,15	2,74	2,4	2,04
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,62	0,42	5,0	1,11	0,732	0,563	0,441	0,325
Жегулянка – с. Нехачево	0,986	0,42	3,5	1,76	1,19	0,905	0,696	0,481
Каменка – пос. Мухавец	0,308	0,49	3,0	0,714	0,399	0,258	0,160	0,074
кан. Винец – с. Рыгали	0,670	0,46	3,5	1,29	0,816	0,599	0,441	0,286
Копаяровка – с. Черск	1,26	0,59	2,5	2,64	1,61	1,11	0,748	0,400
Лесная – с. Замосты	8,50	0,29	5,5	11,8	9,46	8,22	7,24	6,15
Лесная – с. Тюхиничи	11,4	0,28	6,0	15,83	12,61	11,08	9,79	8,39
Малорыга – г. Малорита	1,89	0,5	2,5	3,48	2,34	1,74	1,27	0,79
Меречанка – с. Ставок	0,498	0,29	3,0	0,85	0,600	0,47	0,362	0,244
Меречанка – с. Красеево	0,544	0,33	3,0	0,897	0,647	0,514	0,409	0,293
Мухавец – г. Брест	25,3	0,56	6,0	48,0	29,9	22,3	17,2	12,4
Мухавец – г. Пружаны	0,367	0,34	4,0	0,653	0,438	0,336	0,261	0,185
Мышанка – с. Березки	3,94	0,35	3,0	6,21	4,63	3,76	3,06	2,27
Неслуха – с. Рудск	1,38	0,42	5,5	2,42	1,60	1,25	0,998	0,749
Припять – с. Коробы	118	0,37	3,5	185	137	113	93,1	70,9
Припять – пгт. Туров	268	0,35	3,5	419	311	256	211	161
Припять – г. Пинск	64,1	0,31	3,5	100	74,4	61,2	50,4	38,5
Пульва – г. Высокое	1,22	0,28	4,5	1,825	1,388	1,168	0,994	0,801
Рудавка – с. Рудня	0,673	0,38	4,5	1,198	0,797	0,614	0,482	0,348
Ружанка – г. Ружаны	2,47	1,15	4,0	7,30	3,03	1,64	0,877	0,353

1	4	5	6	7	8	9	10	11
Рыга – М. Радваничи	4,20	0,47	3,5	7,47	5,05	3,86	2,97	2,06
Цна – с. Дятловичи	4,40	0,43	2,5	7,72	5,38	4,12	3,11	2,03
Щара – с. Доманово	16,7	0,24	3,5	22,8	18,7	16,3	14,3	11,9
Щара – с. Залужье	4,04	0,29	6,0	5,70	4,47	3,89	3,42	2,91
Ясельда –г.Береза	4,72	0,33	2,5	7,37	5,57	4,54	3,68	2,68
Ясельда – с. Сенин	19,6	0,38	3,0	30,5	22,9	18,7	15,3	11,4

Под влиянием климатических и других физико–географических факторов годовой сток претерпевает непрерывные колебания во времени. На рисунке 3.1. представлены хронологические графики колебаний характерных расходов воды некоторых рек Брестской области.



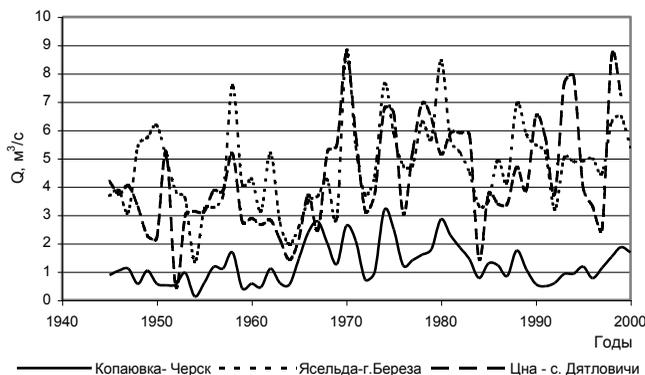


Рисунок 3.1. Графики колебаний характерных расходов воды рек Брестской области.

Как видно из графиков, колебания годового стока носят циклический характер, выражающийся в последовательной смене многоводных и маловодных лет. Для более наглядного представления цикличности колебаний стока используют разностные интегральные кривые годового стока (рисунок 3.2). Интегральные кривые стока построены в относительных величинах

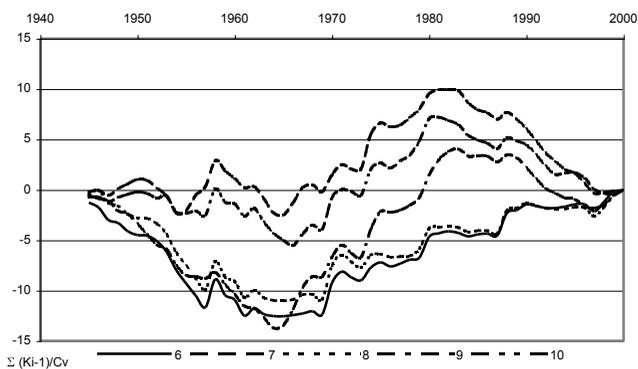
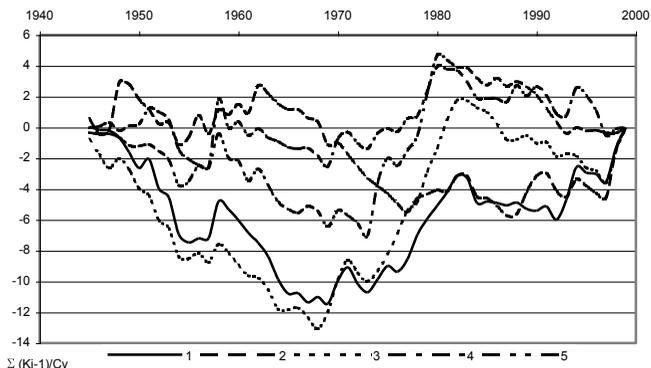
($K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$). Ординаты разностной интегральной кривой стока определялись

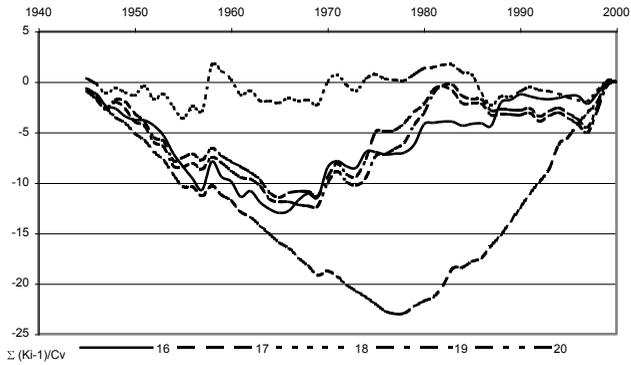
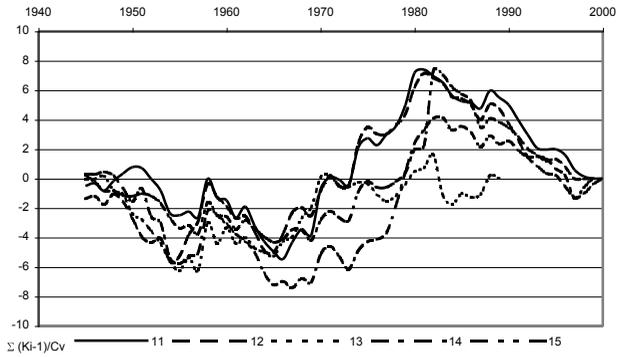
последовательным суммированием модульных коэффициентов хронологического ряда годового стока K_i от их среднего многолетнего значения $\bar{K} = 1$, т.е. установлена зависимость $\sum (K_i - 1) \int C_v = f(T)$.

Основным свойством разностной интегральной кривой заключается в том, что отклонение K_i за любой интервал времени T от среднего его значения за весь многолетний период наблюдений характеризуется тангенсом угла наклона линии соединяющей точки начала и конца интервала, к горизонтальной прямой.

Если при движении от ранних дат к более поздним участок интегральной кривой поднимается в вверх относительно горизонтальной линии и ($\bar{K}_M - 1) > 0$, то период соответствует многоводной фазе цикла колебаний стока. Если участок кривой наклонен вниз и ($\bar{K}_M - 1) < 0$, то период соответствует маловодной фазе. Если ординаты начала и конца участка интегральной кривой равны, то $\bar{K}_M = 1$ и, следовательно, этот интервал соответствует полному цик-

лу колебаний водности. Выделяя на интегральной кривой значительные циклы и последовательно объединяя их в один более продолжительный период, устанавливают расчетный репрезентативный период, по которому следует определить ту или иную гидрологическую характеристику.





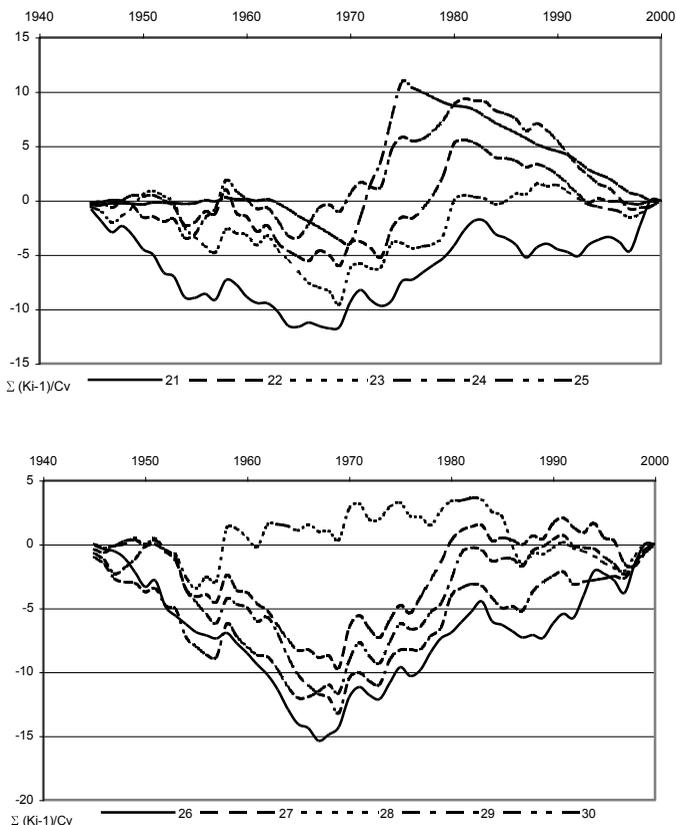


Рисунок 3.2. Нормированные разностные интегральные кривые годового расхода воды по рекам Брестской области: 1. Бобрик - с. Парухонск; 2. Горынь - пос. Горынь; 3. Горынь - пгт. Речица; 4. Гривда - гпт. Ивацевичи; 5. Жабинка - с. Малая Жабинка; 6. Жегулянка - Нехачево; 7. Каменка - пос. Мухавец; 8. кан. Винец - с. Рыгали; 9. Копаявка - с. Черск; 10. Лесная - Замостье; 11. Лесная - Тюхиничи; 12. Малорыта - г. Малорыта; 13. Меречанка - с. Ставок; 14. Меречанка - с. Красеево; 15. Мухавец - г. Брест; 16. Мухавец - г. Пружаны; 17. Мышанка - с. Березки; 18. Неслуха - с. Рудск; 19. Припять - с. Коробы; 20. Припять - пгт. Туров; 21. Припять - г. Пинск (мост Любанский); 22. Пульва - г. Высокое; 23. Рудавка - с. Рудня; 24. Ружанка - г. Ружаны; 25. Рыта - с. Малые Радваничи; 26. Цна - с. Дятловичи; 27. Щара - с. Доманово; 28. Щара - с. Залужье; 29. Ясельда-г.Береза; 30. Ясельда - с. Сеннин.

Многолетние колебания годового стока и других характеристик можно рассматривать как изменение случайных величин, поэтому для их моделирования можно применять методы математической статистики. Принципиальное обоснование применения статистических методов к расчетам стока заключается в известной центральной теореме теории вероятностей, суть которой заключается в том, что если случайная величина представляет собой сумму (или линейную функцию) большого числа независимых одна от другой величин, то независимо от законов распределения суммарной величины, при стремлении количества случайных величин к бесконечности, стремится к нормальному закону распределения (или близкому к нему).

Установив вероятностные колебания стока по наблюдениям за сравнительно короткий отрезок времени, экстраполируют пределы колебаний стока за пределы периода наблюдений. С использованием кривых трехпараметрического гамма-распределения в зависимости от коэффициента вариации (C_v) и соотношения (C_s/C_v) были определены, по рекам Брестской области имеющим гидрометрические наблюдения, годовые расходы воды различной обеспеченности (таблица 3.3). Расчеты выполнены для очень многоводного года (5 %), многоводного (25 %), маловодного (75 %) и очень маловодного (95 %) годов.

Помимо годовых величин стока, большой практический интерес представляет его внутригодовое распределение. В первую очередь распределения стока зависят от изменения в течение года атмосферных осадков и суммарного испарения. Климатические факторы имеют географическую зональность, что позволяет разработать типовые внутригодовые схемы распределения годового стока. Кроме климатических факторов, на распределение стока оказывают влияние другие физико-географические факторы, отражающие (характеризующие) естественную зарегулированность стока в бассейне. К этой группе факторов относятся: площадь и рельеф бассейна, гидрогеологические условия, озерность, залесенность, заболоченность. В общем случае с увеличением зарегулированности стока его распределение в течение года выравнивается: уменьшается величина многоводного периода и увеличивается маловодный период.

Расчет внутригодового распределения стока зависит от назначения и схемы его использования, а также от типа его распределения в году. Таким образом, расчет внутригодового распределения стока заключается в составлении или выборе из множества возможных для данного створа случаев одного или нескольких расчетных, удовлетворяющих требованиям проектирования. При этом необходимо исходить из анализа формирования внутригодового режима стока под воздействием определяющих его факторов.

В настоящее время в практике гидрологических расчетов применяется два способа расчета внутригодового распределения стока: метод компоновки и метод реального года. Метод компоновки является основным для расчета календарного внутригодового распределения стока.

Реки Брестской области относятся к рекам с весенним половодьем, для которых характерны следующие сезоны: весна, лето – осень, зима. На рисунке 3.3 приведен средний многолетний гидрограф за водохозяйственный год по р. Ясельда – г. Береза, на котором выделены нелимитирующий период (весна: март–май), лимитирующий период (лето – осень, зима: июнь – февраль) и лимитирующий сезон (лето – осень: июнь – ноябрь).

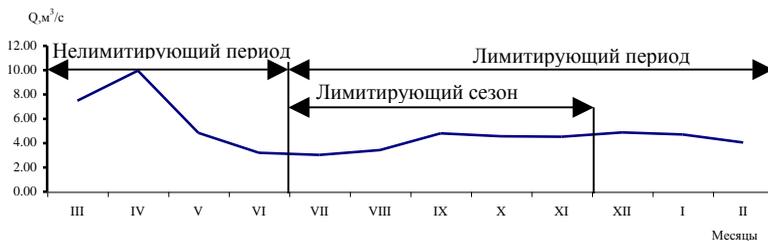


Рисунок 3.3. Средний многолетний гидрограф стока р. Ясельда – г. Береза.

Методом компоновки нами рассчитано внутригодовое распределение стока для рек области имеющих продолжительный период наблюдений, с использованием программного комплекса “Гидролог” [Определение..., 2000]. Расчеты выполнены для пяти характерных лет (5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности) и приведены в таблице 3.4

Таблица 3.4. Распределение месячного и сезонного стока рек Брестской области (числитель – в % от годового, знаменатель – в $\text{м}^3/\text{с}$)

Интервал осреднения	Водность года									
	очень многоводный		многоводный		средний		маловодный		очень маловодный	
	$\text{м}^3/\text{с}$	%								
р. Лесная – с. Замосты										
Весна	54,56	34,22	46,43	32,96	41,32	42,75	5,61	47,08	34,67	53,35
Март	31,52	19,77	14,96	12,42	12,22	12,64	12,10	14,89	16,42	25,35
Апрель	14,86	9,32	24,80	20,97	22,11	22,87	20,43	25,15	10,94	16,90
Май	8,18	5,13	6,94	5,87	7,00	7,24	5,71	7,04	7,31	11,28
Лето–осень	65,59	41,14	40,87	34,56	29,97	31,01	22,26	27,41	14,82	22,89
Июнь	6,30	3,95	5,69	4,81	6,69	6,92	3,10	3,81	2,97	4,58
Июль	8,69	5,45	4,34	3,67	4,66	4,82	2,36	2,91	2,16	3,33

Интервал осреднения	Водность года									
	очень много- водный		многоводный		средний		маловодный		очень маловод- ный	
	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%
Август	13,44	8,43	9,44	7,98	3,34	3,46	5,14	6,33	1,56	2,41
Сентябрь	6,75	4,23	5,00	4,23	3,89	4,03	2,72	3,35	1,79	2,76
Октябрь	12,69	7,96	6,59	5,57	4,98	5,16	3,59	4,42	2,39	3,69
Ноябрь	17,73	11,12	9,82	8,30	6,41	6,63	5,35	6,59	3,96	6,12
Зима	32,29	24,64	30,96	26,18	25,36	26,24	20,72	25,51	15,27	23,58
Декабрь	11,26	7,06	9,23	7,80	11,46	11,85	6,17	7,60	6,45	9,96
Январь	7,33	4,60	14,92	12,62	8,37	8,66	9,99	12,29	4,06	6,27
Февраль	20,70	12,98	6,81	5,76	5,53	5,72	4,56	5,61	4,76	7,35
р. Ясельда – г. Береза										
Весна	25,73	28,96	23,35	35,38	23,67	43,63	24,16	54,02	24,16	70,94
Март	7,88	8,86	12,87	19,49	6,74	12,43	13,31	29,76	8,13	23,87
Апрель	14,59	16,41	6,74	10,21	13,35	24,61	6,97	15,59	10,44	30,65
Май	3,27	3,68	3,75	5,68	3,58	6,59	3,88	8,67	5,59	16,42
Лето– осень	42,75	48,11	27,04	40,97	18,03	33,23	10,85	24,27	4,09	12,02
Июнь	3,63	4,08	3,06	4,64	3,35	6,18	1,23	2,75	1,14	3,34
Июль	5,51	6,20	2,49	3,77	2,23	4,11	1,00	2,24	0,61	1,80
Август	7,31	8,23	3,88	5,88	1,71	3,15	1,56	3,48	0,39	1,16
Сентябрь	12,43	13,99	9,05	13,71	2,42	4,45	3,63	8,12	0,37	1,08
Октябрь	8,51	9,57	5,40	8,17	3,35	6,17	2,17	4,84	0,59	1,73
Ноябрь	5,36	6,03	3,17	4,79	4,97	9,16	1,27	2,84	0,99	2,91
Зима	20,38	22,93	15,61	23,65	12,55	23,14	9,71	21,71	5,80	17,04
Декабрь	10,04	11,30	4,90	7,43	5,34	9,85	3,05	6,82	2,98	8,74
Январь	5,99	6,74	3,89	5,90	3,20	5,90	2,42	5,41	1,59	4,67
Февраль	4,35	4,89	6,81	10,32	4,01	7,39	4,24	9,48	1,23	3,62
р. Горынь–пгт. Речица										
Весна	628,71	34,7	596,8	39,68	575,53	43,56	549,39	47,69	508,28	53,93
Март	332,02	18,3	332,99	22,14	172,17	13,03	306,56	26,61	238,55	25,31
Апрель	195,82	10,8	168,37	11,20	296,94	22,47	155,01	13,46	158,81	16,85
Май	100,87	5,56	95,40	6,34	106,42	8,05	87,83	7,62	110,92	11,77
Лето– осень	753,99	41,6	577,66	34,81	474,72	35,93	383,73	33,31	276,43	29,33
Июнь	89,86	4,96	105,53	7,02	106,14	8,03	70,10	6,08	62,92	6,68
Июль	192,56	10,6	153,94	10,24	85,18	6,45	102,26	8,88	43,21	4,58
Август	146,36	8,07	73,83	4,91	65,51	4,96	49,04	4,26	35,25	3,74
Сентябрь	77,90	4,30	104,57	6,95	65,50	4,96	69,47	6,03	38,95	4,13
Октябрь	98,91	5,46	74,15	4,93	80,42	6,09	49,26	4,28	43,31	4,60
Ноябрь	148,39	8,19	65,64	4,36	71,97	5,45	43,60	3,79	52,79	5,60
Зима	430,20	23,7	329,51	21,91	270,99	20,51	218,88	19,00	157,77	16,74
Декабрь	134,11	7,40	98,83	6,57	118,79	8,99	65,65	5,70	61,69	6,51
Январь	198,56	10,9	159,86	10,63	85,35	6,46	106,19	9,22	44,05	4,67
Февраль	97,53	5,38	70,83	4,71	66,84	5,06	47,05	4,08	52,34	5,55

Интервал осреднения	Водность года									
	очень много- водный		многоводный		средний		маловодный		очень маловод- ный	
	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%
р. Рыта – д. Малые Радваничи										
Весна	20,81	23,22	24,14	39,36	22,72	48,10	20,33	55,43	86,35	63,68
Март	11,28	12,59	11,24	18,32	7,52	15,92	9,46	25,80	7,81	30,43
Апрель	5,83	6,51	7,82	12,75	10,60	22,43	6,59	17,96	4,91	19,12
Май	3,69	4,12	5,08	8,29	4,61	9,75	4,28	11,67	3,63	14,14
Лето– осень	40,53	45,23	27,17	35,40	14,51	30,71	9,85	26,85	5,83	22,701
Июнь	8,44	9,42	4,88	7,95	3,22	6,81	2,21	6,03	1,37	5,32
Июль	6,01	6,71	2,35	3,83	2,24	4,75	1,06	2,90	0,85	3,33
Август	3,80	4,25	3,62	5,90	1,44	3,05	1,64	4,47	0,71	2,77
Сентябрь	3,99	4,45	4,28	6,98	1,98	4,19	1,94	5,29	0,79	3,09
Октябрь	7,40	8,26	3,67	5,98	2,41	5,09	1,66	4,53	0,96	3,75
Ноябрь	10,88	12,14	2,92	4,77	3,22	6,82	1,33	3,62	1,14	4,44
Зима	28,27	31,55	15,48	25,24	10,01	21,19	6,50	17,72	3,50	13,62
Декабрь	9,28	10,35	4,57	7,45	3,33	7,05	1,92	5,23	1,55	6,04
Январь	5,98	6,67	7,59	12,37	4,11	8,70	3,19	8,68	1,10	4,28
Февраль	13,02	14,53	3,33	5,42	2,57	5,44	1,40	3,81	0,85	3,30
р. Копаювка – с. Черск										
Весна	8,36	25,75	8,43	41,03	7,36	49,61	6,07	56,91	4,30	65,54
Март	4,07	12,53	3,80	18,51	2,53	17,08	2,74	25,67	2,07	31,62
Апрель	2,61	8,04	2,90	14,10	3,41	22,99	2,08	19,55	1,41	21,48
Май	1,68	5,18	1,73	8,42	1,42	9,54	1,25	11,68	0,82	12,44
Лето– осень	13,97	43,05	6,99	34,02	4,30	28,96	2,63	24,66	1,29	19,59
Июнь	2,93	9,03	1,67	8,14	0,87	5,86	0,63	5,90	0,28	4,28
Июль	1,99	6,13	1,03	5,03	0,62	4,16	0,39	3,64	0,09	1,39
Август	1,30	3,99	0,74	3,62	0,42	2,82	0,28	2,62	0,15	2,22
Сентябрь	1,50	4,62	1,50	7,30	1,02	6,91	0,56	5,29	0,17	2,65
Октябрь	2,58	7,95	1,10	5,35	0,73	4,91	0,41	3,88	0,25	3,85
Ноябрь	3,68	11,34	0,94	4,59	0,64	4,31	0,35	3,33	0,34	5,20
Зима	10,13	31,20	5,13	24,95	3,18	21,43	1,96	18,43	0,98	14,87
Декабрь	3,38	10,42	1,55	7,53	1,50	10,09	0,59	5,56	0,46	6,97
Январь	2,23	6,87	2,30	11,19	0,98	6,58	0,88	8,27	0,31	4,80
Февраль	4,51	13,91	1,28	6,23	0,71	4,76	0,49	4,61	0,20	3,09
р. Цна – с. Дятловичи										
Весна	16,21	19,04	30,53	46,87	31,58	59,05	29,87	69,18	17,71	57,03
Март	6,76	7,94	8,95	13,74	10,15	18,97	8,75	20,28	7,38	23,75
Апрель	12,75	14,98	16,44	25,24	16,37	30,61	16,08	37,25	13,76	44,3
Май	3,46	4,06	5,14	7,90	5,06	9,47	5,03	11,65	3,95	12,73
Лето– осень	35,80	42,05	19,49	29,93	12,49	23,36	7,90	18,29	3,96	12,74
Июнь	7,87	9,24	5,84	8,96	3,71	6,94	2,36	5,48	1,19	3,84
Июль	4,85	5,70	3,71	5,70	1,79	3,36	1,50	3,48	0,62	2,00

Интервал осреднения	Водность года									
	очень много- водный		многоводный		средний		маловодный		очень маловод- ный	
	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%
Август	2,77	3,26	1,88	2,89	1,05	1,97	0,76	1,76	0,41	1,31
Сентябрь	4,05	4,76	1,83	2,81	1,13	2,11	0,74	1,72	0,38	1,21
Октябрь	6,74	7,91	2,49	3,82	1,73	3,24	1,01	2,33	0,52	1,66
Ноябрь	9,51	11,17	3,75	5,75	3,08	5,75	1,52	3,52	0,84	2,72
Зима	26,36	30,97	15,11	23,20	9,41	17,59	5,41	12,53	2,01	6,48
Декабрь	9,21	10,81	4,76	7,31	4,63	8,66	5,70	3,95	0,86	2,75
Январь	11,83	13,90	7,40	11,36	2,86	5,36	2,65	6,13	0,63	2,03
Февраль	5,33	6,26	2,95	4,53	1,91	3,58	1,06	2,45	0,53	1,69
р. Припять – пгт. Туров										
Весна	915,49	19,80	1556,8	40,89	1599,9	47,98	1568,2	53,77	1961,5	60,73
Март	425,73	9,21	522,99	13,74	211,71	6,35	526,83	18,06	666,12	27,68
Апрель	681,81	14,75	698,71	18,35	788,60	23,65	703,84	24,13	480,25	19,96
Май	233,68	5,05	135,07	8,80	599,66	17,98	337,53	11,57	315,13	13,09
Лето– осень	1865,4	40,35	1407,9	36,98	1154,1	34,61	945,82	32,43	707,53	29,40
Июнь	441,30	9,55	326,16	8,57	271,73	8,15	219,11	7,51	172,74	7,18
Июль	304,71	6,59	245,07	6,44	211,02	6,33	164,64	5,64	104,87	4,36
Август	228,56	4,94	195,33	5,13	163,47	4,90	131,22	4,50	83,78	3,48
Сентябрь	229,92	4,97	254,4	6,68	144,98	4,35	170,90	5,86	89,02	3,7
Октябрь	276,45	5,98	206,66	5,43	172,44	5,17	138,83	4,76	108,13	4,49
Ноябрь	384,50	8,32	180,29	4,74	190,49	5,71	121,12	4,15	148,99	6,19
Зима	1416,5	30,64	842,54	22,13	580,56	17,41	402,48	13,8	237,53	9,87
Декабрь	357,13	7,72	287,45	7,55	235,99	7,08	137,31	4,71	95,04	3,95
Январь	501,08	10,84	219,23	5,76	186,55	5,59	104,72	3,59	76,42	3,18
Февраль	558,33	12,08	335,86	8,82	158,03	4,74	160,44	5,50	66,07	2,75

В Брестской области насчитывается большое количество малых рек и искусственных водотоков, к сожалению, на этих водных источниках не ведутся гидрометрические наблюдения. Однако в связи с активным использованием этих рек в сельском хозяйстве, кроме того, они служат местом сброса неочищенных сточных вод (особенно рассредоточенного), возникает необходимость количественной оценки водных ресурсов этих рек, поэтому прибегают к различным косвенным методам.

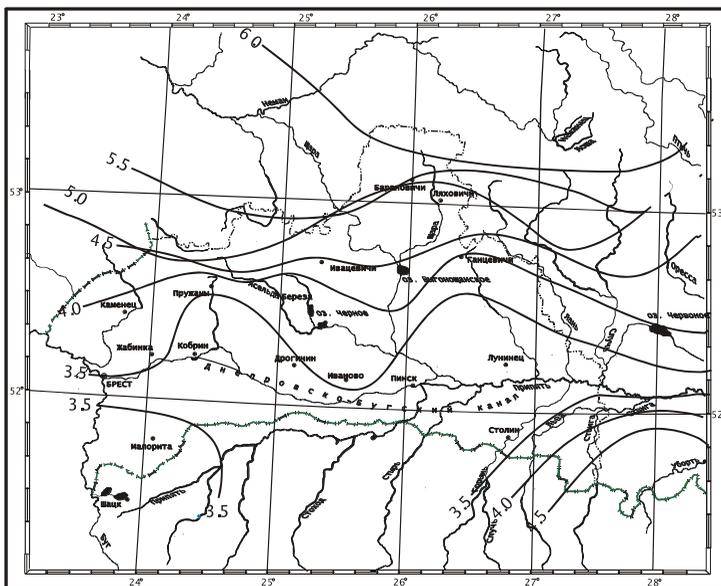


Рисунок 3.4. Карта среднегогодового стока рек Брестской области, л/(с·км²).

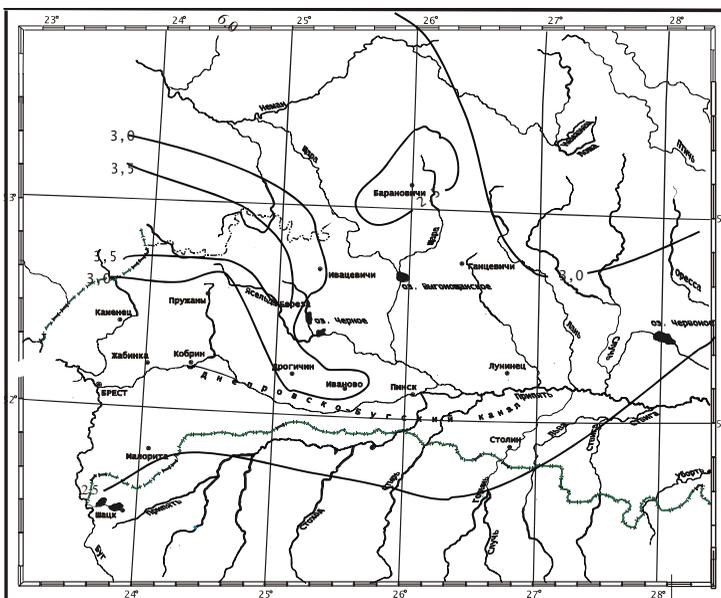


Рисунок 3.5. Карта среднегогодового поверхностного стока рек Брестской области, л/(с·км²).

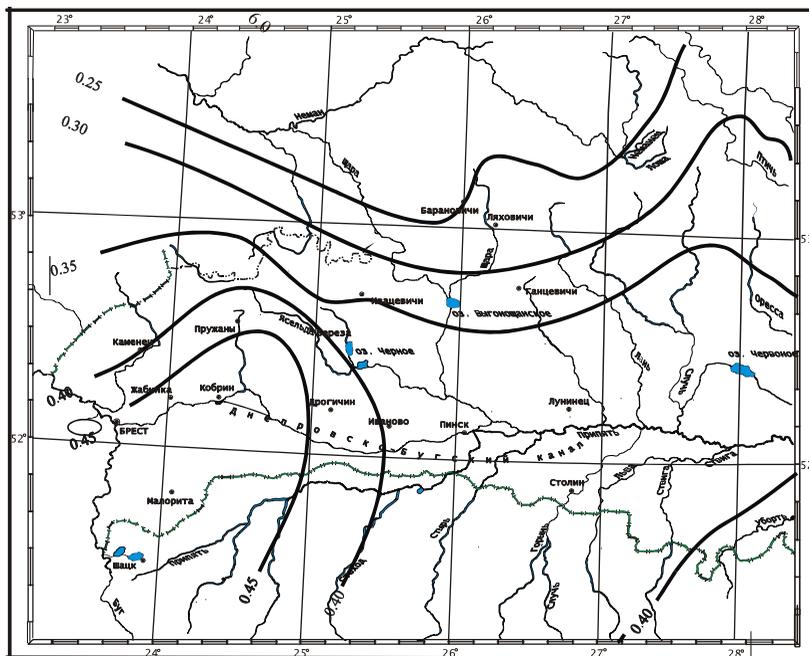


Рисунок 3.6. Карта коэффициента вариации среднемноголетнего годового стока рек Брестской области.

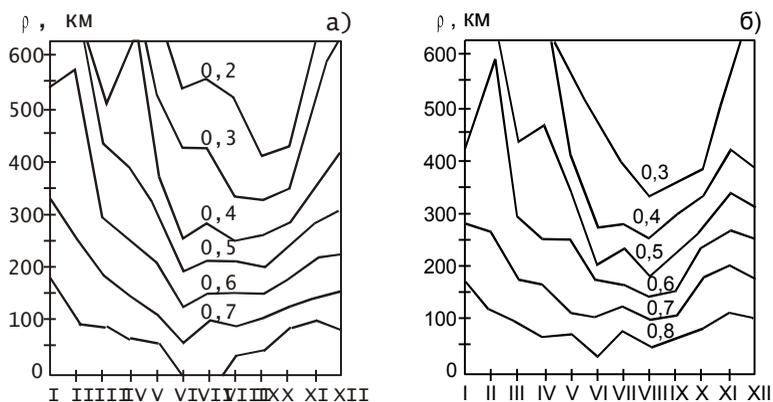
При оценке реальных водных ресурсов необходимо учитывать асинхронность в их формировании территории.

Особенность географического положения Брестской области (водораздел Балтийского и Черного морей), а также значительная пестрота подстилающей поверхности и определяют пространственную неоднородность водных ресурсов и различную степень синхронности колебаний стока рек отдельных районов. Общие закономерности временного хода стока рек области, согласованность их колебаний ослабевает не только по мере увеличения расстояния между бассейнами, но и в соответствии с неоднородностью подстилающей поверхности и движением влажных воздушных масс, формирующих атмосферные осадки и речной сток.

Общее представление о характере пространственных связей стока дает его пространственная корреляционная функция (ПКФ), характеризующая зависимость коэффициентов корреляции (R) от расстояния между центрами тяжести бассейнов выбранных рек (ρ). В настоящее время ПКФ годового и месячного стока средних рек Беларуси детально исследованы [Волчек, Плужни-

ков, 1991, Волчек, 2001]. Поля точек на построенных ПКФ сильно размыты как для месячных интервалов, так и для года в целом. Наибольшая связность поля наблюдается в зимние месяцы и достигает максимума в феврале, ПКФ для этого месяца пересекает ось абсцисс на участке 1800...1900 км. Наименьшая связность отмечена в летние месяцы и для августа она пересекает ось абсцисс на участке 500...600 км, для годовых ПКФ – 600..700 км. Такой разброс является следствием не только различием в водоразделах Балтийского и Черного морей, но и различий положения центров бассейнов по широте и долготе, определяющих разную направленность векторов расстояний между бассейнами к траекториям преобладающих влагопереносов и существенно влияющих на тесноту связи рек. Для рек Северного полушария различия в долготе обуславливают заметную асинхронность колебания стока, тогда как по широте этот эффект достигается меньшей разнице, что определяется различиями природы зонального и меридионального переноса в атмосфере и указывает на анизотропность полей годового стока в отношении их пространственной связности [Христофоров, 1986; Лобанов, 1995].

Несмотря на различие площадей водосборов сравниваемых рек, в связи с чем рассматриваемые ПКФ заведомо не однородны, уменьшение связи колебаний водности с увеличением расстояния между бассейнами происходит достаточно плавно. В соответствии с затуханием пространственной связи стока достаточное совпадение его изменений (синхронность) будет иметь место внутри ограниченных районов, размеры которых определяются степенью однородности условий формирования стока. На рисунке 3.7 представлен годовой цикл эмпирических ПКФ месячных значений стока рек Беларуси в зависимости от степени группировки данных, детальный анализ которых приведен в работе [Волчек, Плужников, 1991].



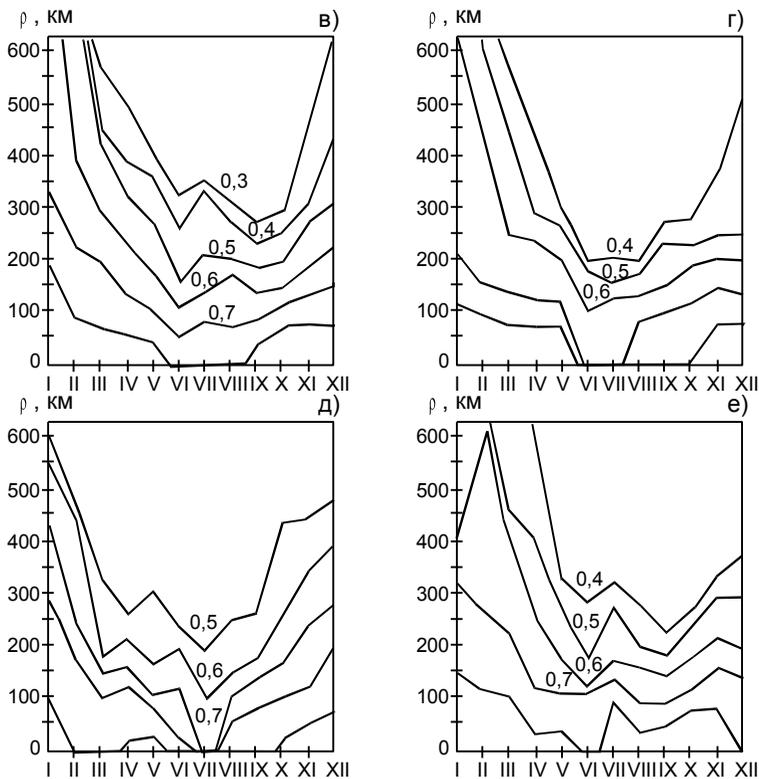


Рисунок 3.7. Годовой цикл пространственных корреляционных функций месячных величин стока: а – по Беларуси (в целом); б – поле ориентировано северо-восток – юго-запад; в – поле ориентировано запад – восток; г – поле ориентировано северо-запад – юго-восток; д – по Балтийскому склону (в целом); е – по Черноморскому склону (в целом).

Картина описания полей стока воды с помощью корреляционных функций хотя и наглядна, но все-таки недостаточна для количественной характеристики асинхронности. Требуется четкая и однозначная количественная оценка эффекта асинхронности, как для отдельных пар точек, так и для целых областей.

Эффект асинхронности неоднозначен, его количественная оценка достаточно сложна, тем более, когда она осуществляется во всем диапазоне кривой обеспеченности. Одним из наиболее простых и надежных методов определения эффекта асинхронности является метод, разработанный Н.В. сомовым

[Сомов, 1963]. Основное преимущество этого метода заключается в возможности однозначного определения количественных параметров эффекта асинхронности в любых зонах кривой обеспеченности в отдельности и для всей совокупности значений исследуемой величины.

В основу положено определение эффекта асинхронности по совмещенным кривым обеспеченности суммарных хронологического $K_{j\ xp}(P)$ и равнообеспеченного $K_{j\ po}(P)$ рядов значений величины стока воды. В качестве количественного показателя степени асинхронности стока воды используется отношение

$$K_{ac} = \frac{\sum_{j=1}^K K_{j\ xp}(P)}{\sum_{j=1}^K K_{j\ po}(P)}. \quad (3.1)$$

Данный прием оценки эффекта асинхронности хотя и прост, но обладает рядом недостатков: необходима равномерная и густая гидрометрическая сеть; расчет проводится для каждого конкретного случая и требует больших объемов исходных данных и вычислений. Поэтому нами разработана методика и выполнены специальные исследования по синхронности колебания речного стока.

Сток воды образует поле, которое может быть описано функцией пространственных координат и времени

$$M_{ij} = M(x_j; y_j; h_i; t_i). \quad (3.2)$$

Поле стока в определенный промежуток времени рассматривается как выборочные значения реализаций случайного поля. Если исходная точка $M_{00} = M(x_0; y_0; h_0; t_0)$, а любая текущая точка $M_{ij} = M(x_j; y_j; h_i; t_i)$, то коэффициент пространственной асинхронности стока воды для этих точек будет зависеть от 8 переменных и иметь вид

$$K_{ac}(P) = f(x_0; y_0; h_0; t_0; x_j; y_j; h_i; t_i). \quad (3.3)$$

Для стационарных полей введем переменную $P=t_i-t_0$ (расчетная обеспеченность стока воды) и, считая начало координат в полюсе, введем новые координаты $X_j=x_j-x_0$, $Y_j=y_j-y_0$ и $H_j=h_j-h_0$. Разность отметок точек H , для которых определяются значения стока воды, вследствие ее малой величины для равнинных территорий, пренебрегаем. Кроме того, введем полярные координаты

$\rho_j = \sqrt{X_j^2 + Y_j^2}$; $\alpha_j = \arctg\left(\frac{Y_j}{X_j}\right)$, получим функцию коэффициентов

асинхронности стационарного поля

$$K_{ac}(P) = f(x_0; y_0; \rho_j; \alpha_j; P). \quad (3.4)$$

Для однородных стационарных полей функция пространственной асинхронности (ФПА), как и корреляционная функция, не зависит от координат полюса и не меняется при параллельных его перемещениях, т. е.

$$K_{ac}(P) = f(\rho_j; \alpha_j; P). \quad (3.5)$$

Для однородных и изотропных полей ФПА зависит только от двух переменных

$$K_{ac}(P) = f(\rho_j; P). \quad (3.6)$$

При этом коэффициент асинхронности принимает одни и те же значения для любых пар точек с одинаковыми расстояниями, так как такие пары точек всегда могут быть совмещены друг с другом с помощью параллельного переноса, вращения и зеркального отображения.

Как видно из формулы (3.6) коэффициенты асинхронности зависят только от расстояния и обеспеченности стока воды. Зависимости типа (3.6) устанавливаются для больших территорий. Коэффициент пространственной асинхронности стока воды для любого бассейна или территории с учетом их конфигурации может быть определен так

$$K_{ac}(P) = \frac{1}{A} \int_{x_1}^{x_2} \int_{y_1}^{y_2} f(\rho_j; P) dx dy, \quad (3.7)$$

где ρ_j – расстояние между гидрометрическими створами.

При определении асинхронности проведены расчеты как для всей территории Беларуси в целом, так и для отдельных ее частей по зависимости (3.2). Величина асинхронности стока в зависимости от обеспеченности, колеблется в широком диапазоне. Для стока прослеживается достаточно тесная связь коэффициентов асинхронности от обеспеченности. Поэтому в поле координат (K_{ac}, P) выполнена их аппроксимация с помощью однофакторных зависимостей $K_{ac} = f(P)$. С достаточной для практики точностью зависимость коэффициентов асинхронности от обеспеченности в диапазоне $5\% \leq P \leq 95\%$ может быть представлена уравнением типа

$$K_{ac}(P) = (\alpha \cdot P + \beta)^n, \quad (3.8)$$

где α, β – эмпирические коэффициенты, зависящие от интервала осреднения и приведены в таблице 3.5; n – коэффициент редукции, в данном случае $n = -1$.

Следует отметить, обычное превышение асинхронности для второй половины вегетационного периода. Вероятно, это связано с большей устойчивостью атмосферных процессов в этот период, а также большим различием в напряженности термического режима и влажности атмосферы. Глобальной

причиной асинхронности ее изменения является природный комплекс условий (тип циркуляции атмосферы, рельеф, географическое положение и т. п.). Кроме того, существуют достаточно устойчивые для всей совокупности объединений частные факторы, обуславливающие изменение асинхронности.

По мере увеличения площади объединения растет и асинхронность. Действительно, объединение, занимающее значительную территорию, включает в себя тем больше число пунктов с асинхронными колебаниями, чем больше его площадь. На рисунке 3.8 представлены графики изменения коэффициентов асинхронности речного стока в зависимости от площади территории.

Величина асинхронности тем выше, чем меньше разница в самих величинах изменчивости объединенного ряда по сравнению объединяющими рядами. Анализ генезиса и структуры асинхронности на материалах по речному стоку за вековой период подтверждает данное положение.

Таблица 3.5. Значение коэффициентов α и β в формуле (3.8)

Параметр	Интервал осреднения					
	май	июнь	июль	август	теплый период	год
Черноморский склон						
$\alpha \cdot 10^{-2}$	-0,31	-0,28	-0,27	-0,37	-0,24	-0,21
β	1,13	1,11	1,10	1,14	1,10	1,09
Балтийский склон						
$\alpha \cdot 10^{-2}$	-0,16	-0,25	-0,24	-0,21	-0,15	-0,11
β	1,05	1,10	1,09	1,08	1,06	1,05
Бассейн Припяти						
$\alpha \cdot 10^{-2}$	-0,07	-0,09	-0,07	-0,08	-0,05	-0,05
β	1,02	1,04	1,02	1,02	1,02	1,02

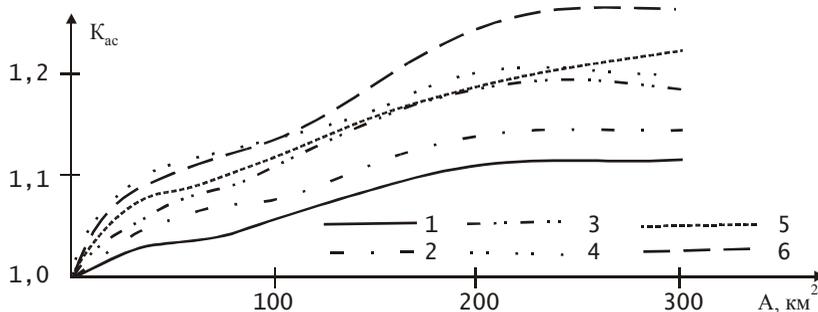


Рисунок 3.8. Изменение коэффициентов асинхронности стока рек Беларуси ($P=95\%$) в зависимости от площади водосбора: 1 – год; 2 – теплый период; 3 – май; 4 – июнь; 5 – июль; 6 – август.

На основании анализа пространственно-временных колебаний речного стока установлены устойчивые связи коэффициентов асинхронности от расстояния и обеспеченности, которые аппроксимируются зависимостями типа

$$K_{ac}(P) = K_O(P) \cdot (\rho + 1)^{\alpha(P)}, \quad (3.9)$$

где $K_O(P)$ – значение коэффициента асинхронности при $\rho=0$ $K_O(P) \rightarrow 1$; $\alpha(P)$ – эмпирический коэффициент, зависящий от интервала осреднения и обеспеченности.

Значения параметров $K_O(P)$ и $\alpha(P)$ приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Параметры функций коэффициентов асинхронности речного стока

Параметр	Интервал осреднения						
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль
Обеспеченность 5 %							
$K_O(P)$	1,01	0,99	1,09	1,09	1,09	1,07	1,08
$\alpha(P)$	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03
Обеспеченность 95 %							
$K_O(P)$	0,93	0,95	0,98	0,99	0,87	0,87	0,85
$\alpha(P)$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04

→ продолжение таблицы 3.6

Параметр	Интервал осреднения						
	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	
Обеспеченность 5 %							
$K_O(P)$	1,11	1,15	1,08	1,08	1,09	1,08	
$\alpha(P)$	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	
Обеспеченность 95 %							
$K_O(P)$	0,81	0,84	0,90	0,89	0,87	0,91	
$\alpha(P)$	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	

Зная расстояние между водосборами, можно определить асинхронность, вызванную глобальными причинами. Для определения асинхронности стоковых характеристик по территории необходимо проинтегрировать функцию (3.8) по площади (формула 3.7). После интегрирования, не сложных преобразований и некоторых упрощений, получим зависимость коэффициентов асинхронности для некоторой территории

$$\bar{K}_{ac}(P) = K_O(P) \cdot (A + 1)^{0,5 \cdot \alpha(P)}, \quad (3.10)$$

где A – площадь водосбора, км².

Представленные результаты исследований показывают на наличие статистически значимой пространственно-временной асинхронности стока рек Беларуси. Величина коэффициентов асинхронности зависит от ряда причин и колеблется в пределах 4...50 %.

В таблице 3.7 приведены коэффициенты асинхронности годового стока рек области на которых ведутся наблюдения.

Таблица 3.7. Коэффициенты асинхронности годового стока рек Брестской области

Река-створ	Обеспеченность, %	Копаявка – с.Черск	Лесная – с.Замосты	Припять – с.Коробы	Рыга – с.М.Радваничи	Ясельда – г.Берега
Копаявка – с.Черск	5	–	0,993	0,948	0,883	1,000
	25	–	0,975	1,037	1,004	1,014
	50	–	1,022	0,968	1,001	0,936
	75	–	1,102	1,153	1,123	1,212
	95	–	1,025	1,077	1,031	1,130
Лесная – с.Замосты	5	0,993	–	0,923	1,000	0,970
	25	0,975	–	1,008	0,952	0,979
	50	1,022	–	0,989	1,005	0,975
	75	1,102	–	1,035	1,065	1,004
	95	1,025	–	1,053	1,001	1,018
Припять – с.Коробы	5	0,948	0,923	–	0,881	0,886
	25	1,037	1,008	–	1,076	0,953
	50	0,968	0,989	–	0,931	0,933
	75	1,153	1,035	–	1,075	1,042
	95	1,077	1,053	–	1,072	1,131
Рыга – с.М.Радваничи	5	0,883	1,000	0,881	–	0,953
	25	1,004	0,952	1,076	–	0,962
	50	1,001	1,005	0,931	–	0,960
	75	1,123	1,065	1,075	–	1,141
	95	1,031	1,001	1,072	–	1,038
Ясельда – г.Берега	5	1,000	0,970	0,886	0,953	–
	25	1,014	0,979	0,953	0,962	–
	50	0,936	0,975	0,933	0,960	–
	75	1,212	1,004	1,042	1,141	–
	95	1,130	1,018	1,131	1,038	–

Для всех интервалов осреднения прослеживается достаточно тесная связь коэффициентов асинхронности от обеспеченности. В годы 50 % обеспеченности и близкие к ним коэффициенты асинхронности, как правило, не выходят за пределы точности расчетов. Максимальных (минимальных) значений они достигают в диапазоне обеспеченности 3...10 % и 90...97 %. Это связано с

тем, что экстремальные явления водности, как правило, охватывают большие территории и редкие обеспеченности наблюдаются на реках расположенных в одном физико-географическом районе.

Кроме речной сети на территории Брестской области находится большое количество озер и искусственных водоемов.

Водные ресурсы озер

Исключая озера карстового происхождения, не существует озер, которые не питались бы или не питали бы (или то и другое вместе) реки. По этим причинам понятие о водных ресурсах озер является достаточно неопределенным. Несомненно, что надо учитывать статистические запасы пресных вод, содержащиеся в озерах. Однако их использование с отбором из источника будет вести к снижению уровня, ухудшению гидрохимического режима, примерно также, как это происходило бы при сокращении приточности рек к озерам в виду безвозвратного изъятия речного стока.

Для рек же, которые вытекают из озер (в гумидной, преимущественно, зоне) снижение уровня воды в них при отборах сказывается в меньшей степени благодаря регулирующему влиянию водной массы озера. В связи с этим озеро можно рассматривать как естественное водохранилище, мертвый объем (или статистические запасы) которого определяется по наимизшему естественному уровню воды в нем, а полезный объем (или динамические запасы) – по объему воды в вышележащей призме, подверженной случайным колебаниям, сходным по существу с колебаниями речного стока.

На территории области имеется значительное количество озер общей площадью больше 100 км^2 (0,3 % от площади области). В том числе 11 озер имеют площадь больше 1 км^2 . Большинство озер расположено группами: Споровская, Выгонощанская, Малоритская, в центральной и южной части области, в границах Брестского и Припятского Полесья. На относительно приподнятых равнинах Предполесья озер очень мало и размеры их незначительные. Озера отличаются по размерам, внешнему облику, морфометрическим особенностям котловин. Самым большим озером является Выгонощанское, площадь водного зеркала которого составляет $26,0 \text{ км}^2$. Глубина озер чаще всего незначительная, только в 5 озерах она превышает 10 м. Основные составляющие питания озер – атмосферные осадки и подземные воды. Расход воды – испарение и сток. Многие озера дают начало рекам, но есть и непроточные. По происхождению озерных котловин выделяют следующие типы озер:

Озера–разливы образовались в теплый и влажный послеледниковый период (9 – 8 тыс. лет назад) в связи с поднятием уровня грунтовых вод и общим заболачиванием территории. Озера–разливы значительные по величине,

мелководные, с низкими заболоченными берегами. К ним принадлежит большинство озер Полесья (Выгонощанское, Бобровитское, Белое, Черное, Споровское, Олтушское и др.).

Карстовые озера отличаются небольшими размерами, округлой формой и значительными глубинами (Вулька, Селяхи, Медное, Рогознянское, Страдзеч, Соминское, Белое).

Озера–старицы встречаются в долинах Припяти, ее притоков и Западного Буга. Они имеют небольшие размеры, удлинненную или серповидную форму, малые глубины, широкое распространение водной растительности.

Водохранилища

В Брестской области построено более 30 водохранилищ с общей площадью более 121 км² и объемом воды в них более 351 млн м³. Площадь водного зеркала наибольших водохранилищ превышает 10 км², а объем воды в них несколько десятков млн м³. К ним относятся: Береза – 1, Локтышы, Погост, Селец, Луковское, Велута.

Некоторые водохранилища созданы путем увеличения площади озер (например, Погост, Луковское). Особенно много в области водохранилищ речного типа, которые образовались на реках при строительстве плотин (Селец, Береза – 1, Локтышы). Немало водохранилищ наливного типа, куда вода подается помпами (Джыдинне, Велута, Большие Орлы).

Строительство водохранилищ ведется в разных целях: для двухстороннего регулирования влажности почв мелиорированных сельхозугодий, комплексного использования водных ресурсов области, развития рыбного хозяйства. Кроме этих целей некоторые водохранилища используются для развития рекреационных систем (Паперня, Пагост), разведение и сохранение диких зверей (Беловежская Пуща), водообеспечение населенных пунктов (Миничи), строительство небольших межколхозных электрических станций (Кутавщина).

Водохранилища области принадлежат к полесскому типу, который характеризуется наибольшими в Беларуси площадями затопления и незначительными глубинами (максимальные до 6 м). Уровень воды поддерживается искусственным регулированием стока. Преимущественное большинство водохранилищ имеет хорошо выраженное понижение воды зимой, период весеннего наполнения и летне-осеннюю сработку.

В области имеется много искусственных водоемов с объемами воды менее 1 млн м³. Обычно их относят к прудам. Преимущественно они в долинах малых рек, ручьев и временных водотоков, на местах бывших карьеров и торфоразработок. В отличие от водохранилищ пруды имеют относительно устойчивый уровеньный режим (Приложение Г).

Таковы основные характеристики ресурсов поверхностных вод Брестской области.

3.2. Ресурсы почвенной влаги

Почвенная влага является важным для сельскохозяйственного производства источником водных ресурсов. Она является связующим звеном между ресурсами поверхностных и подземных вод и формируется за счет части атмосферных осадков, просачивающихся в толщу почвенного покрова.

Рациональное использование агроклиматических ресурсов является необходимой составной частью научного обоснования мероприятий по повышению плодородия почв. Одним из показателей плодородия почвы является влажность корнеобитаемого слоя. Вместе с тем при оценке земельных ресурсов учитывается главным образом только бонитет почвы. Климату почв не придается должного значения, вероятно, в связи с тем, что при бонитировке почв в какой-то мере учитывается климат приземного слоя атмосферы. Однако этого недостаточно, так как почва является специфической средой, в значительной степени «преломляющей» климат атмосферы. Из всех элементов климата влажность почвы наиболее сложна в силу своей многофакторности и требует специального рассмотрения [Кельчевская, 1983].

Поскольку воды суши являются необходимым фактором существования наземных экосистем целесообразно отнести их к водным ресурсам, а в качестве меры ресурсов почвенных вод логично использовать величину суммарного испарения [Будаговский, Гусев, 1999; Гусев, 1990].

Уравнение среднегололетнего водного баланса некоторой территории можно представить как [Гусев, 1990]

$$H = E_c + V_n + V_z, \quad (3.11)$$

где H – атмосферные осадки (за вычетом их части, испарившейся с поверхности земли, снега, льда и зеркала внутренних водоемов); V_n и V_z – поверхностная и подземная составляющая речного стока.

Основанием для принятия определения ресурсов почвенных вод служит тот факт, что два последних члена в правой части уравнения (3.11) как раз и фигурируют во многих работах в качестве оценок ресурсов поверхностных и подземных вод. Таким образом, если почвенные воды, – необходимый природный ресурс, используемый растительностью, а V_n и V_z – меры ресурсов других составляющих вод суши, то естественно принять в качестве оценки ресурсов почвенных вод E_c , а H при данном подходе будет показателем ресурсов естественного увлажнения. Это позволяет с единых позиций подойти к оценке возможностей использования биосферой всех вод суши. Из слагаемых уравнений правой части уравнения (3.11) основная доля приходится на ресур-