

3. Авакян А.Б., Матарзин Ю.В., Салтанкин В.П. Равнинные водохранилища. - М., 1986.-88 с.
4. Экологическая геохимия и микробиология зон искусственного литогенеза / В.Л.Бочаров, Е.Т.Епринцев, А.Я.Смирнова и др.- Воронеж, 1999.-154 с.
5. Смирнова А.Я., Бочаров В.Л. Водные экосистемы промышленно-городских агломераций бассейна Верхнего Дона // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. - 1997. - №3. - С.102-115.
6. Оценка техногенного загрязнения объектов окружающей среды в условиях промышленного комплекса / М.Н.Бугресва, И.В.Колнет, Н.П.Мамчик, Т.Ю.Альбекова // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. - 2000.- №9. - С.243-248.
7. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в г. Воронеже в первом полугодии 2000 года /Под ред Н.П.Мамчика. - Воронеж, 2000.-С. 7-25.
8. Коробкин В. И., Передельский Л.В. Экология. - Ростов, 2000. — 576 с.

УДК 556. 382

ЕСТЕСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮГО-ЗАПАДА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.М. Зинюков, В.А. Свиридов, Ю.А. Устименко,
Н.А. Корабельников, А.А. Сергатских

Воронежский государственный университет

Оценка природных ресурсов подземных вод является обязательным видом исследований при проведении региональных гидрогеологических работ (государственных гидрогеологических съемок масштаба 1: 100 000 – 1: 500 000). Актуальность данных исследований очевидна, особенно при возрастании техногенной нагрузки на водные объекты, при которой происходит истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод. Изучение ресурсов зоны активного водообмена для Воронежской области имеет очень важное значение (особенно для ее южных районов), так как область считается одной из наименее обеспеченных водными ресурсами в пределах Российской Федерации.

Основная доля природных ресурсов подземных вод территории листов М-37-ХVI и М-37-XXII формируется в пределах Воронежской области (Подгоренский, Россошанский, Ольховатский и Кантемировский районы) и лишь незначительная часть относится к Ровеньковскому и Алексеевскому районам Белгородской области. Воронежская область располагается в зоне недостаточного увлажнения. Годовых осадков выпадает сравнительно мало, большая часть их испаряется. По показателям местных ресурсов, включающих поверхностные и подземные воды зоны активного водообмена, область является одной из наименее водообеспеченных не только в Центрально-Черноземном экономическом районе, но и в России [1]. Помимо всего, водосборы малых рек исследуемой территории очень чувствительны к техногенному влиянию. Это связано с широким развитием на них хозяйственной деятельности. Таким образом, проблема водных ресурсов является для Воронежской области одной из самых актуальных.

В пределах области Курдовым А.Г. выделены пять гидрологических районов: Девицкий, Чернокалитвинский, Подгоренский (расположены на Среднерусской и Калачской возвышенностях), Воронежский, Битюго-Хоперский (расположен на Окско-Донской равнине). Районы имеют четкие границы по рельефу, климату, почвам, геолого-гидрогеологическим условиям и характеру хозяйственной деятельности на территориях водосбора.

Большая часть исследуемой территории относится к Чернокалитвинскому гидрологическому

району, за исключением бассейна реки Богучарка и устьевой части реки Битюг, которые принадлежат Подгоренскому гидрологическому району.

Основными задачами гидрологических исследований, проводимых в процессе гидрогеологической съемки являются: изучение взаимосвязи подземных и поверхностных вод, измерение расходов поверхностных водотоков, оценка природных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена в бассейнах рек исследуемой территории. Оценка величины природных ресурсов была осуществлена по материалам стационарных наблюдений за речным стоком на 3 постах Госкомгидромета и по 25 пунктам замеров расходов рек, выполненных при экспедиционных гидрометрических наблюдениях в период устойчивой летней межени (табл.1-3).

Основными показателями, характеризующими природные ресурсы являлись - модуль подземного стока ($M_p, л/с/км^2$) и расход подземного стока ($Q, тыс.м^3/сут$), эквивалентный в среднемноголетнем разрезе межённому расходу рек.

В связи с тем, что величина годового подземного стока обусловлена влиянием большого числа факторов и является случайной переменной величиной, результаты экспедиционных наблюдений приведены к многолетнему ряду 50% и 95% обеспеченности.

Расчет стока заданной ежегодной вероятности превышения был выполнен согласно [2]. Для расчета стока с бассейнов с недостаточным периодом наблюдений был применен метод аналогии. В

Таблица 1

Параметры эмпирических кривых распределения минимальных 30-суточных расходов

N п/п	Река, пункт наблюдений	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений, лет	Средний из минимальных 30-суточных расходов за период наблюдений Q, м ³ /с	Коэффициент Вариации C _v	Коэффициент асимметрии C _s	C _s / C _v
1	р. Битюг-г. Бобров	7340	64	2,73	0,52	0,64	1,24
2	р. Черная Калитва-пгт. Ольховатка	1440	39	0,56	0,88	1,46	1,66
3	р. Россошь-пгт. Подгоренский	452	38	0,21	0,41	20	2

Таблица 2

Расходы водотоков по данным экспедиционных наблюдений (лист М-37-ХVI)

Номер бассейна	Водотоки	Площадь бассейна, км ²	Расход, м ³ /с		
			1993	1994	1995
I	р. Дон	378,8			
II ^A	р. Черная Калитва (с. Подгорное)	885,3	3,46	2,33	3,02
II ^B	р. Черная Калитва (устье)	768,2	7,44	6,20	6,04
IV	р. Сарма (верховье)	256,6			
V	р. Россошь	1548,9	2,97	1,90	2,03
V ^A	р. Сухая Россошь	433,9			0,49
VI	р. Ольховатка	835,8	1,51	1,36	1,76
VII	р. Свинуха	295,7	0,53	0,28	0,47
VIII	р. Малая Меженка	173,0	0,24	0,25	0,26
IX	р. Битюг (устье)	97,9	11,93	8,82	7,02
X	р. Овчинная (верховье)	40,7			
VI ^A	р. Ольховатка (верховье)	383,5			0,34
VI ^B	р. Копаная	119,3			0,17
	р. Черная Калитва (с. Назаровка)		1,03	0,90	1,42
	р. Битюг (створ 10)		12,86	9,17	7,50

Таблица 3

Расходы водотоков по данным экспедиционных наблюдений (лист М-37-XXII)

Номер бассейна	Водотоки	Площадь бассейна, км ²	Расход, м ³ /с		
			1997	1998	1999
VII ^B	р. Студенка	145,6	0,09	0,16	0,11
VIII ^B	р. Серебрянка	118,8	0,074	0,095	0,074
VI ^B	р. Овчинная	236,8	0,19	0,23	0,13
I ^B	р. Белая (с. Новобелая)	443	0,61	1,00	0,73
IX ^B	р. Бондаревка (створ 8а)	106,8	0,17	0,20	0,16
IV ^B	р. Сарма	146,0	0,093	0,30	0,17
III ^A	р. Черная Калитва	240,4			
II ^A	р. Богучарка	585,6	0,58	0,69	0,74
V ^B	р. Кантемировка	222,0	0,41	0,45	0,34
X ^B	р. Федоровка	116,0	0,12	0,13	0,12
I ^B	р. Белая (с. Волоконовка)		0,30	0,55	0,53
I ^A	р. Белая (с. Куликовка)		0,095	0,13	0,11
	р. Бондаревка (створ 8б)		0,11	0,14	0,11
	р. Бондаревка (створ 8в)		0,07	0,10	0,058
	р. Бондаревка (створ 8г)		0,04	0,05	0,04

качестве аналогов были просчитаны створы Госкомгидромета, расположенные на исследуемой территории или в непосредственной близости от нее, с периодом наблюдений от 38 до 64 лет (табл. 1).

Для створов аналогов расчет гидрологических характеристик произведен на основе применения аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения. Эмпирические кри-

Таблица 4

Приведенные расходы рек (лист М-37-ХVI)

N п/п	Название водотока и номер створа	Площадь водосбора, км ²	Расход ежегодной вероятности превышения, Q, м ³ /с		Аналог и его статистические характеристики
			50%	95%	
1	р. Черная Калитва створ №1	972	0,90	0,07	р. Черная Калитва, п.г.т. Ольховатка F=1440 км ² , период наблюдений 1953-1991 гг. C _v =0,88; C _s =1,46; C _s =1,66C _v
2	р. Черная Калитва створ №1	2582	2,35	0,20	
3	р. Черная Калитва створ №1	5377	4,96	0,50	
4	р. Россошь створ №4	1550	1,56	0,15	
5	р. Свинуха створ №5	304	0,32	0,03	
6	р. Малая Меженка створ №6	173	0,18	0,017	
7	р. Ольховатка створ №2	835,8	1,00	0,09	
8	р. Битюг створ №10	8742	9,3	3,00	р. Битюг - г. Бобров F=7340 км ² , период наблюдений 1933-1997 гг. C _v =0,519; C _s =0,64 C _s =1,24C _v
9	р. Битюг створ №9	8840	8,6	2,7	
10	р. Ольховатка створ №2а	383,5	0,45	0,041	
11	р. Копаная створ №26	119,3	0,14	0,013	
12	р. Дон	378,8	0,50	0,33	

Таблица 5

Приведенные расходы рек (лист М-37-ХХII)

N п/п	Название водотока и номер створа	Площадь водосбора, км ²	Расход ежегодной вероятности превышения, Q, м ³ /с		Аналог и его статистические характеристики
			50%	95%	
1	р. Студенка створ №5	145,6	0,09	0,008	р. Черная Калитва п.г.т. Ольховатка C _v =0,88; C _s =1,46 C _s =1,66C _v ; n=38
2	р. Верх. Серебрянка створ №10	118,8	0,06	0,006	
3	р. Овчинная створ №6	277,5	0,14	0,013	
4	р. Белая устье №4	814,2	0,60	0,06	
5	р. Бондаревка створ №8а	106,6	0,13	0,013	
6	р. Сарма створ №9	310,6	0,14	0,377	
7	р. Богучарка створ №1	585,6	0,51	0,049	
8	р. Кантемировка створ №2	452,0	0,31	0,03	
9	р. Федоровка створ №3	222,0	0,09	0,008	
10	р. Белая створ №7	93,2	0,35	0,034	
11	р. Белая створ №11	236,0	0,08	0,008	
12	р. Бондаревка створ №8б	—	0,09	0,008	
13	р. Бондаревка створ №8в	—	0,06	0,006	
14	р. Бондаревка створ №8г	—	0,032	0,0031	

вые распределения ежегодных вероятностей превышения строились на клетчатках вероятностей с умеренной асимметричностью.

Для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения ежегодных вероятностей превышения применено трехпараметрическое гамма-распределение для всех аналогов, а для р.Россошь (п.г.т. Подгоренский) - дополнительно биномиальное распределение вероятностей. Параметры аналитических кривых распределения: среднее многолетнее значение $Q_{ср.}$, коэффициент вариации C_v и соотношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации - были установлены по гидрометрическим рядам методом моментов.

В расчетах по рекам аналогам использовался минимальный 30-суточный некалендарный сток, определенный по гидрографам этих рек за весь период наблюдения за стоком. Для каждого створа наблюдений, используя метод аналогии, были рассчитаны и построены свои аналитические кривые распределения, по которым определены минимальные расходы воды летне-осенней межени требуемой ежегодной вероятности превышения - 50% и 95%. Данные расчетов сведены в таблицу (табл.4-5).

В формировании естественных ресурсов подземных вод исследуемой территории принимают участие три комплекса или этажа - кайнозойский, мезозойский и палеозойский. Основная роль принадлежит кайнозойскому и мезозойскому комплексам.

Среди кайнозойских гидрогеологических подразделений ведущую роль в питании рек играют аллювиальные четвертичные (прямая гидравлическая связь) и палеогеновые водоносные горизонты (опосредованная гидравлическая связь). Среди мезозойских подразделений доминирующая роль в общем водном балансе принадлежит верхнемеловым карбонатным отложениям.

Палеозойский комплекс участвует в формировании естественных ресурсов лишь в восточной части листа М-37-ХVI и занимает не более 15% от его площади (собственный бассейн р.Дон).

Доля каждого комплекса зависит от конкретных гидрогеологических условий. В целом же, для территории листов М-37-ХVI и М-37-ХХII определяющая роль принадлежит мезозойскому комплексу, отложения которого дренируются повсеместно.

Модули подземного стока изменяются от 0,34 до 1,32 л/с/км² для 50% обеспеченности и от 0,03 до 0,87 л/с/км² для 95% обеспеченности (табл.6-7). При этом наблюдается закономерное уменьшение величин модуля подземного стока в юго-восточном направлении, что согласуется с общим региональным изменением параметров стока. Так, модули подземного стока для северо-западной части листа М-37-ХVI в среднем составляют 1,17-1,19 л/с/км² (бассейн р.Ольховатка), а для юго-востока исследуемой территории (лист М-37-ХХII) эти величины оказались равны 0,34-0,69 л/с/км² (бассейн р.Богучарка). Такое распределение величин показателей подземного

стока связывается с ландшафтной зональностью территории, с усилением аридности климата и уменьшением доли атмосферных осадков в общем водном балансе. Малые реки степной зоны являются весьма чувствительными к атмосферному питанию и в период засухи в них отмечается резкое снижение расхода, что находит свое выражение в отличиях показателей расходов и модулей подземного стока 50% и 95% обеспеченности. Как правило, показатели стока различной обеспеченности отличаются друг от друга в 10 раз (табл.6-7). Исключение составляют собственный бассейн р.Дон и бассейн р.Битюг, где такое соотношение не превышает 2-3 раз. Данные водотоки отличаются наибольшей глубиной вреза речной сети, дренируют высокопроницаемые подразделения палеозойского комплекса, довольно водообильны и не так чувствительны к климатическим изменениям.

Характер взаимосвязи подземных вод с поверхностными водотоками в период летней межени обычен для региона - для большей части территории наблюдается разгрузка водоносных горизонтов в реки. На этом фоне аномальным выглядит участок р.Битюг-р.Дон (северо-восточная часть листа М-37-ХVI). На данном участке наблюдается обратная связь, когда река (Битюг) питает подземные воды. Величина инфильтрации на участке с.Котово-с.Ступино в многолетнем разрезе составляет 0,7 м³/с при 50% обеспеченности и 0,3 м³/с при 95% обеспеченности. Такая аномалия связывается с нарушениями условий водообмена, обусловленных, в первую очередь, тектоническими процессами. Сдеформированное русло и наличие приуроченных к зонам разломов участков повышенной трещиноватости в залегающих близ от поверхности палеозойских отложениях определяют для реки большой водности, каковой является Битюг, потери части ее стока. В итоге, за счет собственных ресурсов р.Битюг, бассейн которой почти полностью находится за пределами исследуемой территории, увеличиваются ресурсы подземных вод территории листа М-37-ХVI.

Реки рассматриваемой территории относятся к равнинному типу и имеют незначительный уклон. Для них, как правило, сложно выделить собственную долю кайнозойских и мезозойских отложений в их питании, поскольку чаще всего они дренируются совместно на всем протяжении водотока. К рекам, прорезающим несколько водоносных подразделений, можно отнести лишь Малую Меженку и Бондаревку. Последняя является единственным водоток, в питании которого в различных его частях участвуют воды разных горизонтов (створы 8а, 8б, 8в, 8г (лист М-37-ХХII)). По результатам наблюдений удалось выделить долю верхнемеловых карбонатных отложений в питании реки, составившую величину $Q=0,06$ м³/с при 50% обеспеченности и $Q=0,006$ м³/с при 95% обеспеченности (верховье, среднее течение) и совместную долю аллювиальных четвертичных и верхнемеловых отложений, которая составила величину $Q=0,07$ м³/с при 50% обеспе-

Таблица 6

Подземный сток 50% и 95% обеспеченности по створам экспедиционных наблюдений
(лист М-37-ХVI)

№	№ створа	Местоположение	Площадь водосбора км ²	Подземный сток					
				50% обеспеченности			95% обеспеченности		
				Q м ³ /с	Q тыс.м ³ /сут	Мп л/с/км ²	Q м ³ /с	Q тыс.м ³ /сут	Мп л/с/км ²
1	5	р.Студенка (с.Новобелая)	145,6	0,09	7,78	0,62	0,008	0,69	0,055
2	10	р.Серебрянка (с.Верх.Серебрянка)	118,8	0,06	5,18	0,51	0,006	0,52	0,051
3	6	р.Овчинная (с.Волоконовка)	277,5	0,14	12,10	0,50	0,013	1,12	0,047
4	4	р.Белая (с.Новобелая)	814,2	0,60	51,84	0,74	0,06	5,18	0,074
5	9	р.Сарма (с.Клименково)	310,6	0,14	12,10	0,45	0,0137	1,18	0,044
6	7	р.Белая (с.Волоконовка)	436,0	0,35	30,24		0,034	2,94	
7	3	р.Федоровка (р.ц.Кантемировка)	222,0	0,09	7,78	0,41	0,008	0,69	0,036
8	11	р.Белая (с.Куликовка)	236,0	0,08	6,91		0,008	0,69	
9	2	р.Кантемировка (р.ц.Кантемировка)	452,0	0,31	26,78	0,69	0,03	2,59	0,066
10	1	р.Богучарка (с.Чехуровка)	1037	0,51	44,06	0,49	0,049	4,23	0,047
11	8а	р.Бондаревка (устье)	106,6	0,13	11,23	1,22	0,013	1,12	0,12
12	8б	р.Бондаревка		0,09	7,78		0,008	0,69	
13	8в	р.Бондаревка		0,06	5,18		0,006	0,52	
14	8г	р.Бондаревка		0,032	2,76		0,0031	0,27	
15		р.Богучарка (собствен. бассейн)	585,6	0,20	17,28	0,34	0,019	1,64	0,03
16		р.Белая (собственный бассейн)	443	0,24	20,74	0,54	0,022	1,90	0,05

Таблица 7

Подземный сток 50% и 95% обеспеченности по створам экспедиционных наблюдений
(лист М-37-XXI)

№	№ створа	Местоположение	Площадь водосбора, км ²	Подземный сток					
				50% обеспеченности			95% обеспеченности		
				Q м ³ /с	Q тыс.м ³ /сут	Мп л/с/км ²	Q м ³ /с	Q тыс.м ³ /сут	Мп л/с/км ²
1	1	р.Черная Калитва (с.Назаровка)	972	0,90	77,76	0,93	0,07	6,05	0,072
2	2	р.Черная Калитва (с.Подгорное)	2582	2,35	203,04	0,91	0,20	17,28	0,077
3	7	р.Черная Калитва (с.Н.Мельница)	5377	4,96	428,54	0,92	0,50	43,20	0,092
4	4	р.Россошь (г.Россошь)	1550	1,56	134,78	1,01	0,15	12,96	0,10
5	5	р.Свинуха (с.Нагорное)	304	0,32	27,65	1,05	0,03	2,59	0,10
6	6	р.Малая Меженка (с.М.Меженка)	173	0,18	15,55	1,04	0,017	1,47	0,10
7	2	р.Ольховатка (п.Ольховатка)	836	1,00	86,40	1,19	0,09	7,78	0,11
8	10	р.Битюг (с.Котово)	2742	9,30	803,52	1,06	3,00	259,20	0,34
9	9	р.Битюг (с.Ступино)	8840	8,60	743,04	0,97	2,70	233,28	0,31
10	2а	р.Ольховатка (с.Юрасовка)	384	0,45	38,88	1,17	0,041	3,54	0,11
11	2б	р.Копаная (с.Новая Сотня)	119	0,14	12,10	1,18	0,013	1,12	0,11
12		р.Дон (бассейн I)	379	0,50	43,20	1,32	0,33	28,51	0,87
13		р.Черная Калитва (бассейн IIб)	1008,6	0,55	47,52	0,54	0,10	8,64	0,09
14		р.Черная Калитва (бассейн IIа)	885,3	0,45	38,88	0,52	0,04	3,45	0,07

ченности и $Q=0,007$ м³/с при 95% обеспеченности (среднее и нижнее течение). Таким образом, можно утверждать, что доля мезозойских отложений в питании реки является основной.

В целом такая картина характерна для всех речных бассейнов исследуемой территории. Исключение, пожалуй, составляет собственный бассейн Черной Калитвы. Здесь роль кайнозойских отложений в питании р.Черная Калитва довольно высока и на некоторых участках сопоставима с отложениями мезозойского комплекса. С этим связаны и, в целом, пониженные для территории листа М-37-ХVI моду-

ли подземного стока, равные 0,52-0,54 л/с/км² для 50% обеспеченности и 0,07-0,09 л/с/км² для 95% обеспеченности (бассейн IIа и IIб), так как песчано-глинистые отложения кайнозойского комплекса менее водоносны, нежели трещиноватые мела мезозоя.

В связи с недостаточным количеством гидрометрических створов, не удалось четко проследить разницу в модулях стока на водораздельных пространствах и в долинах рек исследуемой территории. По тем данным, которые были получены в процессе экспедиционных замеров можно сделать вывод, что существенной разницы величин модулей в

зависимости от гипсометрического положения не выявлено, так как отложения наиболее водообильного мезозойского комплекса активно участвуют в питании рек в пределах всей площади исследований.

В целом естественные ресурсы подземных вод исследуемой территории незначительны и суммарная их величина составляет - 454,46 тыс.м³/сут 50% обеспеченности и 91,58 тыс.м³/сут 95% обеспеченности для территории листа М-37-ХVI и 113,18 тыс.м³/сут 50% обеспеченности и 11,11 тыс.м³/сут 95% обеспеченности для территории листа М-37-ХХII. Общая величина естественных ресурсов составила - 567,64 тыс.м³/сут 50% обеспеченности и 102,69 тыс.м³/сут 95% обеспеченности.

Выводы

На исследуемой территории естественные ресурсы подземных вод формируются в отложениях трех гидрогеологических комплексов (этажей) - кайнозойского (терригенные отложения), мезозойского (карбонатные отложения) и палеозойского (карбонатно-терригенные отложения). Их доля участия в формировании подземного стока зависит как от дренирующего воздействия на них рек территории, так и от водообильности слагающих их гидрогеологических подразделений. Наибольший сток в реки отмечается в тех бассейнах, где дренирующее воздействие водотоков охватывает все гидрогеологические этажи и при этом в строении этажей преобладают водоносные гидрогеологические подразделения (бассейн Дона).

На исследуемой территории выделяется аномальный участок (р.Битюг), в пределах которого происходит интенсивная инфильтрация поверхностных вод в водоносные горизонты, связанная с тектоническими нарушениями, определяющими условия дренирования. Таким образом, в общем формировании естественных ресурсов участвуют не только гидрогеологические подразделения изучаемой площади, но и водные ресурсы р.Битюг, основная часть которых формируется за пределами исследуемой территории.

В целом величина естественных ресурсов подземных вод юго-запада Воронежской области незначительна и полностью не удовлетворяет заявленным потребностям на перспективу, что особенно актуально в связи с возрастанием роли техногенной нагрузки на геологическую среду, при которой наибольшему влиянию оказываются подвержены водоносные подразделения, залегающие первыми от поверхности и в которых собственно и формируются естественные ресурсы. В связи с этим, необходимо рекомендовать неотложное претворение в жизнь разработанных мероприятий по охране малых рек, направленных на сохранение условий их питания и разгрузки, на регулировку стока в случаях его нарушения. Также необходимо рекомендовать восстановление ранее существовавших постов Госкомгидромета, так как в пределах юга Воронежской области на сегодняшний день остается действующим лишь один пост в п.г.т.Подгоренский. К обязательным мероприятиям следует отнести и проведение строгого контроля за распашкой земель, особенно в поймах рек. Негативным примером является пойма р.Черная Калитва в пределах западной части г.Россошь. Данная река является основным водоток исследуемой площади и несет на себе большую техногенную нагрузку [3], поэтому обеспечение постоянного контроля ее состояния - чрезвычайно важное для области мероприятие. Концептуальную же политику в плане обеспеченности водными ресурсами для южных районов Воронежской области необходимо строить исключительно в направлении их охраны и роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курдов А.Г. Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты. - Воронеж. 1995. -224с.
2. СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик». -М., 1984. -248 с.
3. Бочаров В.Л., Зинюков Ю.М., Смоляницкий Л.А. Мониторинг природно-технических экосистем. - Воронеж. 2000. -226 с.