

Сравнительный анализ качества воды и состояния планктонных сообществ реки в условиях поступления в нее вод с очистных сооружений

О. В. КОВАЛЕВА, И. Ф. РАССАШКО, В. В. ВЕЖНОВЕЦ

Бассейн реки Днепр имеет высокую природную и социально-экономическую значимость. Он включает разные виды ресурсов, в том числе водные, которые имеют важное хозяйственное и культурное значение [1]. По имеющимся данным [2, 3], которые отражают оценку гидрохимического, в определенной мере радиологического состояния в створах рек бассейна Днепра, не охваченных стационарными наблюдениями, концентрация большинства показателей и ингредиентов из 25, характеризующих качество воды, меньше ПДК, принятых в странах ЕС, Днепропетровского бассейна.

Настоящие исследования проведены в разные годы с интервалом в 10 лет. В 1996 г. исследования имели круглогодичный характер. В течение этого года материал брали с частотой 1-2 раза в месяц на 2 станциях реки Уза: выше (станция 1, глубина 0,7-1,0 м, ширина – 6-7 м) и ниже (станция 2, глубина 1,5-2,0 м, ширина – около 10 м) впадения Мильчанской канавы (в нее поступают воды очистных сооружений «Уза» г. Гомель). В 2005 г. исследования проводили с мая по сентябрь на створе в районе д. Уза, глубина в районе створа – 0,5-0,7 м, ширина реки – около 10 м, расстояние от берега – 2-5 м. Цель первых исследований заключалась в изучении состояния планктонных сообществ реки, подверженной значительному загрязнению сточными водами, сбрасываемыми с очистных сооружений г. Гомель. При последующих исследованиях цель состояла в другом. Комплексными исследованиями было предусмотрено выявление для мониторинга в качестве фоновых створов рек бассейна Днепра. Эти наблюдения проводили не только на Узе, но и еще на семи реках (девяти створах) – притоках Сожа, Днепра и Припяти. С учетом полученных данных, в том числе на Узе в разные годы, нами предпринят их сравнительный анализ.

Сбор материала проводили по общепринятой методике. Для сбора рачкового зоопланктона использовалась планктонная сеть с номером сита 55, через которую процеживали 100 л воды. Для учета коловраток брали осадочные пробы объемом 1 л. Материал фиксировали 4%-ым формалином. Обработку проб осуществляли стандартными методами в камере Богорова под бинокулярным микроскопом МБС-10. Определение видов проводили под микроскопами «Биолам» и «Jenaval».

Река Уза – правый приток р. Сож, длина 76 км, густота речной системы 0,23 км/км², водосбор 944 км², среднегодовой расход воды в устье – 3,4 м³/с. Русло реки канализованное, спрямлено, углублено; в нижнем течении русло естественное, умеренно извилистое. Анализ качества воды реки за длительный период показывает, что по суммарному индексу загрязнения в 1992 г. [4] в районе г. Гомель река соответствовала классу загрязненной (ИЗВ = 2,6). В 1993-1994 гг. [5] Уза остается загрязненной, ИЗВ увеличивается до 3,6. Сохраняются повышенными в воде концентрации органических веществ (3 ПДК), азота аммонийного (3 – 4 ПДК), азота нитритного (5 – 6 ПДК), фосфатов (1,5 -3 ПДК). В 1995 г. [6] Уза в районе г. Гомель продолжает сохранять загрязненную категорию (ИЗВ = 2,6) за счет высокого содержания соединений азота и органических веществ. По данным Государственного водного кадастра [7] в 1996 г. по среднегодовым данным в воде р. Уза концентрация аммонийного азота была 3,5 ПДК, нитритного азота – 6,6 ПДК. Концентрации других ингредиентов составили в большинстве 0,5-2,5 ПДК, река загрязнена СПАВ, присутствует цинк. Для сравнения отметим, что в Соже в районе влияния сточных вод г. Гомель эти показатели были на уровне 3-х ПДК и 2,4 ПДК соответственно. Концентрации других ингредиентов в Узе составили в

большинстве 0,5-2,5 ПДК. В 1997 г. [8] сохранялось неблагоприятным качество воды реки Уза. Река загрязнена органическими веществами, соединениями азота, фосфора, СПАВ. Загрязненность воды нитритным азотом дважды превышала уровень высокого загрязнения с концентрациями 10 и 14 ПДК. Среднегодовые концентрации компонентов в речной воде составили: органических веществ по БПК₅ – 1,5 ПДК; аммонийного азота – 1,3; нитритного азота – 6,5; фосфатов – 3,3; железа общего, меди и фенолов – 3; нефтепродуктов – 1,6 ПДК. В последующие годы качество воды Узы существенно не изменилось. В 2002 г. [9] оно не являлось благоприятным: содержание азота аммонийного достигает 5,2 ПДК; азота нитритного – 3,5; фосфатов – 2,3; цинка 3,1 ПДК. Индекс загрязнения воды реки был равен 2,6. В 2003 г. [10] по комплексной оценке Уза отнесена к категории умеренно загрязненной (верхний створ) и приближающейся к загрязненной (нижний створ). ИЗВ равен 1,6-2,5. В 2004 г. [11] вода реки была умеренно загрязненная (ИЗВ=1,3-2,1). Согласно данным [7], река Уза на участке, прилегающем к г. Гомель, по многолетним данным по комплексному показателю является самым загрязненным притоком р. Сож, что связано с поступлением в реку сточных вод, сбрасываемых с городских очистных сооружений и других предприятий Гомеля.

В зоопланктоне исследованных станций реки Уза в 1996 г. обнаружено 52 вида и внутривидовых таксона: *Rotifera* – 31, *Cladocera* – 15, *Copepoda* – 7 (таблица 1). Указанные виды относятся к 14 семействам и 31 роду. Наибольшее видовое разнообразие свойственно семействам *Brachionidae* и *Lecanidae* – по 10 видов и вариететов (по 33% общего количества видов коловраток, по 19% – всего зоопланктона). Все обнаруженные веслоногие ракообразные принадлежат семейству *Cyclopidae* и составляют 32% в видовом разнообразии *Crustacea* и 13,5% – всего зоопланктона. К семейству *Daphniidae* относится 6 видов (40% видов ветвистоусых ракообразных, 11,5% – общего количества видов), к семейству *Chydoridae* – 5 видов (33% и 10% соответственно). К 5 семействам (*Asplanchnidae*, *Notommatidae*, *Synchaetidae*, *Trichocercidae*, *Bosminidae*) относится по 2 вида, к остальным 4 семействам (*Euchlanidae*, *Filinidae*, *Macrothricidae* и *Sididae*) – по одному виду. По количеству видов доминирует род *Lecane* – 10 видов и вариететов, на втором месте находится род *Brachionus* – 5 видов и вариететов, на третьем – род *Keratella* – 3 вида и вариетета. К 6 родам (*Asplanchna*, *Trichocerca*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Eucyclops*, *Thermocyclops*) относится по 2 вида, к остальным 22 родам – по одному.

Общими для двух исследованных станций реки являются 34 вида и внутривидовых таксона: *Br. c. amphyceros*, *Br. c. spinosus*, *K. c. cochlearis*, *P. d. dolichoptera*, *S. pectinata*, *Tr. pusilla*, *B. longirostris*, *Bs. d. zernovi*, *Ch. sphaericus*, *Dp. cucullata*, *Sc. mucronata*, *S. vetulus*, *E. serrulatus*, *M. albidus* и другие. Это эврибионтные виды с космополитическим распространением. Степень сходства двух станций по зоопланктону достаточно высока – 78% (индекс фаунистической общности Чекановского-Соренсена для них равен 0,78).

Большая часть обнаруженных видов зоопланктона – 87% является индикаторами качества воды загрязнения воды. Среди них 58% приходится на показатели загрязненных условий: на станции 1 они составляют 49% общего количества индикаторных организмов, на станции 2 – 56%. На станции ниже поступления сточных вод обнаружена *Dp. pulex* – показатель грязных вод. Индекс загрязнения Пантле и Букка в модификации Сладечека на станциях в большинстве случаев изменяется в пределах 1,96-2,44, что соответствует классу умеренно загрязненных вод, однако в отдельные периоды исследований на станции 2 он составляет 2,53-2,58, что характеризует воду здесь как загрязненную. При этом минимальные величины индекса загрязнения наблюдаются в зимний период исследований, наиболее высокие значения индекса отмечаются в конце лета – начале осени.

Плотность зоопланктона изменяется в пределах 32,28-712,45 тыс. экз./м³, биомасса – 27,9-1214,3 мг/м³ (таблица 2). Основу плотности (98,2-99,9%) и биомассы (74,3-98,7%) составляют коловратки, доминирующие виды – *Br. calyciflorus*, *Br. diversicornis*, являющиеся индикаторами загрязнения воды.

В 2005 г. в составе ротаторного зоопланктона реки Уза по данным осадочных проб обнаружено 23 вида и вариетета, относящихся к 9 семействам и 11 родам. Наибольшее видовое разнообразие свойственно семейству *Brachionidae* (9 видов и вариететов). К

Таблица 1 – Видовой состав зоопланктона исследуемых станций р. Уза

Виды и варианты зоопланктона	1996 г.		2005 г.
	Станция 1	Станция 2	
1	2	3	4
Rotifera:			
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+
<i>A. sieboldi</i> (Leydig, 1854)	+		+
<i>A. herricki</i> (Guerne, 1888)			+
<i>Bdelloidea</i> fam.sp.,	+	+	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851			+
<i>Br. calyciflorus amphyceros</i> Ehrenberg, 1838	+	+	+
<i>Br. calyciflorus calyciflorus</i> (Pallas, 1776)			+
<i>Br. c. spinosus</i> Wierzejsky, 1891	+	+	+
<i>Br. diversicornis diversicornis</i> (Daday, 1883)	+	+	+
<i>Br. d. homoceros</i> (Wierzejski, 1891)	+	+	+
<i>Br. quadridentatus</i> Hermann, 1783		+	
<i>Br. q. ancylognatus</i> Schmarda, 1859			+
<i>Cephalodella fluviatilis</i> (Zavadowsky, 1962)	+	+	+
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	+	+	
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)			+
<i>Filinia longiseta longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)			+
<i>Kellicottia longispina longispina</i> (Kellicot, 1879)	+	+	
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
<i>K. c. tecta</i> (Gosse, 1851)	+		
<i>K. quadrata quadrata</i> (Muller, 1786)	+	+	+
<i>Lecane (s.str.) flexilis</i> (Gosse, 1886)	+	+	+
<i>L. (s.str.) inermis</i> (Bryce, 1892)		+	+
<i>L. (s.str.) luna</i> (Muller, 1776)		+	
<i>L. (s.str.) tenuiseta tenuiseta</i> (Harring, 1914)	+	+	+
<i>L. (s.str.) unguolata</i> (Gosse, 1887)		+	
<i>L. (Monostyla) bulla bulla</i> (Gosse, 1832)	+	+	
<i>L. (M.) copies</i> (Harring et Myers, 1926)		+	
<i>L. (M.) decipiens</i> (Murray, 1913)		+	
<i>L. (M.) hamata</i> (Stokes, 1869)	+	+	+
<i>L. (M.) lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)		+	
<i>Mytilina</i> (Vincent, 1826) sp.			+
<i>Monommata longiseta</i> (Muller, 1786)		+	
<i>Platylas quadricornis quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)		+	
<i>Polyartra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	+	+
<i>P. vulgaris</i> (Carlin, 1943)			+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	+
<i>Trichocerca</i> (Lamarck, 1801) sp.			+
<i>Tr. (s.str.) pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	+	+	+
<i>Tr. (s.str.) cylindrica</i> (Imhof, 1891)	+		
Cladocera:			
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	+	+	
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)		+	
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	+
<i>Bosminopsis deitersi zernovi</i> Linko, 1901	+	+	

окончание таблицы 1

1	2	3	4
<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1862	+		
<i>Cr. reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	+	
<i>Chydorus sphaericus sphaericus</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	
<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	+	+	
<i>Dp. pulex</i> Leydig, 1860		+	
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+		
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	+	+	
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady		+	
<i>Pleuroxus truncatus truncatus</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Muller, 1776)	+	+	
Соперода:			
<i>Cyclops</i> (O.F.Muller, 1776) sp.			+
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+	
<i>Ec. speratus</i> (Lilljeborg, 1901)	+		
<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine, 1820)	+	+	
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+	
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	+	+	
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)		+	
<i>Th. oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+	
Всего:	40	47	29

семейству *Lecanidae* относится 4 вида, к семейству *Synchaetidae* – 3 вида. Остальные 6 семейств представлены 1-2 видами. Первое место по количеству видов и внутривидовых таксонов занимает род *Brachionus* (7), второе – род *Lecane* (4). Остальные 9 родов включают по 1-2 вида. Количественные показатели имеют такой же порядок величин, как и в 1996 г. Плотность ротаторного зоопланктона изменяется в пределах 13,0-631,0 тыс. экз./м³,

Таблица 2 – Плотность (тыс. экз./м³) и биомасса (мг/м³) зоопланктона реки Уза, 1996 г.

Даты исследований	Станция 1		Станция 2	
	Плотность	Биомасса	Плотность	Биомасса
14.01.96	53,14	37,8	85,37	59,1
28.01.96	61,32	25,1	76,12	45,8
3.02.96	74,46	49,1	122,81	97,5
16.03.96	118,24	97,7	324,89	159,6
15.04.96	261,51	123,7	417,26	269,2
19.05.96	372,13	287,4	538,66	316,8
9.06.96	435,11	339,8	594,82	826,7
31.07.96	498,44	726,1	712,45	1214,3
28.08.96	305,18	416,4	582,63	1107,8
8.09.96	217,43	198,6	516,47	1132,4
30.10.96	121,92	88,3	316,52	297,7
24.11.96	71,16	39,1	209,38	116,3
15.12.96	32,28	27,9	85,14	64,2

биомасса – 11,4-1218,5 мг/м³. Доминирующие виды *Br. calyciflorus*, *Br. diversicornis*, *L. (s.str.) inermis*, при этом, первые два вида доминировали в зоопланктоне реки и в 1996 г. По данным сетяных проб, в 2005 г. в Узе обнаружено 10 (4) видов и внутривидовых единиц, из них коловраток – 9 (3), кладоцер – 1, копепоид – (1). По сравнению с притоками Сожа – Беседью и

Ипутью, количество видов и вариететов зоопланктона сокращается в 3 и 1,5 раза соответственно, а с Сожем – в 1,2 (д. Хальч) и в 2,6 (д. Ченки) раза.

В сезонном аспекте полученный материал показывает, что весной и летом сетяные пробы зоопланктона оказались бедными, осенью же зоопланктон был развит хорошо. Доминирующими видами зоопланктона являлись *Br. calyciflorus*, *B. longirostris*. Следует отметить, что последний представитель относится к доминирующим и в Соже, и это подчеркивает влияние притока на Сож. Что касается брахионуса, то он относится к доминантам и в Березине. Заслуживает внимания тот факт, что представители этого вида обычно в массе развиваются в водах значительного загрязнения. В зоопланктоне реки в исследуемый период имеется 9 видов-индикаторов, при этом индикаторов олигосапробных условий – 10%, олиго-бета-мезосапробных – 40%, бета-мезосапробных – 30%, бета-альфа-мезосапробных – 20%, т.е. в реке велика доля видов-индикаторов вод довольно значительного загрязнения.

По количественным показателям в зоопланктоне р. Уза наблюдаются большие различия с таковыми других рек региона. Если в осенний период в Соже, Беседи, Ипути, Ведерне, Березине, Ведриче и Ипе плотность зоопланктона изменяется в пределах 0,63- 23,0 тыс. экз./м³, то в Узе она составляет 396,98 тыс. экз./м³, будучи в 17-630 раз больше. По биомассе зоопланктона, которая в Узе в тот же период равна 2157,0 мг/м³, а в других реках – 3,0-187,0 мг/м³, различия составляют 12-720 раз. Сопоставление плотности зоопланктона Узы и других рек с величинами БПК₅ (рисунок 1) показывает на более высокие значения последних в Узе. В 2005 г. в Узе по видовому составу и плотности (56,6%) доминируют коловратки, однако вклад кладоцер (42,9%) в формирование общих величин плотности также значителен, а доля их в биомассе превышает таковую коловраток, составляя 62,7 % и 36,7 % соответственно. Плотность и биомасса копепод невелики – 0,5% и 0,6% от общих величин.

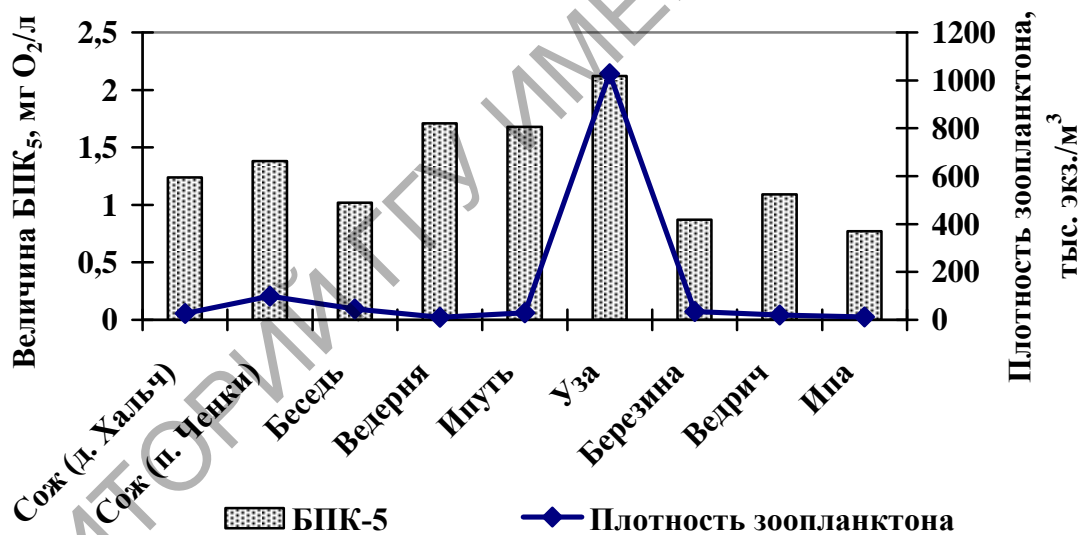


Рисунок 1 - Сравнительные данные по величинам БПК₅ и плотности зоопланктона рек

Сравнительный анализ данных*, полученных в разные годы на исследуемом водотоке, показывает, что в реке продолжают встречаться те же самые виды – *Br. calyciflorus*,

C. fluviatilis, *K. cochlearis*, *L. (s.str.) inermis*, *L. (s.str.) tenuiseta*, *B. longirostris*. Общее количество видов больше в 1996 г. в 5-6 раз. Плотность зоопланктона в аналогичные периоды 1996 и 2005 гг. составляет 217,43-516,47 и 1027,98 тыс. экз./м³, различаясь в 2,0-4,7 раза. Биомасса зоопланктона, как и плотность, является более высокой в настоящее время: 1996 г. – 198,6-1132,4 мг/м³, 2005 г. – 3375,5 мг/м³ (различия равны 1,6-2,8 раза). Структура планктонных сообществ Узы в 1996 г. характеризуется преобладанием коловраток по плотности (98,9-99,3%) и биомассе (76,3-82,7%), в аналогичный период 2005 г., как отмечено, коловрат-

*Примечание: Приводятся данные по обобщенным результатам сетяных и осадочных проб.

ки продолжали составлять хотя и значительную, но меньшую долю плотности всего зоопланктона – 62,0%, вклад их в биомассу был также меньше – 36,0%.

Таким образом, для зоопланктона реки, подверженной загрязнению, характерно относительно невысокое разнообразие, значительное развитие в определенные периоды – в 1996 г. – в июле, в 2005 г. – в сентябре, доминирование 1-2 видов, большое развитие коловраток, которое обычно наблюдается в загрязненных водах, преобладание индикаторов мезосапробных условий, в том числе альфа-мезосапробных.

Abstract. Comparative analysis of water quality and zooplankton state in the river in the condition of water entry from sewage disposal plant is presented in the paper.

Литература

1. Трансграничный диагностический анализ бассейна реки Днепр. Программа экологического оздоровления бассейна реки Днепр. – Мн., 2003. – 217 с.
2. Рассашко, И.Ф., Многолетняя динамика качества воды и экологического состояния некоторых рек Днепровского бассейна с позиций создания на них створов для мониторинга / И.Ф. Рассашко, О.В.Ковалева, Г.Г. Гончаренко // Антропогенная динамика природной среды: Материалы Межд. научно-практической конф., Пермь, октябрь 2006 г. Пермь, 2006. / Пермск. гос. ун-т; ред.: П.Г. Богатырев. – Пермь, 2006. – Т. II. – С. 272 – 276.
3. Рассашко, И.Ф., Анализ качества воды и оценка экологического состояния эталонных створов рек бассейна Днепра в пределах Гомельской области / И.Ф. Рассашко, В.А. Собченко, Н.И. Дроздова, А.А. Горнасталева, В.А. Степанова. // Экологические проблемы XXI века: Сахаровские чтения 2006 года, Минск, май 2006 г. Минск, 2006. / МГЭУ им. А.Д. Сахарова; редкол.: С.П. Кундас [и др.]. – Мн., 2006. – Часть II. – С. 108 – 110.
4. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1992 г. / АН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь; ред.: В.Ф. Логинов. – Мн.: Минсктиппроект, 1994. – 168 с.
5. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1993-1994г. / АН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь; ред.: В.Ф. Логинов. – Мн.: Минсктиппроект, 1995. – 152 с.
6. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1995г. / АН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь; ред.: В.Ф. Логинов. – Мн.: Минсктиппроект, 1996. – 148 с.
7. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество воды (за 1996 год). – Мн., 1997. – 159 с.
8. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1997г. / АН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды; ред.: В.Ф. Логинов. – Мн.: Минсктиппроект, 1998. – 173 с.
9. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2002 г. / АН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды; ред.: В.Ф. Логинов. – Мн.: Минсктиппроект, 2003. – 248 с.
10. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2003 г. АН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды; ред.: В.Ф. Логинов. – Мн.: Минсктиппроект, 2004. – 264 с.
11. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2004 г. / АН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды; ред.: В.Ф. Логинов. – Мн.: Минсктиппроект, 2006. – 285 с.