УДК 556:574.64(470.325)

ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ ВАЛУЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**Олива Т.В., Манохина Л.А., Колесниченко Е.Ю., Соловьева А.Е., Андреева Н.В.***ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»,
Белгородская область, пос. Майский, e-mail: olivatv@mail.ru*

Белгородская область имеет ограниченные водные ресурсы. Водотоки малой реки Валуй исчезают. Их длина 4–5 км, они характеризуются небольшой глубиной и прогрессирующим заиливанием и зарастанием. Статья посвящена изучению химико-экологической характеристики воды и донных отложений реки Валуй. В образцах речной воды обнаружены превышения ПДК для загрязняющих веществ: взвешенных веществ, ионов аммония, БПК₅ и минеральных элементов. Превышение значений ПДК_{вр} по иону аммония составило 1,7 ПДК_{вр}, для БПК₅ – 1,1 ПДК_{вр}. Содержание металлов составило: по железу – 4,1 ПДК_{вр}, по меди – 5,2 ПДК_{вр}, по марганцу – 8,8 ПДК_{вр}, по цинку – 1,1 ПДК_{вр}. Концентрации фосфат-ионов составили 0,3 ПДК_{вр}, нитрит-ионов – 0,6 ПДК_{вр}, фенола – 0,6 ПДК_{вр}. Содержание взвешенного вещества в речной воде превышало значения ПДК_{вр} в 1,1–2,6 раза. В донных отложениях реки Валуй обнаружены превышения значений ПДК для свинца (1,8 ПДК), марганца (1,8 ПДК) и фосфат-ионов (1,3 ПДК). Уровень нитритов в донных отложениях превышает их количество в воде реки в разные сезоны года в 2–10 раз. В воде и донных осадках реки обнаружено невысокое содержание фенолов. Представлены результаты биологических испытаний донных отложений на тест-объекте луке репчатом (*Allium cepa* L.). Обнаружен участок реки Валуй в месте слияния с рекой Оскол с мутагенными и генотоксичными свойствами донных отложений. Митотический индекс меристемы тест-объекта лука был равен $1 \pm 0,5$. Данная экосистема участка реки Валуй представляет угрозу для флоры и фауны реки. Категория реки Валуй – загрязненная.

Ключевые слова: гидрохимические показатели воды, донные отложения, биотестирование, митотический индекс

CHEMICAL AND ECOLOGICAL QUALITY OF WATER AND BOTTOMSET BEDS OF THE VALUY RIVER IN THE BELGOROD REGION**Oliva T.V., Manokhina L.A., Kolesnichenko E.Yu., Solovieva A.E., Andreeva N.V.***Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin, Belgorod region,
Mayskiy, e-mail olivatv@mail.ru*

Belgorod region has limited water resources. The watercourses of the small Valuy River disappear. Their length is 4–5 km with a small depth and with progressive silting and weediness. The article is about the study of the chemical and ecological characteristics of water and bottomset beds of the Valuy River. The maximum permissible concentration for polluting substance, such as suspended matters, ammonium ions, biological oxygen demand – 5 and mineral elements is found in samples of river-water. The maximum permissible concentration by ammonium ions was 1.7 of maximum permissible concentration, for biological oxygen demand – 5 – 1.1 of maximum permissible concentration. The metal content was to ferrum – 4.1 of maximum permissible concentration, to copper – 5.2 of maximum permissible concentration, to manganese – 8.8 of maximum permissible concentration, to zinc – 1.1 of maximum permissible concentration. The concentration of phosphate ions was equal to 0.3 of maximum permissible concentration, nitrite ions – 0.6 of maximum permissible concentration, phenol – 0.6 of maximum permissible concentration. The content of suspended substance in river water was 1.1–2.6 times higher than maximum permissible concentration. In the bottomset beds of the Valuy River over-limit of maximum permissible concentration for lead (1.8 of maximum permissible concentration), manganese (1.8 of maximum permissible concentration) and phosphate ions (1.3 of maximum permissible concentration) were found. The level of nitrites in bottomset beds go beyond their number in the river water in different seasons of the year by 2–10 times. In the water and bottomset beds of the river a low content of phenols was found. There are results of biological tests of bottomset beds at the test object onion *Allium cepa* L. The river stretch of the Valuy River at the confluence with the the Oskol River with mutagenous and gen-toxic characteristic of bottomset beds was found. The mitotic index of meristem of the test object onion was equal to 1 ± 0.5 . This ecosystem of the river stretch Valuy River constitutes a menace to the flora and fauna of the river. The Valuy river belongs to the category of polluted rivers.

Keywords: hydrochemical water pointers, bottomset beds, biotesting, mitotic index

По данным государственного отчетно-го доклада Минприроды РФ «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» в Центральном федеральном округе обеспеченность населения ресурсами водного стока невысокая и составляет 2,090 тыс. м³/год на человека по сравнению со средним значением по стране 31,700 тыс. м³/год на человека [1]. Белгородская об-

ласть располагает еще более ограниченными водными ресурсами малых рек и имеет самый минимальный уровень обеспеченности водными ресурсами: 1,600 тыс. м³/год на человека. В то же время в Белгородской области интенсивно развиваются разные отрасли хозяйствований, включая сельскохозяйственную отрасль, отходы которой могут оказывать негативное вли-

яние на качество и состояние воды малых речных бассейнов области [2]. Поэтому постоянный экологический контроль качества водных ресурсов необходим для разработки программы устойчивого развития территорий Белгородской области в целях безопасного водопользования и качественного водообеспечения.

Информационными временными индикаторами загрязнения водных ресурсов могут быть качественные и количественные показатели состояния донных речных отложений [3, 4]. На малых реках результаты антропогенной деятельности проявляются более заметно, что приводит к деградации водных экосистем. Донные отложения в течение длительного времени, с одной стороны, аккумулируют загрязнители, но, с другой стороны, одновременно являются источниками вторичного загрязнения водоемов. В научной литературе отмечено, что в донных отложениях различных водоемов происходят концентрирование органического вещества, свинца, кадмия и марганца и рассеяние других микроэлементов [5]. Малые реки, являющиеся частью урбоэкосистемы, постоянно подвержены техногенному загрязнению, в их донных осадках аккумулируется значительное количество плохо растворимых в воде органических загрязнителей, включая фенолы и нефтепродукты [6]. В Белгородской области в 2018 г. сброс загрязненных сточных вод без очистки в водоемы составил 0,35 млн м³, что было на 38% меньше, чем в 2017 г., но на 46% больше, чем в 2010 г. Следовательно, процесс накопления в воде и в донных отложениях загрязнителей не уменьшается, а нерастворимые токсиканты вследствие седиментации на взвешенных частицах усиливают общее загрязнение водоемов и влияют на живые организмы и природную среду. Поэтому необходима их химико-экологическая оценка с применением методов биотестирования и биоиндикации [7]. В работах ряда авторов показано, что наблюдения за особенностями корневой системы лука репчатого (*Allium cepa* L.) могут давать информацию о присутствующих в экосистеме потенциально опасных генотоксичных веществах [8]. Растения *A. cepa* L. широко распространены, недорогие, не требуют сложного хранения, выращивания и ухода. В связи с вышесказанным целью нашей работы было изучение химико-экологического состояния качества воды и донных отложений реки Валуй Белгородской области.

Задачи исследований включали выявление генотоксичных и мутагенных свойств донных отложений на тест-объекте корневой системы *Allium cepa* L.

Материалы и методы исследования

Река Валуй является левым притоком реки Оскол, имеет протяженность 56,8 км и полностью располагается на территории южной части Белгородской области. Ширина бассейна реки составляет 25 км, а площадь – 1337,7 км² [9]. Анализ структуры водотоков бассейна реки Валуй позволяет сделать вывод, что в ближайшие годы часть водотоков будет исчезать, так как в настоящее время их длина не более 4–5 км, они характеризуются небольшой глубиной и прогрессирующим заиливанием и зарастанием. Большую часть русла занимают влаголюбивые растения осока и рогоз (рис. 1).

Рис. 1. Фото отбора проб в верхнем течении истока реки Валуй

Левобережный склон реки Валуй пологий, слабо расчленен оврагами и балками, почвы – черноземы, поэтому широко используется для сельскохозяйственной деятельности. На территории бассейна реки Валуй расположены населенные пункты: Валуйки, Казинка, Рождествено, Ливенка, Насоново и некоторые другие. На водосборной площади бассейна реки Валуй находятся пять свиноводческих комплексов, что предполагает существенную нагрузку на территорию бассейна.

Отбор проб из воды бассейна реки Валуй проводился в соответствии с ГОСТ 31861-2012. Пробы донных отложений из водных объектов отбирали вручную специальными пробоотборниками с применением одноразовых емкостей. В табл. 1 представлены пункты отбора воды для гидрохимических испытаний.

Таблица 1

Пункты отбора проб воды для гидрохимического анализа

№ п/п	Отбор образцов воды, место	Техническое задание, координаты		Отбор проб воды, координаты	
		С.ш. ⁰	В.д. ⁰	С.ш. ⁰	В.д. ⁰
1	Вода из истока реки Валуй, Белгородская обл., Алексеевский р-н, близ с. Хлевище	50,5323	38,4234	50,5323	38,4234
2	Белгородская обл., Валуйский г.о., поселок Дружба, место слияния рек Валуй и Оскол	50,1760	38,0871	50,1760	38,0871
3	Вода из реки Валуй. Белгородская обл., г. Валуйки, центральный пляж	50,2079	38,1026	50,2079	38,1026

Химические испытания образцов воды и донных отложений проводили по методам: ГОСТ 31861, М-МВИ-80, ПНД Ф 16.1:2.3:3.44, ПНД Ф 16.1:2.2:3.51, ГОСТ 26423-85, ГОСТ 26424-85, ПНД Ф 16.2:2.3:3.30-02, ПНД Ф 16.1:2.2:3.67-10, ГОСТ 26424-85, М-МВИ-80-2001, ГОСТ 26213-91, ПНД Ф 16.1:2.2:3.52-08. Биоиндикацию качества донных отложений проводили на тест-объекте корневой системы лука репчатого (*Allium cepa* L.) сорта Штуттгартен Ризен методом приготовления давленных ацетокарминовых препаратов зоны роста корней и расчета митотического индекса (МИ). Луковицы диаметром 1,5–2,0 см очищали от верхнего слоя, высаживали по 12 штук в четырех повторностях в емкости с донными отложениями и контрольный вариант с прокаленным песком и дистиллированной водой (рис. 2).

Рис. 2. Фото посадка севка лука в емкости с донными отложениями

Проращивание луковиц проводили при комнатной температуре и естественном освещении. Через 72 ч культивирования луковицы просматривали, проводили замеры (определяли общую длину и число корешков от донца, число и длину пера луковицы) и изучали митотическую активность клеток корневой меристемы.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 2 представлены средние результаты физико-химических испытаний воды реки Валуй.

В результате химических испытаний в образцах поверхностных вод реки Валуй обнаружены превышения ПДК_{вр} для ряда загрязняющих веществ, таких как: взвешенные вещества, ионы аммония, БПК₅ и минеральные элементы. По уровню содержания в воде загрязняющих веществ река Валуй относится к категории «загрязненные». Превышения значений ПДК_{вр} по иону аммония (1,7ПДК_{вр}) в летнее и осеннее время свидетельствуют о происходящих процессах биохимической деградации белковых соединений, возможно, и разложения мочевины. Отметим, что амплитуда загрязнения речной воды ежегодно сезонно усиливается в среднем на 5,0–5,4%. Источниками длительного загрязнения реки Валуй, очевидно, являются стоки с сельскохозяйственных угодий, животноводческих ферм и хозяйственно-бытовые сточные воды населенных пунктов.

В соответствии с требованиями глобальной системы мониторинга состояния окружающей среды нитрит- и нитрат-ионы входят в программы обязательных наблюдений за составом питьевой воды и являются важными показателями трофического статуса водного объекта. В поверхностных водах реки Валуй концентрация нитрит-иона превысила норму ПДК_{вр} на 0,02 мг/дм³ в летний период 2017 г. Превышение концентрации данного вещества обусловлено усилением процессов медленного разложения неживого органического вещества при повышении температуры и активизацией фитопланктона. Одновременное повышение концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывает на свежее загрязнение и ухудшение санитарного состояния водного объекта в целом.

Таблица 2

Динамика гидрохимических показателей качества воды реки Валуй

№ п/п	Физико-химические показатели	Единицы измерения	ПДК _{вр}	Среднее содержание загрязняющих веществ				
				Летний период		Осенний период		Средние значения
				2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	
1	pH	ед.	6–9	8,32	8,0	8,16	7,9	8,1 ± 0,12
2	Фосфат-ион	мг/дм ³	0,6	0,10	0,20	0,09	0,30	0,17 ± 0,04
3	Ион аммония	мг/дм ³	0,5	0,80	0,84	0,88	0,90	0,86 ± 0,03
4	Нитрит-ион	мг/дм ³	0,08	0,02	0,10	0,027	0,06	0,05 ± 0,02
5	Нитрат-ионы	мг/дм ³	40,0	5,18	3,0	4,62	3,5	4,08 ± 0,54
6	Железо общее	мг/дм ³	0,1	0,559	0,310	0,571	0,230	0,418 ± 0,054
7	Медь	мг/дм ³	0,001	0,0035	0,0070	0,0043	0,0060	0,0052 ± 0,0009
8	Марганец	мг/дм ³	0,01	0,088	0,100	0,074	0,089	0,088 ± 0,007
9	Цинк	мг/дм ³	0,01	0,0124	0,0120	0,0096	0,0080	0,0105 ± 0,0012
10	Свинец	мг/дм ³	0,006	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
11	БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	2,0	2,34	2,0	2,12	2,30	2,19 ± 0,10
12	Карбонаты	мг/дм ³	–	100	102	100	104	101,5 ± 0,75
13	Фенолы	мг/дм ³	0,001	0,0005	0,0005	0,0007	0,0005	0,0006 ± 0
14	Растворенный О ₂	мг/дм ³	–	7,12	7,20	6,94	6,70	6,99 ± 0,15
15	Взвешенные в-ва	мг/дм ³	10	26	16	24	11	19,25 ± 4,12

Таблица 3

Физико-химические показатели качества донных отложений реки Валуй, 2017 г.

№ п/п	Физико-химические показатели	Единицы измерения	Среднее значение	ПДК – почва (ГН 2.1.7.2041-06)
1	Водородный показатель, pH	единицы pH	7,71	
2	Органическое вещество	%	15,47	–
3	Азот аммонийный	мг/кг	371,40	–
4	Азот нитратов	мг/кг	<0,230	130
5	Азот нитритов	мг/кг	0,215	–
6	Фосфат-ион	мг/кг	259,09	200
7	Карбонаты	мг/кг	<100,0	–
8	Марганец	мг/кг	246,10	140
9	Свинец	мг/кг	11,03	6
10	Медь	мг/кг	2,77	3
11	Цинк	мг/кг	10,34	23
12	Фенолы	мг/кг	<0,05	–

В то же время пороговая концентрация накопления нитратов, влияющая на санитарный режим водоема (10 мг/дм³), не превышена. Невысокий уровень нитратов объясняется тем, что в эвтрофном водоеме фитопланктон и денитрифицирующие бактерии используют их как источник кислорода. Выявлено, что БПК₅ превышает нормативы в среднем на 0,19 мг/дм³, что составляет 1,1 ПДК_{вр}. Концентрации фосфат-ионов составляла 0,3 ПДК_{вр}, нитрит-ионов – 0,6 ПДК_{вр}, фенола – 0,6 ПДК_{вр}. Содержание в речной воде ряда металлов также превышает нормативы ПДК_{вр} в среднем: по железу – 4,1 ПДК_{вр}, по меди – 5,2 ПДК_{вр}, по марганцу – 8,8 ПДК_{вр}, по цинку – 1,1 ПДК_{вр}. С учетом низкого регионального геохимического фона в сель-

скохозяйственных землях Белгородской области валовых и подвижных форм марганца и цинка их значительное превышение ПДК_{вр} можно объяснить загрязнением сточными водами с сельскохозяйственных угодий и животноводческих ферм, содержащими остаточное количество минеральных удобрений, и присутствием фекального загрязнения. Содержание взвешенного вещества в речной воде превышало значения ПДК_{вр} в 1,1–2,6 раза. С увеличением количества взвешенных частиц нарушаются гидрохимический режим и биологическая жизнь водоема, а также усиливаются процессы формирования донных отложений.

В табл. 3 представлены средние результаты физико-химических показателей качества

донных отложений реки Валуй. Из-за отсутствия утвержденных экологических нормативов для характеристики донных отложений использовали ПДК для почв.

Анализ данных показывает, что в пробах донных отложений реки Валуй не обнаружено превышений значений ПДК, за исключением свинца (1,8 ПДК), марганца (1,8 ПДК) и фосфат-ионов (1,3 ПДК). Свинец относится к соединениям первого класса опасности, и его влияние на гидробионты представляет определенную опасность. Основные источники загрязнения реки металлами – это транспорт и минеральные удобрения, которые могут содержать до 3 % тяжелых

планктона, уровень меди в донных осадках выше содержания в воде в среднем в 500 раз, цинка – в 1000 раз, марганца – в 3000 раз. В донных осадках реки Валуй обнаружено невысокое содержание фенолов. В естественных условиях фенолы образуются в процессах метаболизма водных организмов при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях.

Биологическая оценка донных отложений по показателям цито- и генотоксичности корневой меристемы лука представлена в табл. 4.

Таблица 4

Средние результаты измерений параметров лука (*Allium cepa* L.)

№ п/п	Место отбора образцов донных отложений	Количество уцелевших луковиц	Количество проросших луковиц	Средняя длина пера листа	Средняя длина корешков лука	МИ меристемы корня, %
		шт./ ± % к контролю	шт./ ± % к контролю	мм / разы к контролю	мм / ± % к контролю	
1	Исток реки Валуй, Белгородская обл., Алексеевский р-н, близ с. Хлевище	48 / 0	28 / +133	14 / в 28 раз	13,4 / +34	14 ± 2,0
2	Место слияния рек Валуй и Оскол, Белгородская обл., Валуйский г.о., поселок Дружба	36 / –25	12 / 0	10 / в 20 раз	15,7 / +57	1 ± 0,5
3	Центральный пляж реки Валуй, Белгородская обл., г. Валуйки	48 / 0	24 / +100	1,6 / в 3,2 раза	21,6 / +116	20 ± 3,0
4	Контроль	48 / 0	12 / 0	0,5 / 0	10 / 0	10 ± 1,5

металлов. По литературным данным известно, что фитопланктон может активно сорбировать биогенные минеральные элементы. В донных отложениях обнаружено высокое содержание марганца, меди и цинка. Высокое содержание азота и фосфора можно объяснить как природными особенностями Белгородской области, так и поступлением сточных вод, загрязненных в результате антропогенной деятельности. Сравнительный анализ показателей в поверхностных водах и отложениях на дне водоема может свидетельствовать, что загрязнение воды реки Валуй происходит длительно и постоянно. Например, концентрация нитритов может достичь критического значения для жизни биоты. Уровень нитритов в донных отложениях превышает их количество в воде реки Валуй в разные сезоны года в 2–10 раз. Накопление в донных осадках биогенных металлов меди, марганца и цинка свидетельствует об их происхождении из фито-

По морфологической характеристике все корни лука были определены как нормальные белого, желтоватого и кремового цвета. Данные таблицы свидетельствуют, что донные отложения из мест отбора № 1 и № 3 проявляют свойства биостимуляции роста луковичных корешков и листьев по сравнению с донными отложениями из точки отбора № 2 и контролем с дистиллированной водой. Стимулирующие свойства донных осадков объясняются аккумуляцией питательных веществ и биогенных элементов. Донные отложения из истока реки и центрального пляжа с регулярной чисткой речного дна не имели генотоксичных свойств. Донные отложения из места отбора слияния рек Валуй и Оскол обнаруживали проявление токсичных свойств. В процессе проращивания лука на данных донных осадках уцелели в 1,3 раза меньше луковиц по сравнению с другими вариантами опыта. Часть луковиц остановились

в росте и загнили, у другой части хуже развивались корешки и перо листа. Митотический индекс как отношение числа клеток с нарушениями митоза к общему количеству делящихся клеток оказался тоже минимальным для этих донных отложений. Следовательно, донные отложения из места слияния рек Валуй и Оскол имеют мутагенные свойства и накопили потенциально опасные для гидробионтов генотоксичные вещества. Отметим, что в бассейне территории места впадения реки Валуй в Оскол расположены ОАО «Валуйский комбинат растительных масел», поселок, проходят железнодорожные пути и расположена станция «753 Километр».

Заключение

Результаты проведенных нами исследований указывают на процессы свежего и старого загрязнения речной воды реки Валуй. Категория реки Валуй – «загрязненная». Обнаруженный участок реки Валуй в месте слияния с рекой Оскол, имеющий донные отложения с мутагенными свойствами, представляет экосистему с угрозами для жизни флоры и фауны реки. Результаты исследований позволяют заключить, что индикаторные параметры лукового теста обладают достаточной чувствительностью для определения качества донных отложений и могут использоваться для биотестирования.

Список литературы / References

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.
2. Суханова М.П. Анализ пространственных закономерностей изменчивости гидрохимических показателей малых рек в бассейнах с различными системами природопользования (на примере Белгородской области) // Успехи современного естествознания. 2016. № 4. С. 188–196.
3. Larina N.S., Shelpakova N.A., Larin S.I., Dunayeva A.P. Assessment of the chemical and ecological state of water bodies based on the results of analysis of water and bottom sediments // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2008. No. 7. P. 56–58 (in Russian).
4. Блинова Е.Г., Чеснокова М.Г. Биотехнологические аспекты анализа донных осадков и гидрохимический режим водотока // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 10–1. С. 75–80.
5. Blinova Ye.G., Chesnokova M.G. Biotechnological aspects of the analysis of bottom sediments and the hydrochemical regime of the watercourse // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2019. No. 10–1. P. 75–80 (in Russian).
6. Дударева И.А., Алимова Г.С., Токарева А.Ю. Марганец в воде и донных отложениях нижнего течения реки Иртыш // Успехи современного естествознания. 2017. № 8. С. 70–74.
7. Dudareva I.A., Alimova G.S., Tokareva A.Yu. Manganese in the water and bottom sediments of the lower reaches of the Irtysh River // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2017. No. 8. P. 70–74 (in Russian).
8. Устинкина Е.С. Оценка антропогенного воздействия на качество вод поверхностных водных объектов в районах нефтедобычи Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2015. № 400. С. 420–425. DOI: 10.17223/15617793/400/63.
9. Ustinkina Ye.S. Assessment of anthropogenic impact on the water quality of surface water bodies in oil production areas of the Tomsk region // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. No. 400. P. 420–425. DOI: 10.17223/15617793/400/63 (in Russian).
10. Зерщикова Т.А., Флоринская Л.П. Изучение качества воды в реке Везелка методом биотестирования с использованием дафний // Успехи современного естествознания. 2004. № 11. С. 109–110.
11. Zershechikova T.A., Florinskaya L.P. Study of water quality in the Vezelka river by bio-testing using daphnia // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2004. No. 11. P. 109–110 (in Russian).
12. Концевая И.И., Толкачева Т.А. Совершенствование методики биотестирования на основе *Allium*-теста // Вестник ВДУ. 2012. № 6(72). С. 57–65.
13. Kontsevaya I.I., Tolkacheva T.A. Sovershenstvovaniye metodiki biotestirovaniya na osnove Allium-testa // Vesnik VDU. 2012. No. 6 (72). P. 57–65 (in Russian).
14. Дегтярь А.В., Григорьева О.И., Татаринцев Р.Ю. Экология Белогорья в цифрах. Белгород: КОНСТАНТА: Книга по Требованию, 2016. 122 с.
15. Degtyar A.V., Grigorieva O.I., Tatarintsev R.Yu. Ecology of Belogorie in figures. Belgorod: KONSTANTA: Kniga po Trebovaniyu, 2016. 122 p. (in Russian).