

УДК 502. 51

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ БАСЕЙНА РЕКИ ИЛЕВНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС

© 2017 А.Ю. Шаров, П.С. Шутов

Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых.

Статья поступила в редакцию 17.05.2017

Установлены уровни загрязнения донных отложений (ДО) р. Илевна и её притоков тяжёлыми металлами (ТМ), органическим и биогенными веществами (ОВ и БВ). Выявлены приоритетные загрязнители ДО речной сети по источникам поступления. По величинам содержания ТМ в ДО проведен расчёт суммарного показателя загрязнения (Zсум) и коэффициента среднего накопления химических элементов (Rx). Получены взаимосвязи между содержанием ЗВ в ДО и расчетными показателями. По материалам радарной топографической съёмки земли (SRTM) с пространственным разрешением 90 м получена цифровая модель рельефа (ЦМР). С учётом ЦМР и растровых физических карт местности выделены речная сеть, водосборный бассейн р. Илевна и его подбассейны. С помощью материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и программных пакетов ArcGis 10.2, SASPlanet 160707 созданы цифровые карты пространственного распределения указанных показателей, загрязняющих веществ (ЗВ), растительности и населенности.

Ключевые слова: донные отложения, гидрографическая сеть, малые реки, тяжёлые металлы, биогенные и органические вещества, ГИС, картограмма, пространственное распределение, цифровая модель, рельеф

Малые водотоки Владимирской области находятся под антропогенным влиянием. В наибольшей степени его испытывают водотоки, протекающие вблизи промзон, селитебных территорий, фермерских хозяйств и сельхозугодий [1]. Длительное диффузное поступление разного рода загрязняющих веществ (ЗВ) с дождевыми и тальными стоками с указанных территорий, а также импактное поступление со сточными водами жилищно-коммунальных хозяйств и очистных сооружений промышленных предприятий в комплексе с уменьшением лесоплощадей, забором вод из подземных горизонтов и зарегулированием естественного стока могут вызывать постепенную деградацию экосистемы водотока. Решение указанных проблем невозможно без обстоятельного и комплексного мониторинга экологического состояния водотока и его притоков. Службами Департамента природопользования области контролируется уровень загрязнения только водной фазы и лишь в устьевых участках некоторых малых рек, а мониторинг загрязнения донных отложений (ДО) в области не проводится [6]. Вместе с тем ДО играют роль аккумуляторов ЗВ и их мониторинг предоставляет возможность оценить хроническое антропогенное влияние на речную сеть малого водотока [8, 14]. Кроме того, ДО при изменении определённых гидрохимических характеристик водотока, могут выступать как источники вторичного загрязнения тяжёлыми металлами (ТМ), фосфат-ионами и ионами аммония [3]. Данные результатов изучения различных показателей загрязнения, используемые при проведении оценки влияния на природную среду в аспекте определенных антропогенных источников, позволяют выявить фактическое

негативное воздействие и выделить пути распространения ЗВ. Необходимость анализа пространственно-распределённых и привязанных данных определяет актуальность применения технологии географических информационных систем (ГИС). Результаты интегрированного пространственного картографирования наиболее важных параметров геохимического анализа дают возможность выявить и обозначить области антропогенной нагрузки и планировать проведение мероприятий по рациональному природопользованию и обеспечению экологической безопасности водных экосистем [9].

Цель работы: проведение эколого-геохимической оценки антропогенной нагрузки в водосборном бассейне р. Илевна.

Объекты и методы. Объект исследования – гидрографическая сеть и бассейн р. Илевна Муромского района Владимирской области. Водоток Илевна – левый приток р. Оки, впадающий на 222 м от её устья. Длина реки 41 км, площадь водосборного бассейна 861 км². Бассейн реки полностью располагается на территории Муромского Предочья – самой распаханной части Мещёрской Провинции подтайги Русской равнины на территории Владимирской области [12]. Верхняя его часть, приходящаяся на верховья основного водотока и располагающаяся в северной его части, распахана повсеместно, леса здесь почти полностью сведены (рис. 1).

Бассейн водотока характеризуется средней густотой речной сети ($D = 0,2 \text{ км/км}^2$) и выраженной правой асимметрией ($\alpha = -1,2$): правая его часть обширнее, правые притоки многоводнее. Как видно из рис. 1 и 2, в этой части бассейна, за исключением распаханых верховий Илевны, преобладает сравнительно низко заселённая более лесистая местность. Крупнейшие притоки – реки Картынь (26 км), Жерновка (22 км) и Мокрая (26 км), впадают справа и имеют общее направление с запада на восток.

Шаров Алексей Юрьевич, аспирант. E-mail: Sharov.biolog@yandex.ru

Шутов Павел Сергеевич, аспирант. E-mail: sven.a@mail.ru

Левые притоки – реки Унулка (6 км), Коварда (7 км), Молондайка (4 км) и Вербовка (3 км) гораздо короче, но испытывают более весомую антропогенную нагрузку за счёт большей плотности населения и большей интенсивности освоения территории. В

левобережной части бассейна р. Илевна располагаются промышленные зоны округа Муром и мкр. Вербовский, а также большинство других населённых пунктов, находящиеся в непосредственной близости от водотока и его притоков.

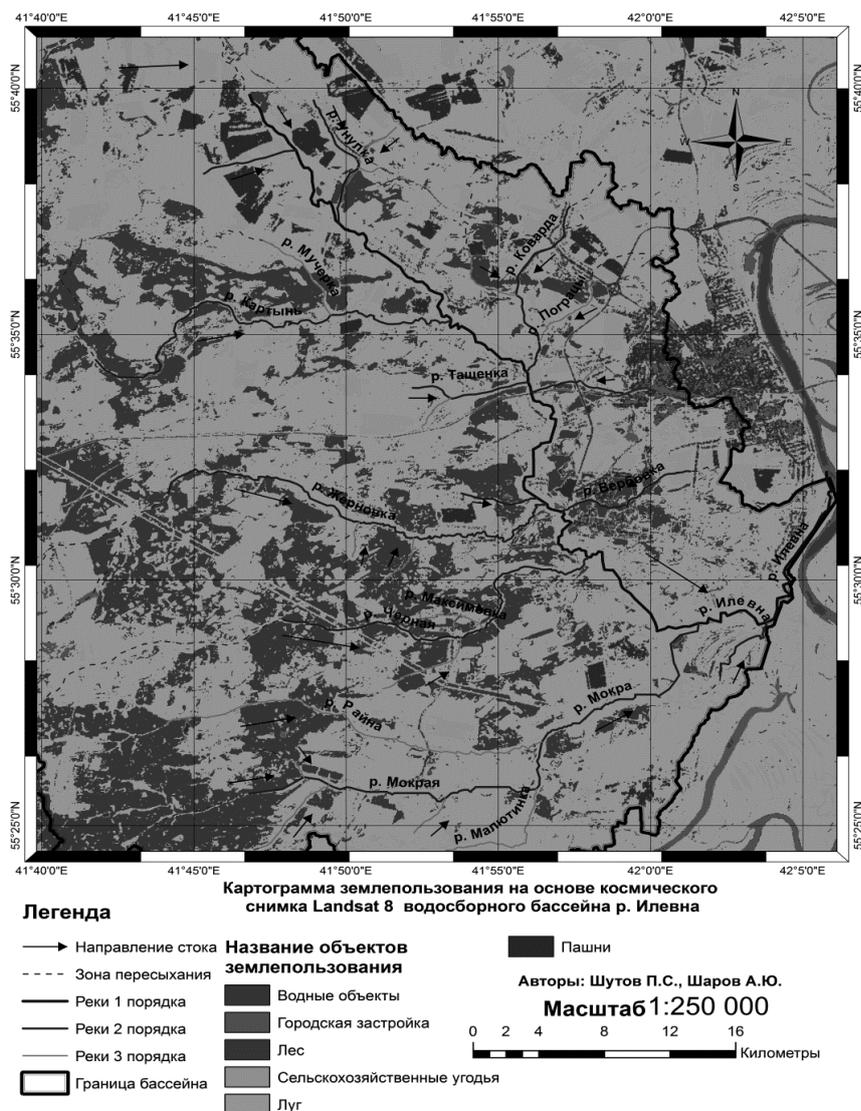


Рис. 1. Картограмма землепользования бассейна

В работе нами были исследованы ДО речной сети водотока Илевна на содержание ТМ, общего фосфора, органического вещества и ионов аммония. Пробы ДО для геохимических исследований были взяты в 49 местах отбора по водотокам бассейна р. Илевна согласно ГОСТ 17.1.5.01-80 в поверхностном слое 0-10 см. ТМ в донных отложениях определялись рентгенофлуоресцентным методом на приборе «Спектроскан МАКС-1» [4]. Фосфат-ионы определяли фотометрическим методом на фотометре «КФК-3» (ПНД Ф 14. 1:4.248-07 11.07. 2007) после их экстрагирования 1М раствором азотной кислоты. Органический углерод определяли титриметрическим методом после мокрого сжигания в избытке бихромата калия (ГОСТ 26213-91). Содержание ионов аммония в донных отложениях определяли после экстрагирования 0,05М NaCl фотометрически (ПНД

Ф 14.1:2:4.262-10). Данные мониторинга донных отложений были обработаны помощью программного пакета Microsoft Exel и Statistica 10.

Исходными для составления цифровой модели рельефа (ЦМР) литоводосборного бассейна р. Илевна являлась радарная топографическая съёмка земли SRTM (5x5 угловых секунд). На основе ЦМР в пространстве была обозначена гидрографическая сеть с присвоением порядков водотокам, выделены водосборные бассейны основных притоков р. Илевна. При использовании ЦМР и карты бассейновой территориальной структуры выделены речные долины и их русла. Места отбора проб ДО пространственно привязывались к топографической основе в системе координат WGS 84. Картограммы распределения геохимических показателей загрязнения ДО созданы для органического углерода,

фосфора, марганца и свинца. На основе данных о населенности муниципальных районов, входящих в состав бассейна (Муромского, Селивановского, Меленковского), составлена карта плотности населения (чел./км²) для каждого конкретного водосборного бассейна. При использовании космических снимков Landsat 8 от 08.2015 с пространственным разрешением до 30 метров, проведено дешифрирование с выделением групп объектов: растительности, городской застройки, вод.

Результаты и обсуждение. С использованием ГИС-технологий нами построена цифровая карта рельефа исследуемой территории. Высота местности варьирует от 72 до 200 м над у.м. Исток главной реки – Илевна располагается в северо-западной части бассейна на высоте 105 м, устье – на высоте 72 м в восточной его части. Истоки правых притоков приурочены к высотным отметкам 111-118 м, а

левых – к отметкам от 109-116 м. Уклоны местности в целом однородны и составляют 1-3 градуса, но встречаются участки по левому берегу главного водотока, где уклоны могут достигать 20 градусов.

С использованием карт рельефа, гидрографической сети и бассейнов, выделены главные элементы рельефа: водоразделы, речные долины, депрессии, возвышенности, что позволяет выразить неоднородность высотных показателей [10]. Площадь подбассейнов рек изменяется в широких пределах (2,52-202,96 км²), средняя ширина водосбора низкая и средне варьирует ($V=44\%$) в пределах 0,91-6,87 км², коэффициент вытянутости водосбора находится в интервале от 0,78 до 8,64 км². Полученные количественные морфометрические характеристики водосбора заметно рознятся, что обуславливает асимметричность правой и левой частей бассейна.

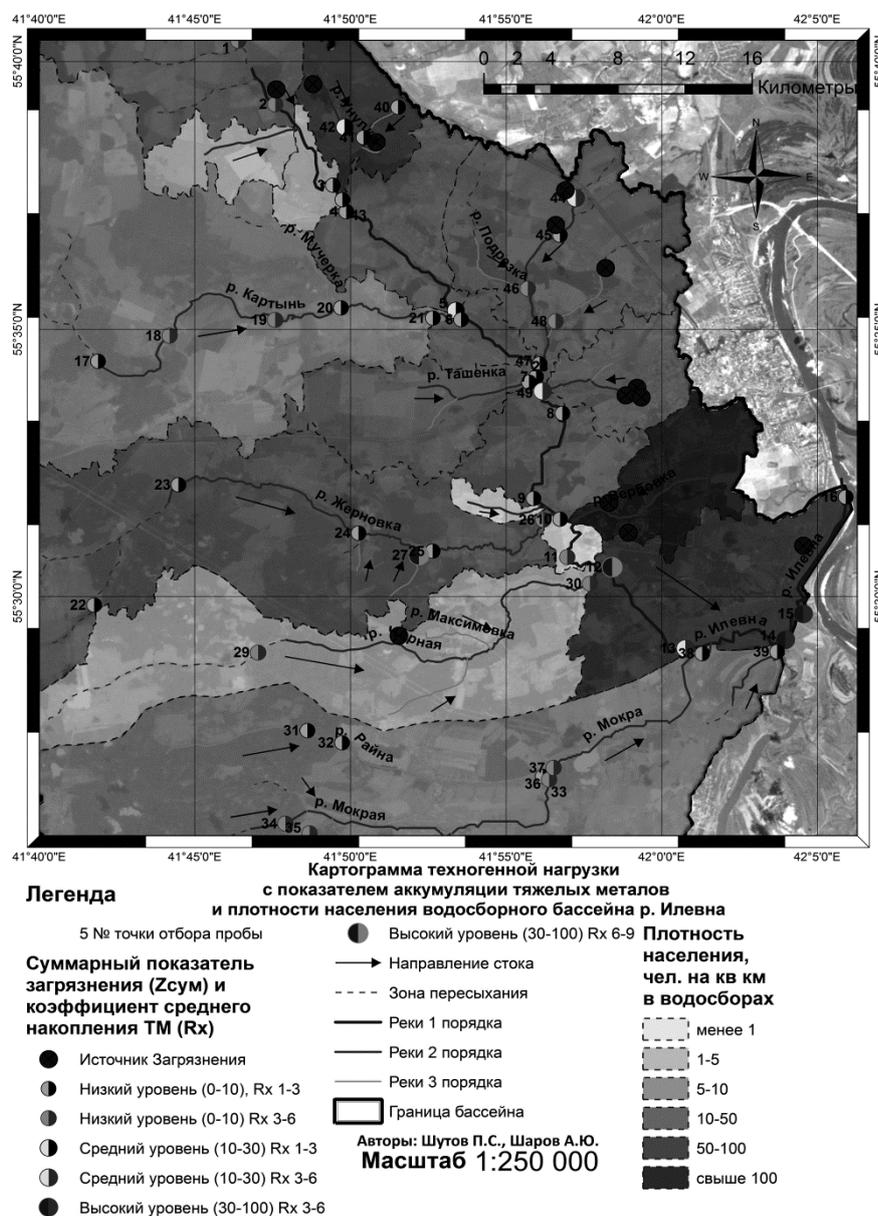


Рис. 2. Картограмма техногенной нагрузки и аккумуляции ТМ

Левые притоки бассейна р. Илевна более подвержены негативным воздействиям хозяйственной деятельности человека по сравнению с правыми ввиду более высокой плотности населения, промышленной застройки и инфраструктуры на левобережной части бассейна, что видно из рис. 1 и 2. На берегах главного водотока ранее произрастали смешанные и сосновые леса, однако в настоящее время значительная часть территории поймы реки, главным образом в верхнем течении, распахана, и на месте лесов теперь простираются пастбищные луга, поля, действующие и заброшенные сенокосы. Таким образом, при дешифрировании космического снимка видно, что, основная площадь лесов находится в северной и средней частях правых водосборов, левые же заняты под пашни и населенные пункты. Водосборные пространства, водоразделы находятся под сельскохозяйственными угодьями и естественными лугами, составляющими основную растительность.

В табл. 1 приведены содержания ТМ в ДО водотоков бассейна р. Илевна, суммарный показатель загрязнения $Z_{\text{сум}}$ и коэффициент среднего накопления элементов R_x по местам отбора проб, рассчитывавшихся по формулам:

$$Z_{\text{сум}} = (K_1 + K_2 + \dots + K_n) - (n - 1); K_i \geq 1,5;$$

$$R_x = (K_1 + K_2 + \dots + K_n)/n; K_i \geq 1,5;$$

где K_i – коэффициент концентрации, $K_i = C_i / C_{\text{ф.}i}$; n – число металлов [7].

Расчёт вышеперечисленных показателей осуществлялся по данным, приведенным в работе [11]. Фоновые значения ($C_{\text{ф}}$) исследуемых показателей принимались по данным Александровской экспедиции [5]. $Z_{\text{сум}}$ характеризует уровень антропогенного загрязнения ДО и отражает аддитивное превышение фонового уровня группой ассоциирующихся элементов, а R_x отображает среднюю интенсивность полиэлементной геохимической аномалии.

Бассейн р. Илевна испытывает широкий спектр антропогенных воздействий, обусловленных как низкой залесенностью территории водосбора, так и присутствием на ней селитебных и промышленных зон с высокой плотностью населения и интенсивностью застройки, а также пахотных, пастбищных и иных сельхозугодий. Верхняя часть бассейна р. Илевна подвергается, главным образом, загрязнению биогенными веществами – соединениями азота и фосфора. Наличие диффузных источников загрязнения обусловлено интенсивным сельхозосвоением территорий вплоть до впадения р. Картынь – распашкой полей, выпасом скота, наличием навозохранилищ. Точечные источники загрязнения представлены стоками с территорий сельхозпредприятий ОАО «ПЗ «Зименки» и СКХ «Колос-Пестенькино», а также сточными водами жилищно-коммунального хозяйства с. Зимёнки, принимаемыми р. Унулка – левым притоком р. Илевна. Помимо этого в водоток поступают нефтепродукты, которыми отапливается котельная ОАО «ПЗ» Зимёнки.

В средней части своего бассейна водоток Илевна загрязняется стоками завода «Муром-тепловоз» и ливневой канализации Привокзального района г. Мурома, а также жилищно-коммунального хозяйства мкр. Вербовский, приносимыми левыми притоками Молондайка и Вербовка соответственно. Здесь р. Илевна пересекает железная дорога Москва-Казань, примыкающая к р. Модондайка и истокам р. Ташенка. На территории бассейна руч. Чёрного располагается городская муниципальная свалка твёрдых бытовых отходов (ТБО), с территории которой может осуществляться вымывание широкого спектра ЗВ. В нижней части бассейна р. Илевна испытывает загрязнение сточными водами с очистных сооружений Муромского приборостроительного завода, содержащими широкий спектр соединений ТМ. Река Мокрая и её приток Райна подвергаются загрязнению стоками с территории сельскохозяйственного производственного кооператива «Тургеневский», расположенного в д. Тургенево Меленковского района. Берега многих водотоков бассейна р. Илевна в заметной степени захламливаются стихийными свалками ТБО. Естественный сток Рр. Илевна, Унулка, Райна, Коварда и Вербовка зарегулирован. На р. Илевна в р-не д. Лазарево располагался гидроузел, питавший электроэнергией прилегающие населённые пункты, искусственные пруды на остальных водотоках использовались как источники воды, для разведения рыбы или в рекреационных целях.

Из рис. 2 видно, что наибольшее техногенное влияние оказывается на нижнее течение р. Илевна в створах с 12 по 15, в частности, на участки водотока, дренирующие зону промышленного влияния Муромского приборостроительного завода мкр. Вербовский со сравнительно высокой плотностью населения. Значения $Z_{\text{сум}}$ на этом участке реки соответствует высокому уровню техногенной нагрузки. Это обусловлено влиянием промышленных сточных вод с территории завода, вносящих заметный вклад в нагрузку водотока мышьяком, медью, хромом и свинцом (табл. 2). Эти элементы главным образом определяют величины $Z_{\text{сум}}$ по речной сети, что подтверждено хорошими прямыми корреляционными зависимостями между всеми указанными ЗВ и суммарным показателем. Сравнительно низкое значение суммарного показателя загрязнения в устьевом, 16 створе, объясняется интенсивными процессами седиментации взвешенных частиц и самоочищением водной фазы на участке водотока в районе 15 створа. Остальные пики $Z_{\text{сум}}$, зарегистрированные на территориях с невысокой плотностью населения, обусловлены влиянием локальных источников загрязнения: муниципальной свалки ТБО г. Мурома, жилищно-коммунального хозяйства пос. Зимёнки.

Коэффициент среднего накопления химических элементов в целом менее чувствителен и отображает главным пиковые превышения по какому-либо ЗВ или группы веществ в местах отбора, что подтверждается средним коэффициентом вариации (табл. 1). Т.о., с помощью этого коэффициента хорошо выявляются лишь высокие уровни техногенной нагрузки на водоток. Наибольшие значения

коэффициента зарегистрированы в створах 12 и 27. Это обусловлено 36 кратным превышением фонового значения свинца в первом случае и 29 кратным превышением фона марганцем во втором. Первый, как видно из табл. 1, является приоритетным загрязнителем водотока и превышает фоновое

значение содержания элемента в ДО по области во всех местах отбора в 2 и более раз. Наибольшие превышения фоновых значений по свинцу в пределах речной сети зарегистрированы на участке р. Илевна с 12 по 15 (в 22,58 раз) места отбора.

Таблица 1. Основные геохимические характеристики ДО водотоков, их суммарный показатель загрязнения ($Z_{\text{сум}}$) и коэффициент среднего накопления ТМ (R_x)

№ ств.	Содержание компонента, мг/кг				Сорг, %	$Z_{\text{сум}}$	R_x
	Pb	Mn	P _{общ}	NH ₄ ⁺			
1	46,03	299,92	450	0,44	0,81	3,29	3,29
2	46,55	215,77	1675	5,22	1,07	3,32	3,32
3	41,17	1159,21	1950	1,92	3,61	6,50	2,10
4	36,12	371,93	875	0,26	0,87	3,21	2,10
5	30,74	2505,33	5750	9,48	6,08	12,44	2,43
6	31,02	233,31	713	0,26	0,29	3,60	1,87
7	42,35	859,08	6438	2,97	3,31	4,37	2,12
8	34,22	2142,17	483	5,45	4,40	7,43	2,61
9	33,88	1183,04	4250	1,07	2,36	3,97	2,48
10	38,53	1341,82	4600	2,46	3,37	5,86	2,22
11	92,35	725,40	3543	1,13	0,68	7,16	4,08
12	508,57	1052,43	4000	1,15	1,69	50,72	9,29
13	259,75	677,69	4325	0,66	1,47	27,49	5,42
14	285,65	481,81	8750	0,81	2,07	30,03	5,84
15	316,17	1089,94	10325	0,85	3,23	46,46	5,55
16	48,43	832,99	4688	0,61	0,69	6,57	2,11
17	37,90	374,67	1075	11,4	1,94	5,03	2,34
18	52,07	577,99	4813	0,85	1,85	3,72	3,72
19	55,14	513,26	1688	3,12	0,81	3,94	3,94
20	44,97	871,98	1775	3,21	2,01	4,09	2,54
21	44,04	1155,3	2913	4,86	3,09	4,63	2,82
22	38,08	368,19	1775	4,80	2,70	4,41	1,88
23	61,52	711,92	2250	3,45	0,79	4,93	2,96
24	45,13	1448,78	3625	3,12	2,47	6,00	2,67
25	43,22	1568,13	4463	3,93	2,05	6,19	2,73
26	65,70	375,27	1188	5,07	0,93	4,69	4,69
27	48,95	13265,87	5038	6,60	6,60	40,36	6,62
28	48,59	364,34	1476	2,18	1,05	3,47	3,47
29	52,00	1272,42	2125	2,67	0,99	5,45	3,23
30	54,93	264,74	2900	5,31	1,36	4,54	2,77
31	50,59	522,39	1350	4,80	1,17	4,34	2,67
32	50,68	351,82	2838	4,29	1,22	4,16	2,58
33	58,12	539,34	688	2,30	1,65	4,15	4,15
34	57,14	411,67	1625	2,16	2,16	4,08	4,08
35	50,04	392,93	2300	2,25	1,09	3,57	3,57
36	57,46	284,89	2275	3,68	0,69	4,10	4,10
37	50,28	373,75	1325	2,31	1,18	4,25	2,62
38	42,72	428,73	3875	1,98	1,13	3,88	2,44
39	50,18	899,97	1975	2,67	1,06	5,05	2,35
40	44,80	471,9	1300	2,93	2,47	3,69	2,35
41	41,61	256,83	975	1,68	0,63	3,74	2,37
42	48,46	1311,96	21000	7,68	4,71	10,08	2,51
43	53,51	847,68	2838	2,82	1,41	4,65	2,82
44	82,81	3877,83	3200	4,77	0,70	14,09	5,36
45	44,95	565,33	1838	3,20	0,65	4,60	2,20
46	68,33	139,34	213	2,15	0,38	4,88	4,88
47	48,94	920,98	5875	2,66	2,73	5,28	2,43
48	52,76	2281,53	6900	4,28	1,82	7,68	4,34
49	56,94	3060,76	8588	2,49	3,41	10,73	4,24
Сфон	14,00	600,00	-	-	-		
V	118	167	98	71	72	124	42
Min	30,74	139,34	213,0	0,26	0,29	3,21	1,87
Max	508,57	13265,9	21000	11,4	6,60	50,72	9,29

Таблица 2. Корреляционные зависимости исследуемых ЗВ

Коррел. к-ты	r (p<0,01)	Коррел. к-ты	r (p<0,01)	Коррел. к-ты	r (p<0,01)
Pb - As	0,99	Pb - Z _{сум}	0,85	Pb - Cr	0,82
Pb - Cu	0,81	Pb - Rx	0,79	Pb - Zn	0,78
As - Z _{сум}	0,87	As - Cr	0,85	As - Cu	0,84
As - Zn	0,81	As - Rx	0,77	Zn - Cu	0,93
Zn - Cr	0,91	Zn - Z _{сум}	0,82	Zn - P _{общ}	0,57
Zn - Ni	0,53	Zn - Rx	0,52	Zn - Co	0,48
Zn - Ti	0,48	Zn - Fe	0,40	Zn - V	0,40
Cu - Cr	0,94	Cu - Z _{сум}	0,83	Cu - Ni	0,57
Cu - Ti	0,53	Cu - Rx	0,51	Cu - Co	0,46
Cu - V	0,45	Cu - P _{общ}	0,40	Cr - Z _{сум}	0,81
Cr - Rx	0,51	Cr - Ti	0,45	Cr - P _{общ}	0,37
Коррел. к-ты	r (p<0,01)	Коррел. к-ты	r (p<0,01)	Коррел. к-ты	r (p<0,01)
Ni - Cr	0,49	Ni - Co	0,67	Ni - Fe	0,57
Ni - V	0,68	Ni - Ti	0,70	Ni - C _{орг}	0,54
Ni - Z _{сум}	0,46	Co - Cr	0,45	Co - V	0,60
Co - Fe	0,78	Co - Mn	0,63	Co - Ti	0,69
Co - C _{орг}	0,63	Co - Z _{сум}	0,58	Fe - V	0,48
Fe - Mn	0,87	Fe - Ti	0,56	Fe - P _{общ}	0,51
Fe - Z _{сум}	0,60	Mn - C _{орг}	0,61	Mn - Z _{сум}	0,45
Mn - Rx	0,37	C _{орг} - V	0,42	C _{орг} - Ti	0,46
C _{орг} - NH ₄ ⁺	0,49	P _{общ} - C _{орг}	0,48	P _{общ} - Z _{сум}	0,38
Ti - V	0,91	Ti - Z _{сум}	0,40	Sr - C _{орг}	0,57
Sr - Ni	0,38	Sr - Co	0,46	Sr - V	0,52
Sr - Fe	0,43	Sr - Ti	0,50		

Согласно данным корреляционного анализа, представленным в табл. 2, исследуемые ЗВ можно условно разделить на две техногенные геохимические ассоциации [13]. К первой ассоциации относятся свинец, мышьяк, цинк, медь, хром. Поступление этих элементов в донные отложения водотока обусловлено влиянием техногенных источников загрязнения, в частности, Муромского приборостроительного завода, с их совместным соосаждением и последующим накоплением в ДО. Во второй геохимической ассоциации ЗВ можно так же условно выделить две подгруппы. К первой подгруппе нами были отнесены никель, кобальт, железо, титан, марганец, ванадий, органическое вещество. Удовлетворительные прямые корреляционные зависимости этих ЗВ свидетельствуют о совместном поступлении и накоплении в ДО указанных веществ с последним. Накопление стронция, ионов аммония и общего фосфора в донных отложениях, образующих вторую подгруппу ассоциации, также связано с органическим веществом, однако достоверные взаимосвязи их поступления и накопления с остальными ЗВ и друг с другом внутри ассоциации менее выражены либо отсутствуют совсем. Кроме того, установлены удовлетворительные прямые взаимосвязи между процессами поступления в ДО общего фосфора с цинком и никеля с медью и цинком.

Гидрографическая сеть р. Илевна на своём протяжении характеризуется выраженной неоднородностью гидрологических характеристик (глубин, ширины русла и скорости течения). Накопления C_{орг} на мелководных участках рек с небольшой шириной русла не происходит, по-видимому, из-за быстрого течения, т.к. взвешенные в воде частицы органического

вещества не успевают оседать на дно и вымываются водным потоком. Накопление C_{орг} на участках водотоков с широким руслом, со значительной глубиной и слабым течением, напротив, происходит интенсивно. Это объясняется тем, что, во-первых, ввиду медленного течения взвешенные частицы в достаточном количестве оседают на дно, а процессы их вымывания при этом проходят намного слабее, чем процессы осаждения. Во-вторых, ввиду значительной глубины и ширины русла в толще воды на единицу площади скапливается огромное количество взвешенных частиц, впоследствии оседающих. В пробах из этих мест отбора содержание органического вещества оказывалось наиболее значительным (рис. 3), что свидетельствует о наиболее высокой интенсивности аккумуляции C_{орг} заиленными грунтами. Это подтверждается и исследованиями [2], в которых выявлена прямая корреляционная зависимость ($r=0,76$) содержания C_{орг} в ДО от процента пелитовой ($d < 0,01$ мм) фракции. Однако в отдельных случаях высокие значения содержания C_{орг} обусловлено влиянием антропогенной деятельности: зарегулированием естественного стока (р. Илевна ст. 8) и источников загрязнения (ст. 42 (р. Унукла) и ст. 27 (приток р. Жерновка)).

Повышенное содержание общего фосфора в ДО может быть вызвано различными причинами. При поступлении фосфатов в водоток посредством смыва атмосферными водами с возделываемых территорий (ст. 5, 7 (р. Илевна); ст. 48 (руч. Пограцы)) или соосаждении с частицами органических взвесей происходит их накопление в ДО (ст. 14, 15 (р. Илевна)) под влиянием низкой скорости течения. Нарушение естественного стока реки также может быть причиной накопления общего фосфора

в ДО (ст.18 (р. Картынь); ст. 48 (руч. Пограцы)). Максимальное его содержание в донных отложениях по бассейну р. Илевна наблюдалось в 42м створе (р. Унулка), что обусловлено влиянием сточных вод жилищно-коммунального хозяйства пос. Зимёнки и

низким разбавлением из-за малой водности реки (рис. 4). Наименьшее содержание фосфора характерно для ДО истоков рек бассейна р. Илевна, не испытывающих значительного антропогенного давления.

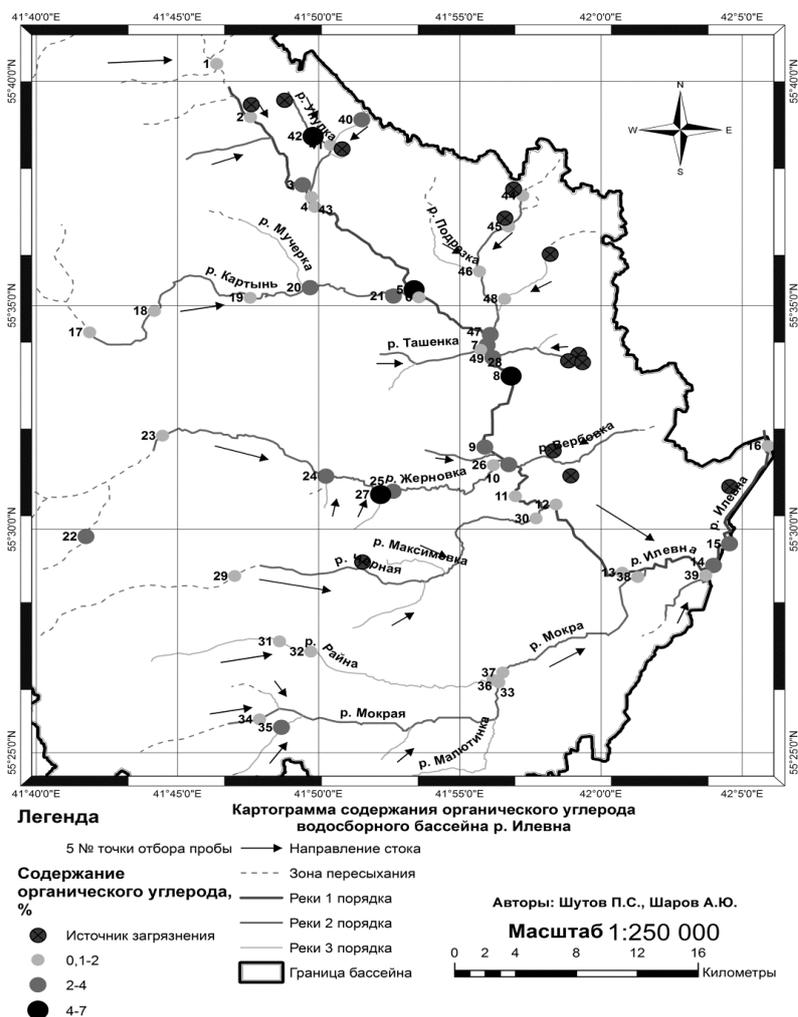


Рис. 3. Картограмма содержания органического углерода

Содержание ионов аммония в ДО р. Илевна заметно снижается от истока к устью. Это объясняется влиянием сельскохозяйственных угодий (ст. 5, 7), фермерских хозяйств (ст. 2) и садовых участков (ст. 8 и 10) расположенных, главным образом, в верхнем и среднем течении реки. Поступление ионов аммония в водоток с их территорий происходит, в основном, диффузно, посредством смыва с дождевыми и тальми водами. Стоки жилищно-коммунальных хозяйств и промышленных предприятий в нижнем течении реки не вносят заметного вклада в азотное загрязнение водотока. Высокие значения содержания ионов аммония в ДО по бассейну, объясняются либо присутствием источников загрязнения (ст. 42 (р. Унулка); ст. 43 (р. Коварда); приток б.н. р. Жерновка), либо зарегулированием естественного стока на участках отбора (ст.17 (р. Картынь); ст. 44 (р. Коварда); ст. 8 (р. Илевна)). Низкие значения аммония наблюдались в истоках рек, не испытывающих значительного антропогенного

влияния, либо на участках рек, испытывающих сильную техногенную нагрузку, что можно объяснить подавлением аммонифицирующей микрофлоры на этих участках.

Различия в пространственном распределении свинца и марганца в ДО обусловлены приуроченностью к различным источникам поступления. Так, наибольшие значения коэффициентов концентрирования по свинцу в бассейне р. Илевна связаны с поступлением промышленных сточных вод Муромского приборостроительного завода, оказывающих техногенное воздействие на нижнее течение водотока. Значительные превышения фоновых значений по марганцу характерны для участков гидрографической сети с антропогенным влиянием иного рода: зарегулированием естественного стока (ст. 8, 42 и 44), захламлением ТБО прилегающих территорий (ст. 27, 42 и 44) и сбросом сточных вод жилищно-коммунальных хозяйств (ст. 42).

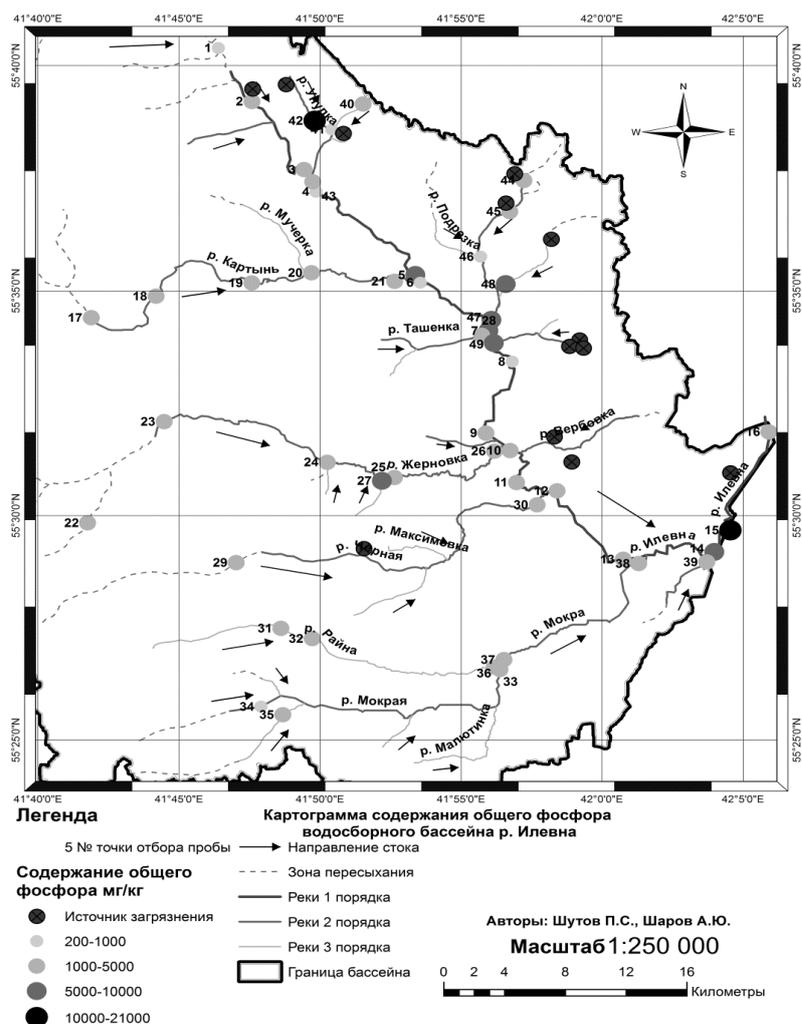


Рис. 4. Картограмма содержания общего фосфора

Выводы: дана эколого-геохимическая характеристика ДО гидрографической сети р. Илевна. Изучены особенности пространственного распределения ТМ, биогенных и органического веществ, источники их поступления в окружающую природную среду. Показана неравномерность характера распределения геохимических показателей ДО. Дана оценка экологической обстановки речной сети по данным геохимических исследований донных отложений.

Установлено, что поступление исследованных загрязнителей происходит под влиянием обладающих различными спектрами ЗВ источников загрязнения разного рода. В виду меньшей площади левой части бассейна, нахождения в ней наиболее значимых источников загрязнения и большей плотности населения, гидрографическая сеть этой области в большей степени подвержена антропогенному влиянию. Самый сильный уровень техногенного воздействия по бассейну испытывает нижнее течение р. Илевна в связи с влиянием промышленных зон производств. Величина Зсум на этом участке (с 12 по 15й створ) колеблется от 27,49 до 50,72. Кроме того, этот участок реки прилегает к наиболее заселенной территории бассейна. Подавляющее большинство величин суммарного

показателя по гидрографической сети не превышает 10 и соответствует уровню слабой техногенной нагрузки. Приоритетным загрязнителем донных отложений гидрографической сети р. Илевна является свинец, превышающий фоновое значение содержания элемента в ДО по Владимирской области во всех местах отбора от 2 и более раз, и достигающий 36-ти кратного превышения в 12 створе.

Выделены две основные геохимические ассоциации, различающиеся по источникам поступления в водоток и характеру соосаждения. Антропогенную нагрузку ДО водотока по ЗВ первой ассоциации формируют техногенные источники их поступления. Значения концентраций этих веществ в ДО в первую очередь определяют величины суммарного показателя загрязнения, что также подтверждено прямыми корреляционными зависимостями. Поступление в ДО лютеянтов второй геохимической ассоциации связано с накоплением в них органического углерода.

С помощью ГИС интегрированы знания о пространственном положении источников загрязнения, ЗВ, рельефе и растительности в пределах бассейна. Установлены различия морфометрических характеристик в подбассейнах главного водосбора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Астахов, П.А. Состояние бассейнов малых рек Владимирской области // экология речных бассейнов: труды Междунар. науч.-практ. конф. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2009. С. 13-20.
2. Дегтярёва, Л.В. Сезонная динамика содержания органического углерода в донных отложениях западной части Северного Каспия. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, №3. С. 484-488.
3. Мартынова, М.В. Аккумуляция биогенных веществ в донных отложениях и внутренняя биогенная нагрузка // Антропогенное перераспределение вещества в биосфере. – Л.: Наука, 1993. С. 85-104.
4. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа (Свидетельство ГОСТ РФ № 2420/53 - 2004).
5. Отчет о результатах эколого-геохимических исследований антропогенного загрязнения почв (м-б 1:50000 – 1:25000) и донных осадков (м-б 1:200000), выполненных партией №1/90 во Владимирской области за 1990-91 г. (в 2х томах). Отв. исполнитель А.Н. Прилепский. Владимир. Июнь 1991 г.
6. О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2014 году: ежегодный доклад. Вып. 22. – Владимир: Транзит-ИКС, 2015. 120 с.
7. Сает, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. 335 с.
8. Техногенное загрязнение речных экосистем / Под ред. В.Е. Райнина и Г.Н. Виноградовой. – М.: Научный мир, 2002. 140 с.
9. Тимиргалеев, А.И. Тяжёлые металлы в донных отложениях малых водотоков мегаполиса Санкт-Петербурга // География, геоэкология, геология, опыт научных исследований. Мат-лы междунар. науч. конф. - Украина: изд-во ДНУ, 2007. Вып. 4. С. 213-216.
10. Трифонова, Т.А. Развитие бассейнового подхода в почвенных и экологических исследованиях. Почвоведение // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1054-1061.
11. Шаров, А.Ю. Оценка уровня загрязнения донных отложений бассейна р. Илевна. // Научно-исследовательские публикации Междунар. науч.-практ. конф. «Естественно-научные исследования, народное хозяйство, современные технологии и технический прогресс». – Воронеж, 2016. №1 (33). С. 23-34.
12. Экологический атлас Владимирской области // Под ред. Т.А. Трифоновой. - Владимир: изд-во ВлГУ, 2007. 92 с.
13. Янин, Е.П. Техногенные илы в Московской области (геохимические особенности и экологическая оценка). – М.: ИМГРЭ, 2004. 95 с.
14. Янин, Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки). – М.: ИМГРЭ, 2002. 52 с.

ECOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASSESSMENT OF BOTTOM SEDIMENTS OF SMALL WATER CURRENTS OF THE ILEVNA RIVER BASIN WITH USING GIS

© 2017 A.Yu. Sharov, P.S. Shutov

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Pollution levels of bottom sediments of Ilevna river and its inflows by heavy metals, organic and biogenic substances have been established. Priority pollutants of bottom sediments of the river network on sources have been revealed. Calculation of total indicator of pollution (Z_{sum}) and coefficient of average chemical elements accumulation (R_c) have been carried out according to content of amount of heavy metals in bottom sediments. Interrelationships between the content of pollutants in bottom sediments and indicators have been revealed. In accordance with materials of shuttle radar topographic mission (SRTM) with the spatial resolution of 90 m the digital model of a relief has been given. The river network, a watershed basin of Ilevna river and its subbasins have been singled out taking into account digital model of a relief and raster physical maps of the area. Digital cards of spatial distribution of the specified indicators, the pollutants, vegetation and population density have been obtained using of materials of the remote sensing of Earth and software packages of ArcGis 10.2, SASPlanet 160707.

Key words: *bottom sediments, hydrographic network, small rivers, heavy metals, biogenic and organic substances, geographic information systems, cartogram, spatial distribution, digital model, relief*

*Aleksey Sharov, Post-graduate Student.
E-mail: Sharov.biolog@yandex.ru
Pavel Shurov, Post-graduate Student.
E-mail: sven.a@mail.ru*