

УДК 556.551

ОЦЕНКА ДИФFUЗНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2018 А.В. Селезнева

Институт экологии Волжского бассейна РАН», г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 10.07.2018

По результатам мониторинга дана количественная оценка минерального фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище с речным стоком. Установлено, что в водохранилище поступает в среднем 763 т/год фосфора, из них 328,7 т/год в виде диффузного загрязнения. Основная часть диффузного загрязнения поступает с водосборной территории р. Самары (66%), а остальные 34% приходятся на реки Сок, Сызранка, Чапаевка, М. Иргиз и Чагра.

Ключевые слова: водохранилище, бассейн, диффузное загрязнение, боковые притоки, методика оценки, мониторинг, расходы воды, минеральный фосфор.

В условиях активизации хозяйственной деятельности проблема диффузного загрязнения крупных водохранилищ Волжско-Камского каскада, используемых для питьевого водоснабжения, рыбного хозяйства и рекреации, стоит крайне остро. Поэтому сокращение и предотвращение их диффузного загрязнения, а также сохранение нормального экологического состояния и недопущение ухудшения качества воды водохранилищ является одной из приоритетных задач.

Изначально для разработки методологического подхода к оценке диффузного загрязнения выбрано Саратовское водохранилище, которое входит в состав Волжско-Камского каскада и создано в 1981 г. в результате перекрытия р. Волги в 1129 км от её устья. Водохранилище имеет протяжённость 357 км, полный объём составляет 12,87 км³. Одна из главных экологических и водохозяйственных проблем Саратовского водохранилища – это массовое развитие сине-зеленых водорослей [11, 12], что обуславливает резкое ухудшение качества воды в период летней межени [1]. По результатам исследования установлено, что лимитирующим фактором «цветения» воды на водохранилищах Средней и Нижней Волги является наличие в воде растворенного минерального фосфора [13], который в чрезмерном количестве поступает в водохранилища со сточными водами [14] и речным стоком с водосборной территории водохранилища.

В настоящее время известны способы количественной оценки минерального фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище со сточными водами, основанные на совместном ведении мониторинга водных объектов и точечных источников загрязнения по данным госу-

дарственной статистической отчетности в форме 2ТП-водхоз [15], а вот величина диффузного загрязнения оценивается весьма условно. И это обусловлено сложностью наблюдения и определения диффузного загрязнения крупных водохранилищ, имеющих водосборную территорию с большим количеством точечных и диффузных источников загрязнения. Поэтому возникает необходимость разработки нового методологического подхода к определению диффузного загрязнения Саратовского водохранилища на основе организации и ведения мониторинга водных объектов, что невозможно сделать без предварительных исследований.

Диффузное загрязнение Саратовского водохранилища минеральным фосфором формируется на его общей (1265,5 тыс. км²) и частной (78,2 тыс. км²) водосборной территории [2]. В данном исследовании оценивается диффузное загрязнение, поступающее только с частной водосборной территории. Общий приток воды в Саратовское водохранилище составляет 244,0 км³/год, а частный боковой приток – 5,6 км³/год, это 2% от бокового притока всей р. Волги [2].

Частная водосборная территория Саратовского водохранилища без площади зеркала самого водоема составляет 78200 км² [8], это 6% от бассейна р. Волги [2]. Гидрологическая изученность бассейна Саратовского водохранилища составляет 71,2 % [8]. Количество рек, впадающих в Саратовское водохранилище, длиной более 10 км составляет – 156. Густота речной сети составляет 0,22 км/км².

Речная сеть по территории бассейна Саратовского водохранилища распределена неравномерно, что тесно связано с особенностями рельефа и геологического строения, а также с широтным изменением климата. К основным притокам, длиной более 100 км, относятся реки I порядка: Самара, Сок, Чапаевка, Сызранка, Малый Иргиз и Чагра, суммарная площадь их

Селезнева Александра Васильевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. E-mail: aleks.selezneva@mail.ru

водосборных территорий составляет 74500 км², это 95,3 % частной водосборной территории всего Саратовского водохранилища.

Данные о содержании растворенного минерального фосфора в воде рек получены на временных гидрохимических пунктах наблюдений в устьевых участках рек. Наблюдения проводились ежемесячно в соответствии с действующими нормативными документами Росгидромета. При отборе проб воды соблюдались требования ГОСТ 31861-2012 [3]. В настоящее время гидрологическая сеть бассейна Саратовского водохранилища насчитывает 26 речных постов, из которых в данной работе использованы 6 (табл. 1).

Для оценки содержания растворенного минерального фосфора в воде рек была использована методика определения концентрации фосфатов [10]. Фильтрация проб воды осуществлялась сразу после отбора воды из реки. Вследствие биохимической неустойчивости фосфаты определялись в течение 4 часов после отбора проб. При невозможности выполнения анализа в течение 4 часов после отбора, проба консервировалась добавлением 2-4 см³ хлороформа на 1 дм³ воды и хранилась при температуре от +3°C до +5°C не более 3 дней.

Произведено уточнение гидрографии водосборной территории Саратовского водохранилища, куда входят 6 основных (длиной более 100 км) боковых притоков I порядка на основе анализа топографических карт и космических снимков [9]. Для каждого речного бассейна количество притоков различной длины и количество водохранилищ, расположенных в русле реки I порядка или на её притоках (табл. 2). В бассейне Саратовского водохранилища многие, даже сравнительно крупные реки с площадью водосбора более 1000 км², в летнюю межень на отдельных участках пересыхают. Отдельные малые водотоки зимой промерзают.

Бассейн р. Самара. Основные притоки р. Самары длиной > 100 км: Б. Кинель, Б. Уран, Кувай, М. Уран, Ток и Бузулук. В пойме р. Самара и ее притоков - р. Ток и р. Бузулук, встречается множество мелких стариц. В долине р. Бузулук расположено оз. Чистый Лабаз, площадь которого составляет более 1 км². К северо-западу и к юго-западу от г. Бузулук расположены оросительные

системы. В нижней части бассейна имеются 3 водохранилища, площадь которых более 1 км². В пойме р. Самары ниже с. Елшанка встречаются заболоченные участки и множество пойменных озер. В бассейне р. Самара имеются крупные водохранилища: Сорочинское (20,0 км²), Кутулукское (14,2 км²), Елшанское (3,1 км²), Домашкинское (4,2 км²), Чекалинское (1,8 км²), Ветляное (6,5 км²), Черновское (2,4 км²).

Бассейн р. Сок. Основной приток р. Сок - р. Кондурча длиной 294 км. Другой правобережный приток р. Б. Суруш длиной менее 100 км. А левобережные притоки совсем мелкие длиной 10-30 км. На р. Сок водохранилищ нет, а на притоках имеются 4 мелких водохранилища. В среднем течении р. Сок заболоченные участки. Русло реки становится более извилистым, а в пойме встречается множество мелких озер.

Основное количество водохранилищ, принадлежащих на бассейн р. Кондурча. На самой реке выше с. Верх. Кондурча есть водохранилище, площадь которого 6,8 км², и на притоках 13 мелких. На левом берегу к юго-востоку от с. Украинка в заболоченном месте расположено оз. Белое, площадь которого превышает 1 км².

Бассейн р. Чапаевка. Практически каждая речка в бассейне зарегулирована. В русле р. Кутуруша расположено Кутурушинское водохранилище - 1 км². В русле р. Чапаевки расположены 2 маленьких водохранилища и 30 водохранилищ на притоках.

Основным притоком р. Чапаевка является р. Б. Вязовка - левый приток длиной более 50 км. Имеется всего один маленький правый приток длиной не более 10 км. Практически все притоки длиной не более 10 км имеют временный характер.

Бассейн р. Сызранка. Основные притоки длиной более 30 км - это реки Бекманка, Канадейка, Томышевка и Крымза. Река Сызранка является наименее зарегулированной в сравнении с другими реками в бассейне Саратовского водохранилища. Пойма р. Сызранки в районе впадения в нее притока р. Балейка и низовьях реки заболочена. В русле Сызранки одно маленькое вдхр. и 5 маленьких - на притоках.

Бассейн р. Малый Иргиз. Река протекает в засушливой степной зоне и, несмотря на такую

Таблица 1. Пункты гидрологических наблюдений на реках

Река	Гидрологический пост	Площадь водосбора, км ²	Расстояние от устья, км
Самара	с. Елшанка	22800	211
Сок	ст. Сургут	4730	162
Чапаевка	с. Подъем-Михайловка	1480	138
Сызранка	с. Репьевка	4380	30
Малый Иргиз	с. Селезниха	2110	30
Чагра	с. Новотулка	2550	42

Таблица 2. Гидрографическая характеристика бассейнов рек

Бассейн реки	Площадь водосбора, км ²	Длина реки, км	Количество притоков				Количество водохранилищ	
			< 10 км	10-30 км	30-100 км	> 100 км	русло	притоки
Самара	46500	594	83	50	12	6	2	86
Сок	11700	363	33	17	1	1	-	18
Чапаевка	4310	298	3	5	1	-	2	34
Сызранка	5650	178	14	7	4	-	1	5
М. Иргиз	3900	235	5	4	2	-	1	50
Чагра	3440	251	21	1	2	-	1	109

Примечание: «-» - не обнаружено соответствующих водных объектов

протяженность, имеет всего 11 притоков, два из которых имеют временный характер на всем протяжении. Сама р. М. Иргиз на значительном своем протяжении и многие из ее притоков в засушливые годы почти полностью пересыхают. Практически каждый приток и многие овраги в бассейне реки перегорожены временными земляными плотинами, которые периодически размываются во время половодья или паводка. В русле р. М. Иргиз имеется 1 водохранилище и 50 водохранилищ на притоках реки. В бассейне реки имеется большое количество оросительных систем.

Бассейн р. Чагра. Река Чагра имеет три боковых притока: два из них Черненькая и Стерех длиной 30-100 км, а Свинуха длиной 10-30 км. В бассейне р. Чагра имеется 109 мелких водохранилищ, которые при разрушении земляных плотин в период весеннего половодья и летних паводков становятся источниками диффузного загрязнения.

Существуют различные подходы к оценке диффузного загрязнения водных объектов [5, 6, 7, 17], но все они требуют детальной информации о большом количестве источников загрязнения на водосборной территории. Более того, для учета природных, климатических и антропогенных особенности речных бассейнов, требуется проведения специальных полевых изысканий, направленных на изучения поступления и трансформацию соединений фосфора в водных экосистемах по оценке поступления и трансформации загрязняющего вещества. Непонятно, как учитывать: не соблюдение технологии внесения удобрений, экологическое состояние водосборных территорий, нарушение режима эксплуатации водохранных зон и береговых полос, наличие мелких водохранилищ и постоянно разрушаемых очередным половодьем земляных плотин.

Диффузное загрязнение реки зависит от состояния самого водотока и его водосборной территории, а также от наличия точечных и диффузных источников загрязнения. Наиболее сложная методическая задача – это выделение

антропогенной составляющей фосфатов в речной воде, требующая большого массива исходной информации для моделирования, а также организации специальных наблюдений для учета природных, климатических и антропогенных особенности тех или иных речных бассейнов.

Предлагается достаточно простой методологический подход к интегральной оценке диффузного загрязнения Саратовского водохранилища на основе гидрологического и гидрохимического мониторинга основных боковых притоков. Для каждой водосборной территории j-ой реки I порядка, входящей в бассейн водохранилища, производится:

- расчет средних месячных значений модуля водного стока реки в створе гидрологического поста;

- расчет средних расходов воды (Q_i) в i-й месяц в устье j-ой реки;

- расчет фактической средней концентрации k-го вещества в i-й месяц (C_i) в устьевом створе j-ой реки;

- расчет природной составляющей фактической концентрации вещества в i-й месяц (N_i) в устьевом створе j-ой реки.

- расчет антропогенной составляющей фактической концентрации вещества в i-й месяц (A_i) в устьевом створе j-ой реки.

Расчет диффузного загрязнения Саратовского водохранилища минеральным фосфором осуществляется по следующей формуле:

$$D = \sum_{j=1}^6 (D_j), \quad (1)$$

где D – масса минерального фосфора, поступающего за год в Саратовское водохранилище с водным стоком 6 рек в виде диффузного загрязнения, т/год;

D_j – масса минерального фосфора, поступающего за год в Саратовское водохранилище с водным стоком j-ой реки, в виде диффузного загрязнения, т/год.

Расчет массы минерального фосфора, поступающего с водосборной территории j-й реки в

виде диффузного загрязнения, осуществляется по следующей формуле:

$$D_j = \sum_{i=1}^{12} \{[(C_i - A_i) - N] \times Q_i \times K_i \times 86,4 \times 10^{-6}\}, \quad (2)$$

где Q_i – средний расход воды в устьевом створе j -й реки за i -й месяц, м³/с;

C_i – средняя концентрация минерального фосфора в устьев реки за i -й месяц, мг/дм³;

A_i – антропогенная составляющая фактической концентрации минерального фосфора, формирующаяся за счет точечных источников загрязнения [15] в устьевом створе j -й реки в i -ый месяц, мг/дм³;

N – природная концентрация фосфора [13] в замыкающем створе j -й реки, мг/дм³;

K_i – количество дней в i -м месяце.

Основной величиной в формуле (2) является средний месячный расход воды (Q_i). По данным многолетних наблюдений на реках в створах гидрологических постов были рассчитаны средние годовые расходы воды, модули, слои и объемы стока (табл. 3). Наибольшие модули стока наблюдались на р. Сок (4,92 л/с×км²) и р. Сызранка (3,71 л/с×км²), где высокая густота речной сети и наименьшее количество мелких водохранилищ.

Внутри года модули стока рек сильно меняются (табл. 4). Наибольшие среднемесячные модули стока на всех реках наблюдаются в апреле.

Для р. Сок модуль стока в апреле составляет 19,92 л/с×км². В среднем продолжительность весеннего половодья составляет 33 суток, начинается половодье 2 апреля, пик проходит на 14 апреля, а заканчивается 4 мая [4]. Объем половодья в среднем составляет 53% от годового стока, но может меняться от 17 до 78%.

Для р. Чапаевка модуль стока в апреле составляет 15,43 л/с×км². В среднем продолжительность половодья составляет 26 суток, начинается половодье 2 апреля, пик проходит на 11 апреля, а заканчивается 26 апреля [4]. В среднем объем половодья составляет 86% от годового стока, но может меняться от 51 до 97%.

Для р. М. Иргиз модуль стока в апреле составляет 14,27 л/с×км². В среднем продолжительность половодья составляет 24 суток, начинается половодье 2 апреля, пик проходит на 10 апреля, а заканчивается 25 апреля [4]. В среднем объем половодья составляет 93% от годового стока, но может меняться от 46 до 100%.

Для р. Сызранка модуль стока в апреле составляет 11,74 л/с×км². В среднем продолжительность половодья составляет 29 суток, начинается половодье 26 марта, пик проходит на 7 апреля, а заканчивается 23 апреля [4]. В среднем объем половодья составляет 59% от годового стока, но может меняться от 23 до 79%.

Для р. Самара модуль стока в апреле состав-

Таблица 3. Характеристика рек в створах гидрологических постов

Река	Расход воды, м ³ /с	Модуль стока, л/(с×км ²)	Слой стока, мм	Объем стока, млн. м ³
Самара	48,70	2,13	67	1536
Сок	23,26	4,92	155	734
Чапаевка	2,65	1,79	56	83,6
Малый Иргиз	3,22	1,51	48	102
Сызранка	16,24	3,71	117	512
Чагра	3,18	1,24	39	100

Таблица 4. Модули водного стока (л/с×км²) в створах гидрологических постов

Месяцы											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р. Самара, с. Елшанка, 22800 км ²											
0,86	0,81	1,46	11,68	3,35	1,50	1,15	0,95	0,91	1,01	1,01	0,94
р. Сок, ст. Сургут, 4730 км ²											
2,46	2,33	3,71	19,92	7,89	4,19	3,54	2,93	2,98	3,12	3,10	2,83
р. Чапаевка, с. Подъем-Михайловка, 1480 км ²											
0,19	0,16	3,65	15,43	0,78	0,32	0,18	0,09	0,10	0,14	0,22	0,26
р. Малый Иргиз, с. Селезниха, 2110 км ²											
0,022	0,030	3,13	14,27	0,56	0,031	0,027	0,031	0,003	0,006	0,013	0,011
р. Сызранка, с. Репьевка, 4380 км ²											
2,17	2,24	5,16	11,74	3,81	2,85	2,60	2,56	2,74	3,06	3,06	2,51
р. Чагра, с. Новотулка, 2580 км ²											
0,31	0,31	2,33	8,95	0,73	0,35	0,32	0,30	0,27	0,29	0,33	0,34

ляет 11,68 л/с*км². Средняя продолжительность весеннего половодья составляет 39 суток. Начинается половодье 1 апреля, пик проходит на 15 апреля, а заканчивается 9 мая [4]. В среднем объем половодья составляет 63% от годового стока, но может меняться от 41 до 79%.

Для р. Чагра модуль стока в апреле составляет 8,95 л/с*км². В среднем продолжительность половодья составляет 29 суток, начинается половодье 30 марта, пик проходит на 11 апреля, а заканчивается 27 апреля [4]. В среднем объем половодья составляет 71% от годового стока, но может меняться от 20 до 93%.

На основании модулей водного стока были рассчитаны средние расходы воды в устьях рек в соответствии с СП 33-101-2003 [16]. Суммарный расход 6 рек составляет 196,8 м³/с. Самые большие расходы воды наблюдались в р. Самара (99,3 м³/с), р. Сок (57,5 м³/с) и р. Сызранка (21,0 м³/с). Водный сток этих трех рек составляет 90,4% от общего бокового притока Саратовского водохранилища. На остальные реки приходится менее 10% водного стока. Водный сток р. Чапаевки составляет 7,7 м³/с, р. М. Иргиз – 5,9 м³/с, р. Чагра – 5,4 м³/с.

Внутри годы расходы воды существенно меняются (табл. 5). Основные расходы воды приходятся на период весеннего половодья (март, апрель, май), при этом пик половодья приходится на апрель.

Минимальные расходы воды наблюдаются в период зимней межени, когда река переходит на питание подземными водами. В период весеннего половодья расходы воды в реках резко увеличиваются. Во время вегетационного периода в летне-осеннюю межень расходы воды снижаются, но остаются выше, чем в период зимней межени.

Величина расходов воды на реках сильно зависят от водности года. В многоводные годы расходы воды увеличиваются, а в маловодные годы наоборот уменьшаются в 2-3 раза по срав-

нению с годом средней водности. Межгодовые изменения расходов воды обуславливает увеличение или уменьшение массы минерального фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище с водным стоком рек (D_i).

По данным наблюдений установлено, что самые большие концентрации растворенного минерального фосфора (фосфатов) наблюдались в воде р. Сызранка. Средняя годовая концентрация фосфатов составляла 0,132 мгР/дм³, наибольшая - 0,300 мгР/дм³, наименьшая – 0,062 мгР/дм³, а годовая амплитуда колебаний - 0,238 мгР/дм³. Самые маленькие концентрации фосфатов наблюдались в воде р. Сок. Средняя концентрация составляла 0,082, наибольшая - 0,165, наименьшая – 0,062 мгР/дм³. Годовая амплитуда колебаний концентрации - 0,138 мгР/дм³.

Для расчета массы фосфора, поступающего с речным стоком, по формуле (2) необходимы данные средних месячных концентрациях фосфатов в устьевых зонах рек (C_i). Для получения средних месячных концентраций в реках была использована база данных Института экологии Волжского бассейна РАН (табл. 6).

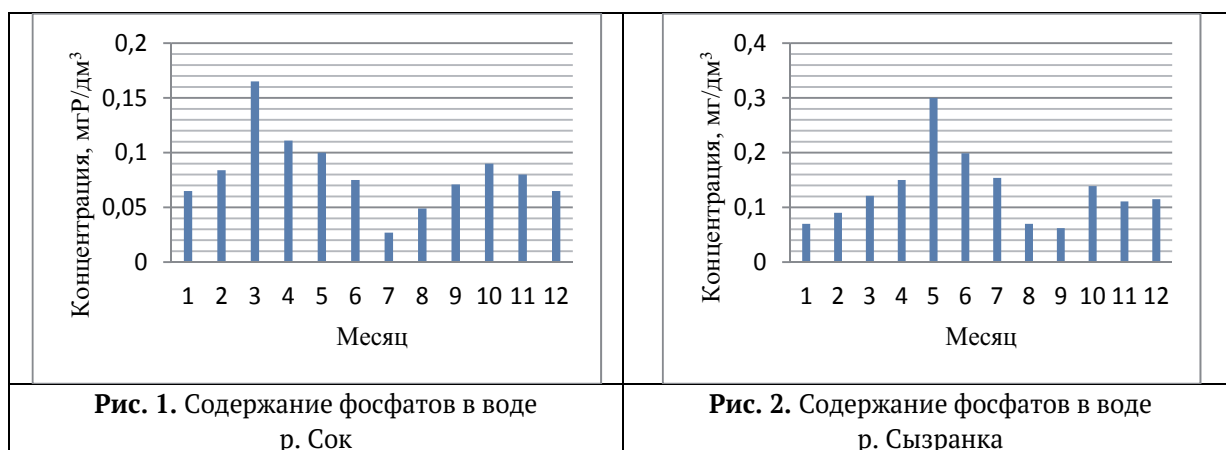
На всех реках внутригодовой максимум концентрации наблюдается весной в период прохождения весеннего половодья и зависит не только от состояния бассейна, но и конкретных погодных и гидрологических условий года. В период зимней межени концентрация фосфатов минимальная и наблюдается во время ледостава, когда поступление фосфатов с водосборной территории отсутствует и река питается только подземным стоком. В период летней межени концентрация фосфатов может снизиться ещё больше, чем зимой. Это за счет потребления фосфатов водорослями и высшей водной растительностью. Наибольшая сезонная амплитуда колебаний концентрации фосфатов наблюдалась в воде р. Сызранка (рис. 1), а наименьшая – в воде р. Сок (рис. 2).

Таблица 5. Среднемесячные расходы воды (м³/с) в устьях рек

Месяцы											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р. Самара, 46500 км ²											
39,99	37,67	67,89	543,12	155,78	69,75	53,48	44,18	42,32	46,97	46,97	43,71
р. Сок, 11700 км ²											
28,78	27,26	43,41	233,06	92,31	49,02	41,42	34,28	34,87	36,50	36,27	33,11
р. Чапаевка, 4310 км ²											
0,82	0,69	15,73	66,50	3,36	1,38	0,78	0,39	0,43	0,60	0,95	1,12
р. Малый Иргиз, 3900 км ²											
0,086	0,117	12,21	55,65	2,18	0,121	0,105	0,121	0,012	0,023	0,051	0,043
р. Сызранка, 5650 км ²											
12,26	12,66	29,15	66,33	21,53	16,10	14,69	14,46	15,48	17,29	17,29	14,18
р. Чагра, 4380 км ²											
1,36	1,36	10,21	39,20	3,20	1,53	1,40	1,31	1,18	1,27	1,45	1,49

Таблица 6. Среднемесячные концентрации фосфатов (мгР/дм³) в устье рек

Месяцы											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р. Самара											
0,059	0,073	0,090	0,197	0,099	0,060	0,055	0,040	0,086	0,130	0,099	0,070
р. Сок											
0,065	0,084	0,165	0,111	0,100	0,075	0,027	0,049	0,071	0,090	0,080	0,065
р. Чапаевка											
0,069	0,090	0,123	0,175	0,113	0,047	0,026	0,033	0,115	0,099	0,125	0,095
р. Малый Иргиз											
0,091	0,110	0,173	0,132	0,100	0,057	0,036	0,067	0,180	0,207	0,160	0,128
р. Сызранка											
0,070	0,090	0,121	0,150	0,300	0,199	0,154	0,070	0,062	0,139	0,111	0,115
р. Чагра											
0,081	0,099	0,143	0,112	0,100	0,057	0,046	0,061	0,151	0,188	0,140	0,128



При отсутствии точечных источников загрязнения на водосборной территории реки можно утверждать: чем больше амплитуда сезонных колебаний фосфатов, тем больше нарушено состояние водосборной территории и выше диффузное загрязнение.

Получена количественная оценка минерального фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище с речным стоком с водосборных территорий основных 6 притоков I порядка (табл. 7). Количество фосфора, поступающего в водохранилище, сильно зависит от расхода воды, поэтому при одной и той же концентрации фосфатов в многоводный год количество фосфора значительно увеличиться.

Установлено, что в Саратовское водохранилище в среднем поступает 763 т/год минерального фосфора с речным стоком. Между речными бассейнами сток распределяется следующим образом. Основная часть минерального фосфора поступает в водохранилище с водами р. Самара - 417,5 т/год (54,7%). На бассейн других рек приходится: 167,1 т/год (21,9%) – на р. Сок; 92,9 т/год (12,2%) на р. Сызранка; 38,1 т/год (5,0%) – на р. Чапаевка; 25,4 т/год (3,3%) – на р. М.Иргиз; 19,5 т/год (2,6%) – на р. Чагра.

Результаты расчетов по формулам (1) и (2) показывают, что диффузное загрязнение Саратовского водохранилища минеральным фосфором в среднем составляет 328,7 т/год (табл. 7). Это 43% от всего минерального фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище с речным стоком. Основная часть загрязнения поступает с водосборной территории р. Самары (66%). Остальные 34% приходятся на водосборные территории рек Сызранка (12,6%), Сок (12,3%), Чапаевка (5,7%), М. Иргиз (2,1%) и Чагра (1,4%).

По сезонам года загрязнение минеральным фосфором от рек поступает в Саратовское водохранилище неравномерно. Основная масса минерального фосфора поступает в Саратовское водохранилище в апреле месяце и составляет 241,3 т/год, что составляет 73,4% от годового поступления.

Анализ показывает, что в первую очередь для р. Самары необходимо разрабатывать водоохранные мероприятия по сокращению диффузного стока, так как с её водосборной территории в Саратовское водохранилище поступает основная часть (66%) минерального фосфора. Поэтому на водосборной территории этой реки природоохранные мероприятия, направленные

Таблица 7. Общий (обычный шрифт) и загрязненный (курсив) сток фосфора в Саратовское водохранилище

Месяцы												Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
р. Самара												
6,32	6,65	16,37	277,34	41,30	10,86	7,87	4,74	9,46	16,37	12,05	8,20	417,5
-	-	<i>4,36</i>	<i>184,42</i>	<i>13,32</i>	-	-	-	<i>2,19</i>	<i>8,30</i>	<i>4,02</i>	<i>0,47</i>	217,1
р. Сок												
5,01	5,54	19,18	67,06	24,72	9,54	3,00	4,50	6,43	8,81	7,52	5,78	167,1
-	-	<i>10,46</i>	<i>21,75</i>	<i>6,18</i>	-	-	-	-	<i>1,47</i>	<i>0,47</i>	-	40,3
р. Чапаевка												
0,15	0,15	5,20	30,17	1,02	0,17	0,05	0,35	0,13	0,16	0,31	0,28	38,1
-	-	<i>1,81</i>	<i>16,38</i>	<i>0,30</i>	-	-	-	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,09</i>	<i>0,05</i>	18,7
р. Малый Иргиз												
0,02	0,03	5,66	19,04	0,58	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	25,4
-	-	<i>2,35</i>	<i>4,47</i>	-	-	-	-	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	6,8
р. Сызранка												
2,30	2,76	9,45	25,79	17,30	8,31	6,06	2,71	2,49	6,44	4,97	4,37	92,9
-	-	<i>3,20</i>	<i>12,03</i>	<i>12,69</i>	<i>4,97</i>	<i>2,91</i>	-	-	<i>2,73</i>	<i>1,39</i>	<i>1,33</i>	41,3
р. Чагра												
0,30	0,33	3,91	11,38	0,86	0,23	0,17	0,21	0,46	0,64	0,53	0,51	19,5
-	-	<i>1,45</i>	<i>2,23</i>	<i>0,09</i>	-	-	-	<i>0,19</i>	<i>0,33</i>	<i>0,09</i>	<i>0,15</i>	4,5
Суммарный сток в Саратовское водохранилище												
14,1	15,5	59,8	430,8	85,8	29,2	17,2	12,5	19,0	32,4	25,4	19,2	760,7
-	-	<i>23,63</i>	<i>241,28</i>	<i>32,57</i>	<i>4,97</i>	<i>2,91</i>	-	<i>2,42</i>	<i>12,87</i>	<i>6,06</i>	<i>2,00</i>	<i>328,7</i>

Примечание: «-» - диффузное загрязнение отсутствует

на сокращение и предотвращения диффузного загрязнения Саратовского водохранилища, будут наиболее эффективными.

Проведенные исследования позволили дать количественную оценку диффузного загрязнения Саратовского водохранилища минеральным фосфором, поступающим с водами рек Самара, Сок, Чапаевка, Малый Иргиз, Сызранка и Чагра. С диффузным стоком рек в Саратовское водохранилище в среднем поступает 328,71 т/год минерального фосфора, что составляет 43% от общего (природного и антропогенного) речного стока фосфора. Больше всего минерального фосфора поступает от р. Самара – 217, 1 т/год, это 60% всего бокового диффузного загрязнения. Для повышения достоверности оценки диффузного загрязнения необходимо организовать гидрохимические наблюдения в устьевых участках боковых притоков I порядка в бассейне Саратовского водохранилища.

Интегральный подход по оценке диффузного загрязнения по данным мониторинга основывается на утверждении, что диффузное загрязнение Саратовского водохранилища формируется не только источниками загрязнения, но и общим экологическим состоянием боковых притоков и их водосборных территорий. После соответствующей апробации в различных природно-климатических условиях, данный подход

рекомендуется использовать для других крупных водохранилищ Волжско-Камского каскада. Дифференцированная оценка диффузного загрязнения и его ранжирование по различным водосборным территориям Волжского бассейна позволит приступить к разработке общей программы по сокращению диффузного загрязнения Волги.

Данный методологический подход, основанный на мониторинге водных объектов, целесообразно использовать не только для количественной оценки диффузного загрязнения, но и для контроля эффективности выполнения водоохраных мероприятий в бассейнах крупных водохранилищ в рамках реализации приоритетного проекта «Сохранение и предотвращение диффузного загрязнения Волги» до 2025 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспалова К.В., Селезнева А.В., Селезнев В.А. Устойчивое водоснабжение городского населения в условиях «цветения воды» на водохранилищах Волги (на примере г.о. Тольятти) // Водоочистка. 2016. № 6. С. 16-21.
2. Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с.
3. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Изд-во стандартов, 2013. 36 с.

4. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.1. РСФСР. Выпуск 24. Бассейны рек Волги (среднее и нижнее течение) и Урала. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 518 с.
5. Кондратьев С.А. Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. СПб.: Наука, 2007. 253 с.
6. Методические указания по расчету поступления биогенных элементов в водоемы от рассредоточенных нагрузок и установлению водоохранных мероприятий. Утверждены НТС Госагропрома РСФСР 17.02.88. Москва, 1988. 88 с.
7. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор. СО РАН. ГПНТБ. Ин-т водных и экол. Проблем. Барнаул: День, 2000. 130 с.
8. Научно-прикладной справочник: Многолетние характеристики притока воды в крупнейшие водохранилища РФ. Санкт-Петербург: ООО «РПЦ Офорт», 2017. 132 с.
9. Определение морфометрических характеристик водных объектов суши и их водосборов с использованием технологии географических информационных систем по цифровым картам Российской Федерации и спутниковым снимкам. – Санкт-Петербург: ООО «РПЦ Офорт», 2017. 148 с.
10. РД 52.24.382-2006. Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерения фотометрическим способом.
11. Селезнев В.А., Селезнева А. В., Беспалова К.В. Антропогенное эвтрофирование крупных водохранилищ Нижней и Средней Волги в условиях глобального потепления климата // В сборнике: Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водоемов. Материалы международной научно-практической конференции, 2017. С. 151-156.
12. Селезнева А.В., Селезнев В.А., Беспалова К.В. Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья // Поволжский экологический журнал. 2014. № 1. С. 88-96.
13. Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А. Содержание растворенного неорганического фосфора в воде Куйбышевского водохранилища // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 2. С. 35-45.
14. Селезнева А.В., Селезнев В.А. Опыт экологического нормирования биогенной нагрузки на примере Саратовского водохранилища // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 5. С.26-31.
15. Селезнева А.В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара: Изд-во СамНЦ РАН. 2007. 107 с.
16. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России), Москва. 2004.
17. Христианов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. 278 с.

EVALUATION OF DIFFUSE POLLUTION OF SARATOV RESERVOIR

© 2018 A.V. Selezneva

Institute of Ecology of the Volga River Basin of the Russian Academy of Sciences, Togliatti

Based on the results of monitoring Dani quantifying the mineral phosphorus entering the Saratov reservoir with river flow. It has been established that the reservoir an average 763 tonnes/year of phosphorus from them 328.7 tonnes/year in the form of diffuse pollution. The bulk of diffuse pollution comes from catchment r. Samara (66%), and the remaining 34% River juice, Syzranka, Chapayevka, m. Irgiz and Chagra.

Keywords: reservoir, basin, diffuse pollution, side tributaries, methods of assessment, monitoring, costs of water, mineral phosphorus.