Рамадан Р., Таллер Е.Б., Васенев И.И.

Экологическая оценка состояния качества воды Большого Садового пруда

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

УДК 574; 504.75:556; 771.12(470-25)

Экологическая оценка качества воды Большого Садового пруда на территории Тимирязевской академии в Москве

Рамадан Р., Таллер Е.Б., Васенев И.И.

РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

Аннотация

В работе представлены результаты оценки качества воды в Большом Садовом пруду, который расположен в Тимирязевском районе Северного административного округа Москвы, на территории парка РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. На исследуемом водоеме зимой и летом 2020 года по единой схеме отбора и анализа образцов были измерены растворенный в воде кислород, температура, водородный показатель (рН) и содержание железа, меди, хлоридов, нитритов и аммонийного азота. Отбор проб воды для анализа производился в соответствии с ГОСТ 51592–2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» в 7 точках, распределенных вдоль горизонтальной и вертикальной осей пруда, на трех уровнях (на поверхности, в середине толщи воды и у дна). Определение химических показателей качества воды проводили в день отбора водных проб фотометрическим методом, на спектрофотометре «PC spectro Lovibond».

Исследования показали значительное пространственное варьирование большинства исследованных показателей как по акватории пруда, так и по глубине водоема, достигающее кратных перепадов в случае содержания аммония и ярко выраженное по содержанию хлоридов, железа и меди. В среднем, почти двукратное увеличение содержания хлоридов в зимнее время свидетельствует о значительном воздействии на качество воды в пруду применения на прилегающей территории антигололедных реагентов. Содержания меди значительно возрастает в летний период, с наиболее высокими значениями в приплотинной части пруда с максимальным уровнем техногенной нагрузки. Наименьшее содержание загрязняющих веществ отмечается в верхней части пруда с минимальной антропогенной нагрузкой. Негативное влияние проезжей части улицы Прянишникова выражено гораздо сильнее, чем интенсивная рекреационная нагрузка в зоне пляжа. Характерное для Москвы антропогенное подщелачивание реакции среды в меньшей степени проявляется в центральной

части пруда с максимальными глубинами. Содержание растворенного кислорода тесно связано с температурой воды и глубиной отбора ее проб. В летний период его больше у дна, чем у поверхности пруда. Зимой пробы, отобранные в поверхностных горизонтах водоема, характеризуются более низкой температурой и сильнее насыщены кислородом, чем пробы воды, отобранные на глубине.

Полученные результаты показывают важное значение глубины и площади зеркала пруда для сохранения качества его воды в условиях Москвы. Не достигающее предельно допустимых концентраций, но ярко выраженное даже в условиях одного из самых экологичных районов города антропогенное загрязнение воды актуализируется задачи по дальнейшему снижению регулируемого уровня техногенной нагрузки на прилегающих к городским водоемам территориях. Повышенное пространственное варьирование качества воды и отмеченные в работе закономерности его изменения по акватории и глубине водоема должно приниматься во внимание при планировании и оценке результатов мониторинговых и мелиоративных мероприятий.

Ключевые слова: КАЧЕСТВО ВОДЫ, ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ТЕМПЕРАТУРА, ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, РАСТВОРЕННЫЙ КИСЛОРОД

Введение

Состояние водных объектов – одна из наиболее актуальных проблем общества, важная для обеспечения здоровья и качества жизни населения [1]. Одним из наиболее распространенных типов водных объектов в Москве являются пруды. Малые пруды наполняются поверхностными (дождевыми, талыми) или подземными (грунтовыми) водами и служат источником воды для различных целей. Они представляют ограниченный объем воды со специфической растительностью и гидробионтами. Пруды в Москве имеют в основном декоративное и рекреационное назначение. Реже они используются для рыбозаведения и рыболовства [2].

Одной из наиболее серьезных экологических проблем прудов в крупных городах, таких как Москва, является загрязнение. Антропогенное воздействие на водные экосистемы требует их мониторинга с оценкой качества воды и экологического состояния водоемов [3]. Мониторинг водных экосистем прудов является основой для прогнозирования их состояния,

предотвращения экологических проблем, рационального использования водных ресурсов [4].

Под качеством воды понимаются характеристики ее состава и свойств, определяющие пригодность воды для конкретных видов водопользования [5]. Для решения этой проблемы проводится гидрохимический анализ с определением качественного и количественного состава воды. К массово определяемым показателям качества воды относятся ее органолептические параметры, ионный состав, соленость, жесткость, щелочность, содержание неорганических и органических компонентов [6].

По комплексу гидрохимических показателей качества воды можно оценить экологическое состояние водоемов, так как химический состав во многом определяет условия обитания гидробионтов. Важно уточнять определяемые компоненты с учетом возможных природных и антропогенных источников загрязнения, морфологических особенностей изучаемого водоема [7]. В соответствии с ГОСТ Р 58556-2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций» базовые показатели качества поверхностных вод включают: pH, температуру, растворенный кислород, содержание взвешенных веществ, аммония, нитритов, фосфора, железа, меди, марганца, хлоридов, химическое потребление кислорода (ХПК), биологическое потребление кислорода (БПК) [8]. Температура воды напрямую влияет на биологические и химические процессы, содержание кислорода в воде [9]. В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. В сильно загрязненных органическими соединениями водных объектах может иметь место значительный дефицит кислорода. Уменьшение концентрации растворенного кислорода до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов [10].

Важную роль в загрязнении воды часто играют нитриты и аммонийный азот. Источниками нитритов в воде являются органические вещества, удобрения и некоторые минералы. Концентрация нитритов в поверхностных водах выше 1 мг / л указывает на наличие загрязнения. Удобрений и органические стоки с соседних территорий способствуют росту содержания в водных объектах аммония и других соединений азота (нитраты, нитриты) [11].

Содержание железа и меди в воде также является важным показателем ее качества, влияющим на жизнедеятельность гидробионтов в водоемах. Медь и железо – микроэлементы,

однако при превышении предельно допустимых концентраций они приводят к негативным последствиям на гидробионты и аккумулятивному загрязнению водоемов [12].

Объекты и методы исследований

Большой Садовый пруд (рис. 1) – один из крупных и социально значимых водоёмов Москвы. Расположен в Тимирязевском районе Северного административного округа, на территории парка РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Его площадь составляет 19 га, средняя глубина – 2 метра. Пруд имеет неправильную форму, его основная часть шириной 110–170 м вытянута на 850 метров по реке Жабенке. В северной части ширина пруда достигает 330 метров. На восточном берегу находится плотина с железобетонными плитами [13].

Рис. 1. Большой Садовый пруд на территории Тимирязевской академии

На исследуемом водоеме зимой и летом 2020 года по единой схеме отбора и анализа образцов были измерены растворенный в воде кислород, температура, водородный показатель (рН) и содержание аммонийного азота, нитритов, хлоридов, меди и железа. Отбор проб воды для анализа производился в соответствии с ГОСТ 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» в 7 точках, распределенных вдоль продольной и поперечной осей пруда, на трех уровнях (в приповерхностном горизонте, в середине толщи воды и у дна – см. табл. 1) в каждой

точке исследования (рис. 2). Глубина Большого Садового пруда в исследуемых точках варьирует от 165 до 450 см.

Таблица 1. Схема отбора проб воды Большого Академического пруда

№ точки	Положение точек отбора и анализа проб воды	Глубина отбора проб (см)		
		Поверхностная проба (а)	Средняя часть (b)	Придонная часть (с)
1	верхняя часть пруда, вблизи впадения реки Жабенки	5	120	240
2	средняя часть между верхней и центральной частями пруда	5	123	245
3	центральная часть пруда	5	162	325
4	центральная часть пруда вблизи берега, занятого пляжем	5	82	165
5	центральная часть пруда вблизи берега, занятого Историческим парком	5	125	250
6	центральная часть пруда, наиболее удалённая от берегов	5	225	450
7	приплотинная часть пруда, рядом с дорогой с активным движением авто - и электротранспорта	5	107	215

Измерение температуры воды проводили во время отбора проб, с помощью рН-метра «HANNA HI 98128». Измерение растворенного кислорода в воде проводилось с помощью оксиметра «HANNA HI 9142» на месте отбора проб, поскольку его содержание является неустойчивым показателем и зависит от температуры воды [14].

Определение химических показателей качества воды проводили в день отбора водных проб в Лаборатории агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования экосистем кафедры Экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева фотометрическим

методом, на спектрофотометре «PC spectro Lovibond».

Рис. 2. Схема отбора проб в акватории Большого Садового пруда

Результаты и обсуждение

Проведенные наблюдения показали значительное пространственное варьирование большинства исследованных показателей как по акватории пруда, так и по глубине водоема (табл. 2). Растворенный в воде кислород варьирует от 6,0 до 14,1 мг/л, что устойчиво выше его ПДК даже для рыбохозяйственных водоемов (4 мг/л) и является признаком относительно благополучного для большинства гидробионтов экологического состояния водоема. Содержание растворенного кислорода во всех точках летом меньше его содержания зимой.

Совместное влияние экологических факторов повышенных летних температур и ускоренного разложения большого количества органических веществ в воде за относительно короткий период времени приводит к значительному снижению концентрации растворенного кислорода в ней. Наименьшее значение растворенного кислорода (6,0 мг/л) наблюдалось летом в придонной части точки исследования с максимальным уровнем техногенной нагрузки у

плотины с интенсивным дорожным движением и приповерхностном горизонте воды в максимально открытой для прогревания зоне пруда с температурой 27,3°C.

Таблица 2. Физико-химические показатели качества воды Большого Садового пруда

№ точки		Растворенный кислород (мг/л)		pH		Температура (°C)	
		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
1	a	7,1	14,1	8,15	7,90	24,7	0,2
	b	7,4	12,3	7,89	7,83	23,9	3,1
	c	7,5	11,8	8,01	7,91	23,3	3,6
2	a	7,0	13,8	8,13	7,55	24,0	0,5
	b	7,6	12,6	7,84	7,70	23,3	3,3
	c	7,9	12,0	7,95	7,80	22,5	3,7
3	a	6,8	13,9	7,90	7,75	24,2	0,3
	b	7,8	11,9	7,74	7,20	22,3	3,7
	c	7,9	11,3	7,88	7,40	21,6	4,0
4	a	6,9	14,0	8,17	7,86	24,6	0,2
	b	7,1	12,1	8,02	7,65	24,2	3,5
	c	7,3	11,7	7,98	7,71	23,5	3,8
5	a	6,6	13,8	8,20	7,89	25,3	0,4
	b	7,2	11,9	8,07	7,81	25,0	3,1
	c	7,9	11,7	7,91	7,90	24,2	3,7
6	a	6,0	13,5	8,30	7,80	27,3	0,7
	b	6,3	11,2	7,80	7,69	26,3	4,0
	c	7,8	11,1	7,94	7,21	24,2	4,0
7	a	6,2	13,1	8,10	8,10	26,0	1,1
	b	6,1	11,5	8,30	7,20	25,6	3,8
	c	6,0	10,8	8,10	6,80	25,3	4,0

В зимний период содержание растворенного кислорода во всех точках наблюдений возрастает, в среднем, примерно в 2 раза – с максимальным содержанием (14,0–14,1 мг/л) в поверхностных горизонтах с минимальной температурой воды (0,2°C). Повышение температуры воды в срединной и придонной части водной толщи до 3-4°C сопровождается снижением содержания растворенного кислорода на 1,5–2,0 мг/л.

Значения водородного показателя pH варьируют в диапазоне от 7,74 до 8,30 в летний

период и от 7,20 до 8,10 – в зимний. В летний период четко выражены максимальные значения рН в приповерхностном горизонте водоема. В зимний период наблюдается менее однозначная картина. В наиболее чистых зонах пруда: его верховье (т. 1) и прибрежной части у Исторического парка с минимальной рекреационной нагрузкой (т. 5) наблюдаем относительно равномерное распределение значений рН по всему профилю водной толщи в диапазоне 7,81–7,91. В наиболее загрязненной приплотинной части пруда отмечается профильное снижение водородного показателя воды с 8,1 в приповерхностном горизонте до 6,8 – в придонном.

Высоким пространственным варьированием как по акватории пруда, так и по глубине водоема характеризуется содержание аммония, с кратными перепадами в зимнее и, частично, в летнее время (табл. 3). Содержание аммонийного азота в летний период может превышать нормативно допустимое (0,5 мг/л) для водоёмов рыбохозяйственного водопользования в придонной части верховья (т. 1) и даже центральной части пруда (т. 3) – до 1,2 мг/л (рис. 3). Присутствие аммония в концентрациях порядка 1 мг/л снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород, что приводит к их отравлению и часто к гибели [15]. В большинстве объектов наблюдения содержание аммония устойчиво находится в диапазоне от 0,10 до 0,48 мг/л, обеспечивая приемлемое для большинства гидробионтов качество воды.

Повышенное содержание аммонийного азота (0,35 мг/л) наблюдается в придонной части точки исследования с максимальным уровнем техногенной нагрузки у плотины с интенсивным дорожным движением.

В зимний период содержание NH_4^+ колеблется от 0,11 до 0,48 мг/л и не превышает установленных нормативов для водоёмов всех видов водопользования. Содержание нитритов на всех исследованных глубинах и летом, и зимой значительно ниже ПДК, установленных для нитритов в хозяйственно-питьевых, культурно-бытовых (3,3 мг/л) и даже рыбохозяйственных (0,08 мг/л) водоемах. При этом в летний период концентрация нитрит-ионов в пруду существенно увеличивается по сравнению с зимой (табл. 3). Это может быть связано с повышенной активностью фитопланктона летом, что увеличивает превращение нитратов в нитриты, а также с увеличением рекреационной деятельности, включая купание [16].

Таблица 3. Гидрохимические показатели качества воды Большого Садового пруда

		Аммонийный азот (мг/л)		Нитриты (мг/л)		Хлориды (мг/л)		Медь (мг/л)		Железо (мг/л)	
		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
1	a	0,11	0,21	0,02	<0,01	8,8	16,2	3,44	3,20	< 0,1	< 0,1
	b	0,14	0,42	0,02	<0,01	11,6	19,7	3,80	3,05	< 0,1	< 0,1
	c	1,2	0,20	0,02	<0,01	10,3	17,3	3,83	3,36	1,1	< 0,1
2	a	0,14	0,21	0,02	<0,01	8,9	19,7	3,56	3,41	< 0,1	0,23
	b	0,14	0,48	0,02	<0,01	9,1	18,8	3,91	3,76	< 0,1	< 0,1
	c	0,14	0,26	0,02	<0,01	13,1	19,4	4,11	4,03	0,84	0,72
3	a	0,14	0,27	0,02	0,02	10,4	21,5	3,85	3,80	< 0,1	0,14
	b	0,10	0,16	0,02	0,01	8,6	19,2	3,54	3,24	< 0,1	< 0,1
	c	1,2	0,38	0,02	0,02	10,3	18,9	3,84	3,68	0,69	0,82
4	a	0,10	0,16	0,02	<0,01	11,9	18,5	3,57	3,23	< 0,1	< 0,1
	b	0,15	0,15	0,02	<0,01	9,4	19,6	3,96	3,66	< 0,1	< 0,1
	c	0,10	0,31	0,02	<0,01	9,1	13,8	3,59	3,34	< 0,1	< 0,1
5	a	0,13	0,22	0,02	<0,01	9,2	17,8	3,40	3,30	< 0,1	< 0,1
	b	0,11	0,20	0,02	<0,01	11,9	20,7	3,36	3,17	< 0,1	< 0,1
	c	0,14	0,17	0,02	0,01	11,9	17,8	4,12	3,40	< 0,1	< 0,1
6	a	0,11	0,40	0,02	0,02	10,8	22,7	4,14	3,71	< 0,1	< 0,1
	b	0,18	0,37	0,02	<0,01	10,3	21,8	4,27	3,39	< 0,1	< 0,1
	c	0,11	0,11	0,02	0,01	12,4	21,9	4,34	3,37	0,96	0,70
7	a	0,13	0,34	0,02	<0,01	8,6	18,2	4,02	3,31	0,16	0,20
	b	0,12	0,18	0,02	<0,01	14,9	19,5	4,19	3,87	< 0,1	< 0,1
	c	0,35	0,16	0,03	<0,01	10,4	24,9	4,38	3,72	1,1	< 0,1

Рис. 3. Профильное распределение по глубине водоема содержания аммонийного азота в Большом Садовом пруду в зимний и летний периоды в каждой точке наблюдения

Примечание: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- точки наблюдения: 1 – верхняя часть пруда, 2, 3, 6 – средняя часть пруда, 5 – у Исторического парка, 4 – у пляжа, 7 – у плотины с автодорогой

Максимум отмечается в придонной части нижней зоны пруда с максимальным уровнем техногенной нагрузки у плотины с интенсивным движением по улице Прянишникова. В зимнее время относительно повышенное содержание нитритов отмечается в наиболее глубокой центральной части пруда (т. 3 и т. 6 – рис. 4).

Рис. 4. Содержание нитритов в Большом Садовом пруду в зимний период

Концентрации хлоридов во всех исследованных точках пруда и летом, и зимой (табл. 3) на порядок ниже нормативов как для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (350 мг/л), так и рыбохозяйственных водоемов (300 мг/л).

Содержание хлоридов в зимний период (13,8–24,9 мг/л) устойчиво выше их содержания в летний период (8,6 - 14,9 мг/л), с относительно пониженным содержанием хлорид-ионов в верхней части пруда и повышенным – в придонной части нижней зоны пруда с максимальным уровнем техногенной нагрузки у плотины с интенсивным движением по улице Прянишникова (рис. 5).

Рис. 5. Профильное распределение по глубине водоема содержания хлоридов в Большом Садовом пруду в зимний и летний периоды в каждой точке

Примечание: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- точки наблюдения: 1 – верхняя часть пруда, 2, 3, 6 – средняя часть пруда, 5 – у Исторического парка, 4 – у пляжа, 7 – у плотины с автодорогой.

Увеличение концентрации хлоридов в зимний период вероятно связано с активным использованием антигололедных реагентов, содержащих эти ионы. Соли реагентов могут попадать в водоем и с поверхностным стоком, и через атмосферные осадки, обогащенные связанными с ними аэрозолями [17]. Не случайно, максимальная концентрация хлоридов зимой наблюдается в пробе, отобранной в точке 7, которая находится у дороги.

Содержание меди в исследуемом водоеме (табл. 3) в летний период колеблется в диапазоне от 3,36 до 4,38 мг/л, в зимний – от 3,05 до 4,03 мг/л, что значительно превышает ПДК (1 мг/л) для объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, и кратно – ПДК для водоемов рыбохозяйственного пользования [18]. (рис. 6)

Максимальные значения вновь наблюдаются в придонной части нижней зоны пруда с максимальным уровнем техногенной нагрузки у плотины с интенсивным движением авто- и электротранспорта по улице Прянишникова (рис. 6) и самой глубокой части пруда (т. 6) – также в зоне влияния плотины (см. рис. 2).

Поступление меди в водоёмы может происходить при истирании контактных проводов трамваев в процессе их эксплуатации, что уже отмечалось в качестве значимого фактора загрязнения прилегающих к трамвайным путям территорий медью [19].

К доминирующим источникам меди в прудах часто относятся поверхностные и промышленные стоки, стоки с сельскохозяйственных угодий [20], но в данном случае они имеют ограниченное значение, что подтверждается невысоким уровнем содержания других загрязнителей.

В придонных горизонтах пруда отмечается повышенное содержание железа: летом от 0,69 до 1,1 мг/л (см. табл. 3) вдоль центральной оси пруда (в точках 1, 2, 3, 6 и 7 – см. рис. 2) – что значительно выше норматива содержания общего железа в водоемах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (по санитарным нормам не должно превышать 0,3 мг/л).

В зимнее время содержание железа снижается, но остается повышенным в придонных горизонтах центральной части пруда (в точках 2, 3 и 6): от 0,7 до 0,82 мг/л. В то же время содержание железа в приповерхностном и срединном горизонтах пруда устойчиво ниже значений ПДК и вполне благоприятно для гидробионтов.

Рис. 6. Профильное распределение по глубине водоема содержания меди в Большом Садовом пруду в зимний и летний периоды

Примечание: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- точки наблюдения: 1 – верхняя часть пруда, 2, 3, 6 – средняя часть пруда, 5 – у Исторического парка, 4 – у пляжа, 7 – у плотины с автодорогой

Заключение

1. Проведенные исследования качества воды одного из наиболее крупных водоемов северной части Москвы – Большого Садового пруда показали значительное пространственное варьирование большинства исследованных показателей как по акватории пруда, так и по глубине водоема, достигающее кратных перепадов в случае содержания аммония и ярко выраженное по содержанию хлоридов, железа и меди.

2. Содержание растворенного кислорода тесно связано с температурой воды и глубиной отбора ее проб. В летний период его больше у дна, чем у поверхности пруда. Зимой пробы, отобранные в поверхностных горизонтах водоема, характеризуются более низкой температурой и сильнее насыщены кислородом, чем пробы воды, отобранные на глубине.

3. Наименьшее содержание загрязняющих веществ отмечается в верхней части пруда с минимальной антропогенной нагрузкой. Негативное влияние проезжей части улицы Прянишникова с интенсивным движением авто- и электротранспорта выражено гораздо сильнее, чем интенсивная рекреационная нагрузка в зоне пляжа.

4. В среднем, почти двукратное увеличение содержания хлоридов в зимнее время свидетельствует о значительном воздействии на качество воды в пруду применения на прилегающей территории антигололедных реагентов.

5. Характерное для Москвы антропогенное подщелачивание реакции среды в меньшей степени проявляется в центральной части пруда с максимальными глубинами.

6. Полученные результаты показывают важное значение глубины и площади зеркала пруда для сохранения качества его воды в условиях Москвы. Не достигающее предельно допустимых концентраций, но ярко выраженное даже в условиях одного из самых экологических районов города антропогенное загрязнение воды актуализируется задачи по дальнейшему снижению регулируемого уровня техногенной нагрузки на прилегающих к городским водоемам территориях.

7. Повышенное пространственное варьирование качества воды и отмеченные в работе закономерности его изменения по акватории и глубине водоема должно приниматься во внимание при планировании и оценке результатов мониторинговых и мелиоративных мероприятий.

Список использованных источников

1. Abdelkarim M.S. Biomonitoring and bioassessment of running water quality in developing countries: A case study from Egypt // The Egyptian Journal of Aquatic Research. – 2020. - N 4. – P. 313–324.
2. Мухин. И.А., Лопичева О.Г. Анализ экосистемных услуг прудов разного хозяйственного назначения // Итоги научно-исследовательской деятельности Вологодского государственного университета. – 2017. – С. 375–377.
3. Tyagi S., Sharma B., Singh P., Dobhal R. Water quality assessment in terms of water quality index. // American Journal of water resources. – 2013. - N 1. – P. 34–38.
4. Mitryasova O. Hydrochemical Indicators Dynamic in Surface Water. // Journal of Ecological Engineering. – 2021. - N 8. – P. 111-122.
5. Чувьчкин А.Л., Яблонских Л.А., Девятова Т.А. Качество поверхностных вод Воронежского водохранилища и его влияние на здоровье населения г. Воронежа. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2018. - № 2. – С. 270–277.
6. Порфирьева А.В., Зиятдинова Г.К., Медянцева Э.П., Евтюгин Г.А. Гидрохимический анализ: Учебное пособие. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – С. 4–6.
7. Salikova N.S., Rodrigo-Parri J., Alimova K.K., Rodrigo-Clavero M.E. Analysis of the Water Quality of the Ishim River within the Akmola Region (Kazakhstan) Using Hydrochemical Indicators. // Water. – 2021. – Vol. 13. – N 9. – P. 1-19.
8. ГОСТ Р. 58556–2019 Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200168048>
9. Verma A.K. Hydrobiological studies of Muntjibpur pond of Allahabad (UP). International Journal on Agricultural Sciences. – 2016. – Т. 7. – N 2. –P. 164–166.
10. Анциферова Г.А., Кульнев В.В., Шевырев С.Л., Беспалова Е.В., Русова Н.И., Скосарь А.Е. Искусственные водные объекты бассейна реки Воронеж и альгобиотехнология в управлении качеством вод. // Экология и промышленность России. – 2018. - № 8. – С. 50–54.
11. Мирненко Э.И. Гидрохимический режим прудов Старобешевского района // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. - № 1. – С. 115–120.
12. Андреев Д. В. Проверка качества воды в Москва-реке, Истре и Липке // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции: Российский университет дружбы народов. - Москва. – 2020. – С. 24–28.
13. Большой Садовый пруд [Электрон. ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.mosgid.ru/nature/lake/bolshoy-sadoviy-prud.html>

14. Орлова Т.Н., Базлов Д.А., Орлов В.Ю. Химия природных и промышленных вод: Учебное пособие. - Ярославль: ЯрГУ, 2013. – С. 44–49.

15. Аммонийный азот в сточных водах [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://nomitech.ru/articles-and-blog/>

16. Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Сыромятникова С.Н. Азотное загрязнение прудов и водохранилищ Белгородской области в зимний период. // Региональные геосистемы. – 2014. - № 10. – С. 150–157.

17. Ларина Н.С., Устищенко А.А., Гусельников В.Л., Пинигина Е.П. Геохимический мониторинг городского пруда Южного (г. Тюмень). // Вестник Тюменского государственного университета. – 2017. - № 3. – С. 8–22.

18. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. N 552 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения", с изменениями и дополнениями от 10 марта 2020 г. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2017/01/16/minselhoz-prikaz552-site-dok.html>.

19. Корчагина К.В. Оценка загрязнения городских почв тяжелыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций. – Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. – С. 16–20.

20. Wu. B., Wang. G., Wu. J., Fu. Q., Liu. C. Sources of heavy metals in surface sediments and an ecological risk assessment from two adjacent plateau reservoirs. // Plos One. – 2014. - N 7. – С. 1–5.

21. Edstrom Sara M. Increasing concentrations of iron in surface waters as a consequence of reducing conditions in the catchment area. // Journal of Geophysical Research: Biogeosciences. – 2016. - N 2. – P. 479–493.

=====

Цитирование:

Рамадан Р., Таллер Е.Б., Васенев И.И. Экологическая оценка состояния качества воды Большого Садового пруда [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – №1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/1/st_103.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202121103>.