

УДК 504.455:504.062:574.63

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННОГО ВОДНОГО ОБЪЕКТА В ЗОНЕ ОТДЫХА «МУХИНСКОЕ ОЗЕРО» ГОРОДА БОРА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Козлов А.В., Вершинина И.В.

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru*

В статье рассмотрены результаты эколого-химического анализа проб воды, отобранных весной 2020 г. из природно-техногенного водного объекта природного комплекса «Мухинское озеро» Борского района Нижегородской области. Данный водоем, поначалу имеющий естественное происхождение, в силу чрезмерных антропогенных факторов (перепланировка, иссушение, гидроизоляция, искусственная водная подпитка, механические и химические обработки) претерпел существенные изменения и подвергся эвтрофикации. В настоящее время планируются дополнительные берегоукрепительные и иные планировочные мероприятия в рамках проекта «Формирование комфортной городской среды», направленные на благоустройство его акватории и местной территории. Однако вследствие указанного выше техногенного вмешательства биохимический режим водоема был нарушен, степень которого рассматривается в настоящей работе. Так, на фоне достаточно высокого содержания полифосфатов в водах озера (от 31 % до 45 % ПДК), в них были установлены завышенные концентрации аммонийного азота (от 0,36 до 2,50 ПДК) и существенное превышение допустимой концентрации в отношении содержания нитратного азота – от 26 до 86 ПДК. Кроме того, в водах Мухинского озера были установлены достаточно высокие концентрации хлоридов, сульфатов и общего железа, по последнему из которых было установлено превышение ПДК на 20-80 %. На фоне высокого содержания в водах растворенного кислорода процессы окисляемости были очень сильно выражены – завышение уровня показателя ХПК составляло от 9,8 до 12,8 ПДК. Очевидно, что на момент отбора проб воды озера характеризовались избыточным накоплением легкоразлагаемого азотсодержащего органического вещества, которые подвергались частичной минерализации. Единственным положительным моментом остается удовлетворительное содержание растворенного кислорода в водах (от 0,85 до 2,10 ДК), что отчасти может гарантировать постепенную нейтрализацию в них органических экотоксикантов. Для реализации комплексного подхода к решению инженерно-технических и экологических задач рассматриваемого водного объекта необходимо активно внедрять реабилитационные мероприятия по самовосстановлению озера.

Ключевые слова: природно-техногенный водоем, антропогенное нарушение акватории, пресные озерные воды, экологическое состояние воды, эвтрофикация, самоочищение и благоустройство территории водоема

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF MAN-MADE CONDITIONS TRANSFORMED WATER OBJECT IN RECREATION AREA «MUKHINSKY LAKE» OF THE BOR CITY OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Kozlov A.V., Vershinina I.V.

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod,
e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru*

The article considers the results of ecology-chemical analysis of water samples, taken in spring 2020 from the natural-man-made water object of the natural complex «Mukhinsky Lake» of the Borsky district of the Nizhny Novgorod region. This body, initially of natural origin, has undergone significant changes and eutrophication due to excessive anthropogenic factors (redevelopment, desiccation, waterproofing, artificial water feed, mechanical and chemical treatments). At present, additional coastal strengthening and other planning measures are planned within the framework of the project «Formation of a comfortable urban environment», aimed at improving its water area and local territory. However, due to the above-mentioned man-made intervention, the biochemical regime of the body of water has been disrupted, the extent of which is considered in the present work. Thus, against the background of a sufficiently high content of polyphosphates in the lake waters (from 31 % to 45 % of TLV), they were found to have excessive concentrations of ammonium nitrogen (from 0,36 to 2,50 TLV) and a significant excess of the permissible concentration with respect to nitrate nitrogen content – from 26 to 86 TLV. In addition, quite high concentrations of chlorides, sulphates and total iron were found in the waters of Mukhinsky Lake, the latter of which was found to exceed TLV by 20-80 %. Against the background of the high content of dissolved oxygen in the waters, the oxidability processes were very pronounced – the overestimation of the CCO value was from 9,8 to 12,8 TLV. It is obvious that at the time of sampling the water, the lakes were characterized by excessive accumulation of easily decomposable nitrogen-containing organic matter, which were subject to partial mineralization. The only positive point remains the satisfactory dissolved oxygen content in the waters (0,85 to 2,10 LV), which in part can guarantee the gradual neutralization of organic ecotoxicants in them. In order to implement an integrated approach to solving the engineering and environmental problems of the water body under consideration, it is necessary to actively introduce rehabilitation measures for the self-rehabilitation of the lake.

Keywords: natural and man-made water body, anthropogenic disturbance of water area, fresh lake waters, ecological state of water, eutrophication, self-cleaning and improvement of water body territory

Городская среда включает в себя ряд природно-антропогенных и антропогенных объектов, которые целенаправленно создаются человеком на ограниченной территории для удовлетворения социальных, культурных, бытовых и иных потребно-

стей. Кроме этого, в структуру городских территорий входят компоненты экологической инфраструктуры, такие как зеленые насаждения и водоемы, которые обеспечивают экологически устойчивое состояние городской среды, зачастую имея при этом и рекреационное значение [1; 2].

Однако стремительное развитие и увеличение площадей урбанизированных территорий, как правило, оказывает отрицательное влияние на экологическое состояние природных компонентов современных мегаполисов. Наличие среднего и высокого уровня концентраций экотоксикантов в водах рек и иных водных объектов, расположенных на урбанизированных территориях, связано с их высокой антропогенной нагрузкой хронического характера. В частности, в подобных условиях водоемы зачастую используют для сброса сточных вод, берега рек очень часто подлежат трансформации и застройке, русла рек искусственно изменяют и заключают в специальные коллекторы, что негативным образом сказывается на естественном экологическом фоне водных экосистем [3; 4].

Любой городской водный объект в условиях нерациональной эксплуатации и при отсутствии природоохранных мероприятий со временем утрачивает свой экологический статус и ландшафтно-рекреационное назначение, вследствие чего теряет устойчивость в результате ухудшения и деградации основных компонентов и характеристик водной экосистемы [5–7].

В настоящее время многие реки, пруды и озера, расположенные в городской черте, находятся в экологически неустойчивом и кризисном состоянии, ввиду чего применение только природоохранных мероприятий с целью стабилизации водных экосистем, как правило, уже недостаточно. Основным направлением в сфере поддержания качества водных бассейнов подобных городских экосистем является применение специальных современных инженерно-технических решений. В условиях города, при высоком уровне загрязняющих потоков в водные экосистемы, самовосстановительной способности водоемов зачастую недостаточно для переработки всего количества загрязняющих веществ, привносимых в водоемы с водосборной площади, из атмосферы и с грунтовыми водами. Поэтому при решении данных проблем необходим комплексный подход к решению инженерно-технических и экологических задач с целью реабилитации природных водных

экосистем, включающий предварительную экологическую оценку комплекса гидрохимических и гидробиологических свойств нарушенного объекта [8–10].

Цель настоящей работы состояла в оценке экологического состояния озера Мухинское как техногенно преобразованного водного объекта по данным гидрологических, биохимических и экотоксикологических показателей его вод вследствие осуществления работ по благоустройству городской зоны отдыха «Мухинское озеро».

Материалы и методы исследования

Исследования осуществлялись на техногенно преобразованном водном объекте – озере Мухинском, расположенном в центральной части г.о.г. Бор Нижегородской области. До начала работ по благоустройству территории (до мая 2018 г.) Мухинское озеро представляло собой естественный природный водоем, который являлся историческим памятником и достопримечательностью города. В связи с современной плотной застройкой центральной части г. Бор озеро Мухинское оказалось ограниченным с одной стороны монолитным железобетонным забором, а с противоположной стороны располагалась тропиноподобная сеть, соединяющая улицу Фрунзе и рыночную площадь. Берег озера плотно зарос ивой и кленом ясенелистным, дно водоема сильно заилено, а водная гладь озера замусорена преимущественно бытовыми отходами.

В 2018 г. в связи с началом реализации проекта «Формирование комфортной городской среды» в мае было начато благоустройство общественного пространства около Мухинского озера. В рамках осуществления 1-го этапа благоустройства были проведены следующие виды работ: формирование линии берега озера, углубление дна до проектной отметки – 73,5 см, и расчистка озера, а также организация ливневой канализации и обустройство пешеходной зоны из террасной пластиковой доски и брусчатки. В ходе выполненных работ чаша озера была расширена, углублена и перемещена на 10 метров в сторону дорожно-тропиноподобной сети, ближе к зданию рынка. Береговая линия озера в ходе реконструкции была изолирована с помощью шпунтового ограждения. Исходное природное ложе водоема вместе с ключами, питавшими озеро, были засыпаны щебнем, песком и привозным почвогрунтом. Вокруг вновь сформированного озера обустроено 5 железобетонных колодцев для приема сточных и дождевых

вод. Реконструированное озеро расположено ниже уровня проезжей части и колодцев ливневой канализации, ввиду чего все поверхностные воды с близлежащих территорий и колодцев (при их переполнении) стекают непосредственно в водоем.

В апреле 2019 г. Мухинское озеро обмелело, впоследствии проводилась неоднократная искусственная подпитка водоема с помощью водопроводной воды, которую закачивали в озеро посредством пожарного гидранта из водозаборного колодца, расположенного на территории местного рынка. В конце июля 2019 г. на дно водоема уложили гидроизоляцию, сверху разместили слой песка и вновь заполнили чашу водой из артезианской скважины, которую пробурили для систематической подпитки искусственного водного объекта.

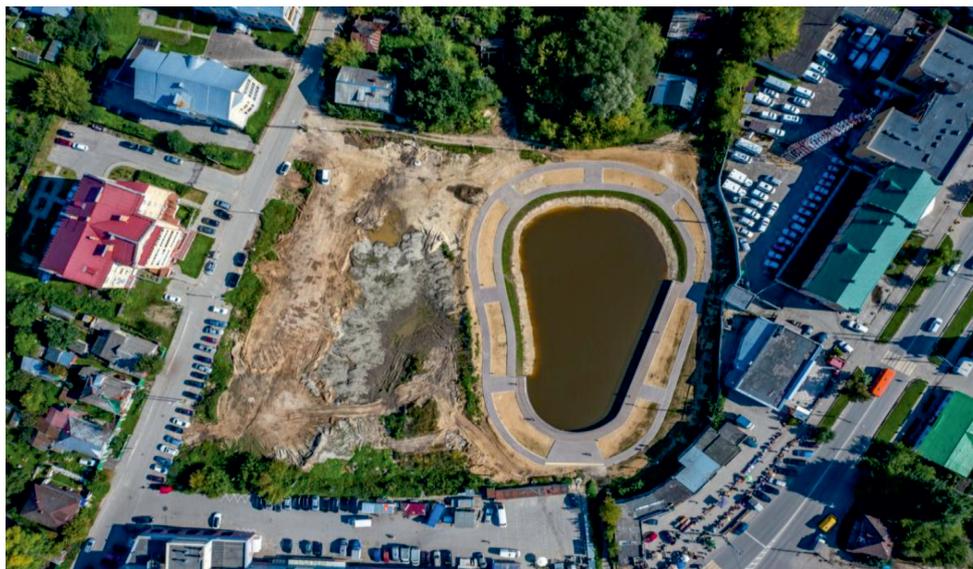
Через 7 дней после осуществления последних работ по благоустройству (начало августа 2019 г.), в озере начался интенсивный процесс эвтрофикации. Обильно цветущие водоросли удаляли с поверхности водоема механическим путем, затем в сентябре была осуществлена химическая обработка Мухинского озера. В весенне-летний период 2020 г. предполагается 2-я очередь благоустройства озера и территории вокруг него.

Для проведения оценки качественных и количественных показателей вод исследуемого водного объекта было выделено 4 точки, равномерно расположенные по периметру озера. Отбор проб воды был осуществлен однократно (14.03.2020 г.) в со-

ответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» при помощи батометра гидрологического БГ-1,0; пробы воды отбирали в пластиковые бутылки (2 л). Внешний вид и природно-территориальный комплекс Мухинского озера представлены на рисунке.

Лабораторный экологический анализ проб воды из озера проводился в течение первой недели после отбора проб на базе оборудования Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды НГПУ им. К. Минина.

В пробах воды определяли: общие гидрологические показатели (цветность – по Сг/Со шкале, запах при +60 °С, прозрачность – по шкале цилиндра Снеллена и мутность пересчетным способом); гидрохимические свойства (кислотность воды – потенциометрическим способом, общая жесткость – трилонометрическим титрованием, содержание аммонийной и нитратной формы азота – ионселективной ионометрией, содержание хлоридов и сульфатов – соответственно аргентометрией и йодометрией, содержание полифосфатов и общего железа – спектрофотометрией; гидробиологические свойства (содержание растворенного кислорода – йодометрия по Винклеру, ХПК – по перманганатной окисляемости воды, БПК – семисуточное). Аналитическая повторяемость – трехкратная. Статистическую обработку данных проводили методом вариационного анализа данных [11].



Внешний вид и природно-территориальный комплекс озера Мухинское города Бора Нижегородской области

**Результаты исследования
и их обсуждение**

В результате выполненных аналитических исследований показателей качества Мухинского озера было выявлено, что его воды характеризовались удовлетворительными свойствами (табл. 1).

Запах воды, определенный при повышенной температуре (+60 °С), характеризовался явным присутствием процессов гниения – по всем пробам имелись «Гнилостный», «Лекарственный» и «Химический» обонятельные признаки. Интенсивность запаха в среднем по всем пробам была на допустимом уровне. Аналогичным образом характеризовалась цветность воды озера – с явным наличием бурого и зелено-го оттенков проб, цветность которых также оказалась на уровне допустимых значений.

Прозрачность воды характеризовалась ниже оптимального (60 см столба Снеллена), что, очевидно, было обусловлено как

уровнем цветности, так и заметной мутностью. Последняя имела значительную степень вариабельности по точкам отбора проб (64%), что свидетельствовало о неравномерности толщи воды озера по процессам перемешивания и оседания иловых частиц.

Кислотность воды варьировала в пределах нейтральной реакции и была незначительной, а общая жесткость была повышена, заметно вариабельна и характеризовала воды озера как жесткие. В целом относительно общих свойств воды нужно сказать, что Мухинское озеро не обладало избыточной кислотностью, однако его условно непроточный характер явился результатом неравномерной взмученности и жесткости.

Общие гидрохимические свойства воды рассматриваемого водоема показаны в табл. 2. Отличительной выявленной особенностью явились значительные концентрации биогенных элементов – растворимых форм азота и фосфора.

Таблица 1

Органолептические и обобщенные показатели качества воды природно-техногенного водоема «Мухинское озеро» (Нижегородская область, 2020 г.)

Показатель	Значения по точкам отбора				M ± m	V, %	ПДК
	I	II	III	IV			
Запах, балл	2	3	2	1	2	–	2
Цветность, °	10	20	20	30	20	–	20
Прозрачность, см	55	50	51	48	51 ± 1	6	>60
Мутность, мг/л	0,4	1,7	0,8	2,2	1,3 ± 0,4	64	1,5
pH, ед. pH	6,89	7,03	7,41	7,14	7,12 ± 0,11	3	6,5-8,5
Жесткость, мг-экв./л	4,02	7,73	6,19	8,59	6,63 ± 1,0	30	7,0

Примечание: M ± m (здесь и далее) – среднее арифметическое ± ошибка среднего значения; V, % – коэффициент вариации; ПДК (здесь и далее) – согласно ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», ГН 2.1.5.2280-07 Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.5.2307-07 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Таблица 2

Базовый катионно-анионный состав воды природно-техногенного водоема «Мухинское озеро» (Нижегородская область, 2020 г.)

Показатель	Значения по точкам отбора				M ± m	V, %	ПДК
	I	II	III	IV			
Аммонийный азот (NH ₄ ⁺)	4,76	2,17	0,68	1,88	2,37 ± 0,86	72	1,9
Нитратный азот (NO ₃ ⁻)	3870	2560	1198	1796	2356 ± 577	49	45
Полифосфаты (PO ₄ ³⁻ , общее)	1,57	1,44	1,20	1,09	1,33 ± 0,11	17	3,5
Сульфаты (SO ₄ ²⁻ , общее)	120	100	88	92	100 ± 7	14	500
Хлориды (Cl ⁻ , общее)	9,0	8,8	7,5	7,3	8,2 ± 0,4	11	350
Железо (Fe, общее)	0,54	0,36	0,15	0,29	0,34 ± 0,08	48	0,3

Таблица 3

Показатели биохимического состояния воды природно-техногенного водоема
«Мухинское озеро» (Нижегородская область, 2020 г.)

Показатель	Значения по точкам отбора				M ± m	V, %	ПДК
	I	II	III	IV			
Содержание растворенного O ₂ , мг/л	9,76	12,83	16,32	8,99	11,98 ± 1,67	28	>4
ХПК (по перманг. окисляемости), мг/л	57,6	49,2	64,0	60,7	57,9 ± 3,2	11	5,0
БПК (семисуточное), мг/л	5,12	7,16	12,62	10,25	8,79 ± 1,66	38	6,0

Так, на фоне достаточно высокого, но вместе с тем не выходящего за пределы ПДК уровня содержания полифосфатов в водах, в них были установлены повышенные концентрации аммонийного азота (от 0,36 до 2,5 ПДК) с очень высокой вариабельностью по точкам отбора (72 %). Кроме того, в водах Мухинского озера было выявлено существенное превышение допустимой концентрации в отношении содержания нитрат-анионов: здесь уровень превышения варьировал от 26 до 86 ПДК. Очевидно, что в водоеме активно шли процессы эвтрофикации, что, по-видимому, было связано с несанкционированным сбросом в водоем неочищенных сточных вод [7; 12].

Процессам гипертрофизации сопутствует активное цветение водоемов и, как следствие, избыточное накопление органических веществ, что приводит к заболачиванию толщи воды. Данные явления крайне неблагоприятны с точки зрения санитарного состояния территории, поскольку они приводят к накоплению в воде токсических веществ и чрезмерно замедляют процессы самоочищения водного объекта [8; 9]. Также здесь необходимо отметить, что наиболее высокие концентрации биогенных элементов были выявлены в точке 1, в непосредственной близости от которой расположен один из колодцев приема сточных и ливневых вод.

В водах озера были установлены достаточно высокие концентрации хлоридов, сульфатов и общего железа, уровень которых нетипичен для природных водных объектов таежно-лесной территории [11; 13; 14]. При этом содержание хлорид- и сульфат-анионов не имело существенной вариабельности и не выходило за пределы установленных санитарно-экологических норм, а содержание железа – превышало ПДК на 20–80 %.

Данные табл. 3, характеризующие уровень биохимической активности воды Мухинского озера, подтверждают наличие активной стадии процессов эвтрофикации, идущей в водоеме.

На фоне достаточно высокого содержания в водах растворенного кислорода процессы окисляемости, оцениваемые по показателю ХПК_{ПЕРМАНГ.}, были очень сильно выражены. Здесь превышение уровня допустимой концентрации составляло от 9,8 до 12,8 ПДК. Очевидно, что на момент отбора проб воды озера характеризовались избыточным накоплением легкоразлагаемого азотсодержащего органического вещества, которое подвергалось частичной минерализации. Однако, поскольку уровень показателя БПК, был достаточно высок (от 0,85 до 2,10 ПДК), следует, что самоочищающая способность водоема оказалась на удовлетворительном уровне, а сам водоем классифицировался как «грязный». По-видимому, естественная биологическая активность водоема в отношении деструкции органических экотоксикантов не могла обеспечить своей полноценной самоочистки.

Заключение

В результате проведенной оценки экологического состояния природно-техногенного озера «Мухинское» было установлено, что водный объект характеризовался неудовлетворительным санитарно-гидрохимическим состоянием по содержанию биогенных элементов, железу и уровню показателей самоочищения от органических примесей. Относительно последних показано, что уровень накопления в водах озера легкоразлагаемых органических веществ значительно превышал скорость процессов биохимического очищения. Единственным положительным моментом остается удовлетворительное содержание растворенного кислорода в водах, что отчасти может гарантировать постепенную биологическую нейтрализацию в них органических экотоксикантов. Для реализации комплексного подхода к решению инженерно-технических и экологических задач рассматриваемого водного объекта необходимо активно внедрять реабилитационные мероприятия по самовосстановлению озера.

Список литературы / References

1. Шабанов В.А., Шабанова А.В. Управление качеством городской среды: два подхода к реабилитации водных объектов // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 7–2. С. 51–57. DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.096.
- Shabanov V.A., Shabanova A.V. Quality management of urban environment: two approaches to water objects rehabilitation // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2017. № 7–2. P. 51–57 (in Russian).
2. Khamitova S.M., Glinushkin A.P., Avdeev Yu.M., Naliukhin A.N., Kostin A.E., Kozlov A.V., Uromova I.P., Rudakov V.O., Tesalovskiy A.A., Protopopova E.V., Pigorev I.Y., Polukhin A.A., Sycheva I.I. Condition assessment of tree plantations and phytosanitary properties of soils in cedar groves. *International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences*. 2017. V. 6. № 4. P. 1–7.
3. Маркелова С.А., Тихонова И.О. Значимость экосистемных услуг в устойчивом развитии мегаполисов на примере водных объектов // Успехи в химии и в химической технологии. 2017. Т. 31. № 9 (190). С. 68–70.
- Markelova S.A., Tihonova I.O. Importance of ecosystem services in the sustainable development of megacities on the example of water bodies // *Uspekhii v himii i v himicheskoi tekhnologii*. 2017. V. 31. № 9 (190). P. 68–70 (in Russian).
4. Усманова Л.И. Характеристика химического состава речных вод на территории и в окрестностях города Читы // Успехи современного естествознания. 2018. № 7. С. 200–208. DOI: 10.17513/use.36826.
- Usmanova L.I. Characteristic of the chemical composition of river waters in the territory and in the neighborhood of the city of Chita // *Advances in current natural sciences*. 2018. № 7. P. 200–208 (in Russian).
5. Золкин А.Г., Климова В.О., Мартянова Н.А., Моро П.Н. Критерии эффективности реабилитации реки Яузы в городском округе Мытищи // Проблемы региональной экологии. 2019. № 6. С. 134–139. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-18134.
- Zolkin A.G., Klimova V.O., Mart'yanova N.A., Moro P.N. The criteria for effective rehabilitation of the river Yauza within the urban area of Mytishchi // *Problemy regional'noj ekologii*. 2019. № 6. P. 134–139 (in Russian).
6. Маркова С.М., Наркозиев А.К. Методика исследования содержания профессионального образования // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 1 (26). [Электронный ресурс]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/923> (дата обращения: 10.04.2020). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-1-2.
- Markova S.M., Narkoziev A.K. Research technique of the content of professional education // *Vestnik of Minin University*. 2019. V. 7. № 1 (26). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/923> (date of access: 10.04.2020) (in Russian).
7. Суппес Н.А. Влияние хозяйственной деятельности на экологическое состояние водоемов города Ишима // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 98–103.
- Suppes N.A. Impact of economic activity on ecological condition of water bodies of the city of Ishima // *Samarskij nauchnyj vestnik*. 2018. V. 7. № 3 (24). P. 98–103 (in Russian).
8. Власов В.А., Сметанин В.И. Эколого-мелиоративные подходы к восстановлению малых водных объектов в условиях городской застройки // Природообустройство. 2009. № 5. С. 17–24.
- Vlasov V.A., Smetanin V.I. Ecological and reclamation approaches to the restoration of small water bodies in urban development // *Prirodoobustrojstvo*. 2009. № 5. P. 17–24 (in Russian).
9. Дмитриев В.В., Боброва О.Н., Грачева И.В., Колодкин П.А., Примак Е.А., Седова С.А., Четвергова А.А. Мониторинг и моделирование продукционно-деструкционных отношений в водных экосистемах // Успехи современного естествознания. 2019. № 1. С. 82–87. DOI: 10.17513/use.37041.
- Dmitriev V.V., Bobrova O.N., Gracheva I.V., Kolodkin P.A., Primak E.A., Sedova S.A., Chetvergova A.A. Monitoring and modeling production and destruction relations in water ecosystems // *Advances in current natural sciences*. 2019. № 1. P. 82–87 (in Russian).
10. Мялкина Е.В. Диагностика качества образования в вузе // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 3 (28). [Электронный ресурс]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1006> (дата обращения: 10.04.2020). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-3-4.
- Myalkina E.V. Diagnosis of the quality of education in the university // *Vestnik of Minin University*. 2019. T. 7. № 3 (28). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1006> (date of access: 10.04.2020) (in Russian).
11. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов: учебно-методическое пособие. Н. Новгород: Мининский университет, 2016. 146 с.
- Kozlov A.V. Environmental assessment of soil cover and water objects: study guide. N.Novgorod: Mininskiy universitet, 2016. 146 p. (in Russian).
12. Козлов А.В., Тарасов И.А., Дедык В.Е. Эколого-гидрохимическая характеристика акватории озера «Ключик» Павловского района Нижегородской области // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25909> (дата обращения: 10.04.2020).
- Kozlov A.V., Tarasov I.A., Dedyk V.E. Ecology-hydrochemical characteristic of the water area of the lake «Key» of the Pavlovsk district of the Nizhny Novgorod Region // *Modern problems of science and education*. 2017. № 1. [Electronic resource]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25909> (date of access: 10.04.2020) (in Russian).
13. Козлов А.В., Маркова Д.С., Соколюк С.А., Тогузов В.И. Экспертиза эколого-гидрохимического состояния памятника природы – озера «Светлояр» Нижегородской области // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 74–81.
- Kozlov A.V., Markova D.S., Sokolyuk S.A., Toguzov V.I. Examination of the ecological and hydrochemical state of the nature monument – Lake «Svetloyar» of the Nizhny Novgorod region // *Advances in current natural sciences*. 2019. № 6. P. 74–81 (in Russian).
14. Горюнова С.И. Влияние антропогенного воздействия на экологическое состояние малой городской реки // Вестник Московского университета. Серия 3 «Естественные науки». 2010. № 2. С. 57–64.
- Goryunova S.I. Influence of the Anthropogenic Impact on the Ecological Condition of a Small City River // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3 «Estestvennye nauki»*. 2010. № 2. P. 57–64 (in Russian).