УДК 504.064.2:504.455:502.62(470.341)

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДЫ
ОЗЕР ЗАВОЛЖЬЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ, ИМЕЮЩИХ СТАТУС
ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ****Козлов А.В., Маркова Д.С., Бодякшина М.А., Клочков Е.А.,
Захарова А.А., Савинов М.И.***ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru*

Работа содержит первичный эколого-геохимический анализ воды из озер левобережной части Нижегородской области, которые являются объектами особо охраняемых природных территорий региона. В условиях современного состояния водных объектов, находящихся на антропогенно изменяемой местности, выявление естественного экологического фона воды является острой задачей, поскольку хроническое загрязнение водоемов промышленными и коммунально-бытовыми отходами зачастую не позволяет определить уровень концентраций естественных компонентов, а кумуляция в воде поллютантов способна нарушать их природные биогеохимические циклы. Проведение данных исследований позволит определить уровень естественных концентраций веществ в водах, в том числе определенных геохимическими особенностями территории. Пробы воды отбирались осенью 2019 г. из озер Титковское, Кочешковское, Светлояр, Нестяр, Спасское и Юрасовское, которые анализировались по базовым показателям эколого-геохимической характеристики водоемов пресной категории. В целом по водам изученных водоемов была выявлена примерно одинаковая тенденция в содержании веществ базового состава, среди которых нейтральная кислотность в диапазоне 6,04–7,78 ед. pH, мягкая и средняя жесткость в диапазоне 0,19–5,95 мг-экв./л, ультрапресная и пресная минерализация в диапазоне 20–232 мг/л (за исключением повышено минерализованной воды из Спасского и Юрасовского озер), обусловленная преимущественно гидрокарбонат-анионами (15,4–134,2 мг/л), а также сульфатами (34–215 мг/л) и хлоридами (2,0–36,8 мг/л). Относительно повышенное содержание общего железа (0,44–0,60 мг/л) обусловлено активной миграцией ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} в подземные и поверхностные воды из почвенного покрова и литологической основы. Выявленные уровни показателей являются типичными для природных водных объектов, расположенных на территории естественного подзолистого педогенеза южно-таежной зоны. Для понимания целесообразности использования полученных данных в региональном экологическом мониторинге водных объектов в качестве водоемов с естественным геохимическим фоном необходимо проведение данных исследований в сезонной динамике.

Ключевые слова: природные водоемы, Нижегородская область, особо охраняемая природная территория, эколого-геохимическая характеристика водоема, естественный геоэкологический фон региона

**ECOLOGY-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF LAKE WATER
OF THE ZAVOLZHYE OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION
WITH THE STATUS OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS****Kozlov A.V., Markova D.S., Bodyakshina M.A., Klochkov E.A.,
Zakharova A.A., Savinov M.I.***Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod,
e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru*

The work contains primary environmental and geochemical analysis of water from lakes of the left-bank part of the Nizhny Novgorod region, which are objects of specially protected natural areas of the region. In current state of water bodies located in anthropogenic areas, identification of natural ecological background of water is an urgent task, since chronic pollution of water bodies by industrial and municipal waste often does not allow determining, level of concentrations of natural components, and accumulation of pollutants in water can disrupt their natural biogeochemical cycles. These studies will determine level of natural concentrations of substances in waters, including those determined by geochemical characteristics of territory. Water samples were taken in the fall of 2019 from the lakes Titkovskoe, Kocheshkovskoe, Svetloyar, Nestiar, Spasskoe and Yurasovskoe, which were analyzed according to basic indicators of ecological and geochemical characteristics of fresh water bodies. In general, for waters of studied reservoirs, approximately same trend was found in content of substances of base composition, among which neutral acidity in range of 6,04-7,78 units pH, mild and average stiffness in range of 0,19-5,95 mg-equiv./l, ultra-press and fresh mineralization in range of 20-232 mg/l (with the exception of highly mineralized water from Spasskoe and Yurasovskoe lakes), due mainly to hydrogen carbonate anions (15,4-134,2 mg/l) and sulphates (34-215 mg/l) and chlorides (2,0-36,8 mg/l). The relatively increased content of total iron (0,44-0,60 mg/l) is due to active migration of Fe^{2+} and Fe^{3+} ions into underground and surface waters from soil cover and lithological base. The revealed levels of indicators are typical for natural water bodies located on territory of natural podzolic pedogenesis of southern taiga zone. In order to understand feasibility of using obtained data in regional environmental monitoring of water bodies as bodies of water with a natural geochemical background, it is necessary to conduct these studies in seasonal dynamics.

Keywords: natural reservoirs, the Nizhny Novgorod region, specially protected natural area, ecological and geochemical characteristics of the reservoir, natural geoecological background of the region

Основным предназначением особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) является сохранение генетического

разнообразия обитающей биоты, резервация определенных природных ресурсов, поддержание экологического баланса местности,

представление максимального биогеоэкологического разнообразия местных биомов, а также они служат объектами научного изучения эволюции отдельных видов флоры и фауны, объектов экотопа (почвенный покров, поверхностные и подземные воды) и в целом экосистемы [1, 2].

В Нижегородской области существует более 400 различных ООПТ площадью почти 480 тыс. га, среди которых имеются объекты федерального, регионального и местного значения. Среди охраняемых территорий более 350 тыс. га расположено на землях лесного фонда. Также отличительной особенностью региона является наличие охранного статуса более чем у 90 болот, озер и водоемов [3], что определяет интерес к их изучению как объектов нетронутой природы и сохраняемого состояния гидросферы [4–6].

Природное озеро как условно постоянный естественный водный объект, как правило, характеризуется очень низкой временной гидрологической динамикой и малым эколого-гидрохимическим обновлением вещества в толще воды, а его внутренние течения зачастую не являются преобладающими факторами в определении гидрологического режима [7–10]. В связи с этим химическое состояние водоемов, пребывающих в условиях естественных охраняемых биогеоценозов, характеризует базовые геоэко-

логические свойства территории, а уровень концентраций его типовых компонентов может служить в качестве регионального экологического фона. В условиях современного состояния объектов окружающей среды и, в частности, водных объектов, пребывающих на антропогенно изменяемых территориях [11, 12], выявление данного экологического фона является острой задачей, поскольку хроническое загрязнение водоемов промышленными и коммунально-бытовыми отходами зачастую не позволяет определить уровень концентраций естественных компонентов, а техногенный привнос в воды поллютантов способен нарушать их природные биогеохимические циклы [13, 14]. Проведение данных исследований позволит определить уровень естественных концентраций веществ в водах, в том числе определенных геохимическими особенностями территории.

Цель исследования: первичная характеристика эколого-геохимических свойств воды озер, имеющих категорию ООПТ, расположенных в Заволжье Нижегородской области.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования явились воды охраняемых озер, расположенных на южно-таежной территории Заволжья в Нижегородской области (рисунок).

Титковское, Кочешковское

Жаренское

Светлое

Нестиер

Спасское

Юрасовское

Расположение исследуемых озер на различных территориях Заволжья Нижегородской области

Озера Титковское и Кочешковское представляют собой памятник природы регионального значения и расположены в Уренском районе. Общая площадь ООПТ – 375,4 га, расположены в массиве высоковозрастных темнохвойных лесов и низинных древесных болот южно-таежной подзоны. Оба озера имеют почти округлую форму с глубиной до 10–12 м. Жаренское озеро также является памятником природы регионального значения, оно расположено в Краснобаковском районе области. Площадь охранной территории составляет 13,6 га.

Озеро Светлояр является государственным природным памятником федерального значения. Озеро расположено в Воскресенском районе, площадь ООПТ составляет 12,0 га. Озеро имеет округлую форму и расположено в подзоне южной тайги. Озеро Нестиар является государственным памятником природы регионального (областного) значения, расположено также в Воскресенском районе области. Площадь охранной зоны составляет 29,9 га.

Спасское озеро расположено в Городецком районе области и является памятником природы регионального значения. Площадь ООПТ – 10,6 га. Озеро Юрасовское является охраняемым природным комплексом регионального значения и расположено в г. Бор Борского района. Общая площадь ООПТ составляет 15,6 га.

Все исследуемые озера расположены на территории южно-таежной подзоны, для которой свойственен преимущественно хвойный фитоценоз с примесями широколиственного древостоя различной фитоценотической вариации. Условия данной территории определяют некоторые особенности вертикальной миграции веществ в почвенном покрове и, как следствие, обуславливают повышенное содержание в поверхностных и подземных водах соединений кремния, солей алюминия, марганца и железа, в анионном составе – содержание гидрокарбонатов и в более низких концентрациях – содержание сульфат- и хлорид-анионов [15]. Аналогичные особенности эколого-гидрохимического состава характерны для вод рек, протекающих по территории Керженского заповедника [16].

Пробы воды отбирались в сентябре 2019 г. и доставлялись в Эколого-аналитическую лабораторию мониторинга и защиты окружающей среды при НГПУ им. К. Минина, где впоследствии подвергались анализу в течение трех дней после отбора.

При помощи батометра гидрологического БГ-1,0 из каждого озера было отобрано по 4 пробы, каждая объемом 2 л. Из озер Титковское и Кочешковское было отобрано по 2 пробы по 2 л. Далее в пробах определяли множество показателей экологического состояния и гидрохимического режима, среди которых имелись кислотность (водородный показатель) – потенциометрическим методом, общая минерализация – кондуктометрией, содержание гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов – классическими титриметрическими методами, содержание общего железа – спектрофотометрическим методом [15]. Химико-аналитическое ос нование выполняемых анализов соответствовало современным нормативным методическим требованиям. Аналитическая повторяемость в измерениях – трехкратная, статистическую обработку полученных данных проводили методом вариационного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Данные таблицы отражают уровень показателей эколого-геохимического состояния озер, обследованных в Заволжской территории Нижегородской области.

Водородный показатель воды всех озер в целом находился на нейтральном уровне, несущественно изменяясь от слабокислого (6,04 и 6,86 ед. рН соответственно у воды озера Жаренское и Нестиар) до слабощелочного (7,51 и 7,78 ед. рН – у воды озера Спасское и Юрасовское) диапазона. Отсутствие сдвигов рН вод в сильнокислую или щелочную сторону, а также очень низкая вариабельность уровня кислотности в водоемах свидетельствует о наличии низких концентраций гидролитически кислых или щелочных веществ, а также об устойчивом состоянии кислотно-основных процессов, протекающих в толще воды всех озер.

Общая жесткость воды заметно различалась по озерам. Так, если озера Титковское и Кочешковское, а также Жаренское, Светлояр и Нестиар характеризовались мягкими водами с соответствующим уровнем показателя (2,69; 0,19; 1,30 и 1,16 мг-экв/л), то воды озера Спасское и Юрасовское относились к среднему уровню жесткости, в которых показатель варьировал в диапазонах соответственно 5,75–5,90 и 5,80–6,10 мг-экв/л. В условиях территории таежной зоны данный показатель обусловлен в том числе содержанием гидрокарбонатов и согласуется с уровнем общей минерализации воды.

Концентрация гидрокарбонат-аниона, преимущественно определяющего жесткость местных вод, оказалась наименьшей в водах Жаренского озера (13,2–17,6 мг/л), находилась на среднем уровне в водах озера

Светлояр (66,0–74,8 мг/л) и имела наибольшие значения в водах озер Титковское и Кочешковское (110,0–167,2 мг/л), Спасское (123,2–127,6 мг/л) и Юрасовское (127,6–140,8 мг/л).

Вариабельность базовых показателей эколого-геохимического состояния в водах охраняемых озер Заволжья в Нижегородской области (2019 г.)

Показатель	Min	Max	M	m	V, %	ПДК
1	2	3	4	5	6	7
<i>Титковское озеро / Кочешковское озеро</i>						
Кислотность (pH), ед. pH	7,10	7,40	7,24	0,07	2	6,5–8,5
Жесткость общая, мг-экв./л	1,95	3,45	2,69	0,43	32	7,0
Минерализация, мг/л	171	290	232	33	28	1000
Гидрокарбонаты (HCO_3^-), мг/л	110,0	167,2	134,2	15,5	23	500
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	60	110	83	10	25	500
Хлориды (Cl^-), мг/л	1,5	2,5	2,0	0,2	20	350
Железо общее (Fe), мг/л	0,55	0,67	0,60	0,03	11	0,3
<i>Жаренское озеро</i>						
Кислотность (pH), ед. pH	5,90	6,16	6,04	0,05	2	6,5–8,5
Жесткость общая, мг-экв./л	0,15	0,25	0,19	0,02	26	7,0
Минерализация, мг/л	19	22	20	1	7	1000
Гидрокарбонаты (HCO_3^-), мг/л	13,2	17,6	15,4	1,3	16	500
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	28	44	34	4	21	500
Хлориды (Cl^-), мг/л	1,5	3,6	2,5	0,5	38	350
Железо общее (Fe), мг/л	0,46	0,56	0,50	0,02	9	0,3
<i>Озеро Светлояр</i>						
Кислотность (pH), ед. pH	7,10	7,20	7,17	0,02	1	6,5–8,5
Жесткость общая, мг-экв./л	1,25	1,35	1,30	0,02	3	7,0
Минерализация, мг/л	124	170	138	11	16	1000
Гидрокарбонаты (HCO_3^-), мг/л	66,0	74,8	70,4	1,8	5	500
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	18	96	47	18	75	500
Хлориды (Cl^-), мг/л	2,5	3,5	3,0	0,2	14	350
Железо общее (Fe), мг/л	0,49	0,54	0,51	0,01	4	0,3
<i>Озеро Нестуар</i>						
Кислотность (pH), ед. pH	6,80	6,90	6,86	0,02	1	6,5–8,5
Жесткость общая, мг-экв./л	1,10	1,25	1,16	0,03	5	7,0
Минерализация, мг/л	129	135	132	1	2	1000
Гидрокарбонаты (HCO_3^-), мг/л	52,8	66,0	61,6	3,1	10	500
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	50	76	63	7	21	500
Хлориды (Cl^-), мг/л	5,0	5,5	5,4	0,1	5	350
Железо общее (Fe), мг/л	0,46	0,48	0,47	0,01	2	0,3
<i>Спасское озеро</i>						
Кислотность (pH), ед. pH	7,15	7,70	7,51	0,12	3	6,5–8,5
Жесткость общая, мг-экв./л	5,75	5,90	5,83	0,03	1	7,0
Минерализация, мг/л	500	525	512	6	2	1000
Гидрокарбонаты (HCO_3^-), мг/л	123,2	127,6	124,3	1,1	2	500
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	60	134	105	16	31	500

Окончание таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
Хлориды (Cl ⁻), мг/л	29,5	34,0	31,4	1,0	7	350
Железо общее (Fe), мг/л	0,43	0,58	0,47	0,04	15	0,3
<i>Юрасовское озеро</i>						
Кислотность (pH), ед. pH	7,60	7,90	7,78	0,06	2	6,5–8,5
Жесткость общая, мг-экв./л	5,80	6,10	5,95	0,06	2	7,0
Минерализация, мг/л	590	614	599	5	2	1000
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻), мг/л	127,6	140,8	134,2	2,8	4	500
Сульфаты (SO ₄ ²⁻), мг/л	196	226	215	6	6	500
Хлориды (Cl ⁻), мг/л	36,0	37,5	36,8	0,3	2	350
Железо общее (Fe), мг/л	0,41	0,45	0,44	0,01	4	0,3

Примечание. Min – минимальное значение показателя в вариационном ряду, Max – максимальное значение показателя в вариационном ряду, M – среднее значение показателя, m – стандартное отклонение среднего значения, V – коэффициент вариации, ПДК – предельно допустимая концентрация 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».

Примерно аналогичным образом варьировало общее содержание солей в исследованных водах. В частности, воды озер Светлояр и Нестиар характеризовались ультрапресной минерализацией, воды Титковского и Кочешковского озер находились в интервале пресного состояния, а воды Спасского и Юрасовского водоемов – в интервале с относительно повышенной минерализацией. Отличились воды озера Жаренское, в которых концентрация растворенных солей была зарегистрирована на очень низком уровне – 19–22 мг/л.

Среди основных ионов, определяющих геохимический фон территории, закономерно были выявлены сульфат- и хлорид-анион [16]. Их концентрации в водах озер также не выходили за пределы естественного состояния. В частности, содержание сульфатов оказалось на достаточно низком уровне в водах озер Титковское и Кочешковское (60–110 мг/л), Жаренское (28–44 мг/л), Светлояр (18–96 мг/л) и Нестиар (50–76 мг/л). Однако в водоемах Спасское и Юрасовское уровень содержания сульфат-аниона оказался выше – 105 мг/л и 215 мг/л.

Аналогичная тенденция прослеживалась относительно концентрации хлорид-аниона. Для природных вод исследуемой территории как естественное содержание хлоридов, так и его вариабельность достаточно низкие, что подтверждается на примере озер Титковского и Кочешковского

(1,5–2,5 мг/л), Жаренского (1,5–3,6 мг/л), Светлояр (2,5–3,5 мг/л) и Нестиар (5,0–5,5 мг/л). В нашем ряду отличились воды Спасского и Юрасовского водоемов, в которых концентрация хлоридов оказалась на более высоком уровне – соответственно 31,4 мг/л и 36,8 мг/л.

Содержание общего железа в водах всех водоемов оказалось примерно на одном, но на достаточно высоком уровне, которое к тому же превышало нормы, установленные по водоемам хозяйственного использования. В частности, все озера характеризовались концентрацией железа на уровне 0,44–0,51 мг/л, а наибольшее его содержание было установлено в водах озер Титковское и Кочешковское – 0,60 мг/л. Индивидуальная вариабельность данного показателя в толще воды каждого из водоемов была на очень низком и низком уровне, а относительно повышенный фон железа обусловлен естественными геохимическими процессами избыточного вымывания его солей из подзолистых почв и подстилающих пород, свойственных территории таежной зоны [9, 10, 15, 16].

Заключение

В работе были представлены результаты первичных эколого-геохимических исследований воды из природных озер Нижегородской области (Титковское и Кочешковское, Светлояр, Нестиар, Спасское

и Юрасовское), которые имеют статус особо охраняемой природной территории. В целом по водам водоемов была выявлена примерно одинаковая тенденция в содержании веществ базового состава, среди которых нейтральная кислотность в диапазоне 6,04–7,78 ед. рН, мягкая и средняя жесткость в диапазоне 0,19–5,95 мг-экв./л, ультрапресная и пресная минерализация в диапазоне 20–232 мг/л (за исключением повышенно минерализованной воды из Спасского и Юрасовского озер), обусловленная преимущественно гидрокарбонат-анионами (15,4–134,2 мг/л), а также сульфатами (34–215 мг/л) и хлоридами (2,0–36,8 мг/л). Относительно повышенное содержание общего железа (0,44–0,60 мг/л) обусловлено активной миграцией ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} в подземные и поверхностные воды из почвенного покрова и литологической основы. Выявленные уровни показателей являются типичными для природных водных объектов, расположенных на территории естественного подзолистого педогенеза южнотажной зоны по Нижегородской области. Такая тенденция согласуется с ультрапресной и пресной минерализацией, малым уровнем общей жесткости бикарбонатного характера, а также с наличием в водах низких концентраций ионов геохимического фона и относительно повышенным содержанием общего железа, которые свойственны гидрохимической характеристике малых рек, протекающих по территории Государственного природного биосферного заповедника «Керженский» [16]. Данная ООПТ также расположена в Заволжье Нижегородской области (Семеновский и Борский муниципальные районы). В целом для понимания целесообразности использования полученных данных в региональном экологическом мониторинге водных объектов в качестве водоемов с естественным геохимическим фоном необходимо проведение данных исследований в длительной сезонной динамике.

Список литературы / References

1. Стишов М.С., Дадли Н. Охраняемые природные территории Российской Федерации и их категории. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. 248 с.
2. Черных Д.В. Особо охраняемые природные территории и основы территориальной охраны природы. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. 227 с.
3. Bakka S.V., Kiseleva N.Yu. Specially protected natural areas of the Nizhny Novgorod region. Annotirovannyj perechen'. N. Novgorod, 2008. 560 p. (in Russian).
4. Козлов А.В., Маркова Д.С., Соколюк С.А., Тогужов В.И. Экспертиза эколого-гидрохимического состояния памятника природы – озера «Светлояр» Нижегородской области // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 74–81.
5. 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 // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2019. No. 6. P. 74–81 (in Russian).
6. 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: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25909> (дата обращения: 10.11.2020).
7. 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 // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2017. No. 1. [Electronic resource]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25909> (date of access: 10.11.2020) (in Russian).
8. Маркова С.М., Наркозиев А.К. Методика исследования содержания профессионального образования // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 1 (26). С. 2.
9. Markova S.M., Narkoziev A.K. Methodology for research into the content of vocational education // Vestnik Mininskogo universiteta. 2019. V. 7. No. 1 (26). P. 2 (in Russian).
10. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы. Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2012. 199 с.
11. Gagarina O.V. Assessment and rationing of natural water quality: criteria, methods, existing problems. Izhevsk: Izdatel'stvo «Udmurtskij universitet», 2012. 199 p. (in Russian).
12. Дмитриев В.В., Боброва О.Н., Грачева И.В., Колодкин П.А., Примак Е.А., Седова С.А., Четверова А.А. Мониторинг и моделирование продукционно-деструкционных отношений в водных экосистемах // Успехи современного естествознания. 2019. № 1. С. 82–87.
13. Dmitriev V.V., Bobrova O.N., Gracheva I.V., Kolodkin P.A., Primak E.A., Sedova S.A., Chetvergova A.A. Monitoring and modeling productional and destructional the relations in water ecosystems // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2019. No. 1. P. 82–87 (in Russian).
14. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. Минск: БГУ, 2011. 300 с.
15. Loginova E.V., Lopukh P.S. Hydroecology: lecture course. Minsk: BGU, 2011. 300 p. (in Russian).
16. Никаноров А.М., Иваник В.М. Словарь-справочник по гидрохимии и качеству вод суши (понятия и определения). Ростов-на-Дону: [б. и.], 2014. 548 с.
17. Nikanorov A.M., Ivanik V.M. Dictionary-handbook on hydrochemistry and quality of land waters (concepts and definitions). Rostov-na-Donu: [b. i.], 2014. 548 p. (in Russian).
18. Горюнова С.И. Влияние антропогенного воздействия на экологическое состояние малой городской реки // Вестник Московского университета. Серия 3 «Естественные науки». 2010. № 2. С. 57–64.
19. Goryunova S.I. Impact of anthropogenic influence on the ecological condition of a small urban river // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3 «Estestvennye nauki». 2010. No. 2. P. 57–64 (in Russian).
20. Козлов А.В., Копосова Н.Н., Уромова И.П., Волкова А.В., Вершинина И.В., Авдеев Ю.М., Веселова А.Ю. Environmental assessment of minor rivers flowing within the boundaries of Nizhny Novgorod. International Journal of Advanced Re-

search in Engineering and Technology (IJARET). 2020. Vol. 11. No. 4. P. 100–107.

13. Бортникова С.Б., Гаскова О.Л., Айриянец А.А. Техногенные озера: формирование, развитие и влияние на окружающую среду. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003. 120 с.

Bortnikova S.B., Gaskova O.L., Ayriyants A.A. Man-made lakes: formation, development and impact on the environment. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, filial «Geo», 2003. 120 p. (in Russian).

14. Трифонова Т.А., Ширкин Л.А., Селиванова Н.В. Эколого-геохимический анализ загрязнения ландшафтов. Владимир: ООО «Владимир Полиграф», 2007. 170 с.

Trifonova T.A., Shirkin L.A., Selivanova N.V. Environmental and geochemical analysis of landscape pollution. Vladimir: ООО «Vladimir Poligraf», 2007. 170 p. (in Russian).

15. 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: Mininskij universitet publ. house, 2016. 146 p. (in Russian).

16. Летопись природы за 2018 год Государственного природного биосферного заповедника «Керженский». [Электронный ресурс]. URL: http://www.kerzhenskiy.ru/biblioteka/izdatelstvo-kerzhenskiy-zapovednik/avtopis-prirody/?ELEMENT_ID=3367 (дата обращения: 20.11.2020).

Chronicle of Nature for 2018 of the State Natural Biosphere Reserve «Kerzhensky» [Electronic resource]. URL: http://www.kerzhenskiy.ru/biblioteka/izdatelstvo-kerzhenskiy-zapovednik/avtopis-prirody/?ELEMENT_ID=3367 (date of access: 10.11.2020) (in Russian).