

УДК 504.455:504.064

## ЭКСПЕРТИЗА ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ – ОЗЕРА СВЕТЛОЯР НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Козлов А.В., Маркова Д.С., Соколюк С.А., Тогузов В.И.**

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

В работе дана экспертная оценка эколого-гидрохимического состояния воды оз. Светлояр. Объект исследования обладает геологической и культурной уникальностью, входит в Единый государственный реестр объектов культурного наследия народов России, является составным элементом «Культурного ландшафтно-го комплекса «Озеро Светлояр и село Владимирское» и представляет собой государственный памятник природы федерального значения, единственный в Нижегородской области. Экспертизу воды озера проводили в осенний период 2018 г. и весной 2019 г.; пробы отбирали из четырех точек, равномерно удаленных друг от друга по периметру зеркала водоема, и в течение двух дней после отбора проводили лабораторные исследования. Анализ проводился на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при Мининском университете по базовым органолептическим, химическим и биохимическим показателям, типичным для пресных водоемов. Установлено соответствие объекта исследования категории пресных водоемов, практически не испытывающих антропогенных нагрузок. Воды озера характеризовались наилучшими органолептическими свойствами, ультрапресной минерализацией и минимальной жесткостью, а также нейтральной реакцией среды. Гидрохимия водоема определена наличием солей железа, а анионный состав представлен гидрокарбонатами, сульфатами и незначительным количеством хлоридов. Биогенные элементы были идентифицированы в воде в несущественном количестве, которое к весеннему периоду, как правило, было снижено. На основе динамики биохимических показателей установлено, что в водоеме с оптимальным качеством происходит деградация поступающего органического веществ и отсутствует тенденция его заболачивания. Для выявления наличия в озере геоэкологических барьеров, характерных для местной территории, необходимо продолжить изучение воды объекта с расширением спектра определяемых показателей в катионно-анионном составе воды.

**Ключевые слова:** вода озера Светлояр, памятник природы федерального значения, гидрохимия, гидробиология, экологическая экспертиза

## EXAMINATION OF ECOLOGY-HYDROCHEMICAL CONDITION OF NATURE SANCTUARY – THE LAKES SVETLOYAR OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

**Kozlov A.V., Markova D.S., Sokolyuk S.A., Toguzov V.I.**

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

In work the ecology-hydrochemical condition of water of the lake Svetloyar is expertized. An object of a research has geological and cultural uniqueness, enters the Unified State register of objects of cultural heritage of the people of Russia, is a component «The cultural landscape complex «Lake Svetloyar and Village Vladimir» and represents the State nature sanctuary of Federal importance as only in the Nizhny Novgorod Region. Expertise of water of the lake was carried out during the autumn period of 2018 and spring of 2019; tests selected from four points evenly remote from each other on reservoir mirror perimeter, and within two days after selection conducted laboratory researches. The analysis was carried out on the basis of Ecology-analytical laboratory of monitoring and environment protection at the Mininsky university on the basic organoleptic, chemical and biochemical indicators typical for fresh reservoirs. Compliance of an object of a research of category of fresh reservoirs, almost not experiencing anthropogenic strain is established. Waters of the lake were characterized by the best organoleptic properties, an ultra fresh mineralization and the minimum rigidity and also neutral reaction of the environment. The hydrochemistry of a reservoir is defined by availability of salts of iron, and the anion structure is presented by hydro carbonates, sulfates and insignificant amount of chlorides. Biogenous elements were identified in water in insignificant quantity which by the spring period was, as a rule, reduced. On the basis of dynamics of biochemical indicators it is established that in a reservoir to optimum quality there is a degradation arriving organic substances and there is no trend of its bogging. For identification of existence in the lake of the geoecological barriers characteristic of the local territory, it is necessary to continue object water studying with expansion of a range of the defined indicators in a cationic and anionic composition of water.

**Keywords:** the lake «Svetloyar» water, nature sanctuary of Federal importance, hydrochemistry, hydrobiology, environmental assessment

Согласно основам экологической гидрохимии качество пресноводного водоема представляет собой интегральный комплекс факторов его физико-географического и гидрологического состояния как целостного природного (биоценотического) и/или водохозяйственного объ-

екта. В свою очередь, данные факторы непосредственно связаны с контролируемыми показателями состава и свойств водной среды, описывающими эколого-гидрохимический статус воды и ее ответственности действующим нормативным параметрам [1].

Под геохимическим фоном понимается среднее содержание химического элемента (вещества) в пределах однородной геоэкологической системы. С экологической точки зрения анализ геохимического фона ландшафта необходим для идентификации и характеристики условно эталонных территорий, не подверженных какому-либо антропогенному загрязнению, в том числе и за счет атмосферного воздуха как трансграничной динамической среды – переносчика поллютантов [1, 2].

Одним из известных природных водных объектов России, обладающих геологической, геоэкологической и культурной уникальностью, является озеро Светлояр. Озеро расположено на Заволжской территории в Нижегородской области на расстоянии в 130 км к северо-востоку от г. Нижнего Новгорода. Местность имеет южнотаежный восточноевропейский равнинный (низменный) ландшафт.

Территориально озеро расположено в междуречье рек Керженец и Ветлуга, в 1,5 км западнее села Владимирское Воскресенского района Нижегородской области. Озеро имеет форму овала (470×350 м) и аномально большую глубину, достигающую в южной точке 33,4 м. Объем котловины озера составляет около 1,5 км<sup>3</sup>, площадь зеркала воды – 14,83 га, мощность донных отложений – примерно 8 м. Воды озера гидрокарбонатно-кальциевого типа минерализации и питаются в основном за счет пластов грунтовых вод и подводных ключей. Небольшой ручей, отходящий к маловодной реке Люнда (0,5 км), является единственным оттоком воды из озера [3].

На основании постановления Правительства Нижегородской области № 17 от 20.01.2015 г. озеро является объектом культурного наследия (Единый государственный реестр объектов культурного наследия народов РФ), входит в состав Культурного ландшафтного комплекса «Озеро Светлояр и село Владимирское» и является единственным в Нижегородской области государственным памятником природы федерального значения [2].

Озеро получило широкую известность благодаря легенде о «невидимом граде Китеже», который, по преданию, опустился на дно от монгольских завоевателей и по праву называется «малой Русской Атлантидой». Более 250 лет Светлояр является предметом особого внимания геологов и гидрогеологов, а также местом массового религиозного паломничества [4, 5].

Согласно исследованиям [6, 7] котловина оз. Светлояр имеет импактное происхождение и представляет собой метеоритный кратер голоценового периода. Поскольку главным источником питания озера являются грунтовые и ключевые воды [7, 8], они как среда внутриглубинного метасоматоза пород и миграции вещества на дневную поверхность, определяют преимущественный геохимический фон водоема, что подлежит обязательному изучению для последующего описания региональной биогеохимической специализации территории.

В настоящее время природные водные объекты, в наименьшей степени подвергающиеся антропогенному влиянию, являются прототипами водной среды обитания естественных биогеоценотических систем, которые, в свою очередь, выполняют региональную функцию динамического равновесия в биогеохимических циклах превращения веществ [9, 10]. В связи с этим, экспертиза геоэкологического состояния таковых водных объектов относится к приоритетным направлениям регионального экологического мониторинга.

В призме современного повсеместного техногенного давления на компоненты окружающей среды, отмечаемые в научной литературе [11, 12, 13], методическим комплексом экспертной экологической оценки природных гидроэкотопов служит анализ вариабельности показателей, отражающих гидрохимический и гидробиологический статус водоема.

Цель исследования: экспертиза экологического состояния воды оз. Светлояр на основе базовых показателей гидрохимии и гидробиологии пресных водоемов.

#### **Материалы и методы исследования**

Отбор проб воды из оз. Светлояр проводился в ноябре 2018 г. и в апреле 2019 г. из четырех точек (рисунок) в полиэтиленовые емкости в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» с помощью батометра гидрологического БГ-1,0.

Пробы воды доставляли в лабораторию и анализировали в первые два дня после отбора. Анализ проводился в Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при Мининском университете по основным органолептическим, гидро- и биохимическим показателям.



*Вид на озеро Светлояр и схема расположения точек отбора проб воды*

Определение органолептических показателей проб воды, жесткости, минерализации и кислотности проводили по общепринятым методам. Определение содержания в пробах воды соединений азота (нитратов и катиона аммония) – методами ионселективной ионометрии по РД 52.24.367-2010 и РД 52.24.324-2012 соответственно; содержание хлоридов – аргентометрией по ГОСТ 4245-72, содержание сульфатов – йодометрией по ГОСТ 31940-2012, содержание фосфатов и общего железа – спектрофотометрией по ГОСТ 18309-2014 и ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 соответственно; суммарное содержание тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb и Cu) в воде определяли методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометре-полярографе TA-Lab по ПНД Ф 14.1:2:4.222-06.

Биохимическое состояние воды водоема оценивалось по содержанию растворенного кислорода методом йодометрического титрования по Винклеру (РД 52.24.419-2005); химическое потребление кислорода – по перманганатной окисляемости воды (ПНД Ф 14.1:2:4.154-99), биологическое (7-суточное) потребление кислорода – по РД 52.24.420-2006.

Статистическая обработка выполнялась с помощью вариационного анализа данных в программе MS Office Excel; аналитическая повторяемость измерений – трехкратная.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

В табл. 1 показана вариабельность органолептических и общих свойств воды оз. Светлояр. Установлено отсутствие запаха в пробах воды, который мог бы был замечен потребителем (1 балл), наивысшая степень прозрачности воды (60 см стол-

ба Снеллена) и, как следствие, отсутствие в ней примесей, оказывающих влияние на мутность. Данные свойства сохранялись при перезимовке озера и оказались неизменны к весеннему отбору.

Водородный показатель (рН) варьировал не более чем на 3–5 % по сезонам и находился в пределах нейтральных значений. Содержание сухого остатка в пробах (показатель общей минерализации) практически не имело вариации как между точками отбора проб, так и между периодами отбора, что явно свидетельствует о геохимической однородности воды в озере. Уровень показателя минерализации вод характеризует ее как ультрапресную, что также подтверждается показателем общей жесткости, который варьировал в пределах 10–12 % по акватории озера и не выходил за пределы категории мягкой воды.

Данные табл. 2 отражают уровень и степень изменения показателей катионно-анионного состава воды оз. Светлояр, что, как известно [14], является неотъемлемой характеристикой базовых гидроэкологических свойств пресных водоемов. Содержание неорганических соединений азота (аммиачной и нитратной форм) в воде в период после схода льда (весна 2019 г.) находилось на значительно более низком уровне по отношению к данным осеннего отбора, что может быть объяснено отсутствием поступления органического вещества с прибрежных фитоценозов в воду за счет перекрытия водоема толщиной льда, а также существенным замедлением процессов сапротрофной аммонификации и нитрификации органического вещества, пребывающего в самом водоеме. При этом уровень содержания полифосфатов, варьирующих в водах озера до 61 % в осен-

ний период и в два раза ниже – в весеннее время, находился на значительном уровне в апреле 2019 г. По-видимому, соединения фосфора имеют свойство усиления аккумуляции в воде непроточных водоемов

к весеннему времени за счет замедленного их потребления как носителя биогенного элемента гидробионтами и, в первую очередь, пелагическими организмами (планктоном), в зимний период.

**Таблица 1**  
Органолептические и обобщенные показатели качества воды озера Светлояр

Показатель	Значения по точкам отбора				M ± m	V, %	ПДК
	I	II	III	IV			
2018 г.							
Запах, балл	1	1	1	1	1	–	2
Цветность, °	10	10	10	10	10	–	20
Мутность, мг/л	0	0	0	0	0	–	1,5
Прозрачность, см	60	60	60	60	60	–	60
pH, ед. pH	7,4	7,3	7,3	6,9	7,2 ± 0,1	3	6,5–8,5
Сух. остаток, мг/л	145	135	135	133	137 ± 3	4	1000
Жесткость, мг-экв./л	1,50	1,25	1,30	1,60	1,41 ± 0,08	12	7,0
2019 г.							
Запах, балл	1	1	1	1	1	–	2
Цветность, °	10	10	10	10	10	–	20
Мутность, мг/л	0	0	0	0	0	–	1,5
Прозрачность, см	60	60	60	60	60	–	60
pH, ед. pH	6,4	7,1	7,0	7,0	6,9 ± 0,2	5	6,5–8,5
Сух. остаток, мг/л	132	125	121	128	127 ± 2	4	1000
Жесткость, мг-экв./л	1,50	1,25	1,25	1,25	1,31 ± 0,06	10	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 озера Светлояр

Показатель	Значения по точкам отбора				M ± m	V, %	ПДК
	I	II	III	IV			
2018 г.							
Аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,36	0,29	0,36	0,54	0,39 ± 0,05	28	1,9
Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,52	0,57	0,60	0,93	0,66 ± 0,09	28	45
Фосфаты (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	0,25	0,20	0,10	0,05	0,15 ± 0,05	61	3,5
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	2,1	2,8	1,6	2,4	2,2 ± 0,3	23	500
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	2,5	10,1	2,3	4,9	4,9 ± 1,8	73	350
Железо (Fe <sub>общ</sub> )	0,32	0,26	0,17	0,34	0,27 ± 0,04	28	0,3
2019 г.							
Аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05 ± 0,01	16	1,9
Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08 ± 0,01	12	45
Фосфаты (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	2,48	1,41	1,44	1,42	1,69 ± 0,26	31	3,5
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	2,8	2,4	2,7	2,5	2,6 ± 0,1	7	500
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	5,3	6,1	5,0	6,2	5,7 ± 0,3	10	350
Железо (Fe <sub>общ</sub> )	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02 ± 0,01	43	0,3

Таблица 3

Показатели биохимического состояния воды озера Светлояр

Показатель	Значения по точкам отбора				M ± m	V, %	ПДК
	I	II	III	IV			
2018 г.							
Раств. O <sub>2</sub> , мг/л	8,0	7,9	7,0	10,0	8,2 ± 0,6	15	>4
ХПК <sub>ПЕРМАНГ.</sub> , мг/л	4,4	4,0	3,9	4,5	4,2 ± 0,2	7	5,0
БПК <sub>7</sub> , мг/л	8,2	7,9	7,9	8,0	8,0 ± 0,1	2	6,0
2019 г.							
Раств. O <sub>2</sub> , мг/л	4,6	7,8	8,2	8,3	7,2 ± 0,9	24	>4
ХПК <sub>ПЕРМАНГ.</sub> , мг/л	5,7	6,0	4,1	6,3	5,5 ± 0,5	18	5,0
БПК <sub>7</sub> , мг/л	6,8	6,8	6,1	7,1	6,7 ± 0,2	6	6,0

Содержание хлорид- и сульфат-анионов в водах практически по всем точкам отбора проб оказалось выше в весенний период, чем при отборе осенью. Аналогичным образом вела себя вариация данных показателей между точками пробоотбора: в диапазоне 7–10% весной и более чем на 20–70% в осеннее время. Высокий уровень варибельности показателей в поверхностных водах озера Светлояр, отобранных и проанализированных осенью, по-видимому, был обусловлен как жизнедеятельностью свободноплавающих гидробионтов, так и активизированными за теплое время биохимическими процессами в толще воды, которые, очевидно, не могут быть однородно протекаемыми на протяжении всей гидромассы.

Содержание общего (ионного) железа в воде озера варьировало значительно (до 28–43% в зависимости от сезона), по точкам I и IV превышало установленные экологические нормы за период осени, но было существенно снижено к весеннему времени (в среднем почти в 14 раз), что, вероятно, было обусловлено переводом ионных форм элемента в нерастворимые соединения в течение холодного времени года.

В табл. 3 представлены гидробиологические показатели воды водоема, отражающие интенсивность протекания различных биохимических процессов, обеспечиваемых жизнедеятельностью различных организмов и деградацией имеющегося в воде органического вещества [15]. Было установлено, что интенсивность минерализационных процессов в воде достаточно высока и однородна по акватории озера, поскольку биологическое потребление кислорода, затрачиваемое на сапротрофные процессы, оказалось выше установ-

ленных нормативов. Иными словами, воды озера обладают достаточным запасом пула микроорганизмов, обеспечивающих разложение поступающего естественного органического вещества.

Данный факт подтверждается наличием легкодоступного субстрата для питания, отраженного уровнем и варибельностью показателя химического потребления кислорода, методически расходуемого на минерализацию свободных органических компонентов мортмассы. Более того, к весеннему периоду ХПК незначительно превысило экологически допустимый уровень, что косвенно подтверждает активизацию накопления органических веществ в толще воды за счет медленного течения жизненных процессов в холодных условиях зимнего времени.

Несмотря на наличие в водах озера мертвой органической биомассы, воды обладают достаточно высоким запасом растворенного кислорода (II класс), что характеризует озеро с динамическим состоянием окислительно-восстановительных процессов и, как следствие, отсутствием тенденции его заболачивания. Подобный геохимический барьер чрезвычайно важен для замкнутого водоема, поскольку предотвращает избыточное накопление растительной биомассы в водах озера за счет баланса ее биохимической деструкции.

Табл. 4 отражает выявление содержания в водах озера следов тяжелых металлов – цинка, кадмия и меди. Показано, что в водах объекта исследования присутствовали данные элементы и, что важно, их встречаемость дважды выявлена в точке IV. Данная территория ежегодно испытывает рекреационную нагрузку со стороны местного и прилегающего населения, что, по-видимому, могло

быть этим обусловлено. С другой стороны, уровень концентраций обнаруженных в воде экотоксикантов достаточно мал и несущественно варьировал между сезонами отбора проб, что позволяет говорить о нем как о естественном геохимическом фоне, изначально присущем всем естественным водоемам. Здесь важно отметить наличие цинка, как часто встречающегося элемента в пресных водах, а также отсутствие меди, как элемента, редкого для грунтов климатических территорий подзолистых почв.

Содержание свинца в водах, отобранных с точки IV, превысило установленные экологические нормы в 4 раза в осеннее время, однако весной оказалось на порядок ниже ПДК. Такая тенденция явно свидетельствует о наличии временных антропогенных воздействий на состояние водоема, который, в свою очередь, за зимнее время переводит металл в нерастворимую форму и выводит в грунт своего дна.

Ранее (осенью 2016 г.) также проводилась эколого-гидрохимическая оценка одного из памятников природы регионального значения – оз. Ключик, расположенного в Павловском районе Нижегородской области [12]. При сравнении базового катионно-анионного состава данных объектов необходимо отметить, что схожим и достаточно низким уровнем концентраций в обоих водоемах характеризуются показатели содержания полифосфатов и общего железа, в то время как содержание хлоридов и сульфатов в водах оз. Ключик оказались много выше, чем в водах Светлояра. Следствием данных явлений явилась завышенная жест-

кость и общая минерализация вод Ключика, показатели которых выходили за пределы установленных экологических норм, чего, в свою очередь, нельзя сказать про воды оз. Светлояр. Показатели биохимического состояния обоих водоемов находились примерно на одном уровне, характеризующем воды с оптимальным содержанием растворенного кислорода и с приемлемым для природных объектов статусом самоочищения.

Разница в уровне концентраций некоторых абиогенных ионов в водах, по-видимому, обусловлена особенностями геологических пород, формирующих местные территории. Так, если Павловский район расположен преимущественно на территории отложений Четвертичной системы, то Воскресенский район – на образованиях верхнего отдела (Татарский ярус) Пермской системы [16]. Известно, что Четвертичные породы могут характеризоваться значительным содержанием соединений алюминия, кальция и магния, что, в свою очередь, может обуславливать высокий уровень минеральной насыщенности и карбонатной жесткости местных водоемов (как в нашем случае – воды оз. Ключик). В целом нужно отметить, что подобного рода различия в уровне содержания неорганических веществ в водах природных водоемов, испытывающих минимальную антропогенную нагрузку, обусловлены естественным геохимическим фоном, который формируется за счет вымывания компонентов из подстилающих пород конкретной территории.

**Таблица 4**

Содержание тяжелых металлов в воде озера Светлояр

Показатель	Значения по точкам отбора				Среднее	ПДК
	I	II	III	IV		
2018 г.						
Zn (суммарно)	0,0061744	н.п.о.	н.п.о.	0,0079430	0,003529	1,0
Cd (суммарно)	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	0,0004722	0,000118	0,001
Pb (суммарно)	0,0009716	н.п.о.	н.п.о.	0,0045336	0,001376	0,01
Cu (суммарно)	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	1,0
2019 г.						
Zn (суммарно)	0,0003450	н.п.о.	н.п.о.	0,0000119	0,000089	1,0
Cd (суммарно)	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	0,0002701	0,000068	0,001
Pb (суммарно)	н.п.о.	н.п.о.	0,0001631	0,0002602	0,000106	0,01
Cu (суммарно)	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	1,0

Примечание: н.п.о. – значение показателя оказалось ниже предела обнаружения в соответствии с используемой методикой количественного химического анализа проб воды.

### Заключение

В результате экспертизы эколого-гидрохимического состояния оз. Светлояр, являющегося памятником природы федерального значения, расположенного в Воскресенском районе Нижегородской области, установлено наличие типичных гидрохимических и гидробиологических свойств, характерных для пресного незаболачиваемого водоема в виде минимальных органолептических показателей его воды, ультрапресной степени ее минерализации, нейтральной реакции среды и мягкой категории общей жесткости.

Зафиксирована существенная однородность большинства показателей в водах озера между точками отбора как в каждом из периодов исследования, так и между ними. Относительно эколого-гидрохимических критериев воды водоема оцениваются как чистые, характеризуются наличием фоновых концентраций неорганических соединений основных (в том числе – биогенных) элементов, встречающихся в пресных водоемах, а также наличием определенной биологической активности в отношении жизнедеятельности сапротрофных гидробионтов, минерализующих естественное органическое вещество. Для определения геоэкологического статуса озера Светлояр необходимо проводить его дальнейшие исследования в виде длительного изучения геохимического фона воды и динамики концентраций базовых компонентов.

### Список литературы / References

1. Алексеенко В.А. Геоэкология: экологическая геохимия. Ростов н/Д.: Феникс, 2017. 685 с.

Alekseenko V.A. Geoeology: ecological geochemistry. Rostov n/D.: Feniks, 2017. 685 p. (in Russian).

2. Современные ландшафты Нижегородской области / Под ред. Б.И. Кочурова, Н.Ф. Винокуровой, О.В. Глебовой. Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2006. 370 с.

Modern landscapes of the Nizhny Novgorod Region / Pod redakcij B.I. Kochurova, N.F. Vinokurovoj, O.V. Glebovoj. N. Novgorod: NGPU im. K. Minina, 2006. 370 p. (in Russian).

3. Баянов Н.Г., Макеев И.С., Воденеева Е.Л. Фитопланктон и продукционно-деструкционные процессы в озере Светлояр // Вестник Мордовского университета. 2009. № 1. С. 218–229.

Bayanov N.G., Makeev I.S., Vodeneeva E.L. Phytoplankton and productional destruction processes in the lake Svetloyar // Vestnik Mordovskogo universiteta. 2009. № 1. P. 218–229 (in Russian).

4. Гладкова Е.В. Легенда о Китеже и концепция времени в романе-хронике С.Н. Дурьнина «Колокола» // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2013. Т. 19. № 4. С. 103–106.

Gladkova E.V. Legend of Kitezh and the concept of time in the novel chronicle by S.N. Durynin of «Bell» // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova. 2013. T. 19. № 4. P. 103–106 (in Russian).

5. Гроза А.Б. Музеефикация культурного ландшафта (на примере озера Светлояр и легенды о сокровенном граде Китеже) // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2008. № 70–1. С. 156–159.

Groza A.B. Museumification of a cultural landscape (on the example of the lake Svetloyar and a legend of an intimate hail Kitezh) // Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena. 2008. № 70–1. P. 156–159 (in Russian).

6. Енгальчев С.Ю. Озеро Светлояр – голоценовый метеоритный кратер на востоке Нижегородской области // Региональная геология и металлогения. 2009. № 37. С. 40–50.

Engalychev S.Yu. The lake Svetloyar is a golotsenovy meteoric crater in the east of the Nizhny Novgorod Region // Regional'naya geologiya i metallogeniya. 2009. № 37. P. 40–50 (in Russian).

7. Енгальчев С.Ю. «Светлояр» – новая импактная структура на территории Европейской России // Разведка и охрана недр. 2009. № 8. С. 3–7.

Engalychev S.Yu. Svetloyar is new impaktny structure in the territory of the European Russia // Razvedka i ohrana neдр. 2009. № 8. P. 3–7 (in Russian).

8. Баянов Н.Г. Гидрохимические показатели оз. Светлояр и их межсезонная динамика // Известия Русского географического общества. 2008. Т. 140. № 2. С. 28–41.

Bayanov N.G. Hydrochemical indicators of the Lake Svetloyar and their interseasonal dynamics // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva. 2008. T. 140. № 2. P. 28–41 (in Russian).

9. Алимova Г.С., Токарева А.Ю. Гидрохимия озера Иримное // Успехи современного естествознания. 2018. № 11. С. 79–84.

Alimova G.S., Tokareva A.Yu. Lake Irimnoye hydrochemistry // Advances in current natural sciences. 2018. № 11. P. 79–84 (in Russian).

10. 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.

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 // Advances in current natural sciences. 2019. № 1. P. 82–87 (in Russian).

11. Аничкина Н.В., Повх Т.В. Ландшафтно-экологические особенности бассейна среднего течения реки Воронеж // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 4. С. 387–391.

Anichkina N.V., Povh T.V. Landscape and ecological features of pool of average watercourse Voronezh // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy. 2017. № 4. P. 387–391 (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: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25909> (дата обращения: 25.05.2019).

Kozlov A.V., Tarasov I.A., Dedyk V.E. Ecological and hydrochemical characteristic of area water the lake «Key» of the Pavlovsk district of the Nizhny Novgorod Region // Modern problems of science and education. 2017. № 1. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25909> (date of access: 25.05.2019) (in Russian).

13. Усманова Л.И. Характеристика химического состава речных вод на территории и в окрестностях города Читы // Успехи современного естествознания. 2018. № 7. С. 200–208.

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).

14. Трофимова Т.П., Собакина И.Г. Гидрохимические и гидробиологические условия озер бассейна реки Яна // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 2. С. 146–150.

Trofimova T.P., Sobakina I.G. Hydrochemical and hydrobiological conditions of lakes of a river basin of Yana // *Advances in current natural sciences*. 2018. № 2. P. 146–150 (in Russian).

15. Никитина А.В., Сухинова Т.Г., Проценко С.В., Семенякина А.А., Бедная Т.А. Эколого-гидрофизическое обоснование влияния коэффициента вертикального турбулентного обмена на содержание растворенного кислорода

в придонном слое мелководного водоема // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 1. С. 115–119.

Nikitina A.V., Suhinova T.G., Procenko S.V., Semenyakina A.A., Bednaya T.A. Ecology-gidrophysical justification of influence of coefficient of vertical turbulent exchange for the content of dissolved oxygen in a benthonic layer of a shallow reservoir // *Advances in current natural sciences*. 2018. № 1. P. 115–119 (in Russian).

16. Природа Горьковской области / Под ред. Н.В. Кузнецова. Горький: Волго-Вятское книжное издательство, 1974. 416 с.

The nature of Gorky area / Under the ed. of N.V. Kuznetsov. Gorky: Volga-Vyatka book publ. house, 1974. 416 p. (in Russian).