

УДК 504.054: 504.453

УРОВЕНЬ ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ ВОЛГИ И ОКИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Козлов А.В., Уромова И.П.

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

Работа содержит результаты предварительных исследований эколого-гидрохимических свойств рек Волги и Оки, протекающих в черте Нижнего Новгорода. Пробы отбирались дважды, осенью 2019 и 2020 гг. Среди определяемых показателей учитывались кислотность воды, ее общая жесткость и минерализация, а также концентрация гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, общего железа, аммонийного и нитратного азота. Биохимическое состояние оценивалось по содержанию растворенного кислорода, перманганатной окисляемости и БПК; экотоксикологическое состояние – по суммарному содержанию нефтепродуктов и некоторых тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb и Cu). В результате проведенных анализов воды из рек была выявлена относительно нейтральная их кислотность (6,80–7,81 ед. pH), установлен средний уровень жесткости (3,9–5,8 мг-экв./л) и содержания растворенного вещества (207–594 мг/л). Выявлено присутствие малых концентраций биогенных веществ (0,01–0,18 мг/л по NH_4^+ -иону, 0,69–5,32 мг/л по NO_3^- -иону, 0,07–0,18 мг/л по полифосфатам), а также на средний уровень содержания ионов геохимического фона территории – гидрокарбонатов (128–207 мг/л), сульфатов (58–240 мг/л), хлоридов (4,0–16,5 мг/л) и общего железа (0,01–0,17 мг/л). Отмечается приемлемое содержание растворенного кислорода в водах Волги (6,7–14,1 мг/л) и Оки (7,2 мг/л), однако величина их перманганатной окисляемости (до 62,7 мг/л по водам Волги и до 19,8 мг/л по водам Оки) и уровень биологического потребления кислорода (до 9,6 мг/л по водам Волги и до 2,4 мг/л по водам Оки) свидетельствуют о явном наличии загрязнения органическими веществами. С точки зрения экотоксикологической оценки вод выявлено присутствие свинца (до 0,00591–0,00554 мг/л) и кадмия (до 0,00861–0,00537 мг/л), а также суммарного содержания нефтепродуктов (до 0,924–0,563 мг/л). Для более полной характеристики рассматриваемых водотоков необходимо проводить систематические длительные исследования их эколого-гидрохимических свойств, в том числе в системе регионального экологического мониторинга.

Ключевые слова: крупные градообразующие водотоки, эколого-гидрохимические свойства природных вод, урбанизированная территория

LEVEL OF ECOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL PROPERTIES OF WATER OF THE VOLGA AND THE OKA RIVERS IN CONDITIONS OF URBAN TERRITORY

Kozlov A.V., Uromova I.P.

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

The work contains results of preliminary studies of environmental and hydrochemical properties of the Volga and the Oka rivers flowing within Nizhny Novgorod. Samples were taken twice in autumn period of 2019-2020. Among determined indicators, acidity of water, its total stiffness and mineralization, as well as concentration of hydrocarbonates, sulfates, chlorides, total iron, ammonium and nitrate nitrogen were taken. The biochemical state was assessed by content of dissolved oxygen, permanganate oxidability and BOC₅; ecotoxicological condition – by total content of petroleum products and some heavy metals (Zn, Cd, Pb and Cu). As a result of analyses of water from rivers, their relatively neutral acidity (6,80-7,81 units pH) was revealed, average level of total stiffness (3,9-5,8 mg-eqv/l) and the content of solute (207-594 mg/l) was established. The presence of small concentrations of biogenic substances (0,01-0,18 mg/l by NH_4^+ -ion, 0,69-5,32 mg/l by NO_3^- -ion, 0,07-0,18 mg/l by polyphosphates), as well as average level of geochemical background ions of the territory – hydrocarbonates (128-207 mg/l), sulfates (58-240 mg/l), chlorides (4,0-16,5 mg/l) and total iron (0,01-0,17 mg/l). There is an acceptable content of dissolved oxygen in waters of the Volga (6,7-14,1 mg/l) and the Oka (7,2 mg/l), however, their permanganate oxidability (up to 62,7 mg/l in waters of the Volga and up to 19,8 mg/l in waters of the Oka) and level of biological oxygen consumption (up to 9,6 mg/l in waters of the Volga and up to 2,4 mg/l in waters of the Oka) indicate the apparent presence of pollution by organic substances. From the point of view of ecotoxicological assessment of waters presence of lead (up to 0,00591-0,00554 mg/l) and cadmium (up to 0,00861-0,00537 mg/l), as well as the total content of petroleum products (up to 0,924-0,563 mg/l) was revealed. To better characterize watercourses in question, systematic long-term studies of their environmental and hydrochemical properties, including in the regional environmental monitoring system, should be carried out.

Keywords: large city-forming watercourses, ecological and hydrochemical properties of natural waters, urbanized territory

В условиях современных антропогенно измененных территорий проблемы хронического загрязнения компонентов окружающей среды приобрели массовый географический характер. Поскольку ни один крупный городской массив не обходится

без промышленных предприятий и комбинатов, объектов коммунально-бытовой инфраструктуры и мест размещения различного рода отходов, а также без развитой сети автодорог и транспортных парков, данные территории, как правило, и являются

центрами как прямого, так и инвазивного распространения экотоксикантов в сопредельной окружающей среде [1, 2].

Известно, что крупные реки исторически являются местами размещения поселений людей и служат им во многих целях и нуждах. Вместе с тем нужно помнить, что результаты геологической работы речных сетей, по сути, являются одними из главных средообразующих факторов для «городского» экотопа, поскольку участвуют в формировании экологического каркаса городов, в определении продуктивности местной флоры и стабилизации всего биологического разнообразия в ландшафте [3].

Нижний Новгород относится к наиболее крупным городам нашей страны, это промышленный центр, в первую очередь станко-, машиностроительной и химической отраслей, а также имеет нефтехимические, военные и перерабатывающие предприятия. Следствием масштабного развития промышленной и жилой инфраструктуры любого городского поселения является развитость автотранспортной сети, что также имеет место быть в условиях Нижегородской агломерации [4, 5].

Загрязнители органической природы (в том числе нефтепродукты, вещества ароматического ряда, синтетические поверхностно-активные вещества, бенз(а)пирен, металлоорганические соединения и многие другие) относятся к приоритетным экотоксикантам водных объектов, поскольку зачастую имеют низкие пороги токсичных концентраций и проявляют различного рода токсические эффекты в отношении большинства гидробионтов, ухудшают общее состояние воды в водоеме и способны активно влиять на трофические цепи у всех жизненных форм, обитающих в водах. Кроме того, нужно сказать, что данные вещества, как правило, входят в основную долю загрязнителей, поступающих со сточными водами коммунально-бытовой и промышленной сетей городских территорий [1, 6–8]. Несмотря на относительную развитость экологических наблюдений в регионе компонентный состав экотоксикантов в объектах окружающей среды массово и постоянно не отслеживается, что в рамках возможных мероприятий по рационализации природопользования, к сожалению, является первичным недостатком регионального экологического мониторинга и, как следствие, не позволяет грамотно выстроить систему охраны окружающей среды. В связи с этим проведение экологической оценки состояния компонентов экотопа

и, в частности, крупных градообразующих водных артерий, протекающих по Нижегородской территории, является одним из актуальных направлений региональных экологических исследований.

Цель исследования: проведение предварительного этапа исследований эколого-гидрохимических свойств воды из крупных градообразующих рек – Волги и Оки, протекающих в условиях территории г. Нижнего Новгорода.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе лабораторного комплекса «Эколого-аналитическая лаборатория мониторинга и защиты окружающей среды» при Мининском университете в период 2019–2020 гг., объектами изучения явились воды рек Волги и Оки, протекающих в черте Нижнего Новгорода. На рисунке отражено территориальное расположение точек отбора проб воды.

Пробы по 2 л были отобраны с открытых участков русел рек в осенний период (октябрь 2019 г. и октябрь 2020 г.) в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» и ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» при помощи батометра гидрологического БГ-1.0. Пробы отбирались из Оки (точка № 1, территория ПККО «Швейцария», Приокский район) и Волги – до слияния с Окой (точка № 2, промышленная территория, Сормовский район), в месте слияния (точка № 3, территория г. Бор, Борский район) и после слияния (точка № 4, территория д. Подновье, Нижегородский район; точка № 5, территория г. Кстово, Кстовский район).

В образцах воды определялся водородный показатель (кислотность, ед. рН), общая жесткость и минерализация (сухой остаток). Также в образцах определялись стандартные показатели эколого-гидрохимического состояния пресных вод – содержание гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, общего железа, полифосфатов, аммонийных и нитратных соединений азота). Уровень биохимического состояния воды водотоков оценивался по содержанию растворенного кислорода, по окисляемости воды и 7-суточному биологическому потреблению O_2 . В образцах воды также оценивался уровень экотоксикологического состояния на основе суммарного содержания нефтепродуктов и содержания тяжелых

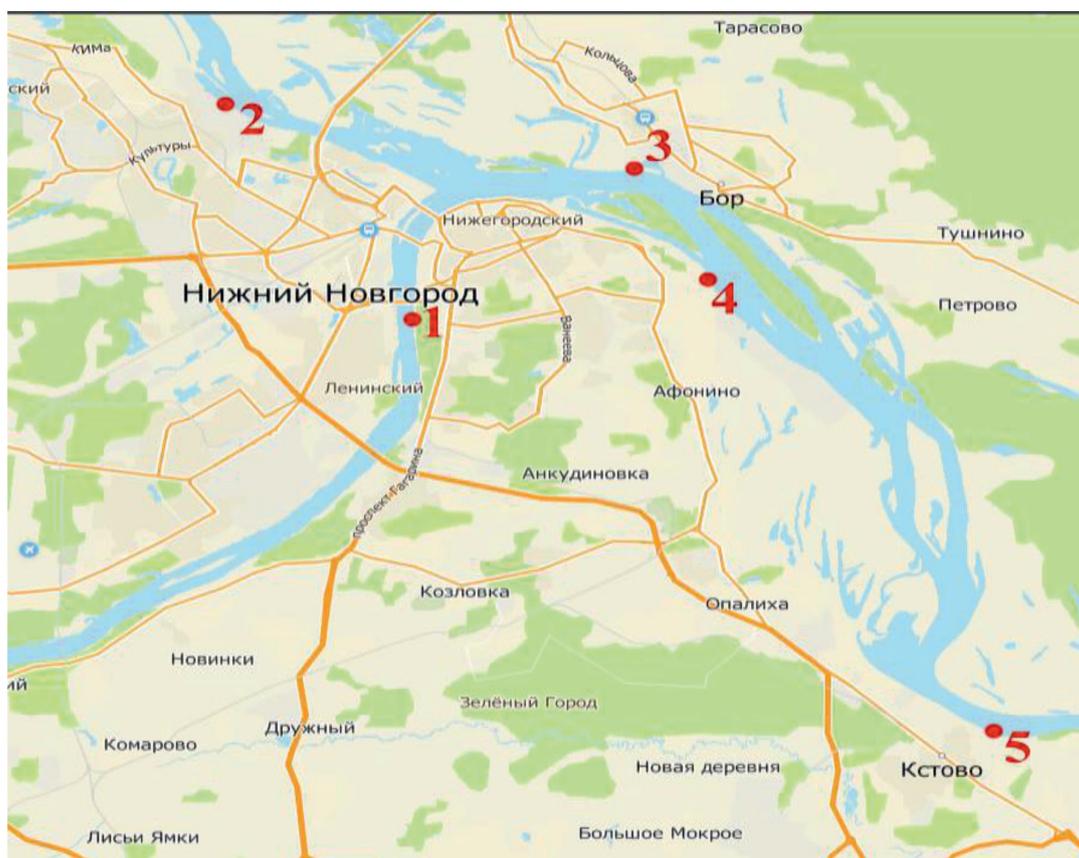
металлов – цинка, кадмия, свинца и меди. Лабораторный анализ данных свойств воды проводился по общепринятым, в том числе стандартным методикам эколого-гидрохимической практики, основанным на физико-химических методах ионселективной ионометрии, потенциометрии, спектрофотометрии, флуориметрии, титриметрии, вольтамперометрии и кондуктометрии [9, 10].

Результаты исследования и их обсуждение

Данные по основным эколого-гидрохимическим свойствам воды из Волги и Оки представлены в табл. 1. Было выявлено, что воды обеих рек за оба года отбора проб характеризовались относительно нейтральными значениями кислотности, варьирующей от 6,80 ед. рН до 7,81 ед. рН. Волга и Ока обладали средним уровнем общей жесткости своих вод, которая не выходила за пределы 3,9–5,8 мг-экв./л. Исключением явились пробы из точек № 2 и № 3 (Сормово и Бор) осенью 2020 г.,

в которых жесткость оказалась несколько понижена (2,3–2,4 мг-экв./л), а вода характеризовалась как «мягкая». Общая минерализация вод обеих рек сильно варьировала и в зависимости от места отбора проб и по годам исследования. Нужно сказать, что в целом воды из р. Волги в основном характеризовались как «пресные» за исключением пробы 2019 г. из точки № 2 (Сормово) и пробы 2020 г. из точки № 4 (Подновье), где воды имели относительно повышенную минерализацию. Воды из р. Оки также были изменчивы в уровне общего содержания растворенного вещества.

Относительно концентрации гидрокарбонатов как основных ионов геохимического фона местности [1, 9] каких-либо особенностей обнаружено не было, нужно лишь указать на несколько увеличенное их содержание в водах из р. Оки. Содержание аммонийного иона оказалось много ниже установленных санитарно-экологических норм, однако было замечено, что во всех пробах, отобранных в 2020 г., оно было явно выше, чем в пробах 2019 г.



Карта-схема расположения точек отбора проб воды из рек Волги и Оки

Таблица 1

Уровень основных эколого-гидрохимических показателей воды Волги и Оки в черте Нижнего Новгорода (2019–2020 гг.)

Показатель	Значения по точкам отбора					ПДК
	р. Ока	р. Волга				
		Сормово	Бор	Подновье	Кстово	
рН, ед. рН	6,80/7,81	6,85/6,71	7,38/7,70	7,53/7,54	7,43/7,16	6,5–8,5
Жесткость, мг-экв/л	5,8/5,7	4,4/2,3	3,3/2,4	4,5/5,3	5,0/3,9	7,0
Минерализация, мг/л	371/594	579/234	207/225	210/553	390/396	1000
Гидрокарбонаты, мг/л	207/198	163/128	128/123	167/194	172/163	500
Аммоний-ион, мг/л	0,02/0,16	0,03/0,12	0,01/0,15	0,02/0,15	0,01/0,18	1,9
Нитрат-ион, мг/л	3,38/5,32	1,65/0,69	0,60/0,79	1,04/2,71	2,80/2,53	45
Полифосфаты, мг/л	0,11/0,15	0,14/0,07	0,14/0,08	0,11/0,14	0,18/0,10	3,5
Сульфаты, мг/л	210/240	58/76	60/80	134/238	114/128	500
Хлориды, мг/л	16,5/16,0	7,5/4,5	7,0/4,0	12,0/9,0	12,5/9,5	350
Железо общее, мг/л	0,11/0,06	0,17/0,01	0,08/0,03	0,08/0,01	0,10/0,05	0,3

Примечание. Здесь и далее: ПДК – 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

Уровень показателей биохимического состояния воды Волги и Оки в черте Нижнего Новгорода (2019–2020 гг.)

Показатель	Значения по точкам отбора					ПДК
	р. Ока	р. Волга				
		Сормово	Бор	Подновье	Кстово	
Раств. O ₂ , мг/л	1,4/7,2	10,7/8,2	14,1/9,6	10,7/6,7	10,6/9,8	>4,0
ХПК _{ПЕРМАНГ.} , мг/л	19,8/4,9	12,5/24,3	62,7/20,2	53,7/5,1	18,6/18,2	5,0
БПК ₇ , мг/л	0,6/2,4	1,1/6,4	1,3/6,7	4,5/4,3	9,2/9,6	3,0

В водах из р. Волги содержание нитрат-аниона было установлено на низком уровне – от 0,69 до 1,65 мг/л и лишь в точке № 5 (Кстово) отмечалось некоторое увеличение концентрации рассматриваемого биогенного элемента (до 2,53–2,80 мг/л). Однако воды р. Оки характеризовались более высоким уровнем содержания NO₃-иона – до 3,38–5,32 мг/л. Уровень концентрации полифосфатов в водах обеих рек не имел определенных тенденций, их количество определялось в достаточно низких значениях.

Наибольшая концентрация сульфат-аниона была выявлена в водах из р. Оки (до 240 мг/л), а также в водах р. Волги вниз по ее течению (точка № 4 – до 238 мг/л, точка № 5 – до 128 мг/л). Аналогичная тенденция была установлена и по содержанию хлоридов, которое оказалось наибольшим в водах р. Оки (до 16,5 мг/л), а в водах р. Волги –

в точках № 4 и № 5 (до 12,0–12,5 мг/л). Концентрация общего железа явно варьировала и была выявлена на среднем уровне – по точкам из р. Волги от 0,01 мг/л до 0,17 мг/л. В воде из р. Оки содержание железа также оставалось на уровне 0,06–0,11 мг/л. Нужно отметить, что наличие железа в водах рассматриваемых рек может иметь естественное происхождение, поскольку территория расположения Нижнего Новгорода относится к южно-таежной подзоне, в поверхностных водах которой как ионная форма железа (Fe²⁺ и Fe³⁺), так и его нерастворимые соединения, составляют естественный геохимический фон [1, 7].

В табл. 2 отражены значения показателей, характеризующих биохимическое состояние водотоков. Было выявлено, что в целом воды р. Волги характеризуются относительно приемлемым содержанием растворенного кислорода – от 6,7 до 14,1 мг/л, которое

было несколько снижено в 2020 г. В водах из р. Оки в 2019 г. отбора проб был выявлен низкий уровень показателя (1,4 мг/л), однако в 2020 г. он вышел на норму (7,2 мг/л).

В исследовании было установлено, что практически по всем исследованным точкам воды Волги и Оки характеризовались неблагоприятным состоянием в части загрязненности органическими веществами, уровень концентрации которых оценивался по величине перманганатной окисляемости. По Оке превышение нормы обнаружилось в 2019 г. и составило 3,96 раза, по Волге – по обоим годам, которое варьировало от 2,5 до 12,5 раза относительно установленной ПДК. По-видимому, данное явление обусловлено антропогенным воздействием городской территории, которое часто встречается в условиях крупных городов со значительной нагрузкой на реки от объемов сбрасываемых нормативно очищенных сточных вод [2]. Эта особенность подтверждается величиной семисуточного БПК, которая по многим точкам превышала установленные нормы. При этом воды из р. Оки по данному показателю относятся к III классу («умеренно загрязненные»), а из р. Волги – к V классу («грязные»).

лось на достаточно низком уровне. Наличие свинца в водах не только подтверждалось аналитически, но по некоторым точкам доходило до уровня ПДК – точка № 5 (Подновье) в 2019 г. и точки № 1 (р. Ока) и № 3 (Бор) в 2020 г.

Содержание кадмия в водах изучаемых рек достаточно заметно выходило за установленные санитарно-экологические нормы. В частности, в 2019 г. тенденции превышения варьировали от 2,51 до 8,61 раза, а в 2020 г. – от 2,45 до 5,41 раза. Только на основании полученных данных утверждать о загрязнении данным металлом вод обеих рек закономерно нельзя, однако предполагать его присутствие в условиях городской территории вполне возможно.

В водах обеих рек также было выявлено содержание нефтепродуктов, которые являются типичными поллютантами – веществами антропогенного происхождения. При этом нужно отметить, что в 2020 г. по всем точкам было установлено превышение нормы ПДК, которое варьировало от 1,79 до 3,08 раза. Отбор проб в 2019 г. также показал явное наличие данных веществ, однако превышения установленных норм здесь выявлено не было.

Таблица 3

Уровень показателей экотоксикологического состояния воды Волги и Оки в черте Нижнего Новгорода (2019–2020 гг.)

Показатель	Значения по точкам отбора					ПДК
	р. Ока	р. Волга				
		Сормово	Бор	Подновье	Кстово	
Цинк, мг/л	<i>н.п.о.</i> 0,02210	<i>н.п.о.</i> <i>н.п.о.</i>	<i>н.п.о.</i> <i>н.п.о.</i>	0,00116 <i>н.п.о.</i>	<i>н.п.о.</i> 0,00642	1,0
Кадмий, мг/л	0,00469 0,00537	0,00861 0,00245	0,00327 0,00541	0,00251 0,00378	0,00583 <i>н.п.о.</i>	0,001
Свинец, мг/л	0,00420 0,00554	<i>н.п.о.</i> 0,00187	0,00310 0,00585	0,00203 <i>н.п.о.</i>	0,00591 0,00029	0,01
Медь, мг/л	0,01970 0,02610	<i>н.п.о.</i> 0,00982	0,00460 0,00551	<i>н.п.о.</i> 0,01290	0,00146 0,02760	1,0
Нефтепродукты, мг/л	0,242 0,563	0,254 0,683	0,226 0,924	0,295 0,583	0,237 0,538	0,3

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

Данные табл. 3 отражают уровень экотоксикологического состояния рассматриваемых водотоков, оцениваемый по содержанию некоторых тяжелых металлов и суммарного количества нефтепродуктов. Было выявлено, что цинк в водах обеих рек встречался либо в очень низких концентрациях, либо не идентифицировался. Содержание меди в водах также оказа-

Заключение

В результате проведенных предварительных исследований эколого-гидрохимических свойств крупных градообразующих рек – Волги и Оки, протекающих по территории г. Нижнего Новгорода, нужно указать на относительно нейтральную кислотность их вод, средний уровень общей жесткости

и содержания растворенного вещества, на присутствие малых концентраций биогенных веществ (соединения азота и фосфора), а также на средний уровень содержания ионов геохимического фона территории – гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов и общего железа. Данные вещества имели различную вариабельность как в течении рек, так и по времени отбора проб.

В исследовании отмечается приемлемое содержание растворенного кислорода в водах Волги и Оки, однако величина их перманганатной окисляемости и уровень биологического потребления кислорода свидетельствуют о явном наличии загрязнения органическими веществами. С точки зрения экотоксикологической оценки вод выявлено присутствие свинца и кадмия, а также суммарного содержания нефтепродуктов. Данные тенденции являются характерными для природных водотоков, протекающих в условиях городских территорий.

Для более полной характеристики рассматриваемых водотоков необходимо проводить систематические длительные исследования их эколого-гидрохимических свойств, в том числе в системе регионального экологического мониторинга.

Список литературы / References

1. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет». 2012. 199 с.
2. Гагарина О.В. Assessment and rationing of natural water quality: criteria, methods, existing problems. Izhevsk: Izdatel'stvo «Udmurtskij universitet», 2012. 199 p. (in Russian).
3. Суппес Н.А. Влияние хозяйственной деятельности на экологическое состояние водоемов города Ишима // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 98–103.
4. Суппес Н.А. Impact of economic activity on ecological condition of water bodies of the city of Ishima // Samariskij nauchnyj vestnik. 2018. Vol. 7. No. 3 (24). P. 98–103 (in Russian).
5. 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.
6. 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 sovremennoego estestvoznaniya. 2019. No. 1. P. 82–87 (in Russian).

4. Варенов А.Л. Малые реки города и пригородных территорий: эколого-русловой аспект изучения и восстановления // Малые реки города: проблемы и перспективы развития. Н. Новгород: Изд-во НГПУ им. К. Минина, 2014. С. 24–33.

Varenov A.L. Small rivers of cities and periurban areas: ecological-channel aspect of study and restoration // Malye реки goroda: problemy i perspektivy razvitiya. N.Novgorod: Izd-vo NGPU im. K. Minina, 2014. P. 24–33 (in Russian).

5. Козлов А.В., Вершинина И.В. Анализ вариабельности общих, биохимических и экотоксикологических показателей в воде реки Волга и каналах дренажной системы города Балахны в Нижегородской области // Успехи современного естествознания. 2019. № 11. С. 95–100.

Kozlov A.V., Verшинina I.V. Analysis of the variability of general, biochemical and ecotoxicological indicators in the water of the Volga River and channels of drainage system of the city of Balakhna in the Nizhny Novgorod Region // Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya. 2019. No. 11. P. 95–100 (in Russian).

6. Мьялкина Е.В. Диагностика качества образования в вузе // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 3 (28). С. 4.

Myalkina E.V. Diagnosis of the quality of education in the university // Vestnik Mininskogo universiteta. 2019. Vol. 7. No. 3 (28). P. 4 (in Russian).

7. Гелашвили Д.Б. Принципы обоснования нормативов допустимого воздействия (НДВ) по привнесу химических и взвешенных минеральных веществ в поверхностные водные объекты // Экологический мониторинг. Часть VIII. Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2014. С. 43–60.

Gelashvili D.B. Principles of justification of permissible impact standards (NIR) for the introduction of chemical and suspended mineral substances into surface water objects // Ekologicheskij monitoring. Chast VIII. Sovremennye problemy monitoringa presnovodnyh ekosistem. N. Novgorod: Izd-vo Nizhegorodskogo universiteta, 2014. P. 43–60 (in Russian).

8. Маркова С.М., Наркозиев А.К. Методика исследования содержания профессионального образования // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 1 (26). С. 2.

Markova S.M., Narkoziev A.K. Methodology for research into the content of vocational education // Vestnik Mininskogo universiteta. 2019. Vol. 7. No. 1 (26). P. 2 (in Russian).

9. 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: educational and methodological manual. N. Novgorod: Mininskiy universitet, 2016. 146 p. (in Russian).

10. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 540 с.

Manual for chemical analysis of terrestrial surface waters / Pod red. A.D. Semenova. L.: Gidrometeoizdat, 1977. 540 p. (in Russian).