

УДК 504.453:574.633(470.341)

**АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ОБЩИХ, БИОХИМИЧЕСКИХ  
И ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ВОДЕ  
РЕКИ ВОЛГА И КАНАЛАХ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ  
ГОРОДА БАЛАХНЫ В 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 работе представлены результаты исследования экологического состояния искусственного и природного водных объектов по основным гидрологическим, биохимическим и экотоксикологическим параметрам, а также приведен анализ направления влияния вод мелиоративного канала на воды р. Волги. Исследуемый искусственный водоток представляет собой часть дренажной системы на территории г. Балахны Нижегородской области, его воды напрямую впадают в Волгу. Выявлено, что за время существования канала его русло и протяженность неоднократно изменялись, а ответственность за качество вод была передана администрацией г. Правдинска промышленному предприятию. В настоящее время водоток находится на балансе МУП МП «Водоканал» МО «Город Балахна». Исследования качественных показателей воды осуществлены осенью 2018 г. Выявлено, что воды дренажной системы отличались высокой цветностью, значительной мутностью и низкой прозрачностью, при этом в большинстве точек отбора данные показатели превышали установленный норматив ПДК. Наиболее неблагоприятные органолептические показатели были установлены в точке отбора № 2, что обусловлено слабой скоростью течения канала, рельефом местности и накопительным эффектом загрязняющих веществ в иловых массах водотока. Показатели, отражающие биохимическое потребление кислорода, окисляемость воды и ее экологическую токсичность, свидетельствовали о том, что воды канала богаты легкоокисляемыми органическими загрязнителями, наличие которых связано привнесением в канал вод с территории промышленных объектов. Высокое содержание загрязняющих веществ в водах дренажной системы отрицательно отразилось на интегральных показателях РК, ХПК, БПК, ИТ воды р. Волги на территории г. Балахны.

**Ключевые слова:** воды дренажной системы, мелиоративный канал, природная речная вода, река Волга, экологическое состояние воды, биохимия и экотоксикология воды

**ANALYSIS OF VARIABILITY OF GENERAL, BIOCHEMICAL  
AND ECOTOXICOLOGICAL INDICES IN VOLGA RIVER WATER AND CHANNELS  
OF BALAKHNA CITY DRAINAGE SYSTEM IN 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 work presents results of study of ecological state of artificial and natural water bodies by main hydrological, biochemical and ecotoxicological parameters, as well as analysis of direction of influence of waters of meliorative canal on waters of the Volga River. The investigated artificial water stream is a part of drainage system in territory of Balakhna, Nizhny Novgorod region, its waters directly flow into the Volga. It has been revealed that during the existence of the canal its course and length have repeatedly changed, and responsibility for water quality has been transferred by the Administration of the city of Pravinsk to the industrial enterprise. Currently, the watercourse is on the balance sheet of the CBP MP «Vodokanal» MO «City of Balakhna.» Studies of water quality indicators were carried out in autumn 2018. It was revealed that the waters of the drainage system were characterized by high colour, considerable turbidity and low transparency, at the same time in most sampling points these indicators exceeded the established standard of MPC. The most unfavourable organoleptic indices were established at the point of selection No. 2, which is due to the weak speed of the channel flow, terrain relief and the accumulative effect of pollutants in the sludge masses of the watercourse. Indicators reflecting biochemical oxygen consumption, water oxidability and environmental toxicity indicated that the channel waters are rich in easily oxidizable organic pollutants, the presence of which is connected by the introduction of water into the channel from the territory of industrial facilities. The high content of pollutants in the waters of the drainage system negatively affected the integral indicators of the Republic of Kazakhstan, KPC, BPC, IT water of the Volga River on the territory of the city of Balakhna.

**Keywords:** drainage waters, meliorative channel, natural river water, Volga river, ecological state of water, biochemistry and ecotoxicology of water

В настоящее время неблагоприятное экологическое состояние водных объектов в городской черте чаще всего обусловлено наличием функционирующих промышленных предприятий, высокой плотностью населения и усилением различных видов хозяйственной деятельности челове-

ка в целом [1, 2]. В большинстве наиболее крупных городов Нижегородской области воду для процесса водоснабжения изымают с поверхностных источников, при этом качественные показатели используемых вод имеют тенденцию к ухудшению уже к началу оборота в производственной

и коммунальной сетях. Ввиду данных обстоятельств в большинстве регионов контроль экологического состояния природных вод имеет первостепенное значение [3, 4]. Значительная часть всех загрязняющих веществ, поступающих в водные экосистемы, представляет собой продукты хозяйственной деятельности человека, а также являются результатом действия вполне определенных источников распространения загрязнений. В полной мере это относится к реке Волге, так как по ее берегам располагаются значительное количество промышленных предприятий и различной степени урбанизованности населенные пункты [5].

С целью определения экологического состояния природных водных объектов необходимо систематически проводить оценку различных параметров воды [6], однако при этом следует рассматривать не только изменения характеристик исследуемой гидрохимии, но и учитывать при этом особенности хозяйственной деятельности человека, плотность населения, наличие неорганизованных свалок и полигонов ТКО, сферу деятельности промышленных предприятий и их стоки, а также состав сточных вод жилищно-коммунальных хозяйств [1, 3, 4]. К сожалению, в системе высшего образования региона данные аспекты имеют малую степень изученности [7, 8], что определяет актуальность настоящих исследований.

Цель работы: исследование вариабельности общих гидрологических, биохимических и экотоксикологических показателей вод искусственного водного объекта (канала дренажной системы) и определение тенденций его влияния на экологическое состояние природных вод р. Волги в черте г. Балахна Нижегородской области.

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

Исследования осуществлялись на водных объектах г. Балахны Нижегородской области. Исследуемый канал берет начало из озера на территории крупного промышленного предприятия закрытого типа, проходит непосредственно в границах жилых домов микрорайона Правдинск и выносит свои воды в р. Волгу. Изначально канал был создан в 1932 г. с целью осушения торфяных почв поселка и служил одним из элементов дренажной системы населенного пункта. Водный объект проходил по границе поселка в черте лесного массива, однако вследствие застройки данной

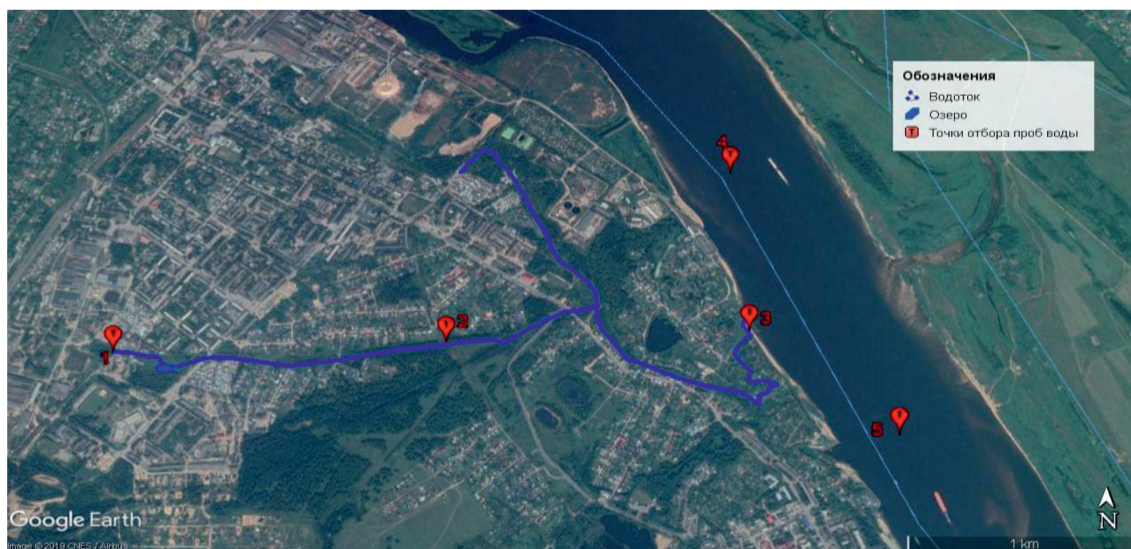
территории и иных причин, русло водотока неоднократно менялось. В 1980-х гг. водоток был передан на баланс промышленного предприятия по производству комплектующих для радиоэлектронной аппаратуры, который внес изменения в структуру канала – в 1982 г. к основному водотоку был добавлен дополнительный канал, куда происходил сброс сточных вод с предприятия, в результате чего изменилась общая протяженность канала и состав вод. Сейчас водоток находится на балансе МУП МП «Водоканал» МО «Город Балахна» [9, 10].

Для оценки качественных показателей вод исследуемых водных объектов было выделено несколько точек на искусственно созданном канале и непосредственно на р. Волге. Отбор проб воды был осуществлен в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» с помощью батометра гидрологического БГ-1,0 в полиэтиленовые емкости. Для отбора проб были выбраны 3 точки на водном канале и 2 точки на р. Волге. Точки отбора проб воды представлены на рисунке.

Точка №1 расположена непосредственно на выходе канала с территории промышленного предприятия, точка №2 представляет собой створ канала до впадения в него вод канала дренажной системы с территории бумкомбината. Точка №3 – створ канала после впадения вод канала (место впадения в р. Волга), имеющего мелиоративное значение на территории АО «Волга»; точка №4 – территория бассейна реки Волги выше впадения в него вод исследуемого канала; точка №5 – створ реки Волги ниже впадения в него вод из исследуемого канала.

Исследование экологического состояния водных объектов проводилось в осенний период 2018 г. Анализ показателей качества воды производился на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей при НГПУ им. К. Минина; аналитическая повторяемость – трехкратная.

В общие показатели качества вод входил стандартный набор органолептических и гидрологических свойств: запах, цветность, прозрачность, мутность, а также кислотность, определяемая потенциометрическим методом на рН-метре-милливольтметре МАРК-903, общая жесткость, определяемая трилонометрическим титрованием, и общая минерализация, определяемая с помощью кондуктометра DIST-3 (HANNA) [11].



Карта-схема точек отбора проб воды на исследуемых водных объектах

Оценка биохимического состояния вод анализируемых водных объектов проводилась по содержанию растворенного кислорода, определяемого методом йодометрической титрования (по Винклеру); химическое потребление кислорода определялось методом перманганатной окисляемости, биологическое потребление кислорода – методом экспозиции воды в анаэробных условиях в течение 7 суток при  $t +20^{\circ}\text{C}$ . Экотоксикологическое состояние воды оценивалось биолюминесцентным методом биотестирования при помощи люминесцентной генно-инженерной бактерии *Escherichia coli* M-17 (биосенсор «Эколюм») на анализаторе токсичности БИОТОКС 10-М [11].

#### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведенного исследования было установлено, что органолептические свойства вод искусственного созданного канала имеют неблагоприятные параметры, вследствие чего могут оказывать определенное воздействие на показатели качества воды в р. Волге. Данные, отражающие значение таких показателей, как запах, цветность, мутность и прозрачность воды в исследуемых водных объектах, приведены в табл. 1.

Критерий, отражающий запах воды, на всех исследуемых точках водных объектов был оценен в 2 балла, что не превышает значение ПДК. Запах воды в канале наиболее приближен к землисто-болотному, что обусловлено наличием отмершей растительности в водах канала, а также очень сла-

бым течением водотока. Следует отметить, что минимальным значением данного показателя характеризовалась точка № 4, то есть воды в створе реки Волги до привнесения в них вод из мелиоративного канала. Таким образом, можно говорить о том, что вода из канала может незначительно способствовать усилению запаха воды в р. Волге.

Показатель цветности воды во всех анализируемых точках водотока имел более высокие значения по сравнению с ПДК, при этом максимальное значение цветности –  $70^{\circ}$  и, соответственно, превышение ПДК в 3,5 раза отмечено для точки № 2. Высокие значения данного показателя в водах канала связаны с торфяно-болотными осушаемыми почвами на территории микрорайона Правдинск г. Балахны, а также с наличием антропогенных источников загрязнения воды, в частности высоким уровнем замусоренности береговой линии в районе точки № 2. Точка № 3 характеризуется снижением данного показателя более чем в 2 раза, – такое резкое изменение цветности воды канала можно рассматривать как результат процесса разбавления вод канала водами, приходящими с территории АО «Волга». В створе р. Волги до впадения в него мелиоративного канала цветность воды находится ниже уровня ПДК, однако воды мелиоративного канала увеличивают показатель цветности воды в 2 раза – точка № 5. В связи с этим очевидна тенденция зависимости между показателем цветности воды в р. Волге и в водах дренажной системы микрорайона Правдинск.

**Таблица 1**

Органолептические показатели качества вод исследуемых водных объектов

Показатель	Значение в точках отбора, мг/л					ПДК*, мг/л
	1	2	3	4	5	
Запах +20°C, баллы	2	2	2	1	2	2
Цветность (Ст-Со шкала), °	25	70	30	15	30	20
Мутность по каолину, мг/л	1,7	16,0	0,5	0,1	0,1	1,5
Прозрачность по Снеллену, см	50	8	54	60	59	60

Примечание. Здесь и далее по таблицам:

\* – 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**

Общие гидрологические показатели качества вод исследуемых водных объектов

Показатель	Значение в точках отбора, мг/л					ПДК, мг/л
	1	2	3	4	5	
Водородный показатель, ед. рН	6,7	6,5	7,2	7,8	7,4	6,5-8,5
Жесткость общая, мг-экв./л	2,7	4,0	5,8	2,1	2,5	7,0
Общая минерализация, мг/л	125	502	575	139	199	1000

Значение показателя мутности воды в искусственном водотоке превышало ПДК в первых двух точках, однако данные по этому показателю в пробах воды, отобранных с точек № 1 и № 2, существенно различались. Так, в точке № 1 показатель мутности незначительно превышал значение ПДК, тогда как наиболее мутные воды дренажной системы отмечены в точке № 2, здесь порог ПДК превышен почти в 11 раз. Причиной высокой мутности вод в канале могут служить иловые массы, наличие соединений железа, органических коллоидов и планктонных организмов. Водоток в точке № 3, с учетом разбавления его водами из канала с территории бумкомбината, характеризовался меньшей мутностью по сравнению с первой точкой отбора. Пробы воды, отобранные в створе реки до впадения мелиоративного канала, имели такое же значение показателя мутности, что и воды в створе реки после впадения в него искусственного водотока. Таким образом, воды, привносимые в Волгу общим водотоком дренажной системы Правдинска, не сказывались на изменении показателя мутности воды в большой речной системе.

Однако следует отметить, что оценка изменения показателей мутности и цветности отобранных проб позволила выявить тенден-

цию накопительного эффекта загрязняющих веществ в водах канала вниз по его течению, а также установить процесс положительного разбавления водотока водами канала мелиоративной системы, берущей начало в границах АО «Волга». Направленность выявленных процессов в водотоке дренажной системы четко прослеживается и на характеристике прозрачности исследуемых вод. Максимально прозрачные воды канала были отобраны с точки № 3, при этом минимальное значение данного критерия качества воды было отмечено для точки № 2. Значительных изменений показателя прозрачности в р. Волге в результате впадения в него вод дренажной системы отмечено не было.

Наряду с органолептическими показателями были определены общие гидрологические показатели качественного состава вод, несущие интегральный характер (табл. 2).

Кислотность воды в исследуемом канале и в р. Волге варьировала незначительно от нейтральной до слабощелочной, при этом ни в одной из анализируемых проб превышение данного показателя относительно уровня ПДК выявлено не было, что свидетельствует о присутствии в исследуемых водах солей  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , определяющих естественную кислотно-основную буферную емкость природных вод.

Таблица 3

Биохимические и экотоксикологические показатели качества вод исследуемых водных объектов

Показатели	Значение в точках отбора, мг/л					ПДК, мг/л
	1	2	3	4	5	
Растворенный O <sub>2</sub> , мг/л	8,9	6,1	11,4	22,2	15,5	> 4,0
ХПК <sub>ПЕРМАНГ.</sub> , мг [O]/л	55	58	76	72	76	5,0
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	2,4	8,6	9,4	2,0	2,2	3,0
Интегральная токсичность: – реакция биотеста, %;	29	47	69	3	8	1 группа токсичности (допустимый уровень)
– группа токсичности	2	2	3	1	1	

Показатели жесткости и общей минерализации также не превышали установленной нормы ПДК. Наименьшая жесткость воды была определена в створе р. Волги (точка № 4), при этом воды канала лишь незначительно увеличивали этот показатель с 2,1 мг-экв./л до 2,5 мг-экв./л. В водах самого канала минимальное значение жесткости отмечено для точки № 1, а наибольшее – в точке № 3 (5,8 мг-экв./л). Вероятно, возрастание жесткости воды в канале перед впадением в Волгу связано с увеличением концентрации солей, в частности сульфатов и хлоридов металлов жесткости (CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>). По данному показателю воды Волги на исследуемом участке можно отнести к мягким водам, а воды водотока – к группе вод средней жесткости. В соответствии с общепринятой классификацией по минерализации водных объектов, речные воды являются маломинерализованными, при этом водоток играет значительную роль в повышении минерализации воды в р. Волге.

В табл. 3 приведены данные, отражающие биохимические и экотоксикологические характеристики воды исследуемых водных объектов. Содержание растворенного кислорода во всех точках отбора характеризовалось высоким значением, что связано с осенним периодом времени, в который производился отбор проб воды. Наиболее высокий показатель по РК был отмечен для речных вод. Воды мелиоративного канала по количеству растворенного кислорода значительно уступают водам р. Волги. Наименьшее содержание кислорода было выявлено в точке отбора № 2, но тем не менее данное значение отвечает требованиям ПДК. Очевидно, что воды дренажной системы, характеризуясь более низкими значениями показателя РК, при впадении в Волгу, неблагоприятным образом отраз-

ились на значении содержания растворенного кислорода в речной воде, снизив его до 15,5 мг/л.

ХПК, являясь интегральным показателем качества вод, отражает уровень антропогенного загрязнения водных объектов. Анализируемая химическая окисляемость воды характеризовалась высокими значениями во всех точках отбора на исследуемых водных объектах, что свидетельствует о наличии в воде значительного содержания легкоокисляющихся органических соединений. Максимальные значения ХПК, превышающие ПДК более чем в 2 раза, были отмечены в водах канала на точке отбора № 3, а также в двух анализируемых точках по течению р. Волги. Значение показателя окисляемости в Волге на двух исследуемых точках (№ 4 и № 5) различается незначительно, ввиду чего можно сделать вывод, что воды дренажной системы микрорайона Правдинск практически не влияют на изменение показателя ХПК в речной воде.

Биологическое потребление кислорода в исследуемых водных объектах характеризовалось высоким и повышенным значением, что в целом свидетельствует о неблагоприятных процессах, протекающих в водах канала и реки. Наименьшее значение данного показателя, которое не превышает ПДК, установлено для точки № 1, при этом смешение вод канала и воды из р. Волги обеспечивает снижение БПК до 2,2 мг O<sub>2</sub>/л. Примерно аналогичным образом изменялся экотоксикологический показатель интегральной токсичности вод, измеренный методом биотестирования. Здесь четко прослеживалась тенденция усиления токсичности воды по отношению к биотесту (*Escherichia coli* M-17) в градиенте общей минерализации вод дренажного канала, их перманганатной окисляемости и уровня БПК. По-видимому, воды канала несут

в себе существенное количество токсичных веществ, в том числе и органического состава, вследствие чего показатель биологически потребляемого кислорода стабильно повышался в направлении к устью канала (точка № 4).

### Заключение

В результате эколого-гидрохимического анализа воды р. Волги и вод канала дренажной системы микрорайона Правдинск г. Балахны Нижегородской области установлены неблагоприятные свойства вод искусственного водотока при отсутствии четких закономерностей воздействия на показатели качества речных вод Волги. По ряду показателей точка отбора № 2 характеризуется значительным превышением установленных санитарно-экологических норм. Выявлено, что воды канала неблагоприятно сказываются на органолептических показателях вод в створе реки Волги, вызывая увеличение цветности и запаха, а также вызывают повышение таких характеристик, как жесткость и общая минерализация. Биохимические и экотоксикологические характеристики речных вод вследствие привнесения загрязняющих веществ дренажными водами канала ухудшаются по показателю, отражающему содержание растворенного кислорода, критериям химической и биологической окисляемости, а также интегральной токсичности.

### Список литературы / References

1. Горюнова С.И. Влияние антропогенного воздействия на экологическое состояние малой городской реки // Вестник Московского университета. Серия: Естественные науки. 2010. № 2. С. 57–64.
2. Goryunova S.I. Impact of anthropogenic influence on the ecological condition of a small urban river // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki. 2010. № 2. P. 57–64 (in Russian).
3. 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. DOI: 10.17513/use.37041.
4. 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).
5. Суппес Н.А. Влияние хозяйственной деятельности на экологическое состояние водоемов города Ишима // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 98–103.
6. Suppes N.A. Impact of economic activity on ecological condition of water bodies of the city of Ishima // Samarskij nauchnyj vestnik. 2018. T. 7. № 3 (24). P. 98–103 (in Russian).
7. 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.
8. 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).
9. Дедикова Т.Н., Бухарицин П.И. Экологическое состояние реки Волги // Вестник АГТУ. 2010. № 1 (49). С. 85–87.
10. Dedikova T.N., Buharicin P.I. Ecological condition of the Volga River // Vestnik AGTU. 2010. № 1 (49). P. 85–87 (in Russian).
11. 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.
12. 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).
13. 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: 30.10.2019). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-1-2.
14. Markova S.M., Narkoziev A.K. Methodology for research into the content of vocational education // Vestnik Mininskogo universiteta. 2019. T. 7. № 1 (26). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/923> (date of access: 30.10.2019) (in Russian).
15. Мьялкина 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: 30.10.2019). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-3-4.
16. Myalkina E.V. Diagnosis of the quality of education in the university // Vestnik Mininskogo universiteta. 2019. T. 7. № 3 (28). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1006> (date of access: 30.10.2019) (in Russian).
17. Природа Горьковской области / Под ред. Н.В. Кузнецова. Горький: Волго-Вятское книжное издательство, 1974. 416 с.
18. The nature of Gorky area / Pod red.N.V. Kuznetsov. Gorky: Volgo-Vyatskoye knizhnoye izdatel'stvo, 1974. 416 p. (in Russian).
19. Современные ландшафты Нижегородской области / Под ред. Б.И. Кочурова, Н.Ф. Винокуровой, О.В. Глебовой. Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2006. 370 с.
20. Modern landscapes of the Nizhny Novgorod Region / Pod red. B.I. Kochurova, N.F. Vinokurovoj, O.V. Glebovoj. N. Novgorod: NGPU im. K. Minina, 2006. 370 p. (in Russian).
21. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов: учебно-методическое пособие. Н. Новгород: Мининский университет, 2016. 146 с.
22. Kozlov A.V. Environmental assessment of soil cover and water objects: study guide. N. Novgorod: Mininskij universitet, 2016. 146 p. (in Russian).