

© Молоканова Л.В., Хицова Л.Н., Клепиков О.В., Платунин А.В., 2019

УДК 614.7

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ ДЕВИЦЕ БАСЕЙНА ВЕРХНЕГО ДОНА ПО СООБЩЕСТВАМ ПЕРИФИТОНА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ

Л.В. Молоканова^{1,2}, Л.Н. Хицова³, О.В. Клепиков^{1,3,4}, А.В. Платунин^{2,4}¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», пр-т Революции, д. 19, г. Воронеж, 394036, Россия²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, 394036, Россия³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская пл., д. 1, г. Воронеж, 394018, Россия⁴ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», ул. Космонавтов, д. 21, г. Воронеж, 394038, Россия

Рассмотрены вопросы санитарно-гигиенической оценки качества воды в р. Девитце по показателям перифитона искусственных субстратов. Ежегодно увеличивающийся уровень загрязнения водоемов требует совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга. Особую актуальность вопросы мониторинга водных объектов Воронежской области приобретают в летний период, когда реки используются населением в рекреационных целях. Для обеспечения безопасности населения необходима оценка воды по санитарно-гигиеническим показателям. Такая оценка выполняется на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», однако, если для крупных и средних рек отбор проб проводится достаточно часто и в разных точках, то для малых рек ограниченность точек отбора и общего количества проб не позволяет объективно определить качество вод и полностью гарантировать его соответствие санитарно-гигиеническим требованиям. Решением данной проблемы может стать использование биологического контроля в качестве дополнительного метода мониторинга, позволяющего, наряду с гидрохимическим контролем, с наибольшей точностью оценить экологическое и санитарно-гигиеническое качество воды в реке. В качестве биоиндикатора уровня загрязнения водоема могут использоваться как отдельные таксоны, так и сообщества и отдельные группы гидробионтов. Чаще всего в качестве биоиндикаторов уровня загрязнения воды в реках используют бентосные организмы, однако многие авторы считают более целесообразным использовать организмы перифитона. Это связано с тем, что бентосные организмы, находясь под влиянием донных отложений, являются более толерантными к загрязнению, тогда как перифитон более адекватно отражает качество воды. Изучение перифитона водоема позволяет проводить расчет информационных индексов, отражающих состояние воды. Применение метода биоиндикации позволяет выявить периоды, когда требуется проводить более частый отбор проб для установления соответствия воды реки санитарно-гигиеническим нормативам.

Ключевые слова: мониторинг качества воды, перифитон, малые реки, сапробность, информационный индекс, рекреация.

Для цитирования: Молоканова Л.В., Хицова Л.Н., Клепиков О.В., Платунин А.В. Санитарно-гигиеническая оценка качества воды в реке Девитце бассейна Верхнего Дона по сообществам перифитона искусственных субстратов // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 6 (315). С. 37–41.

L.V. Molokanova, L.N. Khitsova, O.V. Klepikov, A.V. Platinin □ **SANITARY AND HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE DEVITSA RIVER OF THE UPPER DON BASIN BY THE PERIPHITON COMMUNITY OF ARTIFICIAL SUBSTRATES** □ Voronezh State University of Engineering Technologies, 19 Revolution Ave., Voronezh, 394036, Russia; Voronezh N.N. Burdenko State Medical University, 10 Studencheskaya Str., Voronezh, 394036, Russia; Voronezh State University, 1 Universitetskaya Square, Voronezh, 394018, Russia; Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region, 21 Kosmonavtov Str., Voronezh, 394038, Russia.

We reviewed the issues of sanitary-hygienic assessment of water quality in the Devitsa River according to the indicators of periphyton of artificial substrates. The annually increasing level of water pollution requires the improvement of social and hygienic monitoring system. The issues of monitoring water bodies in the Voronezh Region is particularly relevant in the summer season, when rivers are used by the population for recreational purposes. To ensure the population safety, it is necessary to assess water by sanitary and hygienic indicators. Such assessment is carried out on the basis of the Hygienic and Epidemiological Center in the Voronezh Region, however, if sampling is carried out quite often and at different points for large and medium-sized rivers, that the limitation of sampling points and the total number of samples for small rivers does not allow for an objective determination of water quality and fully guarantee its compliance with sanitary and hygienic requirements. The solution to this problem can be the use of biological control as an additional method of monitoring, which allows to assess the ecological and sanitary-hygienic water quality in the river with the greatest accuracy along with hydrochemical control. As a bioindicator of the pollution level of a reservoir, both individual taxa and communities and separate groups of hydrobionts can be used. Benthic organisms are most often used as bioindicators of the level of water pollution in rivers, but many authors consider it more appropriate to use the periphyton organisms. This is due to the fact that benthic organisms, being under the influence of bottom sediments, are more tolerant to pollution, while periphyton reflects water quality more adequately. The study of the periphyton of the reservoir allows the calculation of information indices reflecting the water condition. The application of the bioindication method makes it possible to identify periods when more frequent sampling is required to establish the compliance of river water with sanitary and hygienic standards.

Keywords: water quality monitoring, periphyton, small rivers, saprobity, information index, recreation.

For citation: Molokanova L.V., Khitsova L.N., Klepikov O.V., Platinin A.V. Sanitarно-gigienicheskaya otsenka kachestva vody v reke Devitse bassejna Verkhnego Dona po soobshchestvam perifitona iskusstvennykh substratov [Sanitary and hygienic assessment of water quality in the Devitsa river of the Upper Don basin by the periphyton community of artificial substrates]. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya, 2019, no. 6 (315), pp. 37–41. (In Russ.)

В настоящее время проблема загрязнения поверхностных водоемов становится все более актуальной не только в России, но и во всем мире [22]. В Российской Федерации особую озабоченность вызывает загрязнение малых рек, которые составляют значительную часть речной системы в стране. Являясь первичными звеньями формирования водных ресурсов, малые реки подвергаются существенному антропогенному воздействию, которое приводит к ухудшению в них санитарно-гигиенических показателей качества воды [1]. Эта проблема характерна и для территории Воронежской области, по результатам интегральной эколого-гигиенической оценки водно-рекреационного потенциала которой установлено несоответствие качества речной воды по санитарно-гигиеническим и эпидемиологическим показателям безопасности требуемым нормативам [6]. Учитывая также тот факт, что средняя густота речной сети в Воронежской области в два раза ниже, чем по России, а также то, что малые реки используются в качестве мест рекреационного водопользования, становится понятной необходимость объективной оценки санитарно-гигиенического состояния этих водных объектов.

Антропогенное загрязнение малых рек может приводить к изменению состава водных биоценозов в сторону преобладания в сообществах патогенных организмов, способных вызывать заболевания человека. В РФ система мониторинга качества вод остается по-прежнему ориентированной на гидрохимические показатели, тогда как в странах Евросоюза, США при проведении мониторинга используются биологические показатели, позволяющие в ряде случаев более объективно оценить качество воды, в том числе и санитарно-гигиеническую безопасность, так как перечень лабораторно определяемых показателей всегда ограничен [5, 8, 17]. Попадание в водоемы поллютантов различной природы, которые не всегда контролируются объективными методами лабораторного анализа, инициирует изменение в видовом составе гидробионтов, в соотношении численности видов отдельных систематических групп [2–4, 9, 16, 18, 25], что находит отражение в значениях информационных индексов [19, 21], позволяющих определить риск использования водоема в рекреационных целях.

Возможность применения биоиндикации как способа определения санитарно-гигиенического состояния водотоков в Российской Федерации предполагает детальное изучение сообществ гидробионтов, приуроченных к конкретным водоемам и речным бассейнам. Исходя из необходимости применения количественных и качественных характеристик водоемов, испытывающих антропогенную нагрузку, используются различные подходы, в том числе анализ обрастания (перифитона), который более адекватно отражает качество воды, чем зообентос, и демонстрирует ярко выраженные ответные реакции на ее загрязнение [7, 20, 23, 24, 26]. Это позволяет допускать возможность использования данной группы гидробионтов в качестве индикаторных организмов, которые дадут наиболее точную оценку санитарно-гигиеническому состоянию водоема.

Цель исследования. Вышесказанное инициировало выявление видового состава пери-

фитона искусственных субстратов малой р. Девичья бассейна Верхнего Дона, определение его информационно-доминантной структуры, а также индикаторных организмов перифитона, реагирующих на изменение концентрации веществ в водоеме, с целью повышения информативности оценки санитарно-гигиенического состояния реки и возможности ее использования населением в рекреационных целях.

Материалы и методы. Район исследования находился в приустьевом участке р. Девичья, выше автодорожного моста, у с. Девичья Семилукского района. Берега реки обрывистые (до 1 м), задернованы, по берегу произрастают кустарники: ива, ольха. Глубины в медали составляли 0,7–0,9 м, температура воды в летний период – 22–23 °С. Скорость течения составила около 1 м/с. Основной тип грунта в реке – глина, местами с примесью мела. Прозрачность воды – до дна. Водные макрофиты представлены небольшим количеством видов и экземпляров, во второй половине лета на дне реки обнаружены нитчатые водоросли.

Анализ гидрохимических показателей качества воды проводили по аттестованным методикам: pH – потенциометрическим методом; общую минерализацию (сухой остаток) определяли весовым методом; биохимическое потребление кислорода (БПК₅), жесткость, содержание СГ – титриметрическим; химическое потребление кислорода (ХПК), PO₄³⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, содержание железа (Fe_{общ}) – фотометрическим; Ca²⁺, Mg²⁺ – спектрометрическим (атомно-абсорбционный спектрофотометр «КВАНТ-2»).

В соответствии с СанПиН 2.1.5.980–00¹ из числа микробиологических показателей в воде водных объектов, используемых для рекреационных целей, нормируются термотолерантные колиформные бактерии (не более 100 КОЕ/100 мл), ротавирусы (отсутствие), холероподобный вибрион (отсутствие), колифаги (не более 10 БОЕ/100 мл), антиген вируса гепатита А (отсутствие).

В летний период проведено изучение зооперифитона створа р. Девичья. Для проведения работы было смонтировано устройство, к которому прикреплялись на разном расстоянии от дна реки искусственные субстраты заданной площади: бруски дерева, куски силикатного кирпича и битума, а также спаренные предметные стекла. Отбор исследуемого материала проводился по стандартным гидробиологическим методикам [15]. Качественный состав организмов определяли с помощью светового микроскопа МБС-10. Взвешивание крупных организмов перифитона проводили на торсионных весах. Всего обработано 54 пробы перифитона. Определение беспозвоночных проводилось по определителям серии ЗИН РАН [10–14]. Математическая обработка полученных результатов для оценки состояния и структуры сообществ перифитона осуществлялась с помощью таких информационных показателей, как индексы Шеннона, Маргалефа, Балушкиной, Гуднайта и Уитлея, индекс сапробности.

Результаты исследования. Сделанная выборка из базы данных «Водного реестра Воронежской области», ведущегося в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»,

¹ СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. 23 с.

по имеющимся контрольным точкам на р. Девице за 2011–2018 гг. в летний период не выявила несоответствия воды в местах рекреации требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Однако небольшое количество отбираемых ежегодно проб воды (6 проб в год в двух местах рекреации) не является репрезентативным.

Для более достоверной оценки санитарно-гигиенической безопасности воды в р. Девице в местах рекреации нами были проведены исследования организмов перифитона, которые позволили выявить виды беспозвоночных из пяти типов: гидры – один вид, планарии – один вид, нематоды – один вид, олигохеты – 11 видов (наидиды), пиявки – 3, ракообразные – один, клещи – 11, насекомые – 62 вида. Отсутствие тубифицид в наших сборах свидетельствует о достаточно хорошем качестве воды, так как присутствие *Tubificidae* характеризует наихудший, «нулевой» класс качества воды.

Среди насекомых (личиночная стадия) преобладали хирономиды – 36 видов (два вида из них для нашего региона отмечены впервые – *Nanocladius rectinervis* и *Krenopsectra fallax*), значительно меньше ручейников (10 видов) и поденок (8 видов). Видовой состав других насекомых значительно беднее. Так, среди двукрылых (кроме хирономид) обнаружено лишь три вида – стрекоз и жуков (имаго) – по два вида, ногохвосток – один вид. Кроме того, для водных систем среднерусской лесостепи впервые были выявлены восемь видов клещей (*Lebertia insignis*, *Lebertia porosa*, *Hygrobathe fluvialis*, *Hygrobathe calliger*, *Torrenticola aff. amplexa*, *Sperchonopsis sp.*, *Sperchonidae sp.*, *Nautarachna crassa*).

Наиболее разнообразным оказался состав организмов, обнаруженный на кусках силикатного кирпича: выявлено 68 видов, принадлежащих в основном к хирономидам (11) и другим насекомым, с максимальным их разнообразием (19). Древесный субстрат немного ему уступает по «уловистости»: обнаружено 62 вида, из которых 26 относится к хирономидам. На кусках битума выявлено 44 вида из 5 таксонов, минимальным же количество видов (18) оказалось на стеклах. На битумном субстрате доминировала группа насекомых, на стеклянном субстрате таковые были представлены незначительно. Выявлена зависимость численности личинок хирономид от глубины: с ее увеличением численность их снижается. Анализируя результаты, следует отметить, что личинки хирономид в качестве субстрата предпочитали бруски дерева, при этом наблюдалось как качественное, так и количественное преобладание этой таксономической группы.

Средняя численность организмов перифитона, обнаруженных на брусках дерева, составила 10 850 экз./м², на кусках кирпича и битума она равнялась 4 354,1 и 2 973,2 экз./м² соответственно, на спаренных предметных стеклах – 2 187,5 экз./м². Максимальные значения биомассы гидробионтов наблюдались на брусках дерева

(6,89 г/м²) и на кусках кирпича (2,83 г/м²), на спаренных предметных стеклах биомасса была ниже (2,65 г/м²), минимальная биомасса отмечена на кусках битума (1,80 г/м²). Средняя численность и биомасса зооперифитона в р. Девице на период эксперимента достигала значений – 2 100,4 экз./м² и 1,46 г/м² соответственно.

Показатели зооперифитона р. Девицы приведены в таблице.

На всех типах субстратов обнаружены олигохеты и насекомые (виды *Stylaria lacustris*, *Nais barbata*, *Nais communis*, *Hydrotilla sp.*, *Thienemanniella clavicornis*), на трех типах субстратов (исключая стеклянный) выявлены *Cricotopus bicinctus*, *Rheocricotopus chalybeatus*, *Parakiefferiella triquetra*. На брусках дерева в массе встречались такие виды, как *Nais barbata*, *Nais communis*, *Cricotopus bicinctus* и *Cricotopus silvestris*, на кусках кирпича – *Stylaria lacustris*, на кусках битума – *Stylaria lacustris* и *Cricotopus bicinctus*.

Анализируя сезонные сборы, следует заметить, что в августе наблюдается увеличение численности олигохет (сем. *Naididae*), что свидетельствует об ухудшении качества воды в исследуемой реке.

Преобладающими по численности группами зооперифитона являлись насекомые (71,8 % численности из них 50,6 % – хирономиды) и олигохеты (23,1 %). Насекомые доминировали также по биомассе, составляя 77,85 %, тогда как биомасса олигохет равнялась 12,9 %. Численность таксономических групп варьировала в зависимости от вида искусственных субстратов и глубины их погружения: на брусках дерева численность олигохет у поверхности составляла 16,0 %, у дна – 14,6 %, на кусках кирпича – 24,6 % у поверхности и 38,8 % у дна, на кусках битума – 30,1 % у поверхности и 46,0 % у дна.

Доля насекомых была максимальной на брусках дерева – 85,4–80,5 %, на кусках кирпича у дна этот показатель снижался (39,8 %) по сравнению с поверхностным уровнем (65,0 %). Та же закономерность обнаружена относительно битумного субстрата: с глубиной количество личинок насекомых уменьшается. На спаренных предметных стеклах у поверхности численность насекомых перифитона достигала 100 %, у дна – 45,5 %, уступая по численности и разнообразию видов сообществам перифитона других видов субстратов.

Анализируя долю хирономид, следует отметить стабильность ее на различных глубинах и зависимость от вида искусственного субстрата: максимальная на древесном субстрате (52,1–63,3 %), минимальная на кирпичном (9,2–32,1 %), значительная на битумном (38,9–54,2 %). На стеклянном субстрате численность хирономид составляла на глубине 9,1 % и у поверхности 70,8 %. В биомассе основную роль на всех типах субстратов играют насекомые, составляя: на древесном субстрате на глубине и у поверхности – 94,64 % и 86,15 % соответственно, на кусках кирпича – 56,63–66,33 %, на битуме – 73,87–60,14 %, на предметных стеклах – 85,0 % на глубине и 100 % у поверхности.

Таблица. Показатели зооперифитона искусственных субстратов малой р. Девицы
Table. Indicators of zooperiphyton of artificial substrates of the small river Devitsa

Месяц	Число видов	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ² (%) обнаруженных таксонов			
				олигохеты	хирономиды	ручейники	поденки
июнь	49	2 757	1,72	255 (9)	1 862 (68)	309 (11)	189 (7)
июль	39	2 331	1,57	704 (30)	1 060 (46)	422 (18)	83 (4)
август	37	1 213	1,09	720 (59)	96 (8)	87 (7)	19 (2)

Выявлено, что виды хирономид *Cricotopus bicinctus*, *Cricotopus silvestris* и олигохет *Stylaria lacustris*, *Nais communis* преобладают в сообществах перифитона численно, виды ручейников *Brachycentrus subnubilus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Lype phaeopa*, *Hydropsyche angustipennis* и хирономид *Cricotopus bicinctus* – по биомассе.

В течение периода исследования наблюдали изменение видового, таксономического и экологического состава перифитона. В июне в зооперифитоне доминировали численно и по биомассе амфибиотические насекомые, представляющие гетеротопные формы. Во второй половине летнего сезона преобладающими становились гомотопные формы, а к концу летнего периода они по биомассе и численности подавляли гетеротопные формы.

На различных видах субстратов, размещенных у поверхности и у дна, сформировались разнообразные типы сообществ. Доминирующими видами на разных субстратах и глубине оказались:

– *Cricotopus bicinctus* + *Lype phaeopa* и *Hydropsyche pellucidula* + *Brachycentrus subnubilus* (древесный субстрат);

– *Caenis macrura* + *Stylaria lacustris* и *Stylaria lacustris* (кирпичный субстрат);

– *Cricotopus bicinctus* + *Stylaria lacustris* и *Stylaria lacustris* + *Cricotopus bicinctus* (битум);

– *Baetis vernus* + *Baetis fuscatus* и *Brachycentrus subnubilus* (стеклянный субстрат).

Вместе с тем проведенные исследования позволили выявить для створа р. Девыцы доминирующий комплекс в целом, включающий хирономид подсемейства *Orthocladinae* (массовый вид – *Cricotopus bicinctus*), олигохет семейства *Naididae* (виды р. *Nais*, *Stylaria lacustris*), поденок родов *Baetis* и *Caenis*.

Была проанализирована сезонная и многолетняя динамика информационных индексов макрозооперифитона р. Девыцы. Индекс Маргалефа характеризует высокое видовое разнообразие сообществ в течение всего летнего периода в створе р. Девыцы. Индекс Вудивисса свидетельствует об умеренном загрязнении воды (β-мезосапробный водоем) р. Девыцы в июле и ухудшении качества воды в августе, когда тип водоема становится α-мезосапробным. Индекс Балушкиной, отражающий соотношение личинок хирономид п/с *Chironominae* и п/с *Orthocladinae*, в июне и августе характеризует воды р. Девыцы как чистые, однако, по результатам анализа проб, взятых в июле, вода характеризуется как умеренно загрязненная. Анализ значений олигохетного индекса Гуднайта и Уитлея показывает благополучное состояние водоема в июне и июле (класс качества воды I (очень чистые)) и соответствует ксеносапробной зоне. В августе значение олигохетного индекса свидетельствует об ухудшении экологического состояния воды, соответствующей IV классу чистоты (загрязненная) и α-мезосапробной зоне.

За период исследования в р. Девыце было обнаружено 49 видов организмов перифитона, являющихся индикаторами сапробности. Подавляющее большинство обнаруженных видов-индикаторов (около 70 %) относят к β-мезосапробным организмам.

На основании индексов сапробности исследуемый участок р. Девыцы следует относить к умеренно загрязненной зоне (β-мезосапробной

зоне). Этот факт позволяет говорить об умеренном загрязнении воды изучаемого водотока. Ухудшение ситуации отмечено в июле, в период максимально высокой температуры.

Выводы

1. Проведенные исследования свидетельствуют, что перифитон искусственных субстратов включает гидробионтов, которых можно использовать для мониторинга качества воды в поверхностных водотоках. Применение метода искусственных субстратов для формирования сообществ зооперифитона приобретает особую актуальность для рек с высокой скоростью течения.

2. Индексы сапротоксности определяют исследуемый участок реки как β-мезосапротоксную зону, что позволяет говорить об отсутствии значительного загрязнения воды р. Девыцы токсичными веществами. В течение летнего периода наблюдается уменьшение индекса сапротоксности у поверхности воды для трех субстратов: кирпичного, битумного, стеклянного, а для древесного субстрата значения индекса сапротоксности у поверхности и у дна практически одинаковые.

3. Анализ динамики информационных индексов зооперифитона р. Девыцы позволяет отметить умеренное загрязнение воды в начале лета и ухудшение ее качества в июле и августе, когда тип водоема становится α-мезосапробным.

4. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости увеличения частоты отбора проб воды в местах рекреации в июле и августе, так как на основании гидробиологического анализа качество воды в этот период ухудшается, что может создать предпосылки для массового развития патогенных микроорганизмов.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-45-360003 п. а «Исследование закономерностей формирования экологических рисков, связанных с состоянием хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования в бассейне реки Дон на территории Воронежской области».

Авторы выражают благодарность А.Е. Силиной за помощь в определении некоторых групп беспозвоночных.

ЛИТЕРАТУРА

(п. 21–26 см. References)

1. Бактыбаева З.Б., Сулейманова Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Ямалов С.М., Кулагин А.А. Техногенное загрязнение малых рек в черте г. Сибая // Медицина труда и экология человека. 2016. № 2 (6). С. 53–60.
2. Герасимова А.А., Шарапова Т.А., Герасимов А.Г. Энтомологические комплексы зооперифитона субарктических озер Обь-Иртышского бассейна // Материалы XXI Международной научно-практической конференции: «Водные ресурсы – основа устойчивого развития поселений Сибири и Арктики в XXI веке», 22 марта 2019 г. Тюмень, 2019. С. 337–342.
3. Дзюба Е.В., Белькова Н.Л., Деникина Н.В., Суханова Е.В., Суханова Л.В., Саловарова В.П., Мельник Н.Г. Современные подходы и методология экологического мониторинга в условиях водоема и в аквакультуре // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. № 11 (1-3). С. 446–471.
4. Исакова Н.А. Оценка качества воды озера Большое Миассово с помощью перифитонных сообществ диатомовых водорослей (Южный Урал) // Альманах современной науки и образования. 2016. № 7 (109). С. 36–39.
5. Клепиков О.В., Маслова М.О., Молоканова Л.В., Калашников Ю.С. Интегральная эколого-гигиеническая оценка водно-рекреационного потенциала Воронежской городской агломерации // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. 2017. № 1. С. 118–125.
6. Клепиков О.В., Молоканова Л.В., Маслова М.О., Калашников Ю.С. Анализ показателей микробиологической безопасности воды водных объектов в местах рекреации // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. № 4. С. 66–70.
7. Маева О.А. Перифитон как показатель качества воды (итоги гидробиологического мониторинга Куйбышевского водохранилища за 2016 год) // Материалы научного симпозиума «Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов» шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных

- комплексов ELPIT 2017», 20–24 сентября 2017 г., Самара-Тольятти, 2017. Т. 4. С. 87–91.
- Менакер А.Л., Кик О.В., Пархоменко В.В., Куличенко О.А. Организация санитарно-гигиенического мониторинга за состоянием рекреационных вод Черного и Азовского морей // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 5 (290). С. 42–44.
 - Мустафаева З.А., Мирзаев У.Т., Холмуродова Н. Современное состояние водных биоценозов водоемов бассейна реки Зарафшан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. № 11 (1). С. 15–21.
 - Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 1994. Т. 1. 396 с.
 - Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 1995. Т. 2. 628 с.
 - Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 1997. Т. 3. 448 с.
 - Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 2000. Т. 4. 997 с.
 - Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 2001. Т. 5. 836 с.
 - Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
 - Русанов А.Г., Станиславская Е.В. Диатомовые водоросли перифитона как индикаторы качества воды в Ладозском озере и его притоках // Региональная экология. 2017. № 4 (50). С. 62–70.
 - Сергеева Е.С. Методы биоиндикации водоисточников в гигиене // Медицинский альманах. 2009. № 2 (7). С. 178–181.
 - Сергеева И.В., Сергеева Е.С. Эколого-гигиеническая оценка рек правобережья Саратовской области по результатам биомониторинга с использованием хириноид подсемейства *Tanytopodinae* (Diptera, Chironomidae) // Аграрный научный журнал. 2014. № 12. С. 40–43.
 - Хицова Л.Н., Молоканова Л.В. Использование информационных показателей макрозооперифитона искусственных субстратов для мониторинга качества поверхностных вод (на примере р. Девитсы) // Вестник ВГУ, Серия: Химия, Биология, Фармация. 2014. № 4. С. 100–105.
 - Шарапова Т.И., Герасимова А.А. К изучению таксономического состава зооперифитона озер субарктики Западной Сибири // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина: «Экологические чтения – 2018». Омск, 2018. С. 363–366.
 - Baktybaeva Z.B., Suleimanova R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R., Yamalov S.M., Kulagin A.A. Tekhnogennoe zagryaznenie malyykh rek v cherte g. Sibaya [Technogenic pollution of small rivers within the city of Sibaya]. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*, 2016, no. 2 (6), pp. 53–60. (In Russ.)
 - Gerasimova A.A., Sharapova T.I., Gerasimov A.G. Entomologicheskie komplekсы zooperifitona subarkticheskikh ozer Ob'-Irtyskogo basseina [Entomological complexes of zooperiphyton subarctic lakes of Ob-Irtysk basin]. *Materialy XXI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: «Vodnye resursy – osnova ustoychivogo razvitiya poselenii Sibiri i Arktiki v XXI veke»*, 22 marta 2019. Tyumen, 2019, pp. 337–342. (In Russ.)
 - Dzyuba E.V., Bel'kova N.L., Denikina N.V., Sukhanova E.V., Sukhanova L.V., Salovarova V.P., Mel'nik N.G. Sovremennyye podkhody i metodologiya ekologicheskogo monitoringa v usloviyakh vodotema i v akvakul'ture [Modern approaches and methodology of environmental monitoring in the body of water and in aquaculture]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2009, no. 11 (1–3), pp. 446–471. (In Russ.)
 - Isakova N.A. Otsenka kachestva vody ozera Bol'shoe Miassovo s pomoshch'yu perifitonnykh soobshchestv diatomovykh vodoroslei (Yuzhnyi Ural) [Assessment of water quality of the lake Big Miassovo with communities of periphytic diatoms (the Southern Urals)]. *Al'manakh sovremennoi nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 7 (109), pp. 36–39. (In Russ.)
 - Klepikov O.V., Maslova M.O., Molokanova L.V., Kalashnikov Yu.S. Integral'naya ekologo-gigienicheskaya otsenka vodno-rekreatsionnogo potentsiala Voronezhskoi gorodskoi aglomeratsii [Integrated ecological-hygienic assessment of water recreation potential of the Voronezh urban agglomeration]. *Vestnik VGU, Seriya: Geografiya. Geokologiya*, 2017, no. 1, pp. 118–125. (In Russ.)
 - Klepikov O.V., Molokanova L.V., Maslova M.O., Kalashnikov Yu.S. Analiz pokazatelei mikrobiologicheskoi bezopasnosti vody vodnykh ob'ektov v mestakh rekreatsii [Analysis of microbiological safety indicators of water bodies in recreational areas]. *Vestnik VGU, Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2017, no. 4, pp. 66–70. (In Russ.)
 - Maeva O.A. Perifiton kak pokazatel' kachestva vody (itogi gidrobiologicheskogo monitoringa Kuibyshevskogo vodokhranilishcha za 2016 god) [Periphyton as an indicator of water quality (results of hydrobiological monitoring of the Kuibyshev reservoir for 2016)]. *Materialy nauchnogo simpoziuma «Ekologicheskii monitoring promyshlenno-transportnykh kompleksov» shestogo mezhdunarodnogo ekologicheskogo kongressa (vos'moi Mezhdunarodnoi nauchnotekhnicheskoi konferentsii «Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti promyshlennotransportnykh kompleksov ELPIT 2017»*, 20–24 sentyabrya 2017. Samara-Togliatti, 2017, vol. 4, pp. 87–91. (In Russ.)
 - Menaker A.L., Kik O.V., Parkhomenko V.V., Kulichenko O.A. Organizatsiya sanitarno-gigienicheskogo monitoringa za sostoyaniem rekreatsionnykh vod Chernogo i Azovskogo morei [Organization of sanitary and hygienic monitoring of the state of recreational waters of the Black and Azov seas]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2017, no. 5 (290), pp. 42–44. (In Russ.)
 - Mustafaeva Z.A., Mirzaev U.T., Kholmuradova N. Sovremennoe sostoyanie vodnykh biotsenozov vodoemov basseina reki Zarafshan [Current status of aquatic biocenoses in the Zarafshan river basin]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2019, no. 11 (1), pp. 15–21. (In Russ.)
 - Opredeletel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii [The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 1994, vol. 1, 396 p. (In Russ.)
 - Opredeletel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii [The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 1995, vol. 2, 628 p. (In Russ.)
 - Opredeletel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii [The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 1997, vol. 3, 448 p. (In Russ.)
 - Opredeletel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii [The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 2000, vol. 4, 997 p. (In Russ.)
 - Opredeletel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii [The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 2001, vol. 5, 836 p. (In Russ.)
 - Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu poverkhnostnykh ekosistem [Guide to hydrobiological monitoring of surface ecosystems]. In: V.A. Abakumov ed. Saint-Petersburg: Gidrometeoizdat Publ., 1992, 318 p. (In Russ.)
 - Rusanov A.G., Stanislavskaya E.V. Diatomovye vodorosli perifitona kak indikator kachestva vody v Ladozhskom ozere i ego pritokakh [Periphyton diatoms as indicators of water quality in Lake Ladoga and its tributaries]. *Regional'naya ekologiya*, 2017, no. 4 (50), pp. 62–70. (In Russ.)
 - Sergeeva E.S. Metody bioindikatsii vodoistochnikov v gigiene [Methods of bioindication of water sources in hygiene]. *Meditsinskii al'manakh*, 2009, no. 2 (7), pp. 178–181. (In Russ.)
 - Sergeeva I.V., Sergeeva E.S. Ekologo-gigienicheskaya otsenka rek pravoberezh'ya Saratovskoi oblasti po rezul'tatam biomonitoringa s ispol'zovaniem khironomid podsemeistva *Tanytopodinae* (Diptera, Chironomidae) [Ecological and hygienic assessment for the rivers of the right bank of the Saratov region on the results of biomonitoring using the chironomids of the subfamily Tanytopodinae (Diptera, Chironomidae)]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2014, no. 12, pp. 40–43. (In Russ.)
 - Khitsova L.N., Molokanova L.V. Ispol'zovanie informatsionnykh pokazatelei makrozooperifitona iskusstvennykh substratov dlya monitoringa kachestva poverkhnostnykh vod (na primere r. Devitsy) [Use of information indicators of macrozooperiphyton artificial substrates for monitoring the surface water quality (on the example of the river Devitsa)]. *Vestnik VGU, Seriya: Khimiya, Biologiya, Farmatsiya*, 2014, no. 4, pp. 100–105. (In Russ.)
 - Sharapova T.I., Gerasimova A.A. K izucheniyu taksonomicheskogo sostava zooperifitona ozer subarktiki Zapadnoi Sibiri [To study the taxonomic composition of the zooperiphyton of the subarctic lakes of the Western Siberia]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu obrazovaniya Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. P.A. Stolypina: «Ekologicheskie chteniya – 2018»*. Omsk, 2018, pp. 363–366. (In Russ.)
 - Chowdhury G.W., Gallardo B., Aldridge D.C. Development and testing of a biotic index to assess the ecological quality of lakes in Bangladesh. *Hydrobiologia*, 2016, vol. 765, no. 1, pp. 55–69.
 - Mathews N. People and Fresh Water Ecosystems: Pressures, Responses and Resilience. *Aquatic Procedia*, 2016, vol. 6, pp. 99–105.
 - Montuelle B., Dorigo U., Bérard A., Volat B., Bouchez A., Tili A., Gouy V., Pesce S. The periphyton as a multimetric bioindicator for assessing the impact of land use on rivers: an overview of the Ardieres-Morcille experimental watershed (France). *B. Montuelle, Hydrobiologia*, 2010, vol. 657, no. 1, pp. 123–141.
 - Skal'skaya I.A. Peculiarities of the zooperiphyton succession in beaver ponds of a small river. *Biology bulletin*, 2016, vol. 43, no. 10, pp. 1365–1369.
 - Skal'skaya I.A., Gagarin V.G. Nematodes in meiobentos and periphyton of the Rybinsk reservoir (review). *Inland Water Biology*, 2018, vol. 11, no. 3, pp. 326–336.
 - Zizek S. Periphyton as a bioindicator of mercury pollution in a temperate torrential river ecosystem / S. Zizek, R. Milačič, N. Kovač, R. Jačimovic, M.J. Tomas, M. Horvat. *Chemosphere*, 2011, vol. 85, no. 5, 2016, no. 2 (6), pp. 53–60.

Контактная информация:

Клепиков Олег Владимирович, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделением информационных технологий организационно-методического отдела ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; профессор кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»; профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
e-mail: klepa1967@rambler.ru

Contact Information:

Klepikov Oleg, Doctor of Biological Science, Professor, Head for the Information Technology Department of the Organizational and Methodological Department of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region; Professor for Industrial Ecology, Chemical and Petrochemical Equipment Department of Voronezh State University of Engineering Technologies; Professor for the Geoecology and Environmental Monitoring Department of Voronezh State University
e-mail: klepa1967@rambler.ru