

Определение концентрации водорослей в некоторых водоемах Воронежской области с помощью флуорометра «Algae tarch»

А. Н. Тимофеев, К. В. Успенский ✉, А. Н. Химин

Воронежский государственный педагогический университет, Российская Федерация
(394043, Воронеж, ул. Ленина, 86)

Аннотация. Цель – определить динамику концентрации сине-зеленых и зеленых водорослей в течение сезона в различных водоёмах Воронежской области и выявить влияющие на неё факторы.

Материалы и методы. Концентрация сине-зеленых и зелёных водорослей определялась с помощью флуорометра “Algae tarch” в следующих водоемах: пруд в Центральном парке Воронежа, пруд у памятника природы “Сквер у озера”, озера Тамбовское и Тахтарка в Павловском районе, река Дон в Верхнемамонском районе.

Результаты и обсуждение. Проведены измерения концентрации сине-зеленых водорослей и общей концентрации водорослей в ряде водоемов Воронежской области с помощью флуорометра «Algae tarch». Определено влияние на концентрацию водорослей климатических условий 2020 года, а также проводимых работ по реконструкции озер. Выявлена динамика концентрации водорослей в реке Дон с июня по сентябрь 2020 года.

Выводы. Выявлена динамика концентрации сине-зеленых водорослей с мая по сентябрь. Определено влияние на эвтрофикацию засушливых условий 2020 года, а также проводимых в водоемах Воронежа работ по реконструкции.

Ключевые слова: концентрация сине-зеленых водорослей, общая концентрация водорослей, флуорометр «Algae tarch, динамика концентрации водорослей, погодные условия, влияние работ по реконструкции.

Для цитирования: Тимофеев А. Н., Успенский К. В., Химин А. Н. Определение концентрации водорослей в некоторых водоемах Воронежской области с помощью флуорометра «Algae tarch» // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География, Геоэкология*, 2022, № 3, с. 116-121. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/3/116-121>

ВВЕДЕНИЕ

Экологическое состояние водоемов является важным показателем экологической обстановки не только на прилегающих к ним территориях, но и в регионе в целом. Антропогенная нагрузка на водные объекты оказывает воздействие на гидрохимические и гидрофизические показатели водной среды, а также влияет на эколого-биологическое качество вод. Она определяет антропогенную эвтрофикацию, под которой понимается высокий уровень интенсивности образования и деструкции органического вещества. Этот процесс обусловлен количеством биогенных элементов, главным образом азота и фосфора. На процессы эвтрофикации также могут влиять климатические условия конкретного года, а конкретно температура атмосферы

и воды, а также условия конкретного участка водоема (уровень воды, глубина, наличие или отсутствие течения). Имеют также значение проведение работ по улучшению состояния водоемов.

При высокой концентрации биогенных веществ в водоемах происходит бурное развитие микроскопических водорослей, вызывающих «цветение» воды [1]. В этом процессе главную роль играют анаэробные сине-зеленые водоросли, способные развиваться при низком содержании кислорода в воде и таким образом являющиеся показателями концентрации этого элемента, содержание которого при увеличении степени эвтрофикации уменьшается.

До последнего времени исследования микроскопических водорослей в водоемах Воронежской

© Тимофеев А. Н., Успенский К. В., Химин А. Н., 2022

✉ Успенский Кирилл Викторович, e-mail: uspensky67@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

области проводились методом отбора проб микрофитопланктона с дальнейшим определением видового состава, количественного соотношения видов, относящихся к различным группам сапробности, определением морфологических отклонений в развитии клеток с дальнейшим определением индекса сапробности Пантле – Бука [2, 3, 4, 5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В течение вегетационного сезона 2020 года нами с помощью флуорометра «Algae tarch» были проведены измерения концентрации сине-зеленых водорослей и общей концентрации водорос-

лей в следующих водоемах: река Дон на территории Верхнемамонского района (июнь — август), пруд в Центральном парке (29.05 и 6.09), река Коровий Лог в Центральном парке (29.05 и 6.09), пруд памятника природы «Сквер у озера» (4.06 и 6.09), озера Тамбовское и Тахтарка в Павловском районе (12.09).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 приведены данные по концентрации сине-зеленых водорослей и общей концентрации водорослей в водоемах памятников природы «Центральный парк» и «Сквер у озера».

Таблица 1

Концентрация сине-зеленых водорослей и общая концентрация водорослей (мг/м³) в водоемах памятников природы «Центральный парк» и «Сквер у озера»
[Table 1. Concentration of blue-green algae and total algae concentration (mg/m³) in water bodies of nature monuments "Central Park" and "Square by the Lake"]

Параметры концентраций / Concentration parameters	Концентрация сине-зеленых водорослей / Blue-green algae concentration	Общая концентрация водорослей / Total algae concentration
<i>Пруд в Центральном парке / Pond in Central Park</i>		
Вариация значений 29.05. 2020	0,0 - 90,7	0,0 - 188,9
Среднее значение 29.05. 2020	41,77	155,49
Вариация значений 6.09. 2020	0,0 - 8,9	0,0 - 117,4
Среднее значение 6.09. 2020	3,79	58,19
<i>Река Коровий Лог / Cow Log River</i>		
Вариация значений 29.05. 2020	0,0 - 87,2	0,0 - 1101,0
Среднее значение 29.05. 2020	72,56	642,69
Вариация значений 6.09. 2020	0,0 - 87,2	0,0 - 1101,0
Среднее значение 6.09. 2020	12,63	416,95
<i>Памятник природы «Сквер у озера» / Nature Monument "The Square by the Lake"</i>		
Вариация значений 4.06. 2020	9,4 - 35,2	48,1 - 239,4
Среднее значение 4.06. 2020	18,10	107,30
Вариация значений 6.09. 20	0,0 - 20,0	0,0 - 334,2
Среднее значение 6.09. 20	12,27	125,65

Как видно из таблицы 1, содержание водорослей в водоемах памятника природы «Центральный парк» с мая по сентябрь 2020 года несколько уменьшилось, что, возможно, связано с прове-

денными в течение лета работами по очистке водоемов и установке аэрации водоема. При этом на реке Коровий Лог, вытекающей из пруда, эти меры сказались в меньшей степени.

В пруду памятника природы «Сквер у озера» работы по очистке в начале сентября ещё не были закончены, хотя уровень воды пруда был сильно понижен. Это привело к заметному снижению содержания сине-зеленых водорослей при некотором увеличении общего содержания водорослей в воде.

В Павловском районе измерения концентрации сине-зеленых водорослей и общей концентрации водорослей проводились 12.09 в озерах Тамбовское и Тахтарка. Результаты показаны в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, концентрация сине-зеленых водорослей и общая концентрация водорослей в озере Тахтарка значительно превышает аналогичные показатели в озере Тамбовское. В Тахтарке наблюдалось явное «цветение» воды, а уровень воды был явно ниже обычного, что является следствием засушливых условий 2020 года. В озере Тамбовское проводились работы по реконструкции, что, вероятно, снизило уровень эвтрофикации.

Таблица 2

Концентрация сине-зеленых водорослей и общая концентрация водорослей (мг/м³) в водоемах Павловского района
 [Table 2. Concentration of blue-green algae and total algae concentration (mg/m³) in water bodies in the Pavlovsky district]

Параметры концентраций / Concentration parameters	Концентрация сине-зеленых водорослей / Blue-green algae concentration	Общая концентрация водорослей / Total algae concentration
Озеро Тамбовское / Tambovskoye Lake		
Вариация значений	0,0 - 7,8	0,0 - 18,7
Среднее значение	0,83	10,51
Озеро Тахтарка / Takhtarka Lake		
Вариация значений	0,0 - 392,4	7,7 - 661,2
Среднее значение	197,64	352,28

В реке Дон на территории Верхнемамонского района измерения концентрации сине-зеленых водорослей и общей концентрации водорослей про-

водились с июня по август в одной точке. Всего было сделано 90 измерений. Результаты отдельных измерений показаны на рисунках 1 и 2.

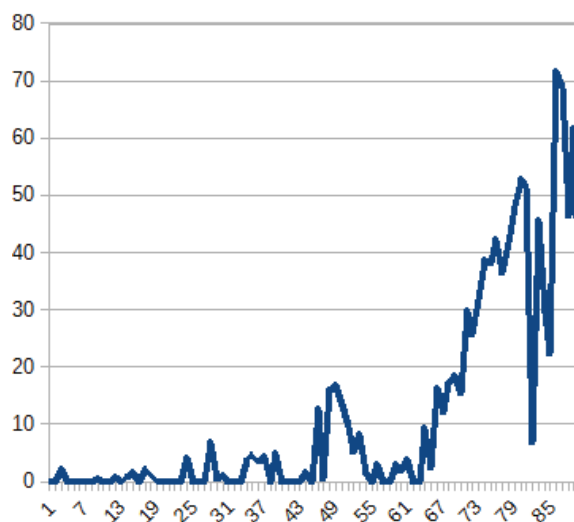


Рис. 1. Изменение концентрации сине-зеленых водорослей в реке Дон на территории Верхнемамонского района с июня по сентябрь 2020 (мг/м³)
 [Fig. 1. Variation of blue-green algae concentrations in the Don River in the area of the Verkhnemamonskiy district from June to September 2020 (mg/m³)]

Как видно на рисунках, наблюдался постепенный рост концентрации сине-зеленых водорослей с июня по конец августа. Это говорит о наличии «предосеннего пика водорослей» [2].

Общая концентрация водорослей в течение июня – сентября 2020 показывала явную тенденцию к снижению. Вероятно, это обусловлено температурными условиями водной среды. Не исклю-

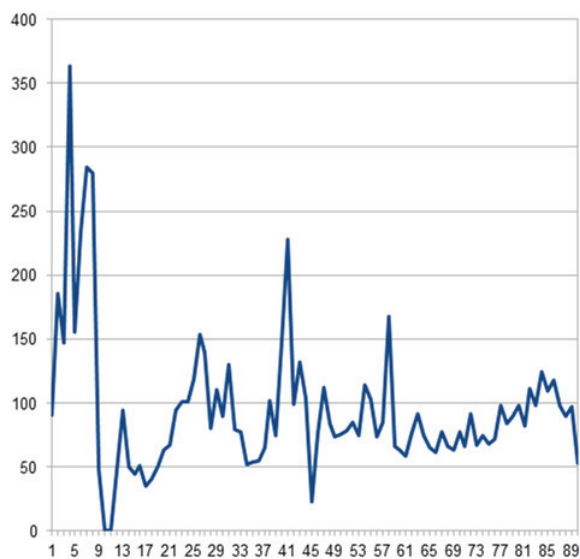


Рис. 2. Изменение общей концентрации водорослей в реке Дон на территории Верхнемамонского района с июня по сентябрь 2020 (мг/м³)
[Fig. 2. Change in total algae concentrations in the Don River in the area of the Verkhnemamonosky district from June to September 2020 (mg/m³)]

чено также наличие конкуренции между сине-зелеными и другими группами водорослей, хотя в других водных объектах Воронежской области подобная закономерность не была обнаружена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам наших исследований можно сделать следующие выводы.

1. Засушливые условия 2020 года существенно увеличили уровень эвтрофикации в некоторых малых водоемах Воронежской области (например, озеро Тахтарка).

2. В реке Дон уровень концентрации сине-зеленых водорослей вырос с июня по сентябрь, а общая концентрация водорослей за тот же период несколько снизилась.

3. Проводимые на некоторых малых водоемах Воронежской области работы по реконструкции существенно снижают уровень эвтрофикации (например, пруд в Центральном парке, река Коровий Лог, пруд памятника природы «Сквер у озера»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферова Г.А. *Биоиндикация водных экосистем*. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. 57 с.
2. Анциферова Г.А., Беспалова Е.В. Состояние водной среды Воронежского водохранилища в связи с экологической ситуацией в Масловском затоне // *Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология*, 2016, № 2, с. 91-100.
3. Анциферова Г.А., Богатырева С.Н. Низшие сине-зеленые и диатомовые водоросли Воронинского государственного природного заповедника // *Труды государственного природного заповедника «Воронинский»*, 2009, с. 52-106.
4. Анциферова Г.А., Борисова Л.Е. Озера долины реки Вороны как естественный современный рефугиум диатомовых водорослей в центра Восточно-европейской равнины // *Вестник Воронежского университета. Серия: География. Геоэкология*, № 2, 2009, с. 85-92.
5. Оценка экологического состояния Шершневского водохранилища / Н.И. Ходоровская, Л.В. Дерябина, С.В. Крайнева, А.Ю. Утопленникова // *Вестник Челябинского университета*, 2013, № 7, с. 165-167.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 30.06.2021

Принята к публикации 05.09.2022

Determination of Algae Concentrations in Some Water Bodies in the Voronezh Region Using an «Algae Tarch» Fluorometer

A. N. Timofeev, K. V. Uspensky✉, A. N. Khimin

Voronezh State Pedagogical University, Russian Federation
(86, Lenin st., Voronezh, 394043)

Abstract. The purpose is to determine the dynamics of blue-green and green algae concentration during the season in different water bodies of the Voronezh region and to identify the factors influencing it.

Materials and methods. Concentrations of blue-green and green algae were determined using an Algae tarch fluorometer in the following water bodies: a pond in the Central Park of Voronezh, a pond near the natural monument "Square by the Lake", Tambovskoye and Takhtarka Lakes in Pavlovsky district, the Don River in Verkhnemamonsky district.

Results and discussion. Measurements of blue-green algae concentration and total algae concentration in a number of water bodies in the Voronezh region were carried out using an Algae tarch fluorometer. The influence of climatic conditions in 2020, as well as of the ongoing lake reconstruction works on the algae concentration was determined. The dynamics of algae concentration in the Don River from June to September 2020 was revealed.

Conclusions. The dynamics of blue-green algae concentration from May to September has been revealed. It was determined that the drought conditions of 2020, as well as reconstruction work in the reservoirs of the Voronezh region affect the eutrophication of water bodies.

Key words: blue-green algae concentration, total algae concentration, Algae tarch fluorometer, algae concentration dynamics, weather conditions, impact of reconstruction work.

For citation: Timofeev A. N., Uspensky K. V., Khimin A. N. Determination of Algae Concentrations in Some Water Bodies in the Voronezh Region Using an «Algae tarch» Fluorometer. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2022, no. 3, pp. 116-121 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/3/116-121>

REFERENCES

1. Anciferova G.A. *Bioindikacija vodnyh jekosistem* [Bioindication of aquatic ecosystems]. Voronezh: Izdatel'skij dom VGU, 2014. 57 p. (In Russ.)
2. Anciferova G.A., Bepalova E. V. Sostojanie vodnoj sredy Voronezhskogo vodohranilishha v svjazi s jekologicheskoj situacij v Maslovskom zatone [The state of the water environment of the Voronezh reservoir in connection with the ecological situation in the Maslovsky zaton]. *Vestnik VGU. Seria: Geografia. Geojekologia*, 2016, no. 2, pp. 91-100. (In Russ.)
3. Anciferova G.A., Bogatyreva S.N. Nizshie sinezelenye i diatomovye vodorosli Voroninskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika [Lower blue-green and diatom algae of the Voroninsky State Nature Reserve]. *Trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Voroninskij»*, 2009, pp. 52-106. (In Russ.)
4. Anciferova G.A., Borisova L.E. Ozera doliny reki Vorony kak estestvennyj sovremennyj refugium diatomovyh vodoroslej v centra Vostochno-evropejskoj ravniny [Lakes of the Raven River Valley as a natural modern refugium of diatoms in the center of the East European Plain]. *Vestnik Voronezhskogo universiteta. Seria: Geografia. Geojekologia*, no. 2, 2009, pp. 85-92. (In Russ.)
5. Ocenka jekologicheskogo sostojanija Shershnevskogo vodohranilishha [Assessment of the ecological state of the Shershnevsky reservoir] / N.I. Hodorovskaja, L.V. Derjabina, S.V. Krajneva, A.Ju. Utoplennikova. *Vestnik Cheljabinskogo universiteta*, 2013, no. 7, pp. 165-167. (In Russ.)

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 30.06.2021

Accepted: 05.09.2022



Тимофеев Андрей Николаевич

кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой экологического образования Воронежского государственного педагогического университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-9681-9480, e-mail: www72@bk.ru

Успенский Кирилл Викторович

кандидат биологических наук, доцент кафедры экологического образования Воронежского государственного педагогического университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-7344-1374, e-mail: uspensky67@mail.ru

Химин Александр Николаевич

аспирант кафедры экологического образования Воронежского государственного педагогического университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-6920-9860, e-mail: himin_geo@mail.ru

Andrey N. Timofeev

Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Head of the Department of Environmental Education, Voronezh State Pedagogical University. ORCID: 0000-0001-9681-9480, E-mail: www72@bk.ru

Kirill V. Uspensky

Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. at the Department of Environmental Education, Voronezh State Pedagogical University. ORCID: 0000-0001-7344-1374, E-mail: uspensky67@mail.ru

Alexander N. Khimin

Postgraduate student at the Department of Environmental Education, Voronezh State Pedagogical University. ORCID: 0000-0001-9681-9480, E-mail: himin_geo@mail.ru