

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-5-104-109>

УДК 627.04:532.5



НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ АЭРАЦИИ ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩА «16 ТИШРИН» В СИРИИ

Х. Исмаил^{1,2}, П.А. Михеев²¹ Сирийская Арабская Республика² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова; 127434, г. Москва, Б. Академическая ул., 44, Россия

Аннотация. В современных условиях основные проблемы, с которыми сталкиваются правительства многих государств, связаны с нехваткой энергии и дефицитом водных ресурсов. Не исключением является Сирийская Арабская Республика, в которой, по прогнозам специалистов, количество доступной воды сократится к середине текущего столетия примерно вдвое по причине изменения климата и роста населения. Очевидным является то, что устойчивое развитие в различных областях связано с концепцией рационального природопользования, основанной на понимании того, что неисчерпаемых природных ресурсов нет. Отсюда решение проблем водного хозяйства связано с реализацией стратегических задач на основе комплексного подхода к управлению водными ресурсами, разработке новых технологий и технических решений с низкими показателями потребления энергии, подготовки кадров и к применению эффективных методов пропаганды знаний в этой области. Цель исследований – оценка воздействия работы устройства для аэрации придонных слоев воды на физико-химические показатели качества воды в водохранилище «16 Тишрин». В статье приведен анализ результатов применения устройства для аэрации придонных слоев воды, действие которого основано на использовании солнечной радиации в местных условиях. По результатам экспериментальных исследований установлены изменения таких параметров, как водородный показатель (рН), растворенный кислород в воде, температура (С°), мутность и БПК, которые произошли после работы опытной установки для аэрации придонных слоев воды.

Благодарность: авторы благодарят за участие в проведении натуральных экспериментов сотрудников Университета Тишрин Сирийской Арабской Республики: заведующего кафедрой «Инженерной экологии», канд. тех. наук, доцента Саббух Хоссам, доцента кафедры «Инженерии экологических систем» Высшего института экологических исследований, канд. тех. наук Джонида Хусейн, заведующего «Лабораторией инженерной экологии», ст. преподавателя, инженера Маха Зайфа и сотрудника лаборатории, инженера Нисрин Мохаммед.

Ключевые слова: водохранилище, устройство для аэрации, мутность, температура воды, растворенный кислород, водородный показатель

Формат цитирования: Исмаил Х., Михеев П.А. Натурные исследования устройства для аэрации воды водохранилища «16 Тишрин» в Сирии // Природообустройство. 2024. № 5. С. 104-109. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-5-104-109>

Scientific article

FIELD STUDIES OF THE WATER AERATION DEVICE OF THE «16 TISHRIN» RESERVOIR IN SYRIA

H. Ismaeil, P.A. Mikheev

¹ Syrian Arab Republic² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, 127474, B. Akademicheskaya, 44, Russian Federation

Abstract. In modern conditions, the main problems faced by the governments of many states are related to the lack of energy and shortage of water resources. The Syrian Arab Republic is no exception, where experts predict that the amount of available water will decrease by about half by the middle of this century due to climate change and population growth. It is obvious that sustainable development in various fields is linked to the concept of rational environmental management, based on the understanding that there are no inexhaustible natural resources. In this regard, solving the problems of water management is associated with the implementation of strategic objectives based on an integrated approach to water resources management, the development of new technologies

and technical solutions with low energy consumption, training and the use of effective methods to promote knowledge in this area. The purpose of the research is to assess the impact of the operation of the device for aeration of bottom water layers on the physical-chemical indicators of water quality in reservoir 16 Tishrin. The article presents an analysis of the results of using a device for aeration of bottom water layers, the action of which is based on the use of solar radiation in local conditions. According to the results of experimental studies, changes in parameters such as hydrogen index (pH), dissolved oxygen in water, temperature (C°), turbidity and BOD, which occurred after the operation of the experimental installation for aeration of bottom water layers, were established.

Gratitude: the authors thank the employees of the University Tishrin of the Syrian Arab Republic for the participation in carrying out field experiments: head of the department "Engineering ecology", candidate of technical sciences, associate professor Sabbukh Hussam, associate professor of the department "Engineering of ecological systems" of the Higher institute of ecological investigations, candidate of technical sciences Juniedi Hussien, head of the "Laboratory of engineering ecology", senior lecturer, engineer Maha Zaifa and employee of the laboratory, an engineer Nisreen Mohammed.

Keywords: reservoir, aeration device, turbidity, water temperature, dissolved oxygen, hydrogen index

Format of citation: Ismaeil H., Mikheev P.A. Field studies of water the aeration device of the «16 Tishrin» reservoir in Syria // Prirodoobustrojstvo. 2024. No. 5. P. 104-109. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-5-104-109>

Введение. Одними из путей улучшения качества воды при использовании поверхностных источников в Сирийской Арабской Республике (САР) являются применение современных конструкций и технологий в области очистки воды, проектирование и строительство инженерных сооружений водного хозяйства [1]. Объект исследований – водохранилища западных провинций САР. Климат региона характеризуется как теплый, сухой, с ясной погодой летом и прохладной, влажной, ветреной, часто облачной зимой. Работа является продолжением серии экспериментальных исследований, выполненных авторами для водохозяйственных объектов Сирии [2-5], а также по оценке работоспособности устройства для аэрации придонных слоев воды водохранилищ, основанного на использовании солнечной энергии [6]. Следует отметить, что известны работы по исследованию аэрации [7, 8] и аэрационных установок для очистки водоемов, в том числе с использованием солнечных батарей [9, 10], однако рассматриваемая ниже конструкция основана на иных принципах использования солнечной радиации.

Цель исследований: оценка воздействия работы устройства для аэрации придонных слоев воды на физико-химические показатели качества воды в водохранилище «16 Тишрин».

Материалы и методы исследований. Устройство для аэрации придонных слоев воды, в соответствии с патентом на полезную модель [6], включает в себя емкость-накопитель, в верхней части которого размещен обратный клапан, а снизу – трубка-воздухопровод, по которой воздух при нагревании емкости-накопителя в дневное время поступает в придонный слой

воды, обогащая кислородом наиболее обедненный слой водоема. В ночное время воздух в емкости-накопителе охлаждается, давление в полости снижается ниже атмосферного, при котором открывается обратный клапан, и атмосферный воздух заполняет полость емкости-накопителя. В последующем цикл «День-ночь» повторяется.

Натурным исследованиям предшествовали лабораторные эксперименты, выполненные в сентябре-октябре на открытой площадке в г. Кирсана на модели устройства для аэрации придонных слоев воды [5]. Натурный эксперимент проводился в октябре 2023 г. на водохранилище «16 Тишрин», которое расположено в провинции Латакия, примерно в 20 км к северо-востоку от г. Кирсана, с использованием той же экспериментальной установки. Таким образом, климатические характеристики объектов исследований в лабораторных и натуральных опытах были одинаковыми.

Устройство для аэрации придонных слоев воды было установлено на водохранилище «16 Тишрин» в месте размещения водозабора для подачи воды на водоснабжение, на расстоянии примерно в 22 м от водозабора и в 14 м от берега водохранилища. Экспериментальная установка размещалась на алюминиевой эстакаде с опорами, погруженными в дно водоема, обеспечивающей свободный доступ к зоне выхода воздуха из трубки-воздуховода на глубине 1,5 м от поверхности воды (рис. 1).

За основные критерии оценки качества воды приняты: водородный показатель, рН; растворенный кислород, мг/л; температура, С°; мутность, мг/л; биохимическое потребление

кислорода (БПК), мг/л. Показатели фиксировались с помощью комплекса приборов, представленного на рисунке 2, а также с использованием необходимого оборудования, реактивов, емкостей для взятия, транспортирования и хранения проб.

Для определения *величины pH* и измерения *температуры воды* использовался *pH-метр «EZODO PCT-407»* (рис. 2, а) – малогабаритный

автономный микропроцессорный прибор для измерения *pH*, ОВП, температуры, электропроводности, содержания солей. Диапазон измеряемых параметров достаточно широк: *pH* (от 0 до 14) с точностью ± 0.01 ; температура (от 0 до 110°C) с точностью $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$. Температура воды в водохранилище измерялась в зоне выхода воздуха на глубине 1,3 м.

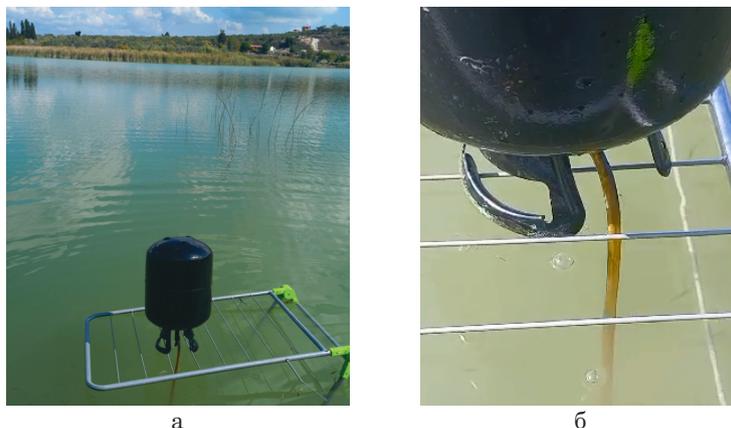


Рис. 1. Компоновка экспериментальной установки в условиях водохранилища «16 Тишрин»: 0а – общий вид установки; б – выход пузырьков воздуха

Fig. 1. Layout of the pilot unit in the conditions of the water reservoir «16 Tishrin»: a – general view of the plant; b – air bubbles outlet



Рис. 2. Приборы и оборудование для измерения параметров воды в натуральных условиях водохранилища «16 Тишрин»:

а – *pH*-метр «EZODO PCT-407»; б – мутномер «HACH 2100P Turbidimeter»; в – оксиметр «Oxi 315i»; г – головка системы «OxiTop» для измерения БПК

Fig. 2. Instrumentation and equipment for measuring water parameters in the field conditions of the of the water reservoir «16 Tishrin»

а – *pH*-метр «EZODO PCT-407»; б – turbidimeter «HACH 2100P Turbidimeter»; в – oximeter «Oxi 315i»; д – head of the system «OxiTop» for measuring BOD

Измерение мутности производилось в соответствии с ГОСТ 31861-2012 [11], которым устанавливаются общие требования к отбору, подготовке, транспортированию и хранению проб воды, предназначенных для определения показателей ее состава и свойств. Пробы воды для измерения мутности отбирались в стеклянные емкости с плотно завинчивающимися пробками. Объем пробы – 500 см³. Анализ проводился в лаборатории «Инженерной экологии» Университета Тишрин с помощью мутномера «НАСН 2100Р Turbidimeter» (рис. 2, б). В хорошо перемешанной пробе выполнялись измерения в соответствии с инструкциями изготовителя прибора, не позднее, чем через 6 ч после отбора проб.

Растворенный кислород является устойчивым параметром, так как его концентрация зависит от многих показателей, важнейший из которых – температура воды, поэтому измерения производились с помощью оксиметра «Охi 315i» (рис. 2, в) непосредственно на глубине 1,3 м от поверхности воды в области выхода пузырьков из трубки-воздуховода. Диапазон измеряемых параметров прибором: растворенный кислород (от 0 до 19.99) мг/л с погрешностью $\pm 0.5\%$, температура (от -5.0 до $+50^\circ\text{C}$) с погрешностью ± 0.1 .

Измерение концентрации БПК производилось измерительной системой «ОхiТор» (рис. 2, г), основанной на расчете разницы величины давления воздуха, попавшего в закрытый сосуд до и после инкубации при температуре (20°C), с применением передовых методик измерения разницы давлений, использованием ингибиторов азотирования и материалов для поглощения газа CO_2 , образующегося в процессе окисления органических веществ.

Для сопоставимости результатов опытов все измерения были произведены с трехкратным повтором 20, 21 и 22 октября 2023 г. при температуре воздуха $+30^\circ\text{C}$ и влажности 65%, в одно и то же время: в 10:00 утра перед началом работы устройства и в 13:00 после его использования. Пробы брались в одной точке из зоны активного выхода пузырьков воздуха на глубине 1,3 м от поверхности воды.

В проведении опытов, взятии проб воды и обработке полевых экспериментов принимали участие сотрудники Лаборатории инженерной экологии, кафедры инженерной экологии факультета гражданского строительства Университета Тишрин в провинции Латакия САР. Применение методики исследований, взятие проб воды и обработка полевых материалов выполнялись в соответствии с ГОСТ Р 58556-2019 [12]. Исследования в Лаборатории инженерной экологии

факультета гражданского строительства Университета Тишрин проводились согласно нормативной базе САР, которая разработана в полном соответствии с определенными стандартами РФ.

Результаты и их обсуждение. В ходе натурального эксперимента и при проведении анализа опытов оценивались как работоспособность конструкции, так и изменения измеряемых показателей качества воды, произошедшие в процессе работы устройства.

Прежде всего была дана оценка процесса работы устройства и его основных технических показателей. В ходе исследований в целом получили подтверждение данные лабораторных опытов в части активности включения в работу после установки устройства, периодичности процесса и количественных закономерностей выхода воздуха. При установившихся показателях дневной температуры в начале эксперимента наблюдался период интенсивного выхода воздуха из устройства в воду, затем – переходный, с постепенным снижением интенсивности, и период стабилизации [5]. Однако в отличие лабораторного эксперимента процесс выхода воздуха в природных условиях выражен несколько более равномерно по интенсивности, что сказалось на его продолжительности. При этом визуально активный период определен как равный 120 мин.

Для оценки качественных показателей работы устройства при аэрации воды использовались результаты лабораторных исследований взятых проб. Сводные данные результатов исследований по оценке показателей качества воды перед началом работы и после использования устройства для аэрации приведены в таблице.

Как следует из данных таблицы, работа исследуемого устройства оказала положительное влияние на все измеряемые в ходе опытов физико-химические показатели воды. Так, незначительные изменения температуры воды связаны с возросшей вертикальной циркуляцией, вызванной восходящими пузырьками воздуха от работы устройства.

Изменение мутности свидетельствует о наличии в воде водохранилища загрязняющих веществ органического происхождения, так как в процессе аэрации кислород воздуха потребляется бактериями для разложения органических соединений и преобразования их в углекислый газ и воду, снижая мутность воды в водоемнике [13].

Распределение содержания растворенного кислорода в воде зависит от глубины и снижается от поверхностной горизонтальной части пруда до придонной части. Непосредственно

Таблица. Сравнение физико-химических показателей воды в начале и в конце использования устройства для аэрации
Table. Comparison of the physical and chemical parameters of water at the beginning and at the end of the use of the aeration device

Дата опыта Date of the experiment	Температура воды, (°C) Temperature of water, (°C)		Мутность, (мг/л) Turbidity (mg / l)		Растворенный кислород, (мг/л) Dissolved oxygen (mg / l)		БПК, (мг / л) BOD (mg / l)		рН	
	До Before	После After	До Before	После After	До Before	После After	До Before	После After	До Before	После After
20.10.2023	25	23	20	5	4,5	6,5	7,0	4,5	7,5	7,7
21.10.2023	24	22	23	5,7	4	5,8	8,0	5,4	7,2	7,3
22.10.2023	24	23	21	5,5	4,3	6,0	7,6	5,0	7,3	7,5

у поверхности концентрация может быть несколько выше, что обусловлено фотосинтезной активностью. Также летом на глубинах, где прослеживается зона кислородного минимума, обнаруживаются большие скопления зоопланктона, потребляющего кислород в процессе метаболизма, что приводит к уменьшению концентрации растворенного кислорода в воде в придонных горизонтах.

Из данных таблицы следует, что концентрация растворенного кислорода в воде в зоне взятия проб повысилась на 40-45% после использования устройства в течение всего 3 ч и достигла значений, необходимых для водоемов рыбохозяйственного назначения 6 мг/л [14]. Это свидетельствует об эффективности устройства в обогащении придонных слоев воды растворенным кислородом.

На влияние работы устройства для аэрации придонных слоев воды в водохранилище указывают и изменения показателей *БПК* и *рН*. Так, несмотря на то, что класс водохранилища по показателю *БПК₅* (более 4,0 мгО₂/дм³) оценивается

как «грязные» [15], снижение в ходе опыта концентрации *БПК* в среднем на 35% (табл. 1) свидетельствует о положительной динамике процесса насыщения воды кислородом.

Выводы

В результате натурных исследований выявлено, что работа опытной установки для аэрации придонных слоев воды показала возможности эффективного воздействия на изменение основных физико-химических показателей качества воды в условиях водохранилища «16 Тишрин» в Сирии. Установлено, что за время работы опытной установки в течение 180 мин концентрация растворенного кислорода в воде в зоне взятия проб повысилась на 40-45%, температура воды снизилась на 1-2°C, мутность уменьшилась почти на 75,0%, концентрация *БПК* снизилась на 35%, незначительно изменился водородный показатель (*рН*).

Таким образом, доказана перспективность разработки и исследований устройств для аэрации придонных слоев воды на основе использования солнечной радиации.

References

Список использованных источников

1. **Mohammad H. & Garaa L.** Analyzing the reality of the water resources sector in Syria using an analysis SWOT. Conference of modern technologies in the design and construction of engineering facilities // In SWOT Analysis for Water Resources Sector in Syria. Homs. 2017. Pp. 1-16.
2. **Михеев П.А., Саббух Х.Ш., Исмаил Х.** О возможностях подготовки питьевой воды из поверхностных источников Сирии // Природообустройство. 2022. № 1. С. 93-101.
3. **Исмаил Х.** Об устройстве для аэрации придонных слоев воды в условиях Сирии // Наука и глобальные вызовы: перспективы развития: Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Саратов: НОП «Цифровая наука», 2024. С. 17-22.
4. **Исмаил Х., Михеев П.А.** Особенности гидрохимического режима водохранилищ западных провинций Сирии // Мелиорация и водное хозяйство. 2024. № 2. С. 8-12.
5. **Исмаил Х., Али М.С., Михеев П.А.** Лабораторные исследования устройства для аэрации водоемов с использованием солнечной радиации в условиях Сирии // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 2. С. 128-138. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-2-128-138>

1. **Mohammad H. & Garaa, L** Analyzing the reality of the water resources sector in Syria using an analysis SWOT. Conference of modern technologies in the design and construction of engineering facilities. In SWOT Analysis for Water Resources Sector in Syria. Homs. 2017. pp. 1-16.
2. **Mikheev P.A., Sabbukh H.S., Ismaeil H.** On the possibilities of preparing drinking water from surface sources in Syria. // Prirodoobustrojstvo, 2022. (1), P. 93-101.
3. **Ismaeil H.** About the device for aeration of bottom water layers in the conditions of Syria / Science and global challenges: perspectives of development: collection of articles of the IV International scientific and practical conference. Saratov: NOP "Digital science". 2024. P. 17-22.
4. **Ismaeil H., Mikheev P.A.** Features of the hydrochemical regime of reservoirs in the western provinces of Syria // Melioration and water management, 2024. No. 2. P. 8-12.
5. **Ismaeil H., Ali M.S., Mikheev P.A.** Laboratory studies of a device for aeration of reservoirs using solar radiation in the conditions of Syria // Melioration and hydraulic engineering. 2024. Vol. 14, No. 2. pp. 128-138. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-2-128-138>

6. Устройство для аэрации придонных слоев воды: Патент на полезную модель № 214200 U1. Российская Федерация, МПК C02F 7/00, B01F 23/231 / В.В. Петрашкевич, П.А. Михеев, Д.М. Бенин, Исмаил Х.А.А., Петрашкевич А.В., Мунтяну Д. Заяв. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». № 2022112382; заявл. 06.05.2022; Опубл. 14.10.2022. EDN: GSPJDW.

7. Савушкин С.С., Давшан С.М. Улучшение качества воды в открытых водоемах за счет использования систем аэрации // Природообустройство. 2009. № 2. С. 39-42.

8. Помогаева В.В., Пурусова И.Ю. Интенсификация работы струйных аэраторов при насыщении воды атмосферным кислородом // Электротехнические комплексы и системы управления. 2006. № 2. С. 48-50. EDN: JUFMKD.

9. Виссарионов В.И., Лазарев-Марченко С.А., Кунакин Д.Н. Применение плавучих аэрационных установок с питанием от солнечных батарей для очистки водоемов // Гидротехническое строительство. 2007. № 12. С. 15-21.

10. Лазарев-Марченко С.А., Виссарионов В.И. Мобильная аэрационная установка с питанием от солнечных фотоэлектрических батарей // Энергосбережение и водоподготовка. 2007. № 3 (47). С. 64-66.

11. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2019. 32 с.

12. ГОСТ Р 58556-2019. Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044750> (дата обращения: 05.01.2024).

13. Azanaw A., Birlie B., Teshome B. & Jemberie M. Textile effluent treatment methods and eco-friendly resolution of textile wastewater // Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. 2022. Vol. 6. December. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100230>

14. Пономарев А.Я. Растворенный кислород как важнейший биогеохимический показатель качества воды // Научный альманах. 2015. № 12-2 (14). С. 146-149.

15. Al-Kubaisi M.H., Al-Heety E.A. & Yousif Y.M. Application of organic indicators and overall index to assess the level of water pollution in Habbaniyah lake, Iraq // The Iraqi Geological Journal. 2021. Vol. 54, № 2A. Pp. 93-102. <https://doi.org/10.46717/igj.54.2A.7Ms-2021-07-28>

Об авторах

Хуссейн Исмаил, аспирант; huseinismaeil93@gmail.com

Павел Александрович Михеев, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой; AuthorID: 632792, <https://orcid.org/0000-0003-2041-1790>; mikheev.pa@gmail.com

6. Utility Model Patent No 214200 U1 Russian Federation, IPC C02F 7/00, B01F 23/231. Device for aeration of bottom layers of water: / V.V. Petrashkevich, P.A. Mikheev, D.M. Benin, Ismail H.A.A., Petrashkevich A.V., Munteanu D.; applicant: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy". No 2022112382; applic. 06.05.2022; publ. 14.10.2022. EDN GSPJDW

7. Savushkin S.S., Davshan S.M. Improvement of water quality in open reservoirs through the use of aeration systems // Prirodoobustrojstvo, (2), 2009. P. 39-42.

8. Pomogaeva V.V. Intensification of the work of jet aerators when water is saturated with atmospheric oxygen / V.V. Pomogaeva, I.Y. Purusova // Electrical engineering complexes and control systems. 2006. No. 2. P. 48-50. – EDN JUFMKD.

9. Vissarionov V.I. The use of floating aeration plants powered by solar panels for cleaning reservoirs / V.I. Vissarionov, S.A. Lazarev-Marchenko D.N. Kunakin // Hydrotechnical construction: monthly scientific and technical journal / Ministry of Energy of the Russian Federation; RAO UES of Russia. Moscow. 2007. No. 12. P. 15-21. ISSN0016-9714.

10. Lazarev-Marchenko S.A. Mobile aeration plant powered by solar photovoltaic batteries / S.A. Lazarev-Marchenko V.I. Vissarionov // Energy saving and water treatment. 2007. No. 3(47). P. 64-66. ISSN1992-4658.

11. GOST 31861-2012 Water. General requirements for sampling. Moscow: Standartinform. 2019. – 32 p.

12. GOST R58556-2019 Assessment of water quality of water bodies from ecological positions – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200044750> (date of application: 05.01.2024).

13. Azanaw A., Birlie B., Teshome B., & Jemberie M. Textile effluent treatment methods and eco-friendly resolution of textile wastewater. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. Volume 6, December 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100230>

14. Ponomarev A.Ya. Dissolved oxygen as the most important biogeochemical indicator of water quality. Scientific almanac. 2015. No. 12-2(14). P. 146-149.

15. Al-Kubaisi M.H., Al-Heety E.A., & Yousif Y.M. Application of organic indicators and overall index to assess the level of water pollution in Habbaniyah lake, Iraq. The Iraqi Geological Journal. Vol. 54, № 2A, 2021. pp. 93-102. <https://doi.org/10.46717/igj.54.2A.7Ms-2021-07-28>

Information about the authors

H. Ismaeil, postgraduate student; huseinismaeil93@gmail.com

Pavel A. Mikheev, DSc (Eng), professor, head of the department; AuthorID: 632792, <https://orcid.org/0000-0003-2041-1790>; mikheev.pa@gmail.com

Критерии авторства / Criteria of authorship

Исмаил Х., Михеев П.А. провели натурные исследования, по результатам обработки которых написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests / Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / The authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 28.08.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 21.10.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 21.10.2024

Ismaeil Hussein, P.A. Mikheev carried out field investigations, on the results of their treatment they wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.