

## ХИМИЧЕСКАЯ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВОСКРЕСЕНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Э. Г. Рябова, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования Географического факультета Московского педагогического государственного университета (МПГУ), ryabova\_elhana@mail.ru, г. Москва, Россия,  
И. Е. Цветков, студент 4 курса Географического факультета Московского педагогического государственного университета (МПГУ), ivan.tsvetkov@list.ru, г. Москва, Россия

В данной статье представлены результаты исследований химического и микробиологического загрязнения водных объектов Воскресенского района за сентябрь 2023 г. Установлено, что по ряду химических показателей, таких как железо, фториды и фосфаты фактические концентрации превышают установленные нормативы. Также в ряде водоемов выявлено присутствие значительного количества бактерий кишечной палочки (*E. coli*) и допустимых показателей общего микробного числа (ОМЧ).

This research paper presents the results of chemical and microbiological contamination of water bodies of the Voskresensky district during September 2023. Established that actual concentrations of iron, fluorides and phosphates exceed the established standards. Also, in several water bodies registered a significant number of *Escherichia coli* (*E. coli*) and the total microbial count (TMC) in admissible quantity.

**Ключевые слова:** Воскресенский район, Московская область, загрязнение водных объектов, железо, фосфаты, фториды, кишечная палочка, общее микробное число (ОМЧ).

**Keywords:** Voskresensky district, Moscow region, water bodies pollution, iron, phosphates, fluorides, *E. coli*, total microbial count (TMC).

### Введение

Поверхностные водные объекты (водоемы и водотоки) играют огромную роль как в регулировании глобальных экосистемных процессов, так и в поддержании жизнедеятельности человека. Водные объекты служат источниками питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, являются транспортными путями, а также используются в рекреационных и промышленных (рыбохозяйственных) целях. Вместе с тем водные объекты испытывают значительное антропогенное воздействие, связанное с их активной эксплуатацией человеком. Последствиями этого является загрязнение воды химическими веществами и рост числа патогенных микроорганизмов, что приводит к снижению качества воды и, в конечном счете, делает затруднительной или невозможной дальнейшее использование водных объектов.

Целью данной работы является проведение мониторинговых исследований качества воды в поверхностных водных объектах Воскресенского района по химическим и микробиологическим показателям

для выявления возможных причин загрязнения, с последующей оценкой рисков для здоровья жителей и отдыхающих.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) провести отбор проб воды из водных объектов Воскресенского района Московской области с целью лабораторного анализа основных загрязняющих веществ;

2) провести анализ воды на наличие патогенных микроорганизмов (определение общего микробного числа (ОМЧ) и бактерий кишечной палочки (*Escherichia coli*)) для определения микробиологической безопасности водных объектов.

Район проведения исследования представлен территорией поселка Фосфоритный Воскресенской области, где со второй половины двадцатого века открытым способом добывали фосфоритную руду. Многочисленные выработанные карьеры были затоплены, образовав глубокие и вытянутые озера.

Таким образом, на химический состав воды в данных объектах будет оказывать влияние как внешние факторы (сток с по-



**Рис. 1.** Расположение исследуемых водных объектов с указанием точек отбора проб воды (составлено авторами)

верхности, наличие отводных каналов и даже потенциальный аэротехногенный перенос загрязняющих веществ), так и воздействие подземных вод, характеризующихся иным минеральным составом.

Объектами исследования являются семь водоемов и один родник, расположенные на территории Воскресенского района. Данные объекты представлены на карте на рисунке 1.

Точки 1 и 2 (оз. Новочеркасское) и точки 5—8 относятся к двум разным системам карьеров, что хорошо видно по сети грунтовых дорог (рис. 1). Точки 3, 4, 9, 10 находятся в тех карьерах, с которых, предположительно, началась добыча фосфоритовых руд. Березовское водохранилище (точки 11 и 12) использовалось для нужд обрабатывающего предприятия, расположенного примерно в километре к северо-западу. Откачка воды насосной станцией происходила в точке 12. Также на северном и южном берегах этого водоема находятся санатории.

Вся водные объекты, кроме озер Солянка и Малого Дельфина, активно используются в рекреационных целях мест-

ными жителями и приезжими из соседних городов и Москвы. Родник, отмеченный точкой 13, является важным, хотя и не единственным, источником пресной воды для западной части поселка, что накладывает достаточные жесткие требования к качеству воды по химическим и микробиологическим показателям.

В настоящее время одновременно действуют нормативы СанПиН—21 [9] (для воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения; водоисточников хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования), а также более строгие нормативы качества воды для водных объектов рыбохозяйственного значения [7]. Нами было принято решение использовать для оценки нормативы качества воды для водоемов рыбохозяйственного назначения, поскольку именно они применяются при подготовке «Ежегодников качества поверхностных вод Российской Федерации», выпускаемых Росгидрометом.

#### Материалы и методы исследования

Пробы отбирались 10—11 сентября 2023 г. из приповерхностного слоя в чис-

тую пластиковую тару 0,5 мл, согласно ГОСТ 31861—2012 [4]. До проведения лабораторного анализа вода хранилась в холодильнике.

Микробиологический анализ проводился непосредственно на водных объектах методом погружения слайд-теста «Биоконтроль» с селективными питательными средствами в воду. Для анализа на *Escherichia coli* и общее микробное число были взяты только те точки на водных объектах, в непосредственной близости от которых купаются отдыхающие.

Далее слайд-тесты с питательной средой инкубировали в течение 48 часов при температуре  $37 \pm 1$  °С в термостате. Расчет колониеобразующих единиц (КОЕ) проводился согласно методикам слайд-тестов. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Согласно СанПиН 1.2.3685—21 для воды систем нецентрализованного питьевого водоснабжения общее микробное число не должно превышать 100 колониеобразующих единиц (КОЕ/100 см<sup>3</sup>), *E. coli* не должно быть совсем. Для поверхностных водных объектов, используемых в рекреационных целях (купание и занятия водным спортом) число *E. coli* не должно превышать 100 КОЕ/100 см<sup>3</sup> [9].

Высокое значение уровня микробиологического загрязнения Новочеркасского озера может быть связано со значительным потоком отдыхающих, а на загрязнение Финского пруда могут влиять быто-

вые стоки поселка, водоотводные каналы которого в том числе впадают в данное озеро.

Химический анализ отобранных проб воды проводился в лабораторных условиях на спектрофотометре Unicо-1201 по следующим методикам: ГОСТ 4011—72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа»; ГОСТ 33045—2014 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ»; ПНД Ф 14.1:2:4.112—97 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония»; ГОСТ 4386—89 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов»; ГОСТ 4245—72 «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов».

### Результаты и обсуждение

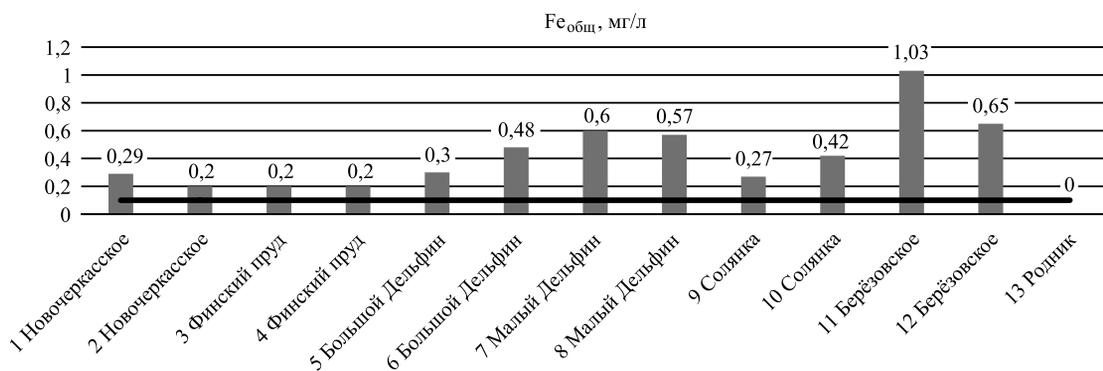
Результаты анализов, как уже отмечалось ранее, сравнивали с нормативами ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК<sub>рыб-хоз</sub>). Данные лабораторных исследований представлены ниже.

Наличие железа характерно для многих природных вод, как подземных, так и поверхностных. По санитарным нормам [9], лимитирующий показатель вредности (ЛПВ) железа относится к органолептическим, то есть даже в небольших концентрациях ионы железа способны ухудшить

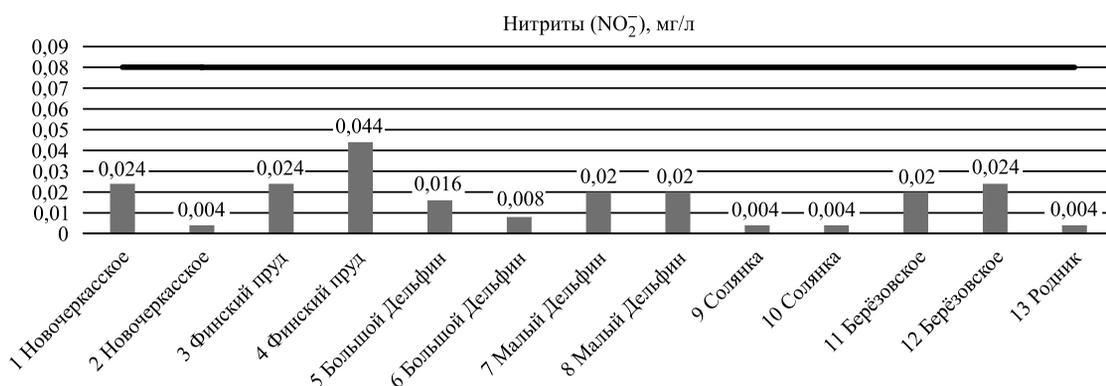
**Таблица 1**

**Результаты микробиологического анализа на общее микробное число (ОМЧ) и бактерии кишечной палочки *E. coli*, выполненные при помощи слайд-тестов «Биоконтроль» с селективными питательными средствами**

| № точки | Название водоема    | <i>Escherichia coli</i> , КОЕ/100 см <sup>3</sup> | Норматив по СанПиН 1.2.3685—21, КОЕ/100 см <sup>3</sup> | Общее микробное число, КОЕ/100 см <sup>3</sup> | Норматив по СанПиН 1.2.3685—21, КОЕ/100 см <sup>3</sup> |
|---------|---------------------|---|---|--|---|
| 1       | Новочеркасское оз.  | <b>Сплошной рост</b>                              | Не более 100  | <b>Сплошной рост</b>                           | Не нормируется  |
| 3       | Финский пруд        | <b>75 ± 5</b>                                     | Не более 100  | 23 ± 5   | Не нормируется  |
| 5       | оз. Большой Дельфин | 23 ± 5  | Не более 100  | 23 ± 5   | Не нормируется  |
| 6       | оз. Большой Дельфин | 23 ± 5  | Не более 100  | 23 ± 5   | Не нормируется  |
| 7       | оз. Малый Дельфин   | н/о   | Не более 100  | н/о  | Не нормируется  |
| 10      | оз. Солянка         | н/о   | Не более 100  | 23 ± 5   | Не нормируется  |
| 11      | Березовское вдхр.   | 23 ± 5  | Не более 100  | 23 ± 5   | Не нормируется  |
| 13      | Родник              | н/о   | Отсутствие  | н/о  | Не более 100  |



**Рис. 2.** Содержание железа общего в водных объектах Воскресенского района. Линией дано значение ПДК<sub>рыб-хоз</sub>, составляющее Fe<sub>общ</sub> = 0,1 мг/л



**Рис. 3.** Содержание нитритов (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) в водных объектах Воскресенского района. Линией дано значение ПДК<sub>рыб-хоз</sub>, составляющее для NO<sub>2</sub> = 0,08 мг/л

органолептические свойства воды (цвет и запах), сделав ее непригодной для питьевых целей.

Во всех исследуемых водоемах содержание железа общего превышает ПДК<sub>рыб-хоз</sub>. Однако, в части водоемов, таких как Новочеркасское озеро, Финский пруд, отдельные части озер Большой Дельфин и Солянка, содержание общего железа не превышает нормативов, установленных для питьевой воды (Fe<sub>общ</sub> = 0,3 мг/л) по СанПиН–21 [9].

В ходе натуральных наблюдений было установлено наличие ожелезненных песчанников в районе озера Малый Дельфин и Березовском водохранилище. Эти данные полностью соответствуют существующей на территории Московской области геохимической провинции, характеризующейся повышенным содержанием железа и фтора. Также для Московской области естественным является наличие четвертичных железорудных месторождений озерно-болотного типа, которые активно

разрабатывались на данной территории еще в Средние века [2].

Азотистые соединения (нитраты, нитриты и ион аммония) представляют собой соединения, образующиеся при разложении органических веществ. Помимо природных факторов возникновения (например, разложение останков умерших живых организмов), существует также ряд антропогенных факторов, способствующих попаданию азотистых соединений в водные объекты. К ним можно отнести сброс бытовых сточных вод (особенно при отсутствии централизованной канализации), а также использование органических и минеральных удобрений на территории сельскохозяйственных угодий.

Нитриты (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) являются более опасным соединением, однако существуют недолго и в воде быстро диссоциирует до нитратов (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). В значительных концентрациях нитриты и нитраты вызывают метгемоглобению (т. е. неспособность крови переносить кислород), и, как следст-

вие, гипоксию, нарушают работу ЖКТ и приводят к заболеваниям почек.

Как видно из гистограммы на рис. 3, содержание нитритов не превышают ПДК<sub>рыб-хоз</sub> ни в одной из точек. Согласно [9] ПДК нитритов для питьевой воды еще выше и составляет 3,0 мг/л. Таким образом, можно констатировать, что загрязнения воды данными азотистыми соединениями водных объектов Воскресенского района не выявлено. Отметим, что на это может оказывать влияние время отбора проб, поскольку наибольшие концентрации азотистых соединений (при отсутствии постоянного источника загрязнения) могут наблюдаться в весенний и, частично, в летний период времени.

Фосфаты в водоемах связаны с антропогенной деятельностью человека. Во-первых, именно в Воскресенском районе находится одно из крупнейших в нашей стране месторождений фосфоритовых руд [5]. Не смотря на то, что во всех озерах, кроме Березовского водохранилища добыва-

ли фосфориты, концентрация фосфатов в сентябре 2023 г. находилась на достаточно низком уровне. По данным Росгидромета [8], концентрации фосфатов, равные 4 ПДК наблюдались в р. Москва ниже г. Воскресенска в 2018 г. в весенний период, что может быть связано, как с поступлением загрязненных талых вод, так и с бытовыми сточными водами. В последующие годы таких превышений по фосфатам не наблюдалось.

На гистограмме рис. 4 можно увидеть ярко выраженное многократное превышение ПДК по фосфатам только для Финского пруда. Как и в случае с присутствием в нем *E. coli*, такая концентрация фосфатов может объясняться водоотводными каналами, по которым в пруд поступают бытовые сточные воды, потенциально загрязненные фосфат-содержащими моющими средствами.

Как уже отмечалось ранее, повышенные концентрации фторид-ионов (рис. 5) могут быть связаны с геохимической про-

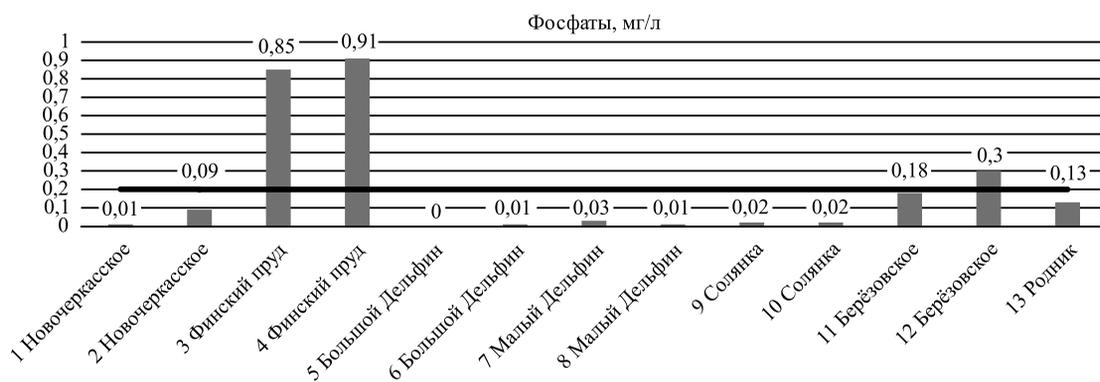


Рис. 4. Содержание фосфатов (PO<sub>4</sub>) в водных объектах Воскресенского района (линией дано значение ПДК<sub>рыб-хоз</sub>, составляющее для PO<sub>4</sub> = 0,2 мг/л (для эвтрофных водоемов)

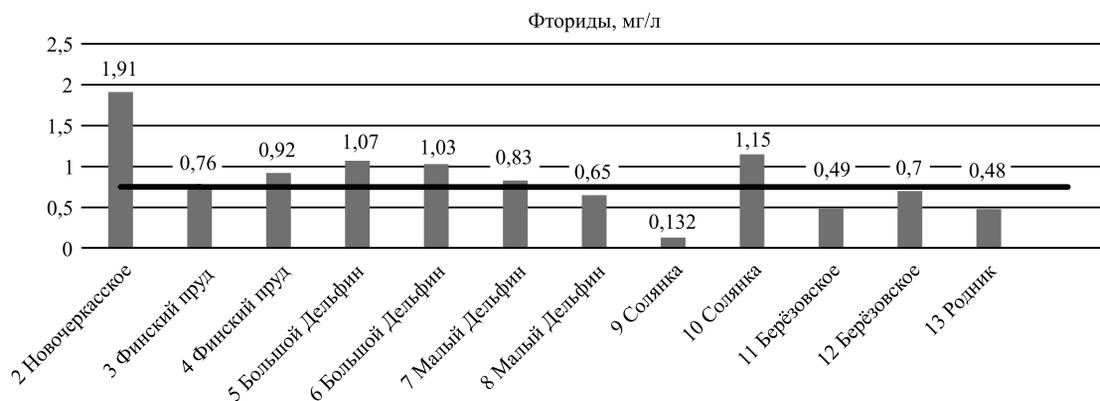
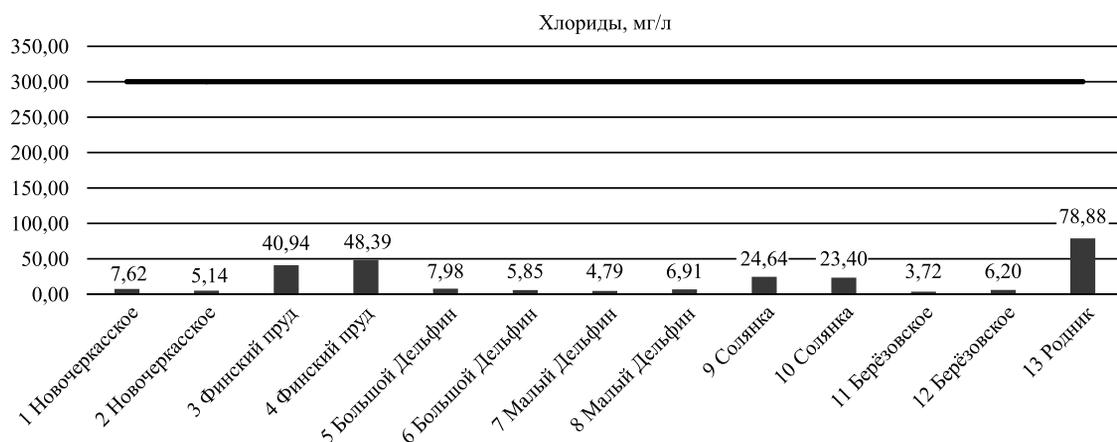


Рис. 5. Содержание фторидов в водных объектах Воскресенского района. Линией дано значение ПДК<sub>рыб-хоз</sub>, составляющее для F = 0,75 мг/л



**Рис. 6.** Содержание хлоридов в водных объектах Воскресенского района. Линией дано значение ПДК<sub>рыб-хоз</sub>, составляющее для Cl = 300 мг/л

винцией на территории Московской области. Это подтверждается исследованиями сотрудников НИИ им. Ф. Ф. Эрисмана, ведущих с 1949 г. исследования колодцев и других источников нецентрализованного питьевого водоснабжения на территории области [1]. По данным их исследований содержание фтора варьировалось от 0,5 до 4 мг/л, причем наибольшие концентрации были характерны для подземных вод среднего и отчасти нижнего карбона и девона Подмосковной палеозойской котловины. Позднейшие исследования показали, что содержание фтора в водах карбона на территории Московской области с увеличением глубины возрастает до 6 мг/л [1].

В настоящее время большинство исследователей связывают высокие концентрации фтора в подземных водах с растворением флюорита и его десорбцией из водовмещающих пород [11].

Как видно из данных на рисунке 5, фактические концентрации фторида в исследуемых водоемах находятся либо по верхней границе ПДК<sub>рыб-хоз</sub>, либо превышают ее. Это может быть связано с тем, что исследуемые водные объекты являются бывшими карьерами по добыче фосфоритов и, соответственно, после выработки были затоплены с использованием подземных вод. Таким образом, превышения допустимой концентрации фторидов может быть связано с природными факторами, а именно — с повышенным содержанием фторидов в подземных водах Московского региона, о чем уже было сказано выше.

Также отметим, что по нормативам СанПиН—21 [9] предельно допустимые концентрации фторидов для питьевой воды, а также для вод культурно-бытового назначения составляют 1,5 мг/л, и с этой точки зрения значительное содержание фторид-иона отмечается только для Новочеркасского озера.

Естественное поступление хлоридов (рис. 6) в подземные воды обусловлено процессами катионного обмена из глинистых отложений и растворения хлористых солей, в незначительном количестве присутствующих в водовмещающих породах. При этом грунтовые воды в Московской области относятся к гидрокарбонатно-кальциево-магниевому типу с невысоким содержанием хлоридов, но повышенным содержанием карбонатов и гидрокарбонатов.

В поверхностные водные объекты хлорид-ион может поступать как в ходе естественных процессов, например, с сообщающимися подземными водами, так и за счет антропогенной деятельности, в основном, смыва с поверхности противогололедных смесей в весенний период времени.

Как видно из данных на рисунке 6, содержание хлоридов не превышает ПДК<sub>рыб-хоз</sub> ни в одной из точек. Наибольшие сравнительные значения отмечены для родника, что может свидетельствовать о том, что вода в данном источнике проходит через более глубокие водоносные горизонты. При этом общие значения хлоридов во всех точках остаются

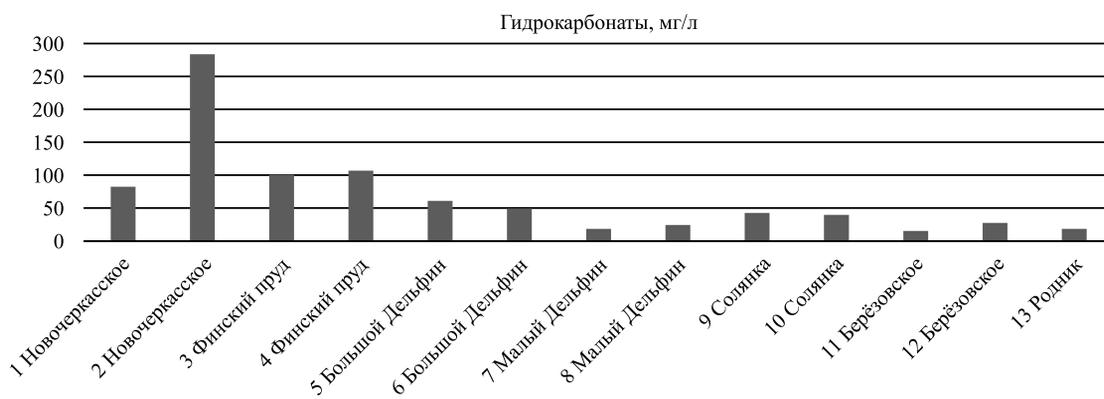


Рис. 7. Содержание гидрокарбонатов в водных объектах Воскресенского района

ся относительно невелики в сравнении с действующими нормативами.

Карбонаты и гидрокарбонаты представляют собой компоненты, определяющие природную щелочность. Их содержание в поверхностных водных объектах обусловлено несколькими причинами [6]:

- растворением атмосферного углекислого газа;
- взаимодействием воды с известняками, которые находятся в прилегающем грунте и влиянием подземных вод;
- процессами дыхания гидробионтов.

Анализ проводили согласно [6] на наличие карбонатов и гидрокарбонатов в воде. Результаты показали отсутствие карбонатов в исследуемых пробах. Концентрация гидрокарбонатов представлена на рисунке 7.

Как правило, наличие гидрокарбонатов определяется естественными процессами и влияют на кислотно-щелочной состав воды. Так, по данным [3] гидрокарбонаты в питьевой воде уменьшают количество ионов водорода, что приводит к уменьшению кислотности и повышению щелочности. Благодаря этому некоторые минеральные воды с высоким содержанием гидрокарбонатов могут использоваться для лечения гастритов и повышенной кислотности желудочного сока.

Ввиду отсутствия токсикологической опасности для организма, карбонаты и гидрокарбонаты в поверхностных водных объектах и воде централизованного и нецентрализованного водоснабжения не нормируются. Однако на территории страны действуют гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости [10], то есть предписанные для питьевой

бутилированной воды. В них также отсутствует ПДК карбонатов, а вот содержание гидрокарбонатов должно находиться в пределах 30—400 мг/л [10]. Таким образом, фактические концентрации гидрокарбонатов в водоемах Воскресенского района не превышают установленных нормативов.

### Заключение

По итогам проведенного анализа были сделаны следующие *выводы*:

1. Химический состав воды в исследуемых водоемах обусловлен как воздействием внешних антропогенных факторов, например, наличием отводных каналов, так и естественным влиянием подстилающих пород и подземных вод. Это проявляется в частности в повышенных концентрациях железа и фтора в воде, что обусловлено расположением водных объектов в зоне геохимических провинций по данным элементам. Также наличие крупного фосфоритового месторождения и его активная разработка обуславливает значительные концентрации фосфатов в ряде водоемов. По остальным веществам превышений установленных предельно-допустимых концентраций не наблюдается.

2. Наличие микробиологического загрязнения обусловлено антропогенной деятельностью и несет в себе большую угрозу по сравнению с химическим загрязнением ввиду возможных вспышек кишечных инфекций. Как уже отмечалось ранее, присутствие в Новочеркасском озере большого числа кишечной палочкой (*E. coli*) и ОМЧ может быть связано с высокой рекреационной нагрузкой в летний период времени, а на загрязнение Финского пруда потенциальное влияние ока-

зывают бытовые стоки поселка, водоотводные каналы которого впадают в данное озеро.

Таким образом, было установлено, что водные объекты Воскресенского района

не являются безопасными ни по химическим, ни по микробиологическим показателям и требуют принятия мер как по реабилитации данных водоемов, так и по их постоянному мониторингу.

### Библиографический список

1. Аничкина Н. В. Исследования биогеохимии фтора в компонентах геосистем // *Научное обозрение. Биологические науки*. — 2016. — № 3. — С. 5—23.
2. Вагнер Б. Б., Манучарянц Б. О. Геология, рельеф и полезные ископаемые Московского региона: учебное пособие по курсу «География и экология Московского региона». — М.: МГПУ, Географический факультет, 2003. — 81 с.
3. Гидрокарбонаты в питьевой воде. Научно-инновационная фирма «Эко-Проект». — URL: <https://severyanka.spb.ru/gidrokarbonaty-v-pitevoy-vode/>, дата обращения 01.10.2023.
4. ГОСТ 31861—2012 Вода. Общие требования к отбору проб. Межгосударственный стандарт. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097520>, дата обращения 26.09.2023.
5. Лыгач А. В. О состоянии и перспективах использования Егорьевских желваковых фосфоритов в Воскресенском муниципальном районе Московской области // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. — 2018. — № 6. — С. 29—37.
6. Муравьев А. Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. — 3-е изд., доп. и перераб. — СПб.: «Крисмас+», 2004. — 248 с.
7. Приказ «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» от 13 декабря 2016 года № 552 (с изменениями на 10 марта 2020 года). Министерство сельского хозяйства РФ, 2016. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120>, дата обращения 25.09.2023.
8. Росгидромет: «Об уровнях загрязнения окружающей среды и радиационной обстановке на территории г. Москвы и Московской области в апреле 2018 года» (исх. № 140-03392/18и), 2018 г. — URL: <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/100/16364/?referer=%2Fproduct%2Finfomaterials%2F100%2F%3Fyear%3D2018%26ID%3D100>, дата обращения 01.10.2023.
9. СанПиН 1.2.3685—21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Часть III. Нормативы качества и безопасности воды. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=7D20K3&section=text>, дата обращения: 26.09.2023.
10. СанПиН 2.1.4.1116—02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества». — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_6030/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6030/), дата обращения 01.10.2023.
11. Федорова С. В., Павлова Н. А. Фтор в поверхностных и надмерзлотных водах Центральной Якутии // *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. — 2022. — № 2. — С. 233—245.

## CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE WATER BODIES STATE IN VOSKRESENSKY DISTRICT OF MOSCOW REGION

**E. G. Ryabova**, Ph. D. (Geography), associate professor, Department of ecology and nature management, Geography faculty of the Moscow pedagogical state university, [ryabova\\_elhana@mail.ru](mailto:ryabova_elhana@mail.ru), Moscow, Russia,

**I. E. Tsvetkov**, bachelor 4<sup>th</sup> year student of the Geography Faculty, the Moscow Pedagogical State University, [ivan.tsvetkov@list.ru](mailto:ivan.tsvetkov@list.ru), Moscow, Russia

### References

1. Anichkina N. V. *Issledovaniya biogehimii flora v komponentah geosistem* [Studies of fluorine biogeochemistry in components of geosystems]. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*. 2016. No. 3. P. 5—23 [in Russian]
2. Vagner B. B., Manucharyanc B. O. *Geologiya, relief i poleznye iskopaemye Moskovskogo regiona* [Geology, relief and minerals of the Moscow region]. Textbook on the course “Geography and ecology of the Moscow region”. M.: MGPU, Geography Faculty. 2003. 81 p. [in Russian].

3. *Gidrokarbonaty v pitevoj vode* [Hydrocarbonates in drinking water]. Scientific and innovative company “Eco-Project”. URL: <https://severyanka.spb.ru/gidrokarbonaty-v-pitevoy-vode/>, access date 01.10.2023 [in Russian].
4. *GOST 31861—2012 Voda. Obshie trebovaniya k otboru prob. Mezhgosudarstvennyj standart.* [GOST 31861—2012 Water. General requirements for sampling. Interstate standard]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097520>, access date 26.09.2023 [in Russian].
5. Lygach A. V. *O sostoyanii i perspektivah ispolzovaniya Egorevskih zhelvakovykh fosforitov v Voskresenskom municipalnom rajone Moskovskoj oblasti* [About the state and prospects of the use of Egorievsk zhelvak phosphorites in the Voskresensk municipal district of the Moscow region]. *Mining information and analytical bulletin.* 2018. № 6. P. 29—37 [in Russian].
6. Muravev A. G. *Rukovodstvo po opredeleniyu pokazatelej kachestva vody polevymi metodami* [Guidelines for determining water quality indicators by field methods]. The 3<sup>rd</sup> ed., supplement and revision. St. Petersburg: “Crismas+”. 2004. 248 p. [in Russian].
7. *Prikaz “Ob utverzhenii normativov kachestva vody vodnyh obektov rybohozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predelno dopustimyh koncentracij vrednyh veshstv v vodah vodnyh obektov rybohozyajstvennogo znacheniya”* [Order “On approval of water quality standards of water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance”], December 13, 2016, № 552 (amended March 10, 2020). Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120>, access date 25.09.2023 [in Russian].
8. *Rosgidromet: “Ob urovnayah zagryazneniya okruzhayushej sredy i radiacionnoj obstanovke na territorii g. Moskvy i Moskovskoj oblasti v aprele 2018 goda (№ 140-03392/18i)* [Roshydromet: “On the levels of environmental pollution and the radiation situation on the territory of Moscow and the Moscow region in April 2018 (№ 140-03392/18i)]. 2018. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/100/16364/?referer=%2Fproduct%2Finfomaterials%2F100%2F%3Fyear%3D2018%26ID%3D100>, access date 01.10.2023 [in Russian].
9. *SanPiN 1.2.3685—21 Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya, Chast III. Normativy kachestva i bezopasnosti vody.* [SanPiN 1.2.3685—21 Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans, Part III. Water quality and safety standards]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=7D20K3&section=text>, access date 09.26.2023 [in Russian].
10. *SanPiN 2.1.4.1116—02 Pitevaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody, rasfasovanoj v yomkostii. Kontrol kachestva.* [SanPiN 2.1.4.1116—02 Drinking water. Hygienic requirements for the quality of water packaged in a container. Quality control]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_6030](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6030), access date 01.10.2023 [in Russian].
11. Fyodorova S. V., Pavlova N. A. *Ftor v poverhnostnyh i nadmerzlotnyh vodah Centralnoj Yakutii.* [Fluorine in the surface and permafrost waters of Central Yakutia]. *Natural resources of the Arctic and Subarctic.* 2022. № 2. P. 233—245 [in Russian].