

## **Геоэкологические исследования на водных объектах Центрального федерального округа различной рекреационной доступности**

Е.А. Чекмарева

*Институт водных проблем РАН, Ивановская НИС, г. Конаково, Россия  
e\_al\_cheva@iwpr.ru*

**Аннотация.** Представлены результаты геоэкологических исследований на водных объектах Центрального федерального округа (ЦФО) России. Рекреационная доступность водных объектов определяет уровень доступа к водоему, береговой зоне и их использования для рекреационной деятельности по ряду характеристик (морфометрических, гидрологических, экологических) и показателей (качество воды, уровень зарастания высшей водной растительностью, наличие подходов к берегу с учетом застройки, залесенности и заболоченности). Исследования включали отбор проб воды на химический, микробиологический анализ и оценку качества воды водоемов и водотоков. Объекты исследования расположены в пределах г. Москва, Владимирской, Калужской, Липецкой, Московской, Рязанской, Смоленской, Тамбовской, Тверской, Тульской областей. Были составлены базы морфометрических и гидрологических характеристик водных объектов, оценен доступ к береговой полосе и акватории водоемов. Рекреационный потенциал водоемов рассчитан по нагрузке на общедоступную береговую зону, уточнен по натурным и картографическим данным. Выявлено, что большинство водных объектов имеют запрет на рекреационное водопользование, что связано с неудовлетворительным качеством воды по химическим и микробиологическим показателям. Большинство водоемов недостаточно обследованы для безопасного водопользования, и они не имеют оборудованных зон для использования их в целях рекреации. Зоны отдыха распределены точно, береговые зоны испытывают высокую нагрузку в летний период на конкретных участках, что приводит к загрязнению и деградации почвенного покрова, возникновению несанкционированных свалок, увеличению нагрузки на участки водоема. Проблемой также является доступ к береговой зоне водоемов и водотоков Московской и Тверской областей. Это связано с высоким уровнем застройки участков крупных водохранилищ, рек и озер, к которым имеются подходы и подъезды. В ЦФО наблюдается дефицит рекреационно-доступных водных объектов, что связано с высокой плотностью населения и нехваткой зон отдыха.

**Ключевые слова:** водоемы, рекреационное водопользование, доступ, ЦФО.

# Geocological research of water bodies of the Central Federal district with different recreational access

E.A. Chekmareva

*Water Problems Institute, Ivankovskaya Research Station, Russian Academy of Sciences, Konakovo, Russia  
e\_al\_cheva@iwpr.ru*

**Abstract.** The results of geocological studies on water bodies of the Central Federal District of Russia are presented in this paper. The level of access to the reservoir, the coastal zone for recreation determines recreational access by characteristics (morphometric, hydrological, environmental) and indicators (water quality, the level of overgrowth of higher aquatic vegetation, passage to the shore). Water samples were taken for chemical, microbiological analysis. The objects of research are located in Moscow, Vladimir, Kaluga, Lipetsk, Moscow, Ryazan, Smolensk, Tambov, Tver, Tula regions. The bases of morphometric and hydrological characteristics of water bodies are made, the assessment of access to the shore and water area of reservoirs is given. The recreational potential of the reservoirs is calculated by the load on the available shore. Many water bodies have a ban on recreational water use due to poor water quality on chemical and microbiological indicators. Reservoirs are not researched and not equipped for recreation. Recreation areas are spot, the coast is experiencing a high load in the summer. This leads to pollution and degradation of the soil cover, the emergence of landfills, increasing the load on the reservoir, the risk of spreading infectious and skin diseases. Access to the coastal zone of reservoirs and watercourses of the Moscow and Tver regions is a problem. This is due to the high level of construction on reservoirs, rivers and lakes. In the Central Federal district there is a shortage of recreational-accessible water bodies due to the high population density and lack of recreation areas.

**Keywords:** reservoirs, recreational water use, access, Central Federal District.

## Введение

Туристско-рекреационные ресурсы являются важным направлением развития экономики многих стран и Россия не исключение. Стратегия социально-экономического развития субъектов РФ до 2030 года предусматривает: сохранение и восстановление водных объектов до состояния, обеспечивающего благоприятные условия жизни населения, рациональное природопользование, развитие туризма [1].

Использование акватории и побережья водных объектов для осуществления различных видов рекреационных занятий (отдыха, спорта, туризма) называют рекреационным водопользованием [2, 3].

Основная масса водных объектов Центрального федерального округа (ЦФО) России имеют запрет на рекреационное водопользование из-за плохого качества воды по микробиологическим, паразитологическим и химическим (класс качества «загрязненная» и «грязная») показателям [4]. В большинстве исследованных пляжных зон, установлены таблички «купаться запрещено». Зоны отдыха расположены локально, берег водоемов испытывает высокую нагрузку летом в связи с высокой плотностью населения ЦФО РФ (60.56 чел./км<sup>2</sup>, 2019 г.) [4]. Это приводит к деградации и уничтожению растительного покрова, загрязнению, переуплотнению и изменению фильтрационных характеристик грунта, возникновению несанкционированных свалок, увеличению химической и микробиологической нагрузки (выделение соединений

азота, фосфора, хлора, бактериального смыва с тела человека) на водоем, риску распространения инфекционных и кожных заболеваний.

К береговой зоне водоемов и водотоков Московской области и смежных с ней областей доступ ограничен на некоторых участках. Это связано с высоким уровнем строительства частных домов и коттеджных поселков вблизи водохранилищ, рек и озер.

Доступным для рекреационного использования можно считать любой водоем и водоток, к которому можно добраться без существенных препятствий, есть свободный доступ к береговой зоне и акватории, гидрологический режим, гидрохимическое, микробиологическое, тепловое состояние водного объекта не влекут за собой угрозы здоровью человека при его эксплуатации.

Есть различные уровни доступа к водоему и его береговой зоне.

1. Рекреационно-доступные: соответствуют всем показателям, без ограничений к безопасной эксплуатации;

2. Рекреационно-доступные с ограничениями: не соответствуют всем показателям в незначительной мере, показатели можно улучшить, имеют ограничения к безопасной эксплуатации;

3. Рекреационно-доступные с сильными ограничениями: не соответствуют всем показателям в значительной мере, показатели сложно улучшить, имеют ограничения к безопасной эксплуатации;

4. Рекреационно-недоступные: не соответствуют показателям, невозможно улучшить показатели, являются опасными при эксплуатации.

Эти уровни зависят от транспортной доступности, уровня развития инфраструктуры, наличия вблизи источников загрязнения и других характеристик: морфометрических, гидрологических, экологических, качества воды, уровня зарастания высшей водной растительностью, наличия подходов к берегу по уровню застройки, залесенности и заболоченности.

Существуют сложности с выявлением нагрузки на рекреационные зоны. Часто используют метод подсчет количества отдыхающих в момент пиковой нагрузки, современные методы наблюдения – установка видеокамер в местах отдыха и съемка с квадрокоптера.

В первый год исследования были изучены водные объекты г. Москва, Московской и Тверской области, результаты опубликованы в [5, 6]. Объекты исследования второго года расположены во Владимирской, Калужской, Липецкой, Нижегородской, Рязанской, Смоленской, Тамбовской, Тульской областях.

Участки с быстрым течением не подходят для безопасного купания. Скорость течения не должна превышать значение 0.5 м/с. Дно водоемов и водотоков может быть покрыто песком, галькой, гравием, камнями, подтопленной землей, растительными и древесными остатками, ракушками, илом, бетоном, искусственной пленкой, также могут находиться стекла и бытовой мусор. Дно водоема, в зоне купания и занятия водными видами спорта необходимо обследовать и чистить регулярно.

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

В июне-сентябре 2010-2011, 2016, 2018 и 2019 годах проводили отбор проб воды из водоемов (водохранилищ, озер и искусственных водоемов) и водотоков на химический (123 пробы воды) анализ. Отбор проб воды проводили с глубины 0.4-0.5 метров на участках водопользования, подверженных наибольшей рекреационной нагрузке согласно ГОСТ 3161-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [7]. Анализ проб осуществлялся в аттестованной химической лаборатории филиала ФГБУ науки ИВП РАН Ивановской НИС (г. Конаково, Тверская область; аттестат аккредитации RA.RU.21АН96 от 28.10.2016) по стандартным методикам. Химический

анализ воды проводили по физико-химическим показателям (температура, рН, электропроводимость, мутность, взвешенные вещества), макрокомпонентному составу ( $\text{HCO}_3$ , Ca, Mg,  $\text{SO}_4$ , Cl, Na и K), биогенным элементам (Fe, Si, соединения N и P), показателям содержания органических соединений (БПК<sub>5</sub>, ХПК, ПО, цветности), содержанию кислорода, нефтепродуктов, СПАВ.

Для оценки рекреационного потенциала мы использовали площадь береговой зоны с учетом, что ширина береговой полосы водоемов общего пользования составляет 20 м (8). Под рекреационным потенциалом, в данном случае, мы понимаем количество человек, которое может отдыхать вблизи водоема или водотока, при условии эксплуатации всей береговой зоны:

$$R_p = \frac{L_s \cdot 20}{5}$$

$R_p$  – рекреационный потенциал водоема (тыс. чел.),  $L_s$  - длина береговой линии (м), 20 – ширина береговой полосы водоемов общего пользования (м) [8], 5 – минимальная площадь береговой зоны пресноводных водоемов на 1 человека ( $\text{м}^2$ ) [9].

Данная величина хорошо характеризует потенциал небольших водоемов (озер, карьеров, заполненных водой, прудов). Не вся береговая полоса доступна и пригодна для рекреации. Непригодность береговой зоны для эксплуатации связана с отсутствием подъездных путей, залесенностью или заболоченностью подходов к воде, плотной застройкой. С помощью геоэкологического картографирования береговой зоны можно оценить возможность использования водного объекта для рекреационного водопользования. Геоэкологическое картографирование береговой зоны позволяет выделять следующие площади: земли населенных пунктов, земли вблизи дорог и мостовых конструкций, заболоченные территории, залесенные территории, территории, подходящие для рекреационного водопользования (со свободным доступом к водоему). Отдельно выделяют площадь эксплуатируемых в настоящее время рекреационных зон (активная пляжная зона).

### Результаты и выводы

По результатам исследований в ЦФО России вода в водоемах и водотоках преимущественно малой (до  $0.2 \text{ г/дм}^3$ ) и средней ( $0.2\text{-}0.5 \text{ г/дм}^3$ ), реже повышенной минерализации ( $0.5\text{-}1.0 \text{ г/дм}^3$ ) [10], гидрокарбонатного состава, по показателю жесткости вода от очень мягкой (до  $1.5 \text{ мг-экв./дм}^3$ ) до жесткой ( $6\text{-}9 \text{ мг-экв./дм}^3$ ), с нейтральным и слабощелочным рН. Щелочные вод  $\text{pH} > 8,5$  ед. рН могут вызывать раздражение и являются благоприятной средой для развития кожных заболеваний. Химический анализ проб воды по некоторым гидрохимическим характеристикам представлен в Табл. 1.

Сброс сточных вод, смыв с территории населенных пунктов, стоки с сельскохозяйственных полей приводят к увеличению концентраций сульфатов и хлоридов, натрия и калия, соединений фосфора и азота, нефтепродуктов, БПК<sub>5</sub>, СПАВ в воде. Региональными особенностями качества воды в водоемах и водотоках центра России являются высокая цветность и значительные концентрации железа общего в условиях питания болотными водами. Встречаются высокие концентрации кремния. Вода с повышенной мутностью, высоким показателем цветности, покрытая биологической пленкой фитопланктона и пленкой нефтепродуктов вызывает у водопользователей сомнения в ее качестве, портит эстетический вид водоема.

Недостаточно хорошее качество воды в местах купания связано с неправильным размещением зон рекреации (без учета источников загрязнения). Водоемы недостаточно исследованы, они не имеют оборудованных зон для рекреации, либо эти зоны плохо оборудованы. Большинство рекреационных зон вблизи водоемов используют для отдыха без купания.

Результаты оценки рекреационного потенциала в Табл. 2.

**Табл. 1 Диапазоны значений (min-max) некоторых гидрохимических характеристик исследованных водных объектов ЦФО в 2018-2019 годов, мг/дм<sup>3</sup> (цветность – градусы).**

| Показатель    | Яченское вдхр./<br>г. Кауга | Вдхр. Содышка/<br>г. Владимир | Оз. Ореховое/<br>г. Рязань | 2-й Борковский<br>карьер/г. Рязань | Карьер Ласковский/<br>г. Тамбов | Р. Днепр/<br>г. Смоленск | Р. Воронеж/<br>г. Липецк | Р. Воронка/<br>г. Тула | Р. Цна/<br>г. Тамбов |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| рН            | 8.56                        | 7.23                          | 8.18                       | 8.27                               | 8.69                            | 8.22                     | 8.11                     | 7.96                   | 8.46                 |
| Минерализация | 334                         | 288                           | 227                        | 288                                | 560                             | 413                      | 442                      | 840                    |                      |
| Кремний       | 2.3                         | 0.39                          | 6.1                        | 1.4                                | 17.3                            | 2.2                      | 3.4                      | 4.2                    | 1.6                  |
| Железо общее  | 0.07                        | 0.06                          | 0.06                       | 0.07                               | 0.07                            | 0.17                     | 0.03                     | 0.10                   | 0.03                 |
| Нитраты       | 0.24                        | 0.19                          | 0.99                       | 0.35                               | 0.20                            | 1.4                      | 0.24                     | 37.3                   | 0.66                 |
| Фосфаты       | 0.018                       | 0.015                         | 0.041                      | 0.052                              | 1.14                            | 0.151                    | 0.40                     | 3.36                   | 0.010                |
| Цветность     | 25                          | 13                            | 17                         | 12                                 | 17                              | 17                       | 13                       | 30                     | 13                   |
| Мутность      | 15.0                        | 1.9                           | 43.5                       | 6.3                                | 15.6                            | 0.6                      | 0.8                      | 1.7                    | 1.61                 |
| Свинец        | 0.0059                      | 0.0085                        | 0.0064                     | 0.0094                             | 0.0120                          | 0.0144                   | 0.0124                   | 0.0171                 | 0.0048               |

**Табл. 2 Оценка рекреационного потенциала некоторых исследованных озер и искусственных водоемов ЦФО.**

| Характеристика                                | Озеро Ореховое | 2-й Борковский карьер | Карьер Ласковый |
|---|----------------|-----------------------|-----------------|
| S акватории, м <sup>2</sup>                   | 74801          | 198209                | 70794           |
| S общественной береговой зоны, м <sup>2</sup> | 44000          | 64000                 | 24000           |
| S активная пляжная зона, %                    | 24.5           | 15.8                  | 25.2            |
| Рекреационный потенциал, человек              | 8800           | 12800                 | 4800            |

В странах Европы оценку качества воды для рекреационного водопользования, в том числе купания, регулирует Директива воды для купания (Bathing Water Directive) 2006 (первая Директива была принята в 1976 году). Выполнение Bathing Water Directive отслеживает Европейское агентство по окружающей среде (European Environment Agency). Согласно Седьмой программе действий в области окружающей среды (Seventh Environment Action Programme) к 2020 году качество воды для купания должно соответствовать стандарту «excellent» (отлично) или «good» (хорошо). Благодаря реконструкции канализационной системы, улучшению очистки сточных вод, сокращению загрязнений с ферм качество воды для купания в странах ЕС со временем улучшается. В 2018 году вода для купания в странах ЕС соответствовала стандартам «excellent», «good» and «sufficient» (отличная, хорошая, нормальная) на 95,4 % [11, 12]. Важно, что исследования качества воды должны проводиться в течение 4 лет. Основной индикатор качества воды для купания в странах ЕС – intestinal enterococci and Escherichia coli.

Подробные отчеты о качестве воды для купания в ЦФО РФ доступны водопользователям г. Москвы и Московской области, Воронежской, Курской, Орловской, Тамбовской, Тульской областей на сайте Роспотребнадзора ([www.rosпотребнадzor.ru](http://www.rosпотребнадзор.ru)). Запрет на купание часто связан с несоответствием водного объекта санитарным правилам и условиям безопасного для здоровья населения использования водного объекта. Купание в необследованном водоеме или в водоеме с запретом на купание создает угрозу пищевого отравления, заражения острыми кишечными инфекциями, энтеровирусными инфекциями, вирусным гепатитом «А», другими инфекционными и паразитарными, а также грибковыми болезнями.

В ЦФО можно встретить рекреационно-доступные водоемы и водотоки с ограничениями (2 уровень доступа), сильными ограничениями (3 уровень доступа), но с высоким рекреационным потенциалом, а также рекреационно-недоступные (4 уровень доступа).

Водопользователям необходимо предоставлять полный доступ к информации о доступе водного объекта для рекреационного водопользования, в том числе о качестве воды. Рекреационную доступность крупных водоемов и водотоков необходимо оценивать по участкам, подходящим для рекреации. Указывать наличие или отсутствие источников загрязнения на водоеме. Мировой опыт контроля за качеством воды позволяет сокращать количество гидрохимических, микробиологических и паразитологических показателей, если показатели стабильные и не превышают ПДК<sub>в</sub> в течение определенного периода, нет новых источников загрязнения. пляжные зоны должны быть организованы в соответствии с ГОСТ, необходимо санитарно-эпидемиологическое заключение Роспотребнадзора. Больше всего подходят для организации рекреационного водопользования на территории ЦФО искусственные водоемы – карьеры и пруды, открытые и крытые бассейны вблизи водных объектов. У водных объектов, либо участков должен быть статус «для рекреационного водопользования», чтобы все меры были направлены на охрану водных объектов и его экореабилитацию.

#### **Благодарности**

Автор выражает благодарность кандидату географических наук Григорьевой И.Л. за совместную работу в области рекреационного водопользования. Также автор вспоминает с благодарностью вклад Ланцовой И.В. в изучение рекреации, просвещении и становлении в этой области научного интереса самого автора. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, научный проект № 18-35-00609.

#### **Acknowledgments**

The author thanks Giryoryeva I.L. and Lantsova I.L. The work was supported by RFBR, project number 18-35-00609.

#### **Список литературы**

1. Стратегия социально-экономического развития РФ до 2030. Доступна online: <https://economy.gov.ru>. Дата обращения: 15 января 2020.
2. Демин А.П. Водопользование // Научно-популярная энциклопедия «Вода России». Доступна online: <http://www.water-ru.ru>. Дата обращения: 13 марта 2019.
3. Авакян А.Б., Бойченко В.К., Салтанкин В.П. Рекреационное использование водных объектов Московской области (состояние, проблемы, перспективы) // Водные ресурсы. 1983. № 4. С. 125–133.
4. Официальная статистика 2019. Доступна online: <https://www.gks.ru>. Дата обращения: 15 января 2020.
5. Чекмарева Е.А. Качество воды рекреационно-доступных водоемов и водотоков ЦФО России // Вода: Химия и экология. 2019. №10-12. С. 68-73.
6. Чекмарева Е.А. Купание как вид рекреационного водопользования водоемов ЦФО России // Успехи современного естествознания. 2019. №4. С. 87-92.
7. ГОСТ 3161-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. 2013. 32 с.
8. Водный кодекс РФ (03.06.2006 № 74-ФЗ, ред. от 02.08.2019). 2006. 37 с.
9. ГОСТ Р 55698-2013. Туристические услуги. Услуги пляжей. 2013. 16 с.
10. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970. 446 с.
11. European Environment Agency, European bathing water quality in 2018. Report 3. 2019.
12. European Environment Agency, Council Directive 2006/7/EC concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC // EU, OJ L 64, 4.3. 2006. p. 37-51.