

УДК 504.4.062.2;504.455

**МАЛЫЕ И СРЕДНИЕ ОЗЕРА: ХАРАКТЕРИСТИКИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ  
ИХ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕР  
ПО ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)**

© 2023 г. А. М. Гареев<sup>а</sup>, \*, Е. Н. Сайфуллина<sup>а</sup>, \*\*, Э. М. Галеева<sup>а</sup>, \*\*\*

<sup>а</sup>Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия

\*E-mail: aulfar.gareev@mail.ru

\*\*E-mail: sayfullina-75@mail.ru

\*\*\*E-mail: elya.galeewa2012@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.02.2023 г.

После доработки 07.04.2023 г.

Принята к публикации 02.06.2023 г.

В статье раскрыты основные характеристики функционирования малых и средних озер в настоящее время в условиях влияния совокупности естественных и антропогенных факторов, а также методические положения оценки их рекреационного потенциала. Показано то, что наиболее существенные негативные изменения в них происходят особенно в тех регионах, которые характеризуются высокими масштабами влияния хозяйственной деятельности на их водосборах. В составе основных факторов, влияющих на уровень эвтрофикации озер, соответственно, их использование в целях рекреации, принимают участие такие, как вынос растворенных и нерастворенных веществ с водосборов в сами водные объекты, заиление, изменение морфометрических характеристик и уменьшение интенсивности внешнего водообмена. В целях обоснования оптимальных параметров рекреационных нагрузок на изучаемые водные объекты осуществлен анализ применяемых в настоящее время методических подходов, выявлены их преимущества и недостатки, которые позволили обосновать новые подходы к оценке рекреационного потенциала водоемов.

*Ключевые слова:* озера, водосбор, соединения, уязвимость, деградация, гидролого-экологические условия, нагрузка, рекреационный потенциал

DOI: 10.31857/S0869607123020052, EDN: IDXOVI

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях сложившейся социально-политической обстановки в Российской Федерации в настоящее время уделяется большое внимание развитию внутреннего туризма и оптимальному вовлечению различных природных комплексов, историко-культурных и других объектов в рекреационную сферу. В связи с чем преимущественное внимание авторами уделяется комплексной оценке туристско-рекреационного потенциала территорий. Следует обратить внимание, что характерные особенности, формирующиеся в малых и средних озерах в зависимости от влияния внешних и внутриводоемных процессов, не рассматриваются. В ряде работ уделяется внимание необходимости вовлечения озер в поле развития рекреационного потенциала региона в составе особо охраняемых природных территорий. Однако в них также не отражены положения, которые имеют исключительно важное значение с точки зрения оценки происходящих

негативных изменений в водоемах, включая показатели изменения трофического статуса, эвтрофикации, влияния внешних антропогенных факторов на снижение рекреационной привлекательности озер. Таким образом, не вовлеченность указанных положений в формирование единой структуры развития рекреационного потенциала регионов и страны в целом не позволяет обосновать выбор оптимальных видов и параметров мероприятий, направленных на улучшение гидролого-экологических условий в них (мелиорацию) на основании проведения конкретных мероприятий как на водосборе, так и в самом водном объекте непосредственно.

С учетом изложенного в данной работе уделено внимание всестороннему анализу особенностей влияния естественных и антропогенных факторов в многолетнем разрезе на изменение морфометрических характеристик, гидролого-экологических условий и трофического статуса озер с учетом возможностей их применения в целях оценки рекреационного потенциала. В составе внешних факторов рассмотрены особенности выноса растворенных и нерастворенных веществ с водосбора, а также закономерности, обусловленные глобальным изменением климата. Рекомендуемые нами методические положения мелиорации озер базируются на применении ранее опубликованных работ зарубежных и отечественных авторов, а также расчетах по определению произошедших изменений на водосборах озер в течение последних десятилетий, оценке трофического статуса и др. Они позволили обосновать конкретные мероприятия по мелиорации водоемов по территории Республики Башкортостан с учетом значимости внешних и внутриводоемных процессов. Эти положения должны учитываться и в ходе оценки их рекреационного потенциала.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материалов, на которых базируется данное исследование, приняты опубликованные источники, отражающие особенности комплексной оценки значимости природно-территориальных комплексов, а также особо охраняемых территорий в формировании и учете рекреационного потенциала на примере различных субъектов Российской Федерации [3, 8, 11, 17]; методические положения, приведенные в ранее опубликованных работах, отражающие основные закономерности формирования и изменчивости экологических условий в озерах (трофического статуса) в зависимости от влияния внешних (аллохтонных) и внутриводоемных (автохтонных) процессов. Они имеют довольно продолжительный этап развития. Так, следует отметить то, что Р. Фолленвайдер (R. Vollenweider) [20], впервые предпринял попытку количественно увязать состояние трофности озера с приходом биогенных веществ (азота, фосфора) с водосбора на единицу площади водоема. Им была предложена модель бюджета фосфора, отражающая уровень трофии водоема в зависимости от его прихода, потерь, седиментации и расхода со стоком в зависимости от показателя проточности. Изложенные методические положения в последующем нашли развитие в работе П. Диллона и Ф. Риглера (P. Dillon, F. Rigler) [19], в которой были также учтены показатели средней глубины водоема, скорость внешнего водообмена и удержания фосфора в водоеме. В составе опубликованных работ в последние годы следует привести методику выбора приоритетных действий при реабилитации непроточных и малопроточных озер, предложенную А.Н. Поповым [16], публикации А.М. Гареева [4, 5] и др. Следует подчеркнуть то, что отличительной особенностью данного исследования является то, что учитывались характеристики активизации развития эрозионных процессов на водосборе, выноса нерастворенных и растворенных загрязняющих веществ в озера, приводящие к их заилению, изменению морфометрических характеристик (в т.ч. уменьшению средних глубин). Это является также одной из основных причин, обуславливающих изменение трофического статуса, соответственно, и привлекательности озер относительно развития рекреации и туризма [7, 10, 14]. Анализ материалов многолетних наблюдений за уровнем режимом

позволили выявить характер изменения морфометрических характеристик озер и в последующем учитывать его в ходе оценки изменения рекреационного потенциала изучаемых водных объектов и обоснования необходимых мероприятий, направленных на их мелиорацию.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании анализа многочисленных опубликованных работ установлено то, что при оценке рекреационного потенциала ландшафтов характеристики изменения экологических условий в том числе и трофического статуса малых и средних озер в зависимости от влияния антропогенных факторов на водосборе не учитываются. При этом в качестве основных показателей принимаются такие, как красота и привлекательность, площадь зеркала, входение в состав особо охраняемых природных территорий и др. В тоже время, методические положения, раскрывающие характеристики неблагоприятных изменений, проявляющихся в виде заиления, зарастания, обмеления и эвтрофикации водоемов, достаточно хорошо раскрыты в исследованиях, посвященных их изучению. Таким образом, выявлено, что на современном этапе требуется необходимость интеграции полученных знаний и полномасштабного их применения не только в определении трофического статуса малых и средних озер, но и обосновании методов и путей их мелиорации с учетом специфики и масштабов влияния антропогенных факторов. Соответственно, рекреационные нагрузки, формирующиеся в настоящее время, а также рекреационный потенциал водоемов должны рассматриваться в составе основных факторов, обусловленных хозяйственной деятельностью человека. С учетом изложенного раскрыты методические положения, отражающие возможности рекреационного освоения озер и их водосборов с учетом недопустимости снижения трофического статуса (ухудшения гидролого-экологических характеристик). На примере территории Республики Башкортостан показано то, что полномасштабное использование многих водных объектов, в настоящее время относящихся к категории эвтрофных, может быть осуществлено только на основании проведения мелиоративных мероприятий в их бассейнах. С учетом изложенного рекомендованы методы проведения водоохраных мероприятий по бассейнам озер с учетом эффективности их влияния на изменение трофического статуса. Эти положения должны учитываться и по другим регионам страны.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе анализа современных научно-методических подходов к оценке рекреационного потенциала территорий следует указать на то, что в ряде работ учитывается комплекс показателей, включая физико-географические характеристики, а также степень их освоенности в настоящее время. Так, М.В. Гудковских [8] по территории Тюменской области применил метод баланса, учитывающий необходимость расчета потенциала на основании сравнительного анализа характеристик современного туристского освоения территории, а также перспективных возможностей освоения площадей, ранее не подвергавшихся оценке туристско-рекреационных ресурсов. Характерной особенностью анализа исходной информации в указанной работе является то, что при этом учитывается довольно большая совокупность показателей, включая: исходные территориальные единицы, обоснование и отбор ключевых критериев, ранжирование оценочных шкал, блочную оценку и сверку результатов, итоговую интегральную оценку, бонитировку территории по степени туристского потенциала и построение карты туристского потенциала. В составе природного блока по водным объектам в указанной работе приведены лишь такие показатели, как озерность территории, морфометрические характеристики водных объектов, наличие месторождений лечебных

грязей, продолжительность купального сезона, наличие промысловых рыб, классы качества воды.

В методике определения ландшафтно-рекреационного потенциала региона, предложенной Ю.С. Вороновым [3], отражается необходимость также интегральной оценки ландшафта с учетом средних значений основных составляющих: рельефа, характеристик растительного покрова и водных объектов. При этом учитываются критерии градации ландшафтов по балльной оценке, что представляет собой лишь факт поверхностного учета характеристик составляющих факторов. В то же время, О.А. Корба рекреационный потенциал рассматривает как основу устойчивого территориального развития, уделяя внимание преимущественно критериям ресурсного ограничения [13].

Относительно изучения характеристик и оценки рекреационного потенциала непосредственно по водным объектам, в том числе озерам, следует отметить то, что при этом преимущественно уделяется внимание необходимости сохранения уникальных водных объектов в составе особо охраняемых природных территорий. Так, А.В. Дегтярь и др. [9] при научно-методическом обосновании сети особо охраняемых природных территорий Белгородской обл. уделяют внимание необходимости охраны озерно-болотных комплексов, а также водотоков в составе самих охраняемых территорий в целом. Аналогичный подход применен и в работе И.И. Зиганшина и Д.В. Иванова [11], в которой авторы подошли к оценке рекреационной емкости особо охраняемых озер как показатель эколого-туристского потенциала по территории Республики Татарстан. Характерно то, что в ходе оценок рекреационной емкости сославшись на публикации И.П. Самардиной [18] и С.Э. Йоргенсена [12] они применили методику бонитировки рекреационного потенциала: рекреационная емкость водоемов зависит от площади зеркала водного объекта и количества отдыхающих на нем за сезон, с одной стороны, и объема содержащейся воды в водоеме, с другой. Характерные особенности эвтрофикации водоемов и какие-либо способы нормирования масштабов антропогенных нагрузок на них в указанной работе не рассмотрены.

Остановившись непосредственно по территории Республики Башкортостан, отметим то, что количество публикаций, посвященных изучению характеристик рекреационной привлекательности и рекреационной емкости озер, не многочисленно. Следует обратить внимание на работу Б.Н. Батанова и др. [2], в которой уделено внимание на значимость оценки химического состава озер. Так, ими показано то, что воды озер Башкирского Зауралья (за исключением озера Мулдаккуль) имеют в основном гидрокарбонатный кальциево-магниевый, кальциево-магниевый-натриевый, магниевый состав, геохимический тип I (содовый), минерализацию 0.20–0.87 г/л, рН 7.2–8.6. Реже их состав представлен как хлоридно-гидрокарбонатный гидрокарбонатно-сульфатный, сульфатно-гидрокарбонатный хлоридный магниевый-натриевый и натриевый. Минерализация последних типов достигает 3.89 г/л. Показано также то, что для рекреационных целей немаловажен тот факт, что многие из зауральских озер обладают значительными запасами сапропелей (до 100 млн т), пригодных в качестве лечебной грязи. Мощность их колеблется от 0.5 до 3–5 м. В настоящее время они используются в профилакториях городов Учалы и Баймак. Донные отложения озер имеют терригенный и биогенный генезис. Биогенные образования (сапропели), возникшие в результате сложных биохимических процессов, обнаружены во всех озерах тектонического генезиса. Сапропели высокозольные известковистые с влажностью 80–95% близки к оптимальной величине пелоидов, которые применяются для лечебных целей. Отдельные аспекты и характеристики использования водных объектов в целях рекреации рассмотрены и в работах Е.Н. Сайфуллиной [17], А.Ф. Нурмухаметовой, А.Ю. Хисамединовой [15] и др.

В то же время отметим то, что многочисленные озера республики, испытывающие продолжительную антропогенную нагрузку, включая поступление загрязняющих веществ с водосбора (пастбищ, пашен, сельских населенных пунктов и др.), также из ре-

креационных объектов, расположенных вдоль побережья самих водных объектов, в течение продолжительного времени характеризуются сложившимися высокими уровнями трофии. Следует отметить, что процессы эвтрофикации, и методические вопросы оценки трофического статуса озер республики были всесторонне изучены А.М. Гареевым еще в 90-х гг. XX в. [6]. Исследования базировались на обосновании применимости методических положений, использованных различными авторами по другим территориям бывшего СССР, и проведении полевых гидролого-экологических изысканий и определении сложившегося трофического статуса озер, расположенных в пределах Башкирского Предуралья и Зауралья. В последующем уточнялись ранее принятые методические положения и были обоснованы рекомендации по рациональному использованию и мелиорации озер как природных аквальных комплексов [4, 5].

Следует подчеркнуть, что уровень трофии выступает как один из основных показателей, отражающих экологические условия в озерах. Это обусловливается тем, что в связи с низкими показателями коэффициента внешнего водообмена, соответственно процессов смешения, разбавления и самоочистки вод в озерных системах, основами водного законодательства Российской Федерации сосредоточенный сброс сточных вод в них промышленными предприятиями и коммунально-бытовым хозяйством запрещен. В этих условиях увеличивающиеся масштабы влияния факторов, формирующихся на водосборе, включая сельскохозяйственные угодья (пашни, пастбища, животноводческие фермы и др.), количество жителей в сельских населенных пунктах и рекреационные нагрузки следует рассматривать в качестве основных факторов, влияющих на экологические условия и привлекательность водоемов для их использования в целях рекреации и туризма.

Следует обратить внимание на то, что классификация трофности водоемов по совокупности физико-химических и гидробиологических показателей, также статус олиготрофных, мезотрофных или эвтрофных озер может быть определен по таким показателям, как численность и биомасса фитопланктона, наличие диатомовых, сине-зеленых водорослей в % от общей численности, БПК<sub>5</sub>, хлорофилл "а", концентрации растворенного кислорода, аммония, нитритов, нитратов, суммы минеральных форм азота, минерального фосфора и кремния. Кроме того, в некоторых работах при оценке трофического статуса применяются показатели взаимосвязи между содержанием углерода растворенных органических веществ ( $C_{\text{ров}}$ ) и уровнем их трофии, а также в зависимости от уменьшения видов ракообразных (ветвистоусых и веслоногих рачков) и увеличения таксонов коловраток [1]. Отмечено, что эвтрофикация озер сопровождается уменьшением прозрачности в зависимости от нарастания биомассы фитопланктона и содержания хлорофилла "а" и увеличением Ph. Это свидетельствует о росте первичной продукции.

Как правило, экологические условия в водоемах формируются в условиях совокупного влияния всех факторов, относящихся к внешним (аллохтонным). Специфика их влияния на прохождение внутриводоемных (автохтонных) процессов зависит от характеристик самих водных объектов, включая такие важные показатели, как интенсивность внешнего водообмена, объем воды, площадь водного зеркала, средние глубины и т.д. Как мы обратили внимание, эти характеристики в ряде перечисленных ранее работ, направленных на оценку рекреационной значимости озер, в полной мере не учитываются. Это в принципе отражает недостаточную их обоснованность применительно к оценке показателей формирования и изменчивости экологических условий в озерах по трофическому статусу. В свою очередь, формирование и сохранность в течение продолжительного времени неблагоприятных экологических условий в большом количестве озер обуславливает необходимость не только оценки трофического статуса, но и применения методов, направленных на улучшение экологических условий (мелиорацию) посредством обоснования видов и масштабов, а также проведения тех или иных конкретных мероприятий как на водосборе, так и в самом водном объек-

те. При этом показатели рекреационной нагрузки должны рассматриваться в составе основных антропогенных факторов.

С учетом изложенного следует более подробно остановиться на оценке значимости подходов, направленных на обоснование восстановления оптимальных экологических условий в водных объектах с учетом особенностей влияния внешних и внутриводоемных факторов. С этой точки зрения наибольший интерес представляют исследования, проведенные Р. Фолленвайдером (R. Vollenweider), который впервые предпринял попытку количественно увязать состояние трофности озера с приходом биогенных веществ (азота, фосфора) с водосбора на единицу площади водоема [20]. Им была предложена модель бюджета фосфора, отражающая уровень эвтрофикации водоема в зависимости от его прихода, потерь, седиментации и расхода со стоком в зависимости от показателя проточности. Изложенные методические положения в последующем нашли развитие в работах П. Диллона и Ф. Риглера (P. Dillon, F. Rigler), которые количественные связи в системе водосбор – озеро выразили с учетом показателей средней глубины водоема, скорости водообмена и удержания фосфора в нем [19]. Ими была предложена формула

$$[P] = P_o (1 - R) / (h_{cp} K_{усл}),$$

где  $[P]$  – концентрация общего фосфора в воде водоема,  $г/м^3$ ;  $P_o$  – фосфорная нагрузка,  $г/(м^2 \cdot год)$ ;  $R$  – коэффициент удержания фосфора;  $K_{усл}$  – коэффициент условного водообмена;  $h_{cp}$  – средняя глубина, м.

Изложенные методические положения по озерам Южного Предуралья и Зауралья были впервые применены А.М. Гареевым [6], который провел расчеты по всем основным озерам, включая Асылкуль, Кандрыкуль, Белое, расположенным в Прудуралье и Калкан, Ургун, Бол. Учалы, Карагайлы, Мисиле, Узункуль, Карабалыкты, Сабакты, Банное, Суртанды, Мулдаккуль, Чебаркуль, Атавды – в Зауралье. На основании применения модифицированной диаграммы Р. Фолленвайдера им был определен трофический статус указанных озер и показано, что основное их количество относилось к категории эвтрофных (Асылкуль, Калкан, Ургун, Бол. Учалы, Карагайлы, Узункуль, Карабалыкты, Мулдаккуль, Атавды). К олиготрофным (наиболее чистым) относились озера Банное и Чебаркуль, что было обусловлено, соответственно, наибольшей средней глубиной озера и относительно низким температурным режимом, а также высокими показателями проточности. Остальные озера – Белое, Кандрыкуль, Сабакты занимали промежуточное положение (мезотрофный статус).

Следует обратить внимание на то, что в настоящее время в бассейнах озер остается на высоком уровне вынос биогенных веществ с поверхности пастбищ и пашен. Происходят процессы интенсивного обмеления и заиления водных объектов, что связано и с активным развитием эрозионных процессов на водосборах. Несмотря на то, что после развала Советского Союза наблюдается некоторое уменьшение площадей эродированных земель, поступление продуктов смыва почв в озера в большом количестве продолжается. Это подтверждается и исследованиями Л.Ф. Литвина и др. [14], О.П. Ермолаева [10] и др. На указанные процессы накладывается и влияние факторов, обусловленных глобальным изменением климата. Так, на основании анализа материалов многолетних наблюдений за уровнями воды по оз. Асылкуль можно заметить то, что после установления маловодной фазы с начала 2000-х гг. по настоящее время снижение уровней воды в нем произошло в среднем на 2 м. Это отражено на рис. 1.

Как видно из указанного рисунка, изменение уровней воды, соответственно объемов озера и его средних глубин происходит циклично. В то же время, в течение последних десятилетий обнаруживается влияние регионального отклика глобального изменения климата, что отражается и на изменении составляющих уравнения водного баланса в бассейне водного объекта [4]. Наблюдения, проведенные нами в 2018–2020 гг., свидетельствуют о том, что аналогичные изменения характерны и по другим озерам изучаемой территории (Тауккуль, Ургун, Узункуль, Атавды и др.). В то же время, по от-



Рис. 1. Многолетняя изменчивость уровней воды в оз. Асылыкуль.

Fig 1. Long-term water level variability in the lake Asylykul'.

дельным озерам, таким как Асылыкуль, Канрыкуль в Предуралье и Банное (Яктыкуль) в Зауралье произошло резкое увеличение рекреационных нагрузок, что требует необходимости учета факта изменения влияющих факторов и определения трофического статуса озер при сложившихся условиях в настоящее время непосредственно.

Обобщение и анализ имеющихся методических положений, а также оценка происходящих изменений на основании проведения натурных наблюдений на водных объектах позволили нам обосновать методические положения оценки рекреационного потенциала малых и средних озер с учетом особенностей влияния указанных естественных и антропогенных факторов. Они осуществлялись на основании применения модифицированной диаграммы, предложенной Р. Фолленвайдером [20]. Как было показано ранее, она была использована также А.М. Гареевым [6] при оценке уровня трофии озер в пределах изучаемой территории по 2-м методам: на основании применения приведенных расчетных формул, а также оценки фактического трофического статуса озера. В данной работе на примере оз. Асылыкуль показаны полученные результаты, отражающие характер изменения трофического статуса озер к настоящему времени. Так, на рис. 2 показаны точки, характеризующие его трофический статус в 90-х гг. XX в. (1) и в 2020 г. (2). При этом учитывались показатели изменения морфометрических характеристик озера в расчетном интервале времени, с одной стороны, и рекреационных нагрузок, с другой. Как видно из указанного рисунка, озеро Асылыкуль, характеризовавшееся в прошлом расположением трофического статуса в переходной зоне (от мезотрофного к эвтрофному), в настоящее время отличается однозначным расположением в эвтрофной (в неблагоприятной) зоне. Аналогичные изменения были выявлены и по озерам Белое, Калкан, Ургун и Сабакты. В озерах Кандрыкуль и Банное, несмотря на произошедшие изменения морфометрических характеристик, трофический статус сохранился в пределах зон, что было характерно и в предшествующий период времени. Так, они в настоящее время соответственно относятся к категориям мезотрофных и олиготрофных озер.

Исходя из изложенного, следует констатировать то, что вопросы перспективного развития рекреации и туризма в малых и средних озерах должны рассматриваться в совокупности естественных и антропогенных факторов, формирующихся в их бассей-

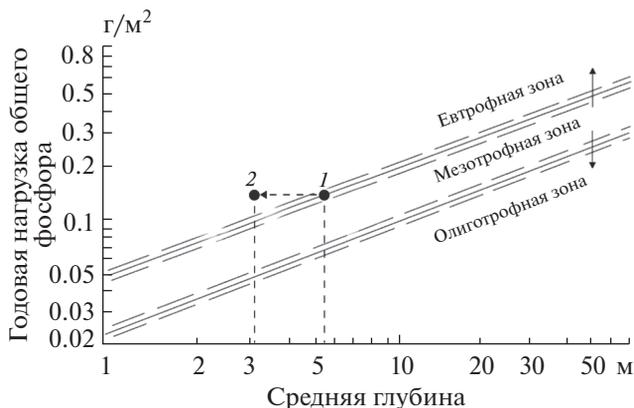


Рис. 2. Зависимость уровня трофии от фосфорной нагрузки и средней глубины озера Асылыкуль.

Fig 2. Dependence of the level of a trophic status on a phosphorous load and average depth of the lake Asylykul'.

нах и влияющих на них непосредственно. В свою очередь, потенциал, отражающий возможности дальнейшего развития рекреации и туризма, должен базироваться на сохранении, в дальнейшем и улучшении (мелиорации) экологических условий в них, принимая во внимание изложенные методические положения и реальные характеристики, отраженные на рис. 2.

Следует подчеркнуть то, что улучшение экологических условий в водоемах может быть осуществлено на основании оптимизации соотношений фосфорной нагрузки и средней глубины. При этом способы и виды мелиорации водоемов должны учитывать как сокращение поступления загрязняющих веществ биогенного происхождения (по фосфору) с водосбора в результате проведения комплекса водоохраных мероприятий, так и увеличения показателей средних глубин. Особое значение имеет предотвращение (минимизация) поступления биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий и зон рекреаций. Однако оно связано с большими различиями в поведении основных эвтрофирующих веществ — соединений фосфора и азота в процессе стока в зависимости от их физико-химических особенностей.

В качестве основных мероприятий, направленных на экологическую реабилитацию малых и средних непроточных озер, соответственно, формирование более высокого статуса по рекреационному потенциалу следует привести:

- 1) оптимальное проведение организационно-хозяйственных мероприятий в бассейнах озер;
- 2) развитие водоохранной лесомелиорации на водосборах;
- 3) применение противозрозионной агротехники и гидротехники;
- 4) устройство прибрежных водоохраных зон.

В структуру прибрежной водоохранной зоны должна входить система полос насаждений, которые могут сочетаться в разных вариантах в зависимости от местных условий. Прибрежная и прибрежно-водная растительность русловых полос извлекает из воды биогенные вещества и тем самым задерживает их поступление в водотоки и водоемы. Водорегулирующая полоса, расположенная на первой надпойменной террасе, выполняет наиболее важные функции перехвата поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий и перевода его в грунтовый, задержания удобрений и продуктов эрозии почв. Тем самым, она выполняет роль природных барьеров на путях миграции загрязняющих веществ на водосборе. Склоновые насаждения должны располагаться на всех хорошо выраженных надпойменных склонах, не пригодных для сельскохозяй-

ственного использования. Эти насаждения предотвращают развитие эрозии на наиболее подверженных разрушению формах рельефа.

Верховые насаждения располагаются выше склоновых — там, где это соответствует местным условиям, выполняя в основном те же функции. Между полосами могут располагаться сельскохозяйственные угодья.

На водосборах многих озер Башкортостана развита рекреационная деятельность, как организованная (Кандрыкуль, Банное, Шамсутдин, Ургун и др.), так и неорганизованная. В связи с этим актуален вопрос о предотвращении выноса и поступления в водоемы биогенных элементов из рекреационных зон, поскольку эти вещества либо смываются с побережий в воду, либо, если зона отдыха благоустроена, поступают в водоем через канализационную систему. В последнем случае задача может решаться путем полной очистки сточных вод, прекращения их сбросов в водоемы и отведения за пределы водосбора, что пока затруднительно.

В случае же поступления в водоемы рассеянных стоков с прибрежных территорий, интенсивно освоенных неорганизованными отдыхающими, одной из мер их уменьшения может стать благоустройство участков с размещением контейнеров для сбора мусора, отходов, облегчающее в дальнейшем их вывоз за пределы водосбора.

Оптимальный метод снижения уровня трофии озер может быть выбран с учетом создания проточности, удаления донных отложений и макрофитов, предотвращения внешнего загрязнения, технического изъятия фитопланктона из водоема, создания экосистемы с высокой продукцией рыб-макрофитофагов и рыб-фитопланктофагов или повышения их уровней. Определение метода восстановления эвтрофных озер целесообразно осуществлять в конкретных условиях с учетом возможного эффекта проводимых мероприятий. Например, на основании планирования и проведения тех или иных мероприятий на водосборе можно рассчитать общее сокращение поступления фосфора, а затем с помощью имеющихся диаграмм и схем определить прогностический уровень трофии озера [4–6]. При недостаточности суммарного эффекта проводимых мероприятий можно предусмотреть проведение дноуглубительных работ и др.

В условиях достаточно резкого сокращения максимальных расходов воды во время весеннего половодья и ухудшения экологических условий в пойменных озерах восстановление их гидролого-экологического режима может быть осуществлено за счет оптимального проведения системы технических мероприятий, включая русловое зарегулирование речного стока и обеспечение выхода воды на пойму, переброску стока и др. Это, например, имеет отношение к ряду озер, расположенных в паводково-пойменных комплексах р. Белой в пределах Кармаскалинского, Уфимского, Благовещенского, Бирского и других районов. Однако эти мероприятия в Республике Башкортостан в настоящее время проводятся в крайне ограниченных масштабах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа результатов выполненного исследования следует подчеркнуть то, что при оценке рекреационного потенциала ландшафтов, в том числе малых и средних озер, особенности изменения экологических условий в водоемах во многих опубликованных работах не учитываются. Предлагаемые в ряде работ рекомендации по увеличению количества отдыхающих без проведения соответствующего гидролого-экологических обоснования масштабов их возможного влияния на состояние водных объектов в ближайшей и отдаленной перспективах могут привести к неблагоприятным ситуациям. С учетом изложенного в работе предложены методические подходы, направленные на оценку особенностей и масштабов влияния на озера совокупности естественных и антропогенных факторов. Показано то, что при этом необходимо изучать влияние как внешних, так и внутриводоемных процессов, обратив внимание на значимость экологической реабилитации водоемов как фактор, обеспечивающий ста-

бильное пользование ими, в том числе и в рекреационных целях. На примере озер, расположенных по территории Республики Башкортостан, раскрыты тенденции изменения их трофического статуса в зависимости от влияния естественных и антропогенных факторов. Подчеркнуто то, что в составе естественных наибольшее значение имеет влияние регионального отклика глобального изменения климата, антропогенных — продуктов эрозионной деятельности на водосборе, вынос нерастворенных и растворенных соединений, способствующих заилению, зарастанию и заболачиванию озер и снижение их рекреационной привлекательности. С учетом изложенного рекомендованы методы экологической реабилитации озер, что является весомым аргументом в формировании более высокого уровня рекреационного потенциала в изменяющихся социально-политических и климатических условиях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. 174 с.
2. Батанов Б.Н., Абдрахманов Р.Ф., Мустафин Р.Ф. Озера и водохранилища Башкирского Зауралья, использование их в народном хозяйстве. Вестник БГАУ, 2016. № 3. С. 7–12.
3. Воронов Ю.С. Методика определения ландшафтно-рекреационного потенциала туристского региона. Смоленск, 2017. 7 с.
4. Гареев А.М. Охрана вод суши. Уфа. РИЦ БашГУ, 2021. 336 с.
5. Гареев А.М. Реки, озера и болотные комплексы Республики Башкортостан. Уфа. Гилем, 2012. 246 с.
6. Гареев А.М. Оптимизация водоохраных мероприятий в бассейне реки (географо-экологический аспект). С.Пб.: Гидрометеиздат, 1995. 190 с.
7. Гареев А.М., Хабибуллин И.Л. Естественные и антропогенные факторы активизации развития эрозионных процессов. Уфа. РИЦ БашГУ, 2010. 122 с.
8. Гудковских М.В. Методика комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала // Географический вестник. 2017. № 1(40). С. 102–116.
9. Дегтярь А.В., Григорьев О.И. Развитие сети особо охраняемых территорий Белгородской области // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. Т. 2. № 4. 2016. С. 18–29.
10. Ермолаев О.П. Новая оценка интенсивности эрозии на европейской территории России // Тридцать седьмое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Рязань, 3–7 октября 2022 г.): Доклады и сообщения. М.МГУ, 2022. С. 15–23.
11. Зиганшин И.И., Иванов Д.В. Рекреационная емкость как показатель эколого-туристского потенциала особо охраняемых озер Республики Татарстан // Территориальная и прикладная экология. 2017. № 1. С. 95–10
12. Йоргенсен С.Э. Управление озерными системами. М.: Агропромиздат, 1985. 160 с.
13. Корба О.А. Рекреационный потенциал как основа устойчивого территориального развития. Пятигорск. ПГЛУ, 2014. 9 с.
14. Литвин Л.Ф., Кирюхина З.П., Краснов С.Ф., Добровольская Н.Г. География динамики земельной эрозии почв на европейской территории России // Почвоведение. 2017. № 11. С. 1390–1400.
15. Нурмухаметова А.Ф., Хисаметдинова А.Ю. Озеро Талкас: рекреационный потенциал и развитие оздоровительного туризма // Устойчивое развитие территорий: теория и практика. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. Сибай, 2018. С. 240–242.
16. Попов А.Н. Выбор приоритетных действий, направленных на экологическую реабилитацию непроточных и слабопроточных озер // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. № 5. 2017. С. 68–89.
17. Сайфуллина Е.Н. Возможности рационального использования природного парка “Аслы-Куль” в рекреационно-туристской деятельности. Вестник АН РБ, 2018. Т. 29. № 4. С. 80–86.
18. Шамардина И.П. Борьба с антропогенной эвтрофикацией водоемов // Общая экология. Биоэкология. Гидробиология. 1975. Т. 2. С. 61–99.
19. Dillon P., Rigler K. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status // J. Fish Res. Board Can., 1975. Vol. 32. № 9. P. 1519–1531.
20. Vollenweider R.A. Input – output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology // Schweiz. Z. Hydrol, 1975. Bd. 37. № 1. S. 53–84.

**Small and Medium-Sized Lakes: Characteristics of their Functioning at Present and Methodological Issues of their Recreational Potential Assessment (on the Example of Lakes on the Territory of the Republic of Bashkortostan)**

A. M. Gareev<sup>1, \*</sup>, E. N. Sayfullina<sup>1, \*\*</sup>, and E. M. Galeeva<sup>1, \*\*\*</sup>

<sup>1</sup>*Ufim University of Science and Technology (UUNiT), Ufa, Russia*

*\*E-mail: aufar.gareev@mail.ru*

*\*\*E-mail: sayfullina-75@mail.ru*

*\*\*\*E-mail: elya.galeewa2012@yandex.ru*

**Abstract**—The article reveals the main characteristics of the functioning of small and medium-sized lakes at present under the influence of a set of natural and anthropogenic factors, as well as methodological provisions for assessing their recreational potential. It is shown that the most significant negative changes in them occur especially in those regions which are characterised by high scales of influence of economic activity confined on their catchments. The main factors influencing the level of eutrophication of lakes and, consequently, their use for recreation purposes include such factors as the removal of dissolved and undissolved substances from catchments into water bodies themselves, siltation, changes in morphometric characteristics and reduction in the intensity of external water exchange. In order to justify the optimal parameters of recreational loads on the studied water bodies, the analysis of currently used methodological approaches was carried out, their advantages and disadvantages were revealed, which allowed to justify new approaches to the assessment of recreational potential of water bodies.

**Keywords:** lakes, catchment, connections, vulnerability, degradation, hydrological and ecological conditions, load, recreational potential

## REFERENCES

1. Antropogennoe vozdejstvie na malye ozera. L. Nauka, 1980.174 s.
2. Batanov B.N., Abdrahmanov R.F., Mustafin R.F. Ozera i vodohranilishcha Bashkirkoskogo Zaural'ya, ispol'zovanie ih v narodnom hozyajstve. Vestnik BG AU, 2016. № 3. S. 7–12.
3. Voronov Yu.S. Metodika opredeleniya landshaftno-rekreacionnogo potentsiala turistskogo regiona. Smolensk, 2017. 7 s.
4. Gareev A.M. Ohrana vod sushi. Ufa. RIC BashGU, 2021. 336 s.
5. Gareev A.M. Reki, ozera i bolotnye komplekсы Respubliki Bashkortostan. Ufa. Gilem, 2012. 246 s.
6. Gareev A.M. Optimizaciya vodohrannykh meropriyatij v bassejne reki (geografo-ekologicheskij aspekt). S.Pb.: Gidrometeoizdat, 1995.190 s.
7. Gareev A.M., Habibullin I.L. Estestvennye i antropogennye faktory aktivizacii razvitiya erozionnykh processov. Ufa. RIC BashGU, 2010. 122 s.
8. Gudkovskih M.V. Metodika kompleksnoj ocenki turistsko-rekreacionnogo potentsiala // Geograficheskij vestnik. 2017. № 1(40). S. 102–116.
9. Degtyar' A.V., Grigor'ev O.I. Razvitie seti osobo ohranyaemykh territorij Belgorodskoj oblasti // Nauchnyj rezul'tat. Tekhnologii biznesa i servisa. T. 2. № 4. 2016. S. 18–29.
10. Ermolaev O.P. Novaya ocenka intensivnosti erozii na evropejskoj territorii Rossii // Tridcat' sed'moe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinacionnoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh processov (g. Ryazan', 3–7 oktyabrya 2022 g.): Doklady i soobshcheniya. M.MGU, 2022. S. 15–23.
11. Ziganshin I.I., Ivanov D.V. Rekreatcionnaya emkost' kak pokazatel' ekologo-turistskogo potentsiala osobo ohranyaemykh ozer Respubliki Tatarstan // Territorial'naya i prikladnaya ekologiya. № 1. 2017. S. 95–10.
12. Jorgensen S.E. Upravlenie ozernymi sistemami. M.: Agropromizdat, 1985.160 s.
13. Korba O.A. Rekreatcionnyj potentsial kak osnova ustojchivogo territorial'nogo razvitiya. Pyatigorsk. PGLU, 2014. 9 s.
14. Litvin L.F., Kiryuhina Z.P., Krasnov S.F., Dobvol'skaya N.G. Geografiya dinamiki zemleled'cheskoj erozii pochv na evropejskoj territorii Rossii // Pochvovedenie. 2017. № 11. S. 1390–1400.
15. Nurmuhametova A.F., Hisametdinova A.Yu. Ozero Talkas: rekreatcionnyj potentsial i razvitie ozdorovitel'nogo turizma // Ustojchivoe razvitie territorij: teoriya i praktika. Materialy 1H Vse-rossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii.Sibaj, 2018. S. 240–242.

16. Popov A.N. Vybory prioritnykh deystvij, napravlennykh na ekologicheskuyu reabilitaciju neprotochnykh i slaboprotochnykh ozer // Vodnoe hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. № 5. 2017. S. 68–89.
17. Sajfullina E.N. Vozmozhnosti racional'nogo ispol'zovaniya prirodnoho parka "Asly-Kul" v rekreacionno-turistskoj deyatelnosti. Vestnik AN RB, 2018. Tom 29. № 4. S. 80–86.
18. Shamardina I.P. Bor'ba s antropogennoj evtrofikaciej vodoemov // Obshchaya ekologiya. Biocenologiya. Gidrobiologiya. 1975. T. 2. S. 61–99.
19. Dillon P., Rigler K. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status // J. Fish Res. Board Can., 1975. Vol. 32. № 9. P. 1519–1531.
20. Vollenweider R.A. Input – output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology // Schweiz. Z. Hydrol., 1975. Bd. 37. № 1. S. 53–84.