ОЗЕРА

Национальный парк «Нарочанский»

Озера занимают центральное место среди водных объектов Национального парка «Нарочанский». Естественных водоемов более 50, и они – важнейшие элементы местных ландшафтов, экосистем и природного гидрологического цикла, регуляторы поверхностного стока. Водоемы Нарочанского края имеют ледниковое происхождение, озерные котловины окончательно сформировались примерно 9–10 тыс. лет назад. Географы выделяют несколько типов озерных котловин по их происхождению: подпрудные (озера Нарочь, Мядель, Мястро), образованные между моренными грядами при накоплении талых ледниковых вод в понижениях; ложбинные (озера Болдук, Глубля, Свирь, Свирьнище, Волчино, Лотвины), возникшие в результате ледникового выпахивания и эрозионной деятельности талых вод; эворзионные (озера Рудаково, Глубелька), которые образовались в период интенсивного таяния ледников падающими с них водами и вымывшими в грунте глубокие воронки; термокарстовые (оз. Кузьмичи), появившиеся в морене на месте вытаивания погребенных ледяных глыб; мелководные остаточные (озера Баторино, Белое), оставшиеся на месте приледниковых водоемов. По размерному морфометрическиму показателю водоемы можно разделить на крупные с площадью зеркала от 5 до 80 км^2 (Нарочь, Мястро, Баторино, Мядель, Свирь, Вишневское, Великие Швакшты), средние – от 1,0 до 5,0 км^2 (Белое, Дягили,) и малые – с площадью менее 1,0 км^2.

Национальному парку «Нарочанский» передано в постоянное пользование 43 озера. В данном справочнике представлены сведения о 48 естественных водоемах, их суммарная площадь 16,44 тыс. га – это 19% территории Национального парка.

По признакам географического расположения и принадлежности к одной речной системе нарочанские озера издавна разделены на 4 группы: Нарочанскую, Мядельскую, Болдукскую, Свирскую. Авторский коллектив предложил выделить пятую группу – Швакштинскую, предполагая, что часть ее водоемов расположена за пределами парка. Несколько озер (Дягили, Кузьмичи) не относятся к какой-либо группе.

Нарочанская группа (система р. Нарочь, бассейн р. Неман) – природное ядро Национального парка в его центральной части на территории протяженностью около 20 км с З на В и 15 км с С на Ю. Включает, кроме самого большого в Беларуси озера Нарочь и близлежащих крупных водоемов Мястро и Баторино, «россыпь» малых озер площадью от 3 до 25 га. Большинство их находится на участке заповедной зоны Национального парка площадью около 3000 га (природный комплекс «Черемшицы»), где преобладают естественные природные процессы. Побережья и водосборные территории озер Нарочь, Мястро, Баторино и Белое испытывают сильное воздействие селитебных и рекреационных зон, а также сельскохозяйственной деятельности.

Озера разного лимнического типа – Нарочь, Мястро, Баторино, связанные между собой в единую экосистему, были выбраны учеными в качестве модельных водоемов для проведения полевых и экспериментальных исследований по изучению закономерностей биологической продуктивности и процессов биотического круговорота, протекающих в озерных экосистемах различного типа. До настоящего времени эти озера являются полигоном для проведения фундаментальных исследований по изучению биологического разнообразия, расшифровке сложнейших механизмов процессов самоочищения, формирования качества воды, продуктивности водоемов разного типа.

В составе ***Болдукской группы*** (система р. Страча, бассейн р. Неман), расположенной в СЗ части Национального парка в пределах территории протяженностью около 6,5 км с З на В и 4,5 км с С на Ю, 15 озер. Водоемы Болдукской группы формируют ядро природного комплекса «Голубые озера», уникального особенностями рельефа территории (озовые гряды и камовые холмы с перепадом высот до 50–60 м), почти на 90% занятой лесами и мало подверженной антропогенному воздействию. Функциональным зонированием территории Национального парка данный природный комплекс хорошо «защищен» режимами заповедной зоны и зоны регулируемого использования.

Мядельская группа (система р. Мяделка, бассейн р. Западная Двина) занимает пространство примерно 12 км с С на Ю и 6 км с З на В в северной части Национального парка, и, кроме оз. Мядель, включает 10 средних и малых водоемов среди моренно-озерных ландшафтов. Водосборная территория отличается невысокой степенью облесенности, значительно трансформирована (распахана), находится преимущественно в составе хозяйственной зоны и зоны регулируемого использования Национального парка.

Свирская группа (система р. Страча, бассейн р. Неман) вытянута в ЮЗ части парка на 23 км с СЗ на ЮВ и представлена цепочкой из 4 водоемов, крупнейшими из которых являются Свирь и Вишневское.

Швакштинская группа (система р. Страча, бассейн р. Неман) включает озера Великие (Большие)Швакшты, Малые Швакшты (расположено в охранной зоне Национального парка) и Белоголовое в С части Национального парка на территории 7 км с С на Ю и 4,5 км с З на В, соседствует и тесно связана в гидрологическом отношении с Болдукской группой.

Мелководные озера Дягили и Кузьмичи расположены отдельно от водоемов из вышеназванных групп.

В водоемах на территории парка обитает 25 видов рыб, 18 из которых принадлежат к аборигенной фауне (щука, окунь, лещ, карась золотой, плотва, ряпушка, язь, красноперка, линь, густера, уклея, верховка, пескарь, ерш, налим, сом, вьюн, подкаменщик), 6 видов (сазан, карп, карась серебряный, судак, сиг, угорь) появилось в результате рыбоводных мероприятий, 1 – колюшка трехиглая – проник в озера спонтанно. К наиболее ценным сигово-снетковым водоемам относится оз. Нарочь, к лещево-судачьим – оз. Мястро. В группу лещево-щучье-плотвичных озер входят Вишневское, Баторино, Мядель, Большие Швакшты, Свирь, Княгининское, Дягили. Самую большую группу из 21 водоема образуют окунево-плотвичные озера (Болдук, Глубелька, Глубля, Рудаково и сравнительно небольшие водоемы Болдукской и Мядельской групп). Остальные 13 мелководных водоемов относятся к карасево-линевой группе.

Водоемы Нарочанского региона различаются по проточности. Время полного водообмена изменяется от 33 лет в оз. Болдук до 1 года в оз. Баторино. Гидрохимический режим озер также имеет широкий диапазон изменчивости показателей. Химический состав воды

формируется за счет качества и объема приточных вод с водосборной территории. Основное количество растворенных и взвешенных веществ поступает с водами впадающих ручьев, дренирующих населенные, сельскохозяйственные территории и естественные угодья, а также с диффузным стоком. Для крупных водоемов существенное значение имеют атмосферные осадки, выпадающие на акваторию. Вода большинства озер относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы со средней минерализацией. И лишь небольшие озера в природных комплексах «Черемшицы» и «Голубые озера» характеризуются крайне низкой минерализацией.

На основе физико-химических и биологических параметров, с учетом лимнического типа и степени антропогенного воздействия дана оценка экологического состояния исследованных водоемов.

Экологическое состояние определяется многими факторами. Сюда входят морфологические и гидрологические особенности озер (генезис и строение озерной котловины, связь с водосборной территорией, интенсивность водообмена, температурный режим, тип перемешивания и др.), которые предопределяют степень устойчивости лимнической системы ко внешним воздействиям. Безусловно, важнейшее значение имеют типы природопользования и степень антропогенного воздействия на водосборной территории.

В лимнологической практике существует ряд параметров, позволяющих количественно оценить качество воды и трофический уровень водоема.

Согласно существующей классификации трофического статуса водоемов, разработанной на основе ряда концентрационных и функциональных показателей в водной массе (содержание хлорофилла-*a*, величина фотосинтеза, концентрация общего фосфора и др.), озера Национального парка включают в себя следующие градации по степени возрастания: мезотрофные с признаками олиготрофии, мезотрофные, слабоэвтрофные, эвтрофные и гиперэвтрофные. Соответственно качество воды снижается от высокого до удовлетворительного и низкого. Отдельно стоят озера с признаками дистрофии (закисленные водоемы на заболоченных водосборах, например, Мертвое, Белоголовое, Бездонница).

Газовый режим, в первую очередь кислородный, является важнейшей характеристикой состояния водоема. При этом наличие зон с малым содержанием кислорода и даже сероводородной зоной вовсе не означает деградации экосистемы. Как будет показано ниже, это обусловлено морфометрическими и гидрологическими особенностями, определяющими тип перемешивания озер.

К важнейшим показателям состояния экосистемы относится режим биогенных элементов (азот, фосфор, калий и др.), являющихся материальной основой биотического круговорота. Для озер Нарочанского региона первоочередным биогенным элементом является фосфор. Соединения именно этого элемента лимитируют уровень первичной продукции лимнической системы. С биогенным режимом сопряжен уровень первичной продукции фитопланктона, мерой которого служат концентрация в воде хлорофилла-*a*, а также уровень аэробной деструкции планктона и биохимического потребления кислорода (БПК). Эти параметры, наряду с режимом органических и взвешенных веществ, формируют качество воды и трофический статус водоема, интегральным показателем которого является прозрачность воды.

Для озер, в которых изучались гидробиологические параметры, приведены важнейшие сведения о видовом разнообразии, численности и биомассе фито- и зоопланктона, макрозообентоса, численности и биомассе бактериопланктона и видовом составе водной растительности.

Регламент справочника не позволяет дать полную характеристику исследованных показателей. Все без исключения исследованные физико-химические и гидробиологические показатели имеют годовую и/или сезонную динамику, поэтому в таблицах приведены средние данные (X) и стандартное отклонение (±SD) наблюдаемого ряда величин во время вегетационного сезона (май–октябрь) (исключение составляют материалы разовых наблюдений).

Для понимания процессов, происходящих в водных экосистемах, ниже приведены наиболее характерные примеры важнейших показателей для разных лимнических типов.

Одной из важнейших характеристик озерных экосистем, определяющих закономерности их функционирования, является тип перемешивания. Для водоемов умеренной климатической зоны, к которым относятся наши водоемы, характерны два типа перемешивания – димиктический и полимиктический. Суть этих процессов состоит в следующем. В подледный период в озерах любого типа развивается обратная температурная стратификация (расслоение водной толщи), когда температура воды в подповерхностном слое близка к нулевой и повышается с глубиной до максимальных значений в придонном слое, достигающих 4–5°С. После вскрытия озер ото льда начинается прогрев водной массы и частичное или полное ее перемешивание при переходе температуры через отметку 4°С, когда вода, в силу ее аномальных физических свойств, имеет наибольшую плотность. Такое же перемешивание происходит и осенью, когда поверхностные слои воды охлаждаются до температуры 4°С. В летний период развивается прямая стратификация, когда температура в поверхностных слоях выше или равна таковой в придонных слоях. При этом в димиктических озерах перемешивание случается лишь дважды (весной и осенью), стратификация резко выражена, и в придонных слоях температура остается довольно низкой в течение всего года (4–5°С). Это характерно для сравнительно небольших глубоководных озер (Мядель, Рудаково, Глубля, Глубелька, Болдук и др.). Для относительно мелководных и/или больших по площади водоемов характерен полимиктический тип перемешивания. В продолжительные периоды жаркой безветренной погоды здесь также развивается временная стратификация водной толщи, но она периодически полностью разрушается за счет ветрового перемешивания (к таким водоемам относится большинство наших мелководных озер, а также такие крупные озера как Нарочь, Мястро и Баторино).

Тип перемешивания во многом определяет газовый режим водной толщи. Наиболее характерные примеры кислородного режима озер Национального парка «Нарочанский» приведены на рисунках 1–3.

В глубоких димиктических озерах, примером которых является оз. Глубля, в течение всего года четко

прослеживается неоднородность распределения растворенного в воде кислорода в столбе воды (рис. 1). В конце подледного периода содержание растворенного в воде кислорода в поверхностных слоях составляет около 9 мг O_2/л, что соответствует 64% насыщения. В придонных слоях концентрация кислорода снижается до 4,3 мг O_2/л (32% насыщения), однако аноксии (полного отсутствия кислорода) в зимнее время в этом озере, как и в оз. Рудаково, не наблюдается. Летом содержание кислорода в поверхностных слоях близко к 100% насыщения; ниже, на глубине около 5 м, формируется так называемая зона термоклина (зона температурного скачка, когда температура снижается на 1°С и более в слое воды толщиной 1 м), где в силу плотностных различий воды в массе развивается фитопланктон (микроскопические водоросли). Содержание кислорода здесь вследствие усиленного фотосинтеза достигает экстремально высоких величин (12–13 мгO_2/л), что соответствует 130–140% насыщения. С увеличением

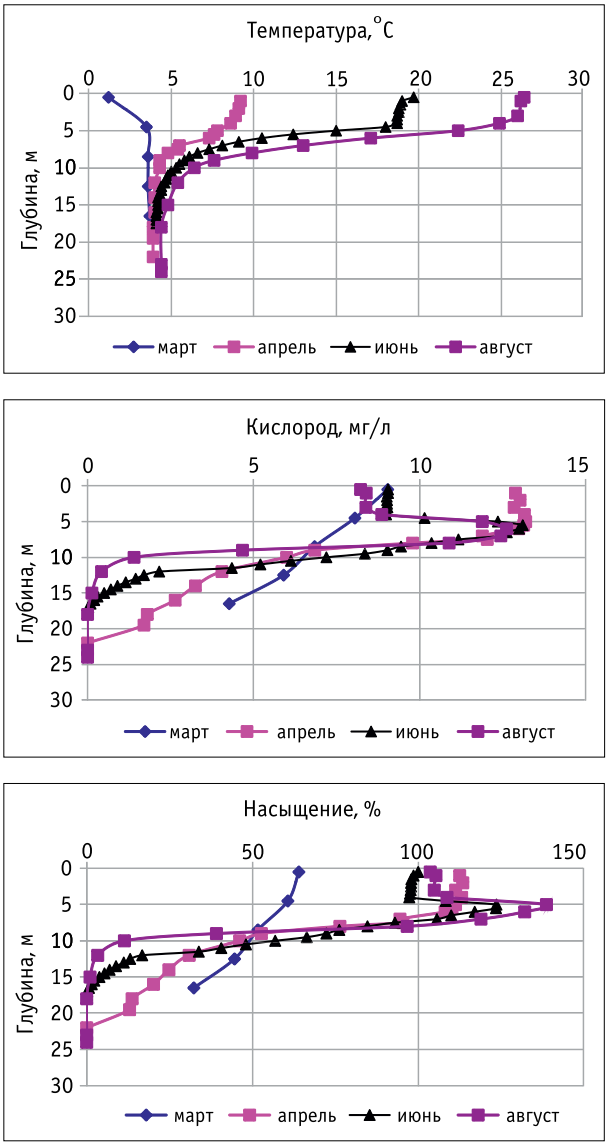

Рис. 1. Вертикальное распределение температуры и растворенного в воде кислорода (мг/л и процент насыщения) в димиктическом оз. Глубля

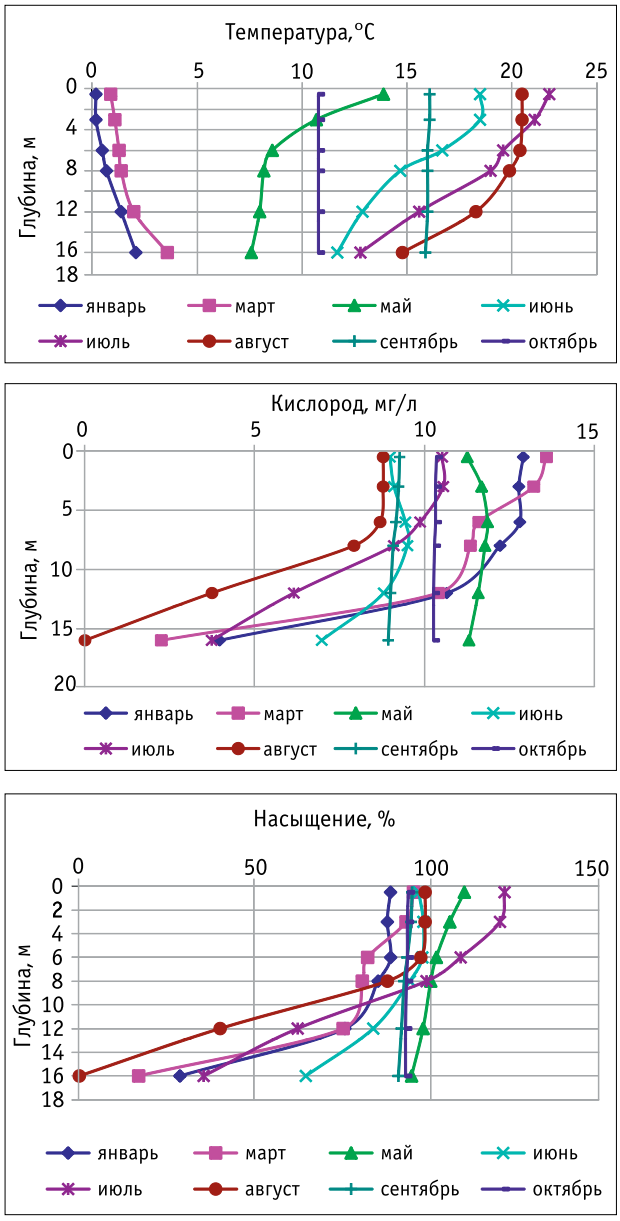

Рис. 2. Вертикальное распределение температуры и растворенного в воде кислорода (мг/л и процент насыщения) в полимиктическом оз. Нарочь

глубины содержание растворенного в воде кислорода стремительно уменьшается и глубже 10 м наблюдается гипоксия (крайне низкое его содержание) вплоть до полного исчерпания (аноксии). Во многих димиктических озерах (Глубелька, Ячменек и др.) на больших глубинах формируется сероводородная зона.

Иная картина наблюдается в типичном полимиктическом оз. Нарочь (рис. 2). Здесь в подледный период на фоне обратной температурной стратификации кислородный режим остается благоприятным для гидробионтов. Содержание растворенного в воде кислорода в столбе воды составляет 10,5–13,5 мгO_2/л, снижаясь лишь в придонном слое до 4,0–2,5 мгO_2/л. В период открытой воды при полном ветровом перемешивании водной массы кислород распределяется равномерно по всей водной толще. Однако при продолжительной штилевой погоде, как это наблюдалось 2010 и 2011 гг.,

развивается температурная стратификация, приводящая к заметному исчерпанию кислорода в придонных слоях (как правило, в июле-августе) вплоть до развития аноксии. В такие периоды возникают условия, неблагоприятные для существования гидробионтов, приводящие в ряде случаев к их гибели. Примерами могут служить массовое заболевание аэромонозом и гибель угря летом 1999 г. и сеголетков ряпушки в 2002 г. При разрушении стратификации в результате интенсивного ветрового перемешивания кислородный режим в озере нормализуется.

Кислородный режим остальных водоемов Национального парка вписывается в приведенные выше условия. Исключение составляет оз. Глубелька, где полного перемешивания водной массы не происходит вообще (рис. 3), причины чего обсуждаются ниже.

Озеро Глубелька, по всей вероятности, принадлежит к чрезвычайно редкому типу меромиктических водоемов, в которых отсутствует полное перемешивание водной массы даже в периоды весенней и осенней гомотермии. Причиной этого является сильная минерализация придонного слоя, который в силу высокой плотности воды не участвует в термической и ветровой циркуляции. При общей минерализации (концентрация растворенных солей) в столбе воды 180–200 мг/л минерализация придонного слоя достигает 350–400 мг/л. В озере постоянно присутствуют аэробная (кислородная) и анаэробная (бескислородная) зоны, в которых круговорот веществ происходит принципиально различным образом. В аэробном верхнем слое толщи воды большую роль играет фитопланктон и идут процессы оксигенного фотосинтеза и аэробной деструкции органического вещества. В анаэробной афотической (бескислородной темновой) зоне в присутствии сероводорода идут процессы бактериального хемосинтеза, в связи с чем в придонных слоях отмечены чрезвычайно высокие концентрации бактерий, превышающие 20 млн клеток/мл (обычные для озерных вод величины – 1–5 млн клеток/мл). На границе слоя, насыщенного сероводородом, создаются условия для бурного развития пурпурных серобактерий, окрашивающих воду в розоватый цвет.

Как уже указывалось, продукционный уровень экосистемы контролируется запасом в воде соединений фосфора, который в значительной мере поступает с водосборной территории, формируя так называемую внешнюю фосфорную нагрузку водоема. В лимнологической практике существуют понятия допустимой с точки зрения морфо-гидрологических особенностей водоема внешней фосфорной нагрузки, при которой озеро сохраняет (или сохраняло бы) мезотрофный уровень с хорошим качеством воды. Существует понятие фактической фосфорной нагрузки, которая оценивается на основании натурных наблюдений, и «критический» уровень нагрузки, выше которого экосистема начинает деградировать. Этот подход применен нами для оценки степени антропогенного влияния на водоем. При отношении фактической внешней фосфорной нагрузки к критической, равном 1 и менее, антропогенное воздействие считается умеренным, при достижении этого показателя величины ≥ 2,0 антропогенный стресс превышает допустимый для экосистемы уровень.

Изложенные выше материалы, а также современные представления о закономерностях функционирования

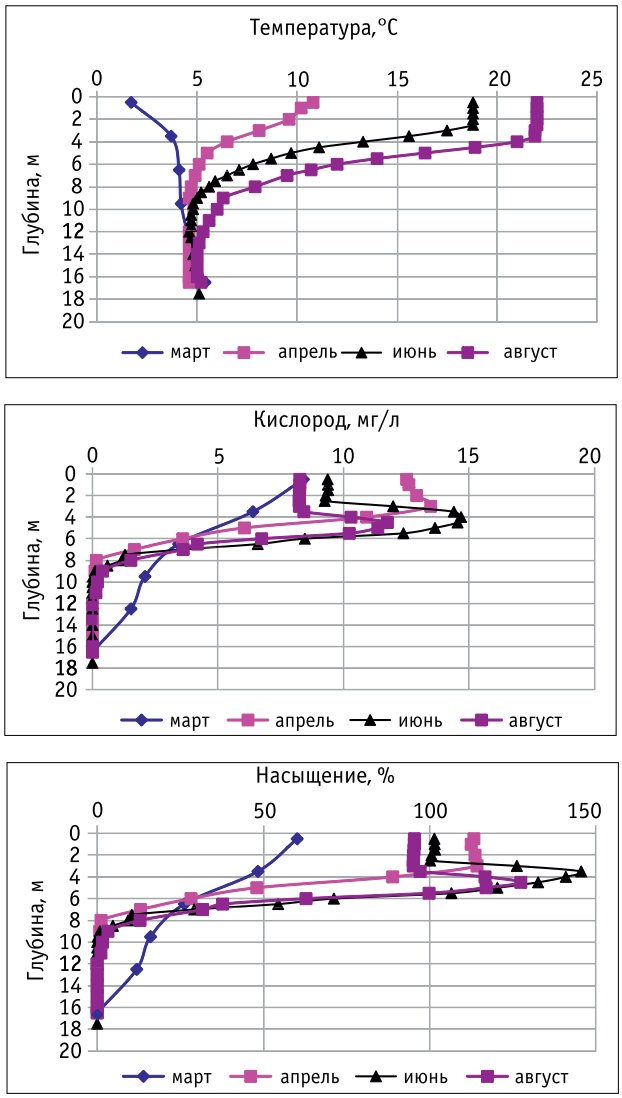

Рис. 1. Вертикальное распределение температуры и растворенного в воде кислорода (мг/л и процент насыщения) в меромиктическом оз. Глубелька

озерных экосистем, их устойчивости к антропогенным нагрузкам, в том числе и рекреационным, позволяют дать обобщенную картину экологического состояния отдельных озер Национального парка. В качестве таких характеристик взяты:

- трофический статус водоема;
- уровень антропогенной нагрузки, характеризующийся отношением фактической и критической для данного водоема биогенных нагрузок;
- обобщенная эколого-санитарная оценка качества воды в выражении «очень высокое», «высокое» и т.д.;
- рекреационный потенциал, включающий важнейшие моменты качества объекта для рекреации (аттрактивность – эстетический потенциал, качество воды и др.) в выражении «очень высокий», «высокий» и т.д.

Обобщенные материалы о гидроэкологическом состоянии исследованных озер и их природно-ресурсная оценка приведены в таблице.

Таким образом, территория Национального парка «Нарочанский» включает весьма широкое разнообра-

зие озерных водоемов, различающихся по физико-химическим параметрам, величине антропогенной нагрузки, типу функционирования (трофический тип), эстетическому и в целом рекреационному потенциалу.

Наиболее высокими рекреационными достоинствами отличаются исключительно живописные озера Болдукской группы и оз. Нарочь, относящиеся по уровню антропогенной нагрузки к I категории. Однако следует иметь в виду, что озера Глубля, Глубелька и Болдук в силу гидролого-морфометрических особенностей имеют относительно низкий самоочистительный потенциал и очень чувствительны к антропогенным нагрузкам. Озеро Нарочь в силу самой высокой для территории Национального парка рекреационной нагрузки также следует выделять в водоем, требующий особого внимания.

Обширную группу на территории Национального парка составляют озера с показателем уровня антропогенной нагрузки в пределах 1,0–1,9 (II и III категории). Несмотря на более низкое относительно озер I категории качество воды, водоемы этой группы тем не менее обладают высокими рекреационными достоинствами. Особо следует отметить мезотрофные озера Рудаково и Мядель, живописность и хорошее качество воды которых позволяет отнести их к водоемам с «очень высоким» рекреационным потенциалом. Высоким рекреационным потенциалом, удобством для стационарного отдыха отличаются в этой группе и мезотрофное и слабоэвтрофное озера Мястро и Белое.

Мелководные озера Баторино, Большие Швакшты, Свирьнище и Кузьмичи – эвтрофные с характерным для данного типа низким качеством воды и невысоким рекреационным потенциалом – относятся к категории водоемов, где фактическая биогенная нагрузка в два и более раз превышает критическую. Рекреационные нагрузки на данные водоемы должны быть умеренными с целью сохранения этих водоемов в прежнем состоянии как можно дольше.

В данном справочнике информация о каждом озере сформирована и представлена в виде его лимнологического «паспорта», включающего геоморфологические характеристики, координаты объекта (рассчитанный геоинформационной системой геометрический центр водоема), местоположение водоема в соответствии с функциональным зонированием территории Национального парка, гидрохимические и гидроэкологические показатели, трофность и др.

Для крупных водоемов – Нарочь, Мястро, Баторино – представлены результаты многолетних мониторинговых исследований. Круглогодичные циклы наблюдений имеются для озер Рудаково, Большие Швакшты, Белое, Болдук, Глубля, Глубелька, Ячменек и Мертвое. Кроме того, в справочник включена информация и о других озерах, которые наблюдались эпизодически, преимущественно в летнее время.

Информация о водоемах структурирована согласно их принадлежности к группам озер, а внутри группы – в порядке убывания площади зеркала. Каждому озеру присвоен буквенно-цифровой индекс для удобства нахождения его расположения на общей картосхеме (вклейка) и в сводных таблицах приложения к справочнику.

Обобщенная природно-ресурсная оценка озер Национального парка «Нарочанский»

Озеро	Трофический тип	Соотношение фактической и критической биогенной нагрузки	Качество воды	Рекреационный потенциал
< 1 (категория I)				
Глубля	мезотрофный	0,4	высокое	очень высокий
Глубелька	мезотрофный	0,6	высокое	очень высокий
Нарочь	мезотрофный с признаками олиготрофии	0,8	высокое	очень высокий
Лотвины	эвтрофный	0,8	удовлетворительное	высокий
Белое	слабоэвтрофный	0,8	удовлетворительное	высокий
Болдук	мезотрофный	0,9	высокое	очень высокий
1,0→1,4 (категория II)				
Рудаково	мезотрофный	1,3	высокое	очень высокий
Волчино	слабоэвтрофный	1,4	удовлетворительное	высокий
1,5→1,9 (категория III)				
Мядель	мезотрофный	1,6	высокое	очень высокий
Свирь	эвтрофный	1,6	удовлетворительное	высокий
Мястро	мезотрофный	1,7	высокое	высокий
Вишневское	слабоэвтрофный	1,9	удовлетворительное	высокий
≥2,0 (категория IV)				
Баторино	эвтрофный	2,2	удовлетворительное	низкий
Большие Швакшты	высокоэвтрофный	2,2	удовлетворительное	низкий
Свирьнище	эвтрофный	2,4	удовлетворительное	низкий
Кузьмичи	эвтрофный	2,4	удовлетворительное	низкий