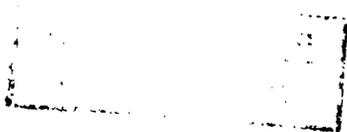


Министерство просвещения РСФСР
Ленинградский ордена Трудового Красного Знамени
государственный педагогический институт
им. А. Н. Герцена



На правах рукописи

ВОРОБЬЕВ
Герман Алексеевич

ЛАНДШАФТНАЯ ТИПОЛОГИЯ МАЛЫХ ОЗЕР И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

(на примере западной части Вологодской области)

Диссертация написана на русском языке
Специальность: 11.00.01 — физическая география

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Ленинград
1974

Диссертация выполнена на кафедре физической географии Ленинградского ордена Трудового Красного Знамени государственного педагогического института имени А. И. Герцена.

Научный руководитель — кандидат географических наук, доцент В. К. Маляревский.

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор Б. Б. Богословский, кандидат географических наук, доцент О. Н. Казакова.

Ведущее учреждение — кафедра физической географии Ярославского государственного педагогического института имени К. Д. Ушинского.

Автореферат разослан _____ 1974 г.

Защита диссертации состоится на заседании ученого совета по географическим наукам и методике преподавания географии Ленинградского ордена Трудового Красного Знамени государственного педагогического института имени А. И. Герцена _____ 1974 г.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке института.

Отзывы на автореферат просим направлять по адресу: 191186, Ленинград, Набережная р. Мойки, 48, ЛГПИ, им. А. И. Герцена, отдел аспирантуры.

Ученый секретарь совета.

Рациональное использование ресурсов внутренних водоемов требует изучения глубоких взаимосвязей, лежащих в основе озерных процессов. Без этого невозможны их хозяйственная оценка и лимнологический прогноз. Крупные водоемы относительно автономны, малые же озера в значительной мере зависят от окружающего ландшафта, с которым они образуют единую систему. Вместе с тем исследование степени обусловленности озерных процессов ландшафтными условиями представляет сравнительно мало изученную проблему.

Ввиду огромного разнообразия малых озер необходимой предпосылкой к их рациональному использованию является типизация по совокупности характерных признаков. Исходя из представления о малых озерах как частях ландшафта, автор считает, что и классификация их должна строиться на ландшафтной основе.

Эти положения были исходными при постановке задач настоящего исследования, которое заключалось: 1) в выявлении типологических особенностей озер, находящихся в различных ландшафтах периферии валдайского оледенения; 2) в установлении возможности хозяйственной оценки озер на ландшафтной типологической основе.

Исследования выполнялись в западной части Вологодской области, одном из наиболее озерных регионов северо-запада Русской равнины. Здесь находятся такие озера как Белое, Воже, Кубенское, частью Онежское и свыше 1300 малых озер. Наименее изученные малые озера и явились объектом исследования автора в 1969—1973 гг. в составе экспедиции Вологодского педагогического института. Кроме того, изучались группы озер на ключевых участках.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. В рукописи 148 страниц текста, 60 таблиц, 18 рисунков, список литературы, включающий 298 наименований.

Во введении рассматриваются методологические вопросы ландшафтной лимнологии как особого направления в науке, задачи и методика исследования.

776550

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ОБЛАСТНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ
ИМ. А. С. ДАВУШКИНА

Сочетание метода «ключей» с использованием материалов экспедиционных маршрутных исследований по 275 озерам позволяет достаточно объективно судить о степени характерности ландшафтных и лимнологических особенностей избранных ключевых участков для ландшафта в целом, а также выявить типологические особенности озер прочих ландшафтов региона.

Ландшафтно-лимнологические исследования на ключевых участках в основном выполнялись по методике Института озероведения АН СССР. В моренно-холмистых ландшафтах со сложной структурой — Белозерско-Кирилловском (группа А) и Мелорско-Андомском (группа Б) — в бассейнах озер проводилась ландшафтная съемка. В двух других — озерно-ледниково-равнинных ландшафтах с довольно однообразным сочетанием урочищ — Божезерском (гр. В) и Молого-Судском (гр. Г) — ландшафтные исследования ограничивались профилированием на площади водосборных бассейнов. Анализ их структуры проводился по карте С. Н. Казаковой, Н. Н. Павловой, Э. В. Дашкевич.

Лимнологические исследования включали уточнение морфометрии, изучение донных отложений, гидрологические и гидрохимические наблюдения, картирование ассоциаций макрофитов. Пробы воды и илов анализировались в Вологодском педагогическом институте Л. А. Коробейниковой, Вологодской санитарно-эпидемиологической станции, Центральной химлабораторией Северо-Западного территориального геологического управления (СЗТГУ). Гранулометрические анализы грунтов выполнены в лаборатории Вологодской экспедиции института «Росгипрозем», палинологические — в лаборатории СЗТГУ Э. С. Пленшцевой.

Помимо полевых материалов и литературных источников в диссертации используются фондовые материалы ряда организаций.

Ландшафты западной части Вологодской области и место озер в них

Основные природные особенности рассматриваемой части области определяются положением ее в таежной зоне (подзонах средней и южной тайги), близостью к Атлантике и региональными факторами. Среди последних особое значение имело валдайское оледенение, одним из следствий которого является высокий показатель озерности территории (5,1% при средней для области величине 2,0%). Сохранению здесь озер способствует малый врез речных долин, связанный с относительно молодым возрастом территории, и превышение осадков над испарением.

При взаимодействии зональных и аazonальных факторов территория дифференцировалась на ландшафты (физико-географические районы), различающиеся морфологической структурой, в том числе озерностью.

В основном придерживаясь принципов ландшафтного районирования Вологодской области О. Н. Казаковой и соавторов (Казакова, 1958; Казакова и др., 1971), но учитывая наряду с генезисом, морфологией, хозяйственной освоенностью также геохимические особенности (карбонатность), озерность ландшафтов и типологические черты озер, автор вносит некоторые коррективы в ландшафтную карту рассматриваемой части области. Дополнительно выделены Андогский моренно-холмистый южнотаежный ландшафт, особенностью которого является отсутствие озер на плакорах, и Кубеноозерский озерный южнотаежный ландшафт, характеризующийся сопряженными с реликтовым озером комплексами урочищ озерных бережков и древних озерных террас. В Белозерско-Кирилловский ландшафт включаются генетически единые Белозерская и Кирилловская гряды. В их пределах почвообразующие породы в основном карбонатны, в то время как в сходном по структуре Мегорско-Андогском ландшафте они представлены некарбонатными разностями.

По генезису и типу морфологических структур все ландшафты отнесены к трем группам: 1) абразионно-аккумулятивные озерно-ледниковые; 2) ледниково-аккумулятивные моренно-холмистые; 3) ледниково-аккумулятивные моренно-равнинные. В каждой из этих групп различны эволюция ландшафтов, генезис озерных котловин и степень озерности. Больше всего водоемов в моренно-холмистых ландшафтах Поозерья-Белозерско-Кирилловском и Мегорско-Андогском (соответственно 86 и 96 на 1000 кв. км площади), но степень озерности выше в ландшафтах озерно-ледниковых равнин Белозерском (26,1), Кубеноозерском (19,6), Вожезерском (15,4), в основном за счет крупных водоемов.

Сравнение материнских пород, облесенности, заболоченности, сельскохозяйственной освоенности, морфологической структуры водосборных бассейнов ключевых групп озер с теми же показателями соответствующих ландшафтов свидетельствует, что выбранные «ключи» отражают основные особенности этих ландшафтов.

Морфология озерных котловин и морфометрия озер

Озера с котловинами различной формы по-разному взаимодействуют с водосборным бассейном. Но, поскольку морфологические особенности котловин связаны с генезисом и эволюцией ландшафтов, каждому из них присущи определенные типы озерных котловин.

За основу типизации озерных котловин принята классификация А. А. Асеева (1967), применительно к рассматриваемому региону дополненная П. П. Антиновым и автором (Воробьев, 1971).

По генезису озерные котловины делятся на группы, внутри которых выделяются морфо-генетические типы.

Среди ледниковых котловин, преобладающих в моренно-холмистых ландшафтах, выделены типы аккумулятивных, аккумулятивно-посадочных, ложбинно-рытвинных, аккумулятивно-карстовых; в группе остаточных от древних водоемов, доминирующих в ландшафтах озерно-ледниковых равнин, — остаточно-эрозионные (Вожезерский ландшафт), остаточно-лагунные (Южно-Онежский ландшафт) и пойменные озера Верхне-Сухонского ландшафта. Особый тип представляют остаточно-тектонические котловины крупных озер. Весьма немногочисленные эолово-аккумулятивные котловины встречаются в Молого-Судском ландшафте; в грядово-озерковые комплексы верховых болот входят озера с котловинами биогенно-вторичного происхождения.

Наиболее распространенные типы озерных котловин охарактеризованы морфометрическими показателями: средней и наибольшей глубин, относительной глубины (по Иванову, 1949), удлинённости (по Григорьеву, 1959), емкости (по Верещагину, 1930). Озера по ландшафтам характеризуются также процентной величиной площади с глубиной до 2 м (Сорокин, 1968), а в ключевых группах «открытостью» — отношением площади водного зеркала к средней глубине (Верещагин, 1930).

К классу относительно глубоких принадлежат озера с котловинами аккумулятивно-карстового типа (средний показатель глубинности 5,7). Остаточные озера, как правило, относятся к классам мелких и очень мелких. Среди других типов котловин выделяются удлинённой формой ложбинно-рытвинные (показатель удлинённости 6,1). Наибольшую емкость (0,67) имеют озерные чаши котловин остаточного происхождения. Распространением различных типов озерных котловин определяются особенности морфометрии озер соответствующих ландшафтов.

Согласно выполненным расчетам в моренно-холмистых ландшафтах преобладают озера «нормальной» глубины (показатель относительной глубины от 2 до 4), во всех других ландшафтах озера преимущественно мелководны, и акватория с глубиной до 2 м составляет в них от 57% (Вожезерский ландшафт) до 96% площади (Верхне-Сухонский ландшафт). Из общего объема водной массы малых озер в 2,09 куб. км 74% приходится на озера ландшафтов моренно-холмистых равнин.

Величина открытости изменяется от 0,1 (Кумозеро, гр. А) до 17,8 (оз. Колоденское, гр. Г). Чем больше «открытость» водоемов, тем значительнее ветровое влияние на озерные процессы, что особенно заметно на Молого-Судской низине.

Относительная емкость озерных чаш самые низкие значения имеет в моренно-холмистых ландшафтах. В большинстве озер

гр. Б она приближается к показателю емкости конуса (0,33), форме, при которой водообмен особенно затруднен. Сложная форма озерных котловин (лопастная, овально-лопастная, вытянуто-лопастная), типичная для этих ландшафтов, значительные глубины и вертикальная расчлененность способствуют неоднородности водных масс и термической стратификации. Простая округлая форма, мелководность, открытость остаточных озер влекут за собой большую однородность в них водных масс.

Гидрологические и гидрохимические особенности озер

Основные особенности озер как географических объектов связаны с замедленным водообменом, от интенсивности которого зависит степень воздействия ландшафтных условий на лимнологические процессы. По величине показателей условного водообмена и удельного водосбора (по Григорьеву, 1958) озера отнесены к трем группам. К слабоводообменным (ПУВ меньше I, УВ до 10 кв. км) принадлежат водоемы Молого-Судского ландшафта и половина озер из групп моренно-холмистых ландшафтов. Смена водной массы в них при условии средней водности может происходить за время от года до нескольких лет. К высоководообменным (ПУВ 5-50, УВ более 100 кв. км) относятся озера Вожезерского ландшафта, водная масса в которых может сменяться несколько раз в год. Остальные озера входят в группу средневодообменных.

От величины удельного водосбора и обратного ему «показателя площади» (Богословский, 1960) зависит режим уровней водоемов. Самые большие амплитуды — до 2 м отмечаются на Вещь-сзере, имеющем удельный водосбор свыше 1000 км², показатель площади 0,009; наиболее низкие — на оз. Колоденском (удельный водосбор 2,3 км², показатель площади 0,47). Особую группу представляют озера, режим которых связан с карстом. В отдельные маловодные годы уровень в этих озерах понижается настолько значительно, что их не без основания относят к «исчезающим».

Важным показателем режима водоемов являются прозрачность и цвет воды (Фортунатов, 1959; Алт, 1960; Китаев, 1968 и др.). По величине летней прозрачности воды озера разделены на пять классов с интервалом через 1 м. Средняя взвешенная величина прозрачности вологодских озер — 1,56 м, что значительно ниже, чем в озерах Балтийского щита. Наиболее прозрачна вода в озерах карбонатного моренно-холмистого Белозерско-Кирилловского ландшафта. В ландшафтах с комплексами верховых болот наряду с гумифицированными малопрозрачными водоемами есть озера с голубовато-зеленой водой, прозрачные на глубину более 3 м. Они не имеют стока и получают питание только на водное зеркало.

Очень малая расчетная величина прозрачности озер Кемского, Южно-Онежского и Верхне-Сухонского ландшафтов не всегда отражает ее действительное состояние, поскольку в силу мелководности многие из них прозрачны до дна. Поэтому кроме абсолютной величины прозрачности рассчитано для всех озер ее отношение к средней глубине.

Изучение термического режима озер производилось автором с учетом исследований Л. Ф. Форш (1968). По характеру термического режима выделены три группы озер: I — с отчетливо выраженной устойчивой стратификацией; II — со слабо выраженной неустойчивой стратификацией и III — озера, в которых летняя стратификация обычно не наблюдается. В каждой из этих групп установлены типичные значения градиента температур, годового бюджета тепла, отношений объема эпилимниона к суммарному объему металимниона и гиполимниона и соответствующие морфометрические показатели. Наши данные довольно близки к показателям термических групп, установленных Л. Ф. Форш. В особую группу этим автором выделены озера, у которых при отсутствии металимниона наблюдается резкое падение температуры по вертикали. У нас нет достаточных данных для выделения аналогичных озер, и мы их включаем в первую группу.

С учетом градиента температур и морфометрических показателей все озера, по которым имеются данные о поверхностной и придонной температуре воды, классифицированы по трем рассмотренным группам и подсчитано число их в разных ландшафтах. Озера I и II групп составляют большую часть лишь в моренно-холмистых ландшафтах, где термические условия для холодноводных рыб более благоприятны, чем в других ландшафтах, в которых преобладают озера III группы.

Из анализа содержания основных ионов следует, что преобладающее число озер имеет очень низкую минерализацию воды. Только в трех ландшафтах — Белозерско-Кирилловском, Вожезерском, Верхне-Сухонском — в большинстве озер сумма ионов превышает 50 мг/л. Сравнение данных по ионному составу воды ключевых озер с результатами массовых исследований показывает, что они отражают основные особенности ионного состава озерных вод соответствующих ландшафтов, и поэтому закономерности, установленные на «ключках», могут быть с полным основанием экстраполированы на ландшафты в целом.

Белозерско-Кирилловский ландшафт отличает резко выраженная карбонатность воды (60—90 экв. % HCO_3^-) при относительно небольшой роли сульфатных и хлоридных ионов, значительном участии наряду с кальцием катионов магния и щелочных металлов. Это связано с распространением карбонатной морены на малозалесенных водосборах, преобладанием здесь дерново-подзо-

листых и дерново-карбонатных почв и выходами в ряде мест гипсов. Низкая минерализация воды в озерах при увеличенном значении сульфатов в кислом среднетаежном Мегорско-Андомском ландшафте является результатом обеднения катионами почв, формирующихся на некарбонатных отложениях под хвойными лесами.

В Вожезерском ландшафте при относительно повышенной минерализации озерных вод под влиянием карбонатных пород и разгрузки в бассейнах озер жестких грунтовых вод наблюдается увеличение сульфатности вследствие заболоченности водосборных бассейнов. Отсутствие карбонатов и низкая минерализация воды в озерах Молого-Судского ландшафта связаны с преобладанием на площади их водосборов ультракислых верховых болот, сформировавшихся на песках.

Устойчивость карбонатной системы характеризует активная реакция водной среды. По преобладающим значениям pH водной среды водоемов выделены четыре группы ландшафтов: 1) с кислой реакцией (pH ниже 6,0) — Молого-Судский озерно-ледниково-равнинный; 2) со слабокислой реакцией (pH 6,0—6,5) — Южно-Снежский, Белозерский, Пришекснинский озерно-ледниково-равнинные и Верхне-Судский моренно-равнинный; 3) с реакцией водной среды, близкой к нейтральной, — Белозерско-Кирилловский и Мегорско-Андомский моренно-холмистые, Вожезерский озерно-ледниково-равнинный; 4) со слабощелочной реакцией (pH 7,5—8,1) — пойменные озера Верхне-Сухонского ландшафта.

О содержании органического вещества в озерных водах дает представление величина перманганатной окисляемости, изменяющаяся от 8—10 мг O_2 /л в Белозерско-Кирилловском ландшафте до 20—30 мг O_2 /л в Молого-Судском ландшафте. По классификации И. В. Баранова (1961), первые относятся к мезогумозным, вторые — к полигумозным водоемам.

Поскольку озера, как правило, имеют разной степени гумифицированные воды, сравнительная оценка содержания органического вещества в них дается по величине цветности. Высокую (80—160°) и очень высокую (более 160°) цветность вод имеют 35% исследованных озер. В ландшафтах заболоченных озерно-ледниковых равнин, а также в «кислом» моренно-холмистом Мегорско-Андомском такие озера преобладают. Наряду с этим здесь есть водоемы с очень малой цветностью воды (0—20°) — глубокие мезотрофные мегорско-андомские и прозрачные озера верховых болотных массивов. Относительно мало гумифицированы озера карбонатного Белозерско-Кирилловского ландшафта.

Кислородный режим водоемов зависит от гидрологического режима и других особенностей водоемов, различающихся по ландшафтам. В мелководных озерах с изотермией летнее содержание

кислорода с глубиной изменяется мало. Высокое содержание кислорода в придонных слоях наблюдается в мезотрофных с признаками олиготрофии Шимозере, Маслозере, Ежозере (гр. Б). В других относительно глубоких озерах в гипolimнионе отмечен значительный дефицит кислорода. Особенно острым он становится к концу зимы, что подтверждается исследованиями зимнего содержания кислорода на 11 озерах, а также тем, что на 40% всех озер наблюдаются заморы рыбы от недостатка кислорода. Напряженным кислородным режимом отличаются мелководные дистрофизированные озера Кемского и Верхне-Сухонского ландшафтов.

Четкой связи между ландшафтными условиями и содержанием в воде биогенных элементов не установлено, что согласуется с выводами И. Я. Дегоник и Н. Ф. Соловьевой (1969), но этот вопрос требует дальнейших исследований.

Особенности и условия озерного осадконакопления

Разделяя точку зрения Л.Л. Россолимо (1932, 1964) на роль озерного накопления как основного признака озер — элементов ландшафта, особое внимание обращает автор на характер осадконакопления в озерах. Всего исследованы поверхностные осадки 48 озер, и в пяти озерах изучена стратификация осадков с отбором проб на химический анализ через 0,5, а на спорово-пыльцевой через 0,1 м. Собранный материал вместе с данными по химическому составу осадков торфо-разведочных организаций и ГосНИОРХа дает достаточно подробную картину содержания в осадках озер на большей части рассматриваемой территории органического вещества и карбонатов, а для ряда озер также железа и аутигенной кремневой кислоты, то есть тех компонентов, которые имеют типологическое значение.

Дно большей части исследованных озер выстилает илистые осадки. В спектре цветов ила преобладают зеленовато-бурые оттенки, свидетельствующие о присутствии гуминовых веществ и значительном содержании кремнезема. Во многих озерах Мегорско-Андомского и Белозерско-Кирилловского ландшафтов встречаются светло-серые глинистые илы. В глубоких озерах обычны кремнеземистые илы оливкового (оз. Ермаковское, Сьюгозеро) и черного цвета, характерного для восстановленных соединений железа (оз. Березовское, Маткозеро). Песчано-каменистые отложения распространены в озерах с высоким водообменом, главным образом в моренно-холмистых ландшафтах. Торфянистые осадки доминируют в ландшафтах заболоченных озерно-ледниковых и моренных равнин.

В преобладающем числе озер мощность ила не превышает 2 м, но общая осадочная толща достигает в некоторых озерах 6—8 м,

а максимальная — 13,5 м (оз. Карманское, гр. В). Степень заполнения озерных котловин осадками, рассчитанная по отношению слоя воды к слою осадков и объема накопившихся осадков к суммарному объему водной и иловой толщ, составляет от 20 до 76%. Близкие к этим величины установлены Л. В. Яковлевой (1969) по соседним районам Северо-Запада, лежащим в границах последнего оледенения.

О содержании органического вещества в поверхностных отложениях мы могли судить по результатам определения потерь от прокаливания и по количеству общего азота в образцах 111 озер. По содержанию органических компонентов в расчете на сухое вещество осадки разделяются автором на следующие виды: 1) имеющие в составе свыше 75% органического вещества — органические илы, 2) 75—50% органического вещества — минерально-органические илы, 3) 50—25% — органо-минеральные илы, 4) 25—10% — минерально-малоорганические илы и 5) содержащие менее 10% органического вещества — минеральные илы. Лишь в трети обследованных озер содержание органического вещества в осадках превышает 50%, в остальных озерах осадки сравнительно бедны органикой.

Азот как составная часть органического вещества находится в озерных отложениях в соответствии с его содержанием, достигая 3—4,5% в грубодетритных и торфянистых отложениях.

Размещение озер с теми или иными типами осадков по ландшафтам соответствует их особенностям. В озерах моренно-холмистых ландшафтов преобладают органо-минеральные и минерально-малоорганические отложения. Среди заболоченных равнин основной фон составляют озера с органическими осадками. Исключением являются хорошо проточные озера Вожезерского ландшафта и пойменные озера Присухонской низины, в которых современные осадки представлены органо-минеральными и минеральными илами. Содержание органического вещества, как правило, уменьшается с глубиной.

Палинологическое изучение наиболее глубокого разреза, вскрытого в Вещозере (Вожезерский ландшафт), свидетельствует о накоплении осадков в этом водоеме без перерыва с межстадиала «беллинг» до настоящего времени. Спорово-пыльцевые спектры и характер осадков в Ангозере (Белозерско-Кирилловский ландшафт) позволяют отнести начало осадконакопления в нем к бо-реальному времени, что связывается автором с образованием котловины озера в результате термокарстовых процессов и подтверждает мнение о ледниковой консервации котловин в краевых областях оледенения (О. Ф. Якушко, А. Сейбутис, А. А. Гарункштис и др.).

Наибольшую роль в минеральной части осадков играют соеди-

нения кремния, алюминия, железа и кальция, а основу ее составляет кремнезем. Наряду с кристаллическим кремнеземом в осадках присутствует аутигенный кремний, образование которого связано с жизнедеятельностью диатомовых водорослей. Содержание аутигенной кремневой кислоты колеблется от 0,9 до 29% в расчете на сухое вещество, составляя в профундали озер моренно-холмистых ландшафтов до 70% от общего ее содержания. В осадках озер Молого-Судского ландшафта доля аутигенной кремневой кислоты не превышает 15%.

Содержание кальция в осадках в большинстве случаев не выходит за пределы обычного для Северо-Запада уровня. Некоторое увеличение его наблюдается лишь в местах распространения карбонатной морены — Белозерско-Кирилловском и Вожезерском ландшафтах.

Особое значение среди рассматриваемых компонентов имеет содержание в донных отложениях озер высоких концентраций железа. Железорудные озера, обычные в пределах Балтийского щита, за его границами встречаются в немногих районах. До последнего времени в Вологодской области было достоверно известно одно такое озеро (Ковжское). Автором установлено рудообразование в нескольких озерах Шимозерской группы (Б) и в Лозско-Азатском озере (А). В поверхностных осадках этих озер находится конкреция, пороховидная руда и рудные корочки, содержащие от 47,0 до 67,4% Fe_2O_3 .

Ландшафты Поозерья — моренно-холмистой области краевых образований валдайского оледенения, — в которых установлено железорудное накопление, отличаются молодостью рельефа и гидрографической сети. В пределах этой области ряд озер находится на стадии мезотрофии, и лимнологические условия в них благоприятствуют рудообразованию. Обнаружение железорудных озер в Вологодской области дает основание расширить область железорудного накопления Европейской части СССР, включив в нее Мегерско-Андомскую возвышенность и Белозерско-Кирилловские гряды.

Рассмотренные условия и особенности современного озерного осадконакопления свидетельствуют о их значительном разнообразии. При доминирующей роли накопления в осадках озер органического вещества степень выраженности органического накопления и сочетание его с другими типами накопления различаются по ландшафтам. Указанные признаки и ландшафтные особенности положены автором в основу районирования территории по типам озерного осадконакопления. Выделенные районы отличаются вполне определенными лимнологическими показателями, поэтому ландшафтно-лимнологическое районирование следует рассматривать как типологическое.

Выделяются ландшафтные типы озер: 1) Северо- и среднетаежных моренно-холмистых ландшафтов кислого класса водной миграции (Мегорско-Андомский). В озерах этих ландшафтов дистрофикация начинается с олиготрофной или мезотрофной стадий. 2) Южнотаежных моренно-холмистых ландшафтов кальциевого класса (Белозерско-Кирилловский). Для них обычна современная лимнологическая стадия эвтрофного озера. 3) «Полесских» ландшафтов кислого класса (Молого-Судский), в которых доминируют дистрофные озера. 4) Озерно-ледниковых и моренно-равнинных ландшафтов кальциевого класса (Вожезерский, Кемский). Наиболее характерны для них дистрофицированные озера.

С учетом особенностей осадконакопления в разных районах оцениваются запасы иловых осадков как ресурсов органических удобрений. Общий запас иловых отложений в малых озерах западной части Вологодской области, по оценке автора, составляет 1722 млн. куб. м. Однако высокая зольность осадков в Мегорско-Андомском районе делает их мало перспективными в качестве удобрений, к тому же они бедны кальцием. В Молого-Шекнинском районе илы малозольны, но представлены кислыми торфянистыми видами и возможности их применения также ограничены. Более перспективны для указанных целей иловые осадки озер Лаче-Воже-Кубенского, Кемского, отчасти Белозерско-Кирилловского районов.

Гидробиологическая характеристика озер и ландшафтный критерий их рыбохозяйственной оценки

Зависимость биологических процессов в водоемах от ландшафтных условий опосредована абиотическими факторами и выявление ее практически затруднено, особенно при малом числе исследуемых озер, специфические особенности которых подчас приобретают решающее значение. Это подтверждается, в частности, исследованиями А. А. Волковой и соавторов (1969). Только при достаточно большом количестве объектов частные особенности отступают на второй план перед типологическими. С этих позиций рассматриваются гидробиологические особенности озер.

Автор непосредственно принимал участие в исследовании высшей водной растительности озер. При характеристике бентофауны, зоопланктона и ихтиофауны использованы в соответствии с целями работы экспедиционные материалы Вологодского пединститута и ГосНИОРХа.

При исследовании макрофитов внимание обращалось на их индикационно-типологическую роль. По степени зарастания все озера разбиты на пять классов: 1) незначительно зарастающие — до 10%; 2) умеренно зарастающие — 10—25%; 3) сильно зарастаю-

щие — 25–50%; 4) очень сильно зарастающие — 50–75%; 5) сплошь зарастающие, в которых макрофиты покрывают свыше 75% площади. Преобладают сильно и сплошь зарастающие озера, в сумме составляющие 56% всех исследованных. Среди них почти все пойменные верхнесухонские озера и треть водоемов Южно-Онежского ландшафта. Сравнительно мало зарастают дистрофные озера Молого-Судской низины.

Согласно количественной оценке степени зарастания, соотношения отдельных экологических поясов и доминирующих ассоциаций макрофитов установлены ландшафтные типы зарастания озер. Смена растительных поясов представляет отдельные стадии процесса зарастания водоемов, в разных ландшафтах протекающего с некоторыми особенностями. На заключительных стадиях зарастания находятся верхне-сухонские пойменные озера. При дистрофикации озер погруженная растительность не развивается.

Об интенсивности зарастания озер мы могли судить, сравнивая современные показатели зарастания с результатами предшествующих исследований ВНИОРХа (1932 г.). Незначительно изменилась площадь, занятая макрофитами, и видовой состав группировок в озерах Верхне-Судского ландшафта. Резко увеличилось зарастание погруженными растениями мелководных озер Южно-Онежского ландшафта. Различные изменения в характере зарастания в разных озерах сложного по структуре Белозерско-Кирилловского ландшафта очевидно связаны с разнообразием здесь лимнологических условий.

Зоопланктон и зообентос вологодских озер представлены широко распространенными эврибионтными видами, имеющими разное географическое происхождение, что вполне отвечает положению территории на водоразделе трех бассейнов. Лишь немногие виды ограничены регионально и экологически (*Limnocalanus macrurus*, *Pallasea quadrispinosa*).

Средняя величина летней биомассы зоопланктона, рассчитанная для 224 озер, 2,41 г/м³. Она колеблется от 0,74 г/м³ в озерах с высоким водообменом Вожезерского ландшафта до 3 г/м³ и более в мелководных, хорошо прогреваемых озерах Присухонской низины и Кемской равнины.

По величине биомассы и по встречаемости форм зообентоса в озерах всех ландшафтов преобладают хирономиды. Относительное число «хирономидных» озер снижается в карбонатных ландшафтах, где значительная роль принадлежит моллюскам. Напротив, в «кислых» ландшафтах среди доминирующих групп бентофауны моллюски представляют исключение, что, по-видимому, связано с низким содержанием кальция в озерных водах этих ландшафтов.

При невысокой, в среднем, биомассе донных организмов в вологодских озерах (2,3 г/м²) ее величина существенно различается

по ландшафтам. Наиболее высокие значения биомасс зоопланктона и зообентоса имеют озера Присухонской низины и Кемской моренной равнины. При относительно высоких показателях биомассы зоопланктона в дистрофных озерах Молого-Судского и Верхне-Судского ландшафтов (соответственно 2,9 и 1,7 г/м³) биомассы бентоса здесь низкие (0,4—0,2 г/м²), что дает основание рассматривать озера этих ландшафтов в целом как малокормные. Озера Белозерско-Кирилловского и Мегорско-Андомского ландшафтов имеют средние показатели кормности.

Зависимость состава рыбного населения от природы водоемов легла в основу ихтиологических классификаций озер, в которых, по существу, отражены не типы озер как таковые, а типы ихтиоценозов на современной лимнологической стадии. Поэтому, приняв за основу рыбохозяйственной оценки озер ихтиологическую классификацию водоемов М. П. Сомова (1920) с дополнениями В. Н. Абросова (1957), вместо названия «ихтиологический тип озера» мы употребляем более точно выражающее сущность явления название «тип ихтиоценоза».

Благодаря длительному запуску вологодских озер состав ихтиофауны в них формировался главным образом под влиянием природных факторов. Из числа исследованных водоемов свыше половины (65%) имеют относительно малоценную ихтиофауну, представленную окунево-плотичными, окунево-щучьими, окуневыми и карасевыми ихтиоценозами. Озера с наиболее ценными сиговыми ихтиоценозами составляют немногим более 8%.

Рыбохозяйственная ценность малых озер территории определяется в основном двумя моренно-холмистыми ландшафтами. В том и другом преобладают озера с окунево-плотичными ихтиоценозами, но в Белозерско-Кирилловском ландшафте значительно больше «сиговых» и «лещевых» озер по сравнению с Мегорско-Андомским, где вследствие дистрофичности водоемов сиг, а в ряде случаев и лещ выпадают из состава ихтиоценозов.

Преимущественно сиговыми и лещевыми ихтиоценозами представлена ихтиофауна озер Вожезерского, Южно-Онежского и Кемского ландшафтов, но общее количество водоемов в этих районах невелико. Наименее ценна по составу ихтиофауна озер ландшафтов заболоченных озерно-ледниковых и моренных равнин. Остаточные от древних водоемов озера в этих ландшафтах находятся на последних стадиях деградации. Им свойственны окунево-плотичные, окуневые и карасевые ихтиоценозы.

Соотношение озер с разными типами ихтиоценозов в различных ландшафтах характеризует не только качество ихтиофауны, но и разные уровни сукцессии ихтиоценозов. Учитывая, что наиболее консервативны рыбные сообщества, соответствующие регрессивным стадиям сукцессии (Жаков, 1974), следовало ожидать в ландшафт-

тах с окунево-плотичными, окуневыми и карасевыми ихтиоценозами меньших изменений в составе ихтиофауны озер по сравнению с ландшафтами, в водоемах которых преобладают сиговые и лещевые ихтиоценозы. Это подтвердилось сравнением современного состава ихтиофауны с результатами предшествующих исследований. Наибольшие изменения в ихтиофауне озер происходили в Белозерско-Кирилловском ландшафте, где во многих случаях наблюдается качественное улучшение ихтиофауны за счет восстановления запасов леща. В то же время в Мегорско-Андомском ландшафте состав ихтиоценозов не претерпел существенных изменений. Дальнейшее ухудшение состава ихтиофауны наблюдается в Верхне-Судском ландшафте за счет вытеснения из окунево-плотичных ихтиоценозов плотвы.

Изменения состава ихтиофауны во времени убеждают, что направление и скорость протекания естественных сукцессий ихтиоценозов в разных ландшафтах различны. Это нельзя не учитывать при целенаправленном изменении ихтиофауны. Ландшафт, таким образом, выступает в целом как основа регионального ихтиологического прогноза.

Помимо качества ихтиофауны в работе оценивается степень распространения по ландшафтам отрицательных с рыбохозяйственной точки зрения явлений — заморности, засоренности, труднодоступности озер. В комплексе качество ихтиофауны, обеспеченность кормовой базой, отрицательные факторы определяют возможность рыбохозяйственного использования водоемов и направление их мелиорации. Наиболее ценны в рыбохозяйственном отношении озера Белозерско-Кирилловского ландшафта, и этот район особенно перспективен для рыбохозяйственного использования. Не представляют рыбохозяйственной ценности большинство озер Молого-Шекснинского, Верхне-Судского, Пришекснинского и Верхне-Сухонского ландшафтов по причинам малоценной ихтиофауны, труднодоступности, а в Верхне-Сухонских озерах, кроме того, вследствие сильного зарастания и заморности.

Заключение

1. Малые озера, будучи частью ландшафтов, отражают в себе их характерные особенности, проявляющиеся в различных озерности, морфологии котловин, гидрологических и гидрохимических показателях, свойствах осадков и в ряде биологических особенностей. Изменения, внесенные автором в ландшафтную карту западной части Вологодской области с учетом указанных закономерностей, практически подтверждают возможность использования лимнологических показателей в целях ландшафтного районирования территорий, находящихся в границах последнего оледенения.

2. Тип морфологической структуры и геохимические особенности ландшафта, обуславливающие основные черты входящих в него водоемов, являются основой ландшафтной типологии малых озер. Соответственно этому классифицированы озера периферической области валдайского оледенения.

3. Рыбохозяйственная ценность озер определяется прежде всего составом ихтиоценозов, зависящих от ландшафтно-лимнологических условий. Установленные типологические особенности озер различных ландшафтов западной части Вологодской области являются, таким образом, предпосылкой к планированию их использования в рыбохозяйственных целях и, в частности, организации на их базе культурных рыбохозяйств.

4. Районирование территории по типам озерного осадконакопления, а также установление железонакпления рудных концентраций в озерах конечно-моренных образований валдайского оледенения способствуют решению проблемы лимнологического районирования на ландшафтной основе. Произведенная с учетом условий седиментации осадков оценка запасов и содержания в них органического вещества определяет потенциальные возможности использования донных отложений озер различных районов в качестве удобрений.

5. Среди прочих направлений рационального использования малых озер наиболее перспективным, по мнению автора, представляется рекреационное. В настоящее время оно складывается стихийно. Планирование различных форм рекреации предполагает обязательный учет комплекса лимнологических особенностей озер и ландшафтных условий их окружения. В этом отношении материалы исследования также могут найти практическое применение.

Экономическая оценка озерных ресурсов не входила в задачи настоящей работы, однако автор обращает внимание на необходимость учета ландшафтной основы при определении перспектив использования и экономических показателей малых водоемов.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Особенности размещения озерных котловин Вологодского поозерья. XXIV Герценовские чтения. География и геология. Л., 1971.

2. Некоторые особенности морфологии озерных котловин различных ландшафтов Вологодского поозерья. Аспирантский сборник, вып. 2. Вологда, 1972.

3. Железонаконение в озерах Вологодской области. XXV Герценовские чтения. География и геология. Л., 1972.

4. Железорудные озера Вологодской области. Известия ВГО, т. 105, вып. 2, 1973.

5. Некоторые особенности истории развития Средне-Шекснинской низины. XXV Герценовские чтения. География и геология. Л., 1972. (В соавторстве с В. П. Гаркушей).