

- 1) географическое положение места практики, его размеры, время проведения, состав участников, распределение обязанностей;
- 2) цели и задачи полевой практики;
- 3) краткая физико-географическая характеристика территории (составляется по литературным данным с учетом полевых наблюдений); в этом разделе отмечаются важнейшие особенности природы, оказывающие влияние на развитие рельефа;
- 4) характеристика морфоструктуры; в этом разделе излагаются сведения о геологическом строении территории, необходимые для понимания особенностей формирования рельефа (стратиграфия, условия залегания, литологический состав пород, их трещиноватость и т. д.); наиболее детально приводятся данные по строению четвертичных отложений; рассматривается рельефообразующая роль структур, новейших тектонических движений и выделяются типы морфоструктур;
- 5) характеристика морфоскульптуры; в разделе рассматриваются основные типы экзогенного рельефа, развитые на изучаемой территории (морфология, строение, генезис), отмечаются закономерности их распространения и взаимного соотношения;
- 6) в разделе «История развития» характеризуются основные этапы развития рельефа, они базируются на изучении разновозрастных элементов рельефа;
- 7) в разделе «Современные рельефообразующие процессы» рассматриваются современные тектонические движения (по карте современных движений), склоновые, оползневые, эоловые процессы, проявления плоскостной, глубинной и боковой эрозии и т. д., определяются меры борьбы с возможными их отрицательными последствиями;
- 8) влияние рельефа на хозяйственную деятельность; здесь рассматривается влияние рельефа на размещение населенных пунктов, дорог, сельскохозяйственных угодий, промышленных предприятий, рекреаций и т. д.; антропогенные формы рельефа; рельеф и проблемы охраны природы;
- 9) завершается отчет разделом «Использование материалов полевых геоморфологических наблюдений в школьной практике» (на уроках географии, при подготовке и проведении экскурсий, в природоохранительной работе с учащимися).

### Литература

- Гардинер В., Дакомб Р. Полевая геоморфология: Пер. с англ. – М., 1990. 239 с.  
Полевые практики по географическим дисциплинам: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по геогр. спец. / Под ред. В.А. Исаченкова. – М., 1980. 224 с.

## ОБЗОР КЛАССИФИКАЦИЙ ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ

М.С. Потахин

*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН*

Среди наиболее сложных теоретических проблем лимнологии одной из первых следует назвать проблему классификации озер. В настоящее время существует большое количество классификаций, в основу которых положены отдельные признаки водоемов. Множество классификаций объясняется комплексностью лимнологии, объединяющей специалистов различных областей знания, а также тем, что озера представляют интерес с разносторонних научных и прикладных точек зрения.

Лимнологические исследования в пределах Карелии привели к накоплению большого объема научной информации и разработке различных классификаций. Среди множества лимнологических классификаций можно выделить следующие группы: генетические, морфометрические, термические, гидробиологические, гидрохимические, гидробиологические и др. К сожалению, объем статьи не позволяет привести подробный обзор классификаций озер района. Поэтому мы остановимся на некоторых из них.

Следует отметить, что классификации водоемов строятся на основании их свойств, которые определяются физико-географическими особенностями территории. Для Карелии такой особенно-

стью является расположение ее территории на Балтийском (Фенноскандинавском) кристаллическом щите докембрийского возраста, перекрытым четвертичными отложениями, в умеренном климатическом поясе, в зоне избыточного увлажнения.

**Генетические классификации.** Первые классификации генетических типов озерных котловин относятся к ранним периодам развития лимнологии. Как правило, они основывались на убеждении, что происхождение озерной котловины определяет основные типические особенности озера. Со становлением науки стала очевидна ошибочность этих взглядов. Так, М. А. Первухин (1937) при рассмотрении ранних, в основном зарубежных, генетических классификаций высказал мнение, что тип озера является функцией развития его в определенных физико-географических условиях. Только на ранних стадиях развития морфология озера полностью определяется происхождением, во время дальнейшего развития различия между генетическими типами могут исчезать.

Расположение территории Карелии на Балтийском (Фенноскандинавском) кристаллическом щите, перекрытом слоем четвертичных отложений водно-ледникового происхождения, определяет генезис озерных котловин. Так, Г. С. Бискэ и А. Д. Лукашов (1970) при разработке генетической классификации подчеркивают, что озера Карелии имеют сложный генезис, но главная роль в формировании их котловин принадлежит тектоническому или ледниковому фактору рельефообразования. В процессе функционирования озерные котловины подвергаются воздействию второстепенных факторов (работе ветра, волн, рек и т.д.), которые не приводят к значительным изменениям, а лишь способствуют созданию отдельных деталей. Поэтому в качестве основных типов авторы выделяют *тектонические* и *ледниковые* котловины. Первые связаны либо с разрывными нарушениями, либо со складчатыми структурами, вторые — с аккумулятивной и экзарационной деятельностью ледника, и их распространение большей частью также подчинено тектонике. Данная классификация, созданная специалистами-геологами, носит явно выраженную геолого-геоморфологическую направленность.

Из генетических классификаций также большой интерес представляет работа Ю. Б. Литинского (1962). В ней в качестве основных типов, помимо *тектонических* и *ледниково-аккумулятивных* котловин, автор выделяет *тектонико-ледниковые* (двойственные по генезису) котловины, а также второстепенные *водно-аккумулятивные*, *водно-эрозионные*, *карстовые*, *вторичные*, *зоогенные* и *искусственные* озера. В статье широко затрагиваются вопросы геоморфологии озер, под которой автор подразумевает изучение происхождения озерных котловин, динамики озерных процессов и законов формирования побережья, а также основных факторов, формирующих рельеф ложа озер (тектоники, седиментации) и вопросов геохронологии в сочетании с палеолимнологией и палеогеографией водоемов. В работе делается вывод о том, что комплексная классификация озер Карелии должна создаваться на генетической основе.

**Морфометрические классификации.** Морфометрия озер представляет собой совокупность методов и приемов количественного и качественного выражения формы и размеров котловин и объема заполняющих их вод. Особенности озерных котловин характеризуются различными абсолютными и относительными величинами — морфометрическими характеристиками (площадь, длина, ширина, глубина) и показателями (получаются как производные от характеристик). Эти величины имеют большое значение при сравнительном морфологическом изучении озер и отдельных сторон их режима, а также позволяют оценить принадлежность водоема к тому или иному типу.

Из морфометрических показателей, определенных Г. Ю. Верещагиным (1930), в работе, построенной на изучении озер Карелии, наибольшее распространение получили показатели «развития»<sup>1</sup>, «открытости»<sup>2</sup>, «емкости»<sup>3</sup> и др. С. В. Григорьевым (1958) при изучении озер Карелии были введены показатели «островистости»<sup>4</sup>, «удлиненности»<sup>5</sup> и др., которые также получили распространение в лимнологических исследованиях. На основании значений показателей авторами было проведено разделение озер на типы.

<sup>1</sup> Отношение площади круга с длиной окружности, равной береговой линии озера (внешний круг), к площади озера.

<sup>2</sup> Отношение площади водного зеркала к средней глубине.

<sup>3</sup> Отношение средней глубины озера к его максимальной глубине.

<sup>4</sup> Отношение суммарной площади островов озера к его полной площади, в процентах или долях единицы.

<sup>5</sup> Отношение наибольшей длины озера к его средней ширине.

Первоначальная форма озерных котловин связана с окружающим рельефом и изменяется под воздействием процессов, происходящих в озере и на водосборе. Несмотря на огромную роль лимнологических процессов, главной морфологической особенностью озер Карелии является ярко выраженная связь озерных котловин с рельефом. Эта связь проявляется в распределении озер по территории, находит выражение в различных морфометрических характеристиках и объясняется геологической молодостью современного рельефа и озерно-речной сети.

Обобщение морфометрических характеристик и показателей основных генетических типов озер Карелии было проведено К. Д. Литинской (1976). Так, для озер тектонического генезиса характерны вытянутые, реже вытянутые с лопастными отчленениями формы котловин, для ледниково-тектонических озер — лопастные и овально-лопастные, для ледниковых озер — овальные, реже овально-лопастные котловины и т.д.

**Термические классификации.** К настоящему времени известно более 30 термических классификаций и их вариантов. Большое количество классификаций объясняется связью (прямой или опосредованной) всех озерных процессов с температурой воды, а также тем, что термический режим является одним из ведущих экологических факторов, определяющих степень развития гидробионтов.

Нахождение территории Карелии в умеренном климатическом поясе обуславливает температуру поверхности озер летом выше, а зимой ниже 4 °С со значительными сезонными колебаниями (класс умеренных озер, согласно глобальной классификации, разработанной в 1892 году Ф. Форелем). Как следствие подобного распределения температур, водоемы характеризуются двумя полными конвективными перемешиваниями водной массы в течение года — весной и поздней осенью (класс *димиктических* озер Г. Хатчинсона и Г. Леффлера).

Примеры некоторых классификаций озер умеренной зоны, основанные на различных принципах детализации, приведены в *табл. 1*. Из этих работ непосредственно на материалах изучения термического режима озер Карелии была построена классификация В. А. Фрейндлингом (1962, 1969). Большой интерес представляет классификация А. И. Тихомирова (1970, 1982), получившая широкое распространение в региональных лимнологических исследованиях, так как с помощью ее по минимуму данных можно дифференцировать пресные озера умеренной зоны.

Таблица 1

Примеры термической классификации озер умеренной зоны

Автор, год. Признаки деления	Классы озер
В. А. Фрейндлинг (1962, 1969). Форма озерной котловины, характер нагревания водных масс в весенне-летний период, размер перемешивания, устойчивость.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мелкие водоемы со спокойным рельефом дна: нагреваются в условиях гомотермии, перемешивание по всей глубине, неустойчивое термическое равновесие.</li> <li>2. Глубокие водоемы со сложным строением надводного строения котловины: нагреваются в условиях устойчивой термической стратификации, максимальные градиенты в термоклине.</li> <li>3. Водоемы, плесы которых нагреваются в различных условиях.</li> </ol>
А. И. Тихомиров (1970, 1982). Термическая структура по гидрологическим сезонам, годовой термический цикл.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эпитермические: малые мелкие водоемы, гомотермия весь открытый период — вся водная толща составляет эпилимнион.</li> <li>2. Гипотермические: большие глубокие водоемы, основная масса воды составляет гипolimнион.</li> <li>3. Метатермические: термический режим неоднороден, разделяются на три группы — собственно метатермические, метаэпитермические и метагипотермические водоемы.</li> </ol>
Л. В. Несина, Т. А. Огнева (1975). Доля радиационного баланса на нагревание и испарение.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Глубокие озера: 70-80 % на нагревание, 20-30 % на испарение.</li> <li>2. Среднеглубокие озера: 15-20 % на нагревание, 75-80 % на испарение.</li> <li>3. Мелкие озера: 5-10 % на нагревание, 90-95 % на испарение.</li> </ol>
С. П. Китаев (1978, 1984). Средняя интегральная температура воды в летний период ( $t_{cp}$ ) или сумма температур за период с температурой воды выше 10 °С ( $\sum t$ ).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Очень теплые: <math>t_{cp} &gt; 20</math> °С; <math>\sum t &gt; 4\,000</math> °С.</li> <li>2. Теплые: <math>t_{cp} = 15-20</math> °С; <math>\sum t = 2\,000-4\,000</math> °С.</li> <li>3. Умеренные: <math>t_{cp} = 10-15</math> °С; <math>\sum t = 1\,000-2\,000</math> °С.</li> <li>4. Холодные: <math>t_{cp} = 5-10</math> °С; <math>\sum t = 500-1\,000</math> °С.</li> <li>5. Очень холодные: <math>t_{cp} &lt; 5</math> °С; <math>\sum t &lt; 500</math> °С.</li> </ol>

**Гидрологические классификации.** Расположение Карелии в зоне избыточного увлажнения, где количество осадков преобладает над испарением, обуславливает наличие поверхностного или подземного стока из озер и возможность отнесения их к классу *сточных*, согласно классификации Б. Б. Богословского (1960).

Большой вклад в развитие гидрологических классификаций внесли работы С. В. Григорьева (1958, 1959), в которых автор вводит понятия «удельный водосбор»<sup>6</sup> и «условный водообмен»<sup>7</sup>. Данные показатели дают первое представление о влиянии водосбора и стоковых процессов на режим водоема. С. В. Григорьевым на основании средних значений показателей озер Карелии, было проведено выделение классов, границы которых, по мнению автора, являются условными.

Более обусловленное выделение классов водоемов, на основании их внешнего водообмена, проводит Б. Б. Богословский (1970). Он различает следующие типы водоемов: *транзитные* (водообмен несколько десятков сотен раз в год), *транзитно-аккумулятивные* (воды обмениваются несколько раз в год), *аккумулятивно-транзитные* (водообмен осуществляется в течение десятков лет), *аккумулятивные* (водообмен совершается за сотни или тысячи лет).

В этой группе также следует отметить классификацию озер и водохранилищ Карелии по внутригодовому режиму уровней воды К. Д. Литинской (1976). На основании величины удельного водосбора и средней многолетней амплитуде колебания уровней воды автором было выделено три типа водоемов: *с устойчивым режимом уровней воды* (значение показателя менее 10), *со среднеустойчивым режимом* (от 10 до 50) и *со слабоустойчивым режимом* (более 50). Деление на подтипы было осуществлено с учетом площади водоемов и фаз водного режима внутри года.

**Гидрохимические классификации.** На формирование химического состава вод карельских озер влияет расположение территории в зоне избыточного увлажнения, на трудно растворимых коренных породах Балтийского кристаллического щита, хорошо промытых четвертичных отложениях. В соответствии с общепринятой классификацией природных вод по минерализации озера Карелии могут быть отнесены к классу *пресных* (или *пресноводных*) с соленостью менее 1‰ (1 000 мг/л). И. В. Баранов (1962) подразделяет пресные воды по степени минерализации на три категории: *низкоминерализованные* — сумма ионов до 100 мг/л, *среднеминерализованные* — 100-500 мг/л и *повышенноминерализованные* — 500-1 000 мг/л. Отличительной чертой пресных озерных вод, как правило, является преобладание в ионном составе гидрокарбонатных анионов и катионов кальция.

Большая работа по классификации озер трех природных зон (тундры, тайги и смешанных лесов) на основании значений показателей общей минерализации, pH, цветности, перманганатной и бихроматной окисляемости, а также содержанию кислорода, двуокиси углерода и органического вещества была проделана С. П. Китаевым (1984). Классификации строились на значении гидрохимических показателей поверхностных слоев в летний период без учета распределения их в горизонтальном и вертикальном направлениях и сезонном аспекте из-за отсутствия необходимой информации.

В последнее время среди гидрохимических классификаций получили распространение классификации вод по их качеству. Для Карелии классификация качества поверхностных вод была разработана П. А. Лозовиком (Современное состояние..., 1998; Каталог озер..., 2001) на основании совокупности таких показателей, как величина pH, содержание органического вещества, кислорода, общего фосфора и некоторых других. Отличительной чертой данной классификации является выделение помимо четырех классов качества вод — *высокого, хорошего, удовлетворительного* и *низкого*, дополнительного класса — *загрязненных* вод.

**Гидробиологические классификации.** К данной группе относятся классификации, основанные на различных биологических характеристиках озер. Л. Л. Россолимо (1964) выделяет два подхода в биологической классификации озерных экосистем. Первый основан на характеристике типов озер по присутствию и преобладающему распространению в них определенных водных организмов (экологические классификации), второй — на характеристике биологической продуктивности (трофические классификации).

<sup>6</sup> Отношение площади водосбора к площади зеркала озера.

<sup>7</sup> Отношение объема среднегодового притока к водосборной площади озера к объему озера.

Более широкое лимнологическое значение имеют трофические классификации озер. Основы их были заложены в 20-30-х гг. XX в. Тинеманом и Науманом, которые подразделили озера на *олиготрофные*, *мезотрофные*, *эвтрофные* и *дистрофные*, основываясь на связи биологических показателей с абиотическими факторами среды. Дальнейшее развитие трофического направления связано с именем Оле, предложившим новую концепцию типизации, основанную на оценке интенсивности круговорота органического вещества (продукционно-биологический подход). В дальнейшем этот подход был дополнен балансовым подходом, основанном на соотношении величин продукции и деструкции.

Обобщение материалов биологических классификаций проведено С. П. Китаевым (1984) табл. 2, И. Н. Андрониковой (1993) и др. Классификации озер Карелии, основанные на различных биологических характеристиках, представлены в работах С. В. Герда (1949, 1962), И. В. Баранова (1957, 1962), А. А. Салазкина (1976), А. В. Фрейдлинга (1988) и др.

Таблица 2

Классификация озер по степени трофности (Китаев, 1984)

Характеристика	Тип озерной экосистемы						Гипертрофный
	Олиготрофный		Мезотрофный		Эвтрофный		
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	
Хлорофилл «а» ( $мг/м^3$ )	< 1,5	1,5-3	3-6	6-12	12-24	24-48	> 48
Биомасса фитопланктона ( $г/м^3$ )	< 0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	> 16
Первичная продукция ( $гС/м^3 сут$ )	< 0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	> 4
Первичная продукция ( $гС/м^2 сут$ )	< 0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	> 4
Первичная продукция ( $гС/м^2 год$ )	< 12,5	12,5-25	25-50	50-100	100-200	200-400	> 400
Биомасса зоопланктона ( $г/м^2$ )	< 1,25	1,25-2,5	2,5-5	5-10	10-20	20-40	> 40
Биомасса зоопланктона ( $г/м^3$ )	< 0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	> 16
Биомасса бентоса ( $г/м^2$ )	< 1,25	1,25-2,5	2,5-5	5-10	10-20	20-40	> 40
Ихтиомасса ( $кг/га$ )	< 12,5	12,5-25	25-50	50-100	100-200	200-400	> 400
Промысловая рыбопродукция ( $кг/га год$ )	< 2,5	2,5-5	5-10	10-20	20-40	40-80	> 80

**Комплексные классификации.** Одной из первых попыток создания комплексной классификации озер умеренной зоны можно назвать работу П. Ф. Домрачева (1922), построенную на исследовании малых озер бассейна Балтийского моря. В созданной классификации автор выделяет ряд глубинных типов водоемов, в которых нашли отражение такие характеристики, как рельеф дна, грунт, температурный и кислородный режим, прозрачность, цветность, различные биологические процессы. Большой интерес представляет классификация И. В. Баранова (1957, 1962), которая нашла широкое применение в региональных лимнологических исследованиях. При разработке данной классификации ставилась задача положить в основу факторы, определяющие главные лимнологические процессы. К сожалению, в силу своей специализации автор отдает предпочтение химико-биологическим характеристикам. В этой группе классификаций следует также назвать работу Л. Л. Россолимо (1964), в которой он в качестве единого и общего типологического показателя рассматривает озерное накопление независимо от характера озера и его географического положения.

На наш взгляд, комплексная классификация должна исходить из понимания озера и его водосбора как целостной геосистемы и отражать закономерности ее структуры (формирование, функционирование и эволюцию). В основу классификации необходимо положить характеристики, определяющие основные лимнологические процессы.

Создание комплексной классификации позволит решить ряд лимнологических задач. Во-первых, построение классификации приведет к обобщению данных о природе озер изучаемого района. Во-вторых, позволит вскрыть информационные пробелы и планировать дальнейшие исследования. В-третьих, даст возможность восстанавливать информацию об озерах (т.е. по имеющимся немногочисленным данным позволит отнести классифицируемый объект к тому или иному классу и приписывать ему свойства, характерные для его класса). В-четвертых, создаст научную основу для разра-

ботки типовых мероприятий по освоению и охране озер, т.к. типологически сходные озера будут обладать сходными свойствами с точки зрения их практического использования, однотипно реагировать на антропогенные воздействия.

### Литература

Андроникова И.Н. Классификация озер по уровню биологической продуктивности // Теоретические вопросы классификации озер. СПб., 1993. С. 51-71.

Баранов И.В. Классификация озер Карело-Кольской лимнологической области // Рыбное хозяйство Карелии. Петрозаводск, 1957. Выпуск 7. С. 180-193.

Баранов И.В. Лимнологические типы озер СССР. Л., 1962. 276 с.

Бискэ Г.С., Лукашов А.Д. Генетическая классификация озерных котловин Карелии // Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. Т. II. История озер. Вильнюс, 1970. С. 258-274.

Богословский Б.Б. Схема гидрологической классификации озер СССР // Вестник МГУ. Серия 5. География. 1960. № 2. С. 44-51.

Богословский Б.Б. Внешний водообмен водоемов и некоторые особенности водных масс пресных озер // Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. Т. I. Режим озер. Вильнюс, 1970. С. 237-258.

Верещагин Г.Ю. Методы морфометрической характеристики озер // Труды Олонекской научной экспедиции. 1930. Ч. II, выпуск 1. С. 3-114.

Герд С.В. Биоценозы бентоса больших озер Карелии. Петрозаводск, 1949. 197 с.

Герд С.В. К вопросу о биомических типах озер Карелии // Биология внутренних водоемов Прибалтики. М.; Л., 1962. С. 25-28.

Григорьев С.В. О некоторых определениях и показателях в озераведении // Труды Карельского филиала АН СССР. Вып. XVIII. Материалы по гидрологии (лимнологии) Карелии. Петрозаводск, 1958. С. 29-45.

Григорьев С.В. О гидрологических типах водоемов // Труды V научной конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. Минск, 1959. С. 46-55.

Домрачев П.Ф. К вопросу о классификации озер Северо-Западного края // Известия ГГИ. 1922. Т. 4. С. 1-43.

Каталог озер и рек Карелии / Под ред. Н. Н. Филатова и А. В. Литвиненко. Петрозаводск, 2001. 290 с.

Китаев С.П. Термические классификации озер мира // Водные ресурсы. 1978. № 4. С. 97-103.

Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984. 207 с.

Литинская К.Д. Режим уровней воды озер и водохранилищ Карелии. Л., 1976. 146 с.

Литинский Ю.Б. Генетические типы озерных котловин Карельского региона // Биология внутренних водоемов Прибалтики. М.-Л., 1962. С. 29-36.

Несина Л.В., Огнева Т.А. Солнечная радиация и тепловой баланс водоемов // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Новосибирск, 1975. С. 308-313.

Первухин М.А. О генетической классификации озерных ванн // Землеведение. 1937. Т. 39, вып. 6. С. 526-537.

Россолимо Л.Л. Основы типизации озер и лимнологическое районирование // Накопление вещества в озерах. М., 1964. С. 5-46.

Салазкин А.А. Основные типы озер гумидной зоны СССР и их биолого-продукционная характеристика // Известия ГосНИОРХ. Л., 1976. Т. 108. С. 1-194.

Современное состояние водных объектов Республики Карелия / Отв. ред. Н. Н. Филатов, Т. П. Куликова, П. А. Лозовик. Петрозаводск, 1998. 188 с.

Тихомиров И.А. Классификация озер умеренной зоны по термическому режиму // Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. Т. I. Режим озер. Вильнюс, 1970. С. 174-185.

Тихомиров И.А. Термика крупных озер. Л., 1982. 232 с.

Фрейндлинг А.В. Использование макрофитов как индикаторов вод различной степени трофии (в водоемах Северо-Запада СССР): методические рекомендации. Петрозаводск, 1988. С. 3-11.

Фрейндлинг В.А. Температурный режим и оборот тепла в некоторых озерах Карелии. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Л., 1962. 19 с.

Фрейндлинг В.А. Термика водоемов северного Прионежья и южного склона Беломорско-Балтийского водного пути // Вопросы гидрологии, озераведения и водного хозяйства Карелии. Петрозаводск, 1969. С. 246-255.