

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

А.И. Баканов

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, 152742, пос. Борок,
Ярославская обл., Некоузский р-н*

Описаны основные виды районирования, принципы выделения районов и проведения границ. Обсуждается вопрос о возможности построения иерархической системы таксономических единиц типологического и индивидуального районирования. Методика районирования представлена в виде блочных схем, позволяющих в определенной степени формализовать и стандартизировать логическую процедуру районирования.

Основная задача комплекса дисциплин, всесторонне изучающих водоемы, - создание теории функционирования водных экосистем, которая позволит прогнозировать их состояние и управлять ими. Среди внутренних водоемов особый интерес представляют водохранилища, число которых в мире в настоящее время превысило 60 тыс. [3] (в основном это водоемы комплексного назначения). Можно утверждать, что водохранилище – это не нечто среднее между рекой и озером, а водоем, имеющий свою специфику. Экосистема водохранилища – самостоятельный тип водных экосистем [18].

Водоемы вообще, и водохранилища в частности, - объекты чрезвычайно гетерогенные. Части водоема можно выделять как по функциональному, так и по хронологическому принципу. Такая гетерогенность находит отражение в моделях экосистем, которые должны быть блочными (отражение функциональной неоднородности) и иметь распределенные значения параметров (отражение пространственной неоднородности). Выделенные по хронологическому принципу части называют районами в широком смысле, а процесс выделения таких частей - районированием.

При решении задач комплексного использования водохранилищ необходимо последовательно осуществить акваториальное районирование, планировку и обустройство водоема [1]. Такой подход позволяет целенаправленно и интенсивно использовать отдельные участки водоема в соответствии с их природными особенностями, характером хозяйственной освоенности и антропогенных воздействий. Эти процедуры соответствуют трем основным принципам стратегии использования природных объектов человеком: познанию природы объекта (районирование), представлению о его наиболее выгодной (оптимальной) для человека структуре (планировка) и, наконец, направленному воздействию на объект с целью получения нужного эффекта (обустройство).

Районирование служит информационной базой для принятия решений об управлении водоемами, так как направленное воздействие человека на природные объекты обычно пространственно локализовано. После создания схемы районирования может быть проведена бонитировка акватории, т. е. ее оценка с точки зрения пригодности к тому или иному виду использования.

Для этого все показатели для каждого района переводятся в оценочные категории по определенной шкале, затем выводится общая оценка для каждого района [23]. На основании этих оценок рекомендуется такое целевое использование отдельных участков водоема, которое больше всего соответствует специфике природных процессов и режимов на этих участках. Указываются также инженерно-технические мероприятия, направленные на сохранение благоприятных и изменение неблагоприятных условий. В результате получается конкретная схема размещения, организации, режима функционирования и воздействия промышленных, селитебных, рекреационных, биопродукционных, природоохранных зон, районов неблагоприятного антропогенного воздействия [2]. Такой подход позволяет минимизировать затраты при максимизации хозяйственного эффекта.

Водохранилища как объекты районирования имеют некоторые специфические особенности. Их экосистемы относятся к типу формирующихся систем, далеких от состояния климакса, в них наблюдаются переходные процессы разного характера [9], скорость сукцессии выше, чем в озерах. Поэтому прогнозы состояния экосистем водохранилищ менее точны, схема районирования, составленная на данный момент времени, может потребовать существенных корректировок в будущем. Специфика водохранилищ в значительной степени определяется уровнем режимом и характером взаимодействия акватории с прилегающей территорией суши.

В отличие от многих объектов суши водохранилище - трехмерный объект. Изменчивый по глубине слой воды играет в водной экосистеме значительно большую роль, чем слой воздуха в наземной. Для него характерно постоянство населения (фито-, зоо- и бактериопланктона и нектона), что несвойственно воздушному слою. Поэтому на практике районирование водоемов часто проводят отдельно для двух ярусов - пелагиали и бентали. (Аналог этому можно найти в геологии, где существует объемное районирование земных недр.)

Опубликованы десятки статей по районированию водохранилищ [10] (только для Рыбинского водохранилища существует > 20 схем районирования), но все эти работы выполнены на эмпирическом уровне, поэтому общепринятой теории районирования пока не существует. Цель данной работы - попытаться охарактеризовать основные проблемы, которые возникают при создании такой теории, и наметить способы их разрешения.

Районирование - весьма существенная часть любого полноценного лимнологического и экологического исследования, нередко его важный организующий стержень. С одной стороны, оно входит в начальную стадию изучения природных условий водоема (еще до начала полевых исследований целесообразно провести предварительное районирование на основе изучения литературы, картографических материалов и данных предыдущих исследований) и способствует созданию рабочей гипотезы о хронологической

структуре водоема (предмодель), которая проверяется и уточняется в процессе полевых исследований, обеспечивая их целенаправленность. С другой стороны, районирование - комплекс знаний о природе водоема, сходстве и различии его участков. Таким образом, районирование - начальный и завершающий этапы исследований.

В наиболее общем смысле под районированием понимается процесс многофакторного (многопризнакового) деления территории на множество непересекающихся целостных районов, представляющих собой компактные сгущения некоторых исходных ячеек (точек) как в трехмерном физическом, так и в многомерном признаковом пространстве [14]. В его задачу входит изучение причин и факторов формирования и дифференциации отдельных участков акватории, познание их состава и структуры, выявление характера связей между участками, выяснение изменения участков под влиянием хозяйственной деятельности, выявление границ между участками, построение иерархической системы таксонов районирования, изображение схемы районирования на картах и предлагаемых к ним легендам.

Термином “районирование” обозначают как метод познания, так и результат применения этого метода. В первом случае это - совокупность приемов, направленных на выявление объективно существующих районов и границ между ними, во втором - синтетическое картографирование, отражающее целостные характеристики районов на карте путем изображения границ площадей, к которым эти характеристики относятся [30].

Выделяют шесть принципов районирования [28]: объективности, генетический, относительной однородности единиц районирования, территориальной целостности, сравнимости результатов и первоочередности учета универсальных законов. При практической работе не все эти принципы могут быть строго соблюдены. Например, часто не выполняется генетический принцип, требующий выделения таких территориальных единиц, которые характеризуются не только сходством природных условий, но и общностью происхождения. Иногда (особенно при недостатке информации) территория не может быть разбита на районы целиком, в ней возможно существование “лакун”, которые в данный момент не относятся ни к одному из районов.

При районировании используются два подхода [14]: региональный (совокупность всех сведений о районируемом объекте) и районологический (совокупность теоретических основ, принципов, методов и процедур районирования). При этом выделяются три концепции районирования:

описательная, в основе которой лежит следующее утверждение: обобщение всех доступных материалов об изучаемом объекте позволяет мысленно воссоздать целостный образ объекта и логическим путем расчленить его на конечное множество пространственно локализованных целостностей более низкого порядка, выступающих в роли таксонов районирования. В рамках

этой концепции качество районирования определяется компетентностью исследователя (районирование в данном случае, скорее, искусство, чем наука);

количественная, суть которой сводится к формализации исходных данных с последующим алгоритмическим выделением районов с помощью определенных статистических критериев. Но при этом часто теряется целостность объекта. На конечных этапах обычно используются и элементы экспертного подхода (логика их выбора не обосновывается);

системная - синтез двух предыдущих концепций с подключением междисциплинарных разработок в области средств познания действительности. В основе ее лежит утверждение, что все исследовательские операции, выполняемые в ходе районирования (а не только выделение районов), должны быть взаимосвязаны и взаимообусловлены, а их выбор осуществляется по модульному принципу. Это обеспечивает синтез любой исходной информации и гарантирует обоснованное воспроизведение целостности районов. Ключевыми являются: механизм синтеза формализованного (количественного) и содержательного (описательного) познания в экспертных системах, постулаты логического подхода [24], модульная организация системы методов [29], стратегия выбора необходимого метода [21]. Системная концепция находится сейчас в стадии разработки, но отдельные ее элементы будут рассмотрены ниже.

ВИДЫ РАЙОНИРОВАНИЯ

Существует несколько видов районирования [11], одно из которых общенаучное. Цель его - познание территории. В тоже время оно имеет прикладное значение.

По тому, какой набор признаков (параметров, характеристик) территории используется, выделяют частное, отраслевое и комплексное районирование. Частное районирование - районирование по одному признаку. Им обычно занимаются узкие специалисты в рамках конкретной задачи. Это, например, создание карты распределения в водоеме отдельных компонентов (бентоса, рыб, зон загрязнения и т.п.).

К отраслевому относится районирование по группе показателей, характеризующих какой-либо компонент экосистемы с разных сторон (например, водная масса может характеризоваться рядом гидрологических, гидрохимических и иных показателей). Его также называют специализированным или компонентным. К этому виду относится, например, гидролого-морфометрическое районирование водоемов.

При комплексном районировании используется множество показателей, характеризующих различные компоненты территории, близкие понятия - ландшафтное или ландшафтно-географическое районирование. Особый

интерес представляет разновидность комплексного районирования - экологическое районирование, объект которого не водоем как физико-географическое тело, а экосистема водоема, включающая в себя абиотические и биотические составляющие (последние особенно важны). Результаты хозяйственной деятельности человека, влияние населенных пунктов, расположенных по берегам водоема, также учитываются при данном виде районирования, т.е. водоем рассматривается уже как социально-экологический объект. В зависимости от типа функционирования этого объекта выделяют геоэкологическое, эколого-экономическое или же интегральное экологическое районирование [17].

Если при районировании учитываются только признаки, характеризующие современное состояние водоема, то такое районирование называется рецентным. Если же учитывается и история (происхождение, генезис) структур водоема, то районирование называется генетическим.

Можно выделить районы трех типов [31]: однородные (гомогенные), обладающие внутренним относительным однообразием; коннекционные (функциональные), объединенные какими-либо связями (они могут быть внутренне неоднородными); конфигурационные, заключенные между физическими рубежами или очерченные сетью ранее выявленных линий и точек.

Наибольший интерес представляют районы двух первых типов, которые выделяются с помощью однородного и коннекционного районирования. Принцип деления территории по однородности аналогичен принципу, лежащему в основе любой классификации, что позволяет рассматривать этот вид районирования как ее разновидность. При этом используются критерии сходства. Коннекционное районирование - выделение взаимодействующих территориальных элементов, объединенных потоками вещества, энергии и информации. Критерием объединения участков в один район служат сила их взаимодействия, плотность связи, интенсивность потоков, выраженные в той или иной форме. Следовательно, коннекционные районы могут рассматриваться как системы. Пример коннекционных районов - участки обитания различных видов рыб, включающие в себя триаду биотопов: нагульный, нерестовый и зимовальный.

Предположим, что во многих точках (станциях) водоема выполнены определенные измерения и получены некоторые характеристики. Нанося эти точки на карту и экстраполируя их характеристики на некоторую площадь, разбиваем водоем на ряд участков - первичных единиц районирования. По наиболее важному признаку эти участки делятся на несколько групп, затем по другому признаку эти группы делятся еще раз и т. д., пока не останутся участки, совпадающие по всем признакам. Каждая группа представляет собой таксон, имеющий определенный ранг. Подобно тому, как это делается в биологической систематике, низший таксон можно обозначить сначала как

вид района, затем как род, семейство, класс и т.д. В каждый таксон объединены участки по сходству признаков, причем не имеет значения, где эти участки расположены. Такой вид районирования называют типологическим, поскольку здесь выделяются типы местности. Это своего рода классификация типологических единиц

Первичные единицы районирования можно объединять по принципу соседства, получая также иерархическую структуру все большей площади. Например, для Рыбинского водохранилища объединяют сначала участки, расположенные на определенном протяжении затопленного русла Волги, затем участки право- и левобережной поймы. Эти три более крупных участка образуют район, названный верхней частью Волжского плеса. Плес состоит из верхней, нижней и средней частей, а все четыре плеса образуют Рыбинское водохранилище. Такое районирование называют индивидуальным (региональным). Его единицы имеют определенные пространственные координаты и в отличие от единиц типологического районирования могут иметь собственное имя - географическое название.

Однородность типологических районов, естественно, выше, чем региональных. Типологическое районирование иногда удобнее начинать “сверху”, а региональное - “снизу”. Единицы типологического районирования не аналогичны единицам регионального, впрочем, разработаны схемы, совмещающие эти виды районирования [30].

ВЫБОР ПРИЗНАКОВ.

Как и всякий природный объект, участки изучаемой территории, имеют в принципе бесконечное число признаков, лишь часть из которых исследователь может описать и оценить. Из них отбираются те, которые считаются достаточно важными для характеристики водоема, отражающими его “сущность”. Признаки могут считаться равноправными или же располагаться по степени важности; в таком случае им приписывается определенный “вес”.

Можно выделить следующие признаки:

непосредственно измеряемые для отдельных компонентов;

обобщенные и полученные путем соотнесения объекта с некоторой классификацией (например, тип грунта, тип зарослей, качество воды);

полученные из непосредственно измеряемых характеристик по определенным формулам (например, видовое разнообразие по методу Шеннона);

связанные с отдельными компонентами или признаками (например, степень использования кормовой базы рыбами);

характеризующие отношения между признаками объекта и “субъектом”, для которого эти признаки могут оцениваться (например, пригодность участка для того или иного вида хозяйственного использования).

Необходимо оценить точность всех показателей (найти систематическую и стандартную ошибки) и отбросить те из них, точность которых явно неудовлетворительна. Например, некоторые производственные показатели и показатели использования кормовых организмов рыбами имеют ошибку $> 100\%$ [26, 33]. Желательно избавиться от лишнего информационного “шума”, для чего нужно выделить тренд и флюктуацию показателей с помощью различных методов (от графического сглаживания до построения квадратичной регрессионной поверхности или поверхностей более высокой степени [13]).

Иногда несколько несущественных, но скоррелированных показателей влияют на результат сильнее, чем один существенный. Поэтому необходимо оценить информативность отдельных показателей (например, путем вычисления их эмпирической дисперсии или относительной энтропии) с помощью корреляционно-регрессионного анализа, латентно-структурного анализа или метода Меллера-Капекки [14].

Районирование водохранилищ обычно основано на морфометрических и морфологических показателях, к которым добавляются гидрофизические и гидрохимические, а также гидробиологические. Роль последних возрастает при переходе от макро- к мезо- и микрорайонированию. Часто используется такой сравнительно легко измеряемый параметр, как концентрация хлорофилла. Особенно интересный показатель - качество воды, так как оно формируется в результате взаимодействия природных и антропогенных процессов в водоеме и на водосборе. Обязательно использование при экологическом районировании характеристик распределения основных групп гидробионтов - планктона, бентоса и рыб. В противном случае районирование не будет экологическим, хотя в нем могут использоваться десятки разных характеристик [16]. Для экологического районирования требуется использовать набор показателей, всесторонне характеризующих структурные и функциональные особенности экосистемы, включая такие интегральные показатели, как сложность, устойчивость, надежность.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ РАЙОНИРОВАНИЯ.

Континуум природных условий неоднороден, в нем имеются участки, где характеристики меняются относительно медленно или даже остаются постоянными, а также участки со сравнительно быстро меняющимися показателями, “Центры” участков отличаются друг от друга объективно, но они связаны плавными переходами, поэтому проведение границ между районами во многом субъективно. В зависимости от масштаба исследований границу можно изобразить в виде линии или полосы разной ширины.

Широкие границы представляют самостоятельный интерес как объект исследования, они называются экотонами. Если район одного типа постоянно переходит в район другого типа, то граница между ними будет условной. Ее положение соответствует и среднему значению изменяющего свойства, или максимальному градиенту его. Она может соответствовать другому, субъективно выбранному признаку.

По форме границы могут быть резкими, диффузными, каемчатыми или мозаично-островными [5]. Особые затруднения вызывает проведение границ в том случае, когда характер сообщества плавно меняется по градиенту факторов (клинальный тип общества). Границы районов выделенных по характеру изменений одного компонента, как правило, не совпадают с границами районов, выделенных по другим компонентам. Поэтому приходится искать оптимальное компромиссное решение, в которое также включен элемент субъективности. В силу стохастичности ареалы распространения флоры и фауны не полностью совпадают с границами районов, выделенных по экологическим факторам. Границы могут быть постоянными или переменными (пульсирующими). Например, регулярно меняются границы глубинных зон при колебании уровня воды в водоеме.

Определение положения и ширины границ всегда связано с ошибками, имеет вероятностный характер и устанавливается для соответствующего уровня значимости (обычно от 0.8 до 0.99). Поскольку проведение границ - одна из самых сложных задач районирования, то с целью большей достоверности, логичности и однозначности решения этой задачи разработана специальная инструкция, регламентирующая все операции по проведению границ для сухопутных ландшафтов [8]. В ней подробно излагается техника этой работы, указаны критерии выбора оптимальных решений.

В настоящее время не существует однозначного представления ни о числе иерархических таксономических единиц, ни об их названии. Низшую таксономическую единицу физико-географического районирования часто называют фацией. Это наименьший и наиболее просто построенный природный комплекс, различия внутри которого при решении поставленной задачи не имеют существенного значения. В почвоведении такой единицей признан педон, в лимнологии употребляется термин “акваном” - вертикальный столб, включающий в себя приводный слой атмосферы, водную толщу и грунт. Применяются также термины “элементарный географический ландшафт”, “территориальный носитель информации”, “элементарная операционная территория”, “операционная таксономическая единица (ОТЭ)” и др. [20].

Одно из важнейших требований, предъявляемых к низшей таксономической единице, заключается в том, что на внешние воздействия она должна реагировать как целое. Обзор различных таксономических схем районирования дан в [10]. При региональном районировании водохранилищ

одна из возможных схем предусматривает наличие следующих единиц (сверху в низ): водохранилище - плес - район - участок - зона - подзона - станция - биогеоценоз (биогеоценоз). При типическом районировании низшей таксономической единицей будет вид биогеоценоза. Несколько биогеоценозов объединяются в род. Можно считать, например, что все биогеоценозы серых илов с доминированием хирономид относятся к одному роду биогеоценозов. Таким же путем можно строить типологические единицы районирования и дальше, но эта задача пока не решена. Иногда рекомендуется типологические таксоны обозначать номерами [8].

МЕТОДИКА И ПРОЦЕДУРА РАЙОНИРОВАНИЯ

Процесс районирования представляет собой сложную систему, состоящую из ряда взаимосвязанных элементов, таких как выбор концептуальной модели, масштаба исследований, вида первичных объектов наблюдения, способов размещения и описания этих объектов, последующей математической обработки данных и интерпретации результатов. Предложено несколько систем методов районирования. Здесь рассмотрены два наиболее разработанных.

Т.П. Куприянова [19, 20] под районированием понимает двуединый процесс: с одной стороны, это принятие последовательных решений, а с другой - многократный отбор, "просеивание" сведений об объекте для получения искомого результата (схема). Обе составляющие тесно связаны между собой и испытывают влияние объективных факторов районирования. Левая и правая колонки элементов на этой схеме соответствуют творческий и стандартной частям работы. К творческим задачам можно отнести поиск, выбор и обоснование конкретных действий. Действия, отраженные в правой части, можно в значительной степени формализовать, стандартизировать, представить в виде алгоритмов, выполнение которых можно поручить ЭВМ. Эти действия основаны на принципах формальной логики, теории планирования эксперимента, автоматического сбора и обработки информации.

Специальные математические методики районирования в данной работе не рассматриваются. Однако можно отметить, что в настоящее время, применяют несколько таких методик. Одна из них - районирование по ведущему признаку (фактору). В этом случае выявляется ведущий фактор дифференциации территории и строится схема районирования одного иерархического уровня.



Схема процесса районирования [19].

Для построения следующего уровня может использоваться тот же признак, но другие его градации или иные же признаки. При этом возникают три логические схемы районирования [7]: районирование по единственному признаку, с чередованием или же с бифуркацией признаков. Главный концептуальный недостаток этого метода заключается в том, что познать объект, в котором сложно переплетается и взаимодействует много факторов, с помощью поочередного рассмотрения каждого фактора вне его многочисленных связей невозможно, так как в результате не воспроизводится целостность объекта.

При способе сопряженного анализа компонентов сразу используется большое число признаков разных характеристик экосистемы. Перечисление схем районирования по отдельным признакам образует ячейки, рассматриваемые как единицы районирования. Данную процедуру называют также перекрестным районированием. При таком аддитивном подходе недостаточно выражается идея системности районов, они рассматриваются как механическая сумма признаков отдельных компонентов.

При районировании на ландшафтно-типологической основе используется ландшафтно-типологическая карта. Для выявления районов применяются либо условные показатели встречаемости определенных типов ландшафта, либо процент занимаемой ими площади, либо рисунок ландшафта [15, 22].

На примере Рыбинского водохранилища показаны сильные и слабые стороны методов многомерной статистики [27]. Обзоры применения этих методов в районировании даны в [20, 32]. Для формализации работ могут быть перспективными алгоритмы автоматического анализа географических текстур, метод статистических испытаний и метод “барьеров максимальных различий” [4, 6, 14].

В последнее время разработана более подробная система методов районирования [14], которая должна:

включать в себя все способы познания;

обеспечивать взаимозависимость, взаимодополняемость и взаимоконтролируемость методов;

основываться на синтезе качественных и количественных, описательных и формализованных, экспертных и математико-статистических методов;

ориентироваться на различные принципы и разнокачественную исходную информацию, обеспечиваться модульным принципом организации системы методов;

обеспечить возможность перехода от последних этапов к начальным и проведения повторных решений задачи;

корректироваться операциями выбора метода и проверки качества принимаемых решений;

предусматривать возможность включения методов районирования в другие системы анализа (прогнозирования, моделирования...).

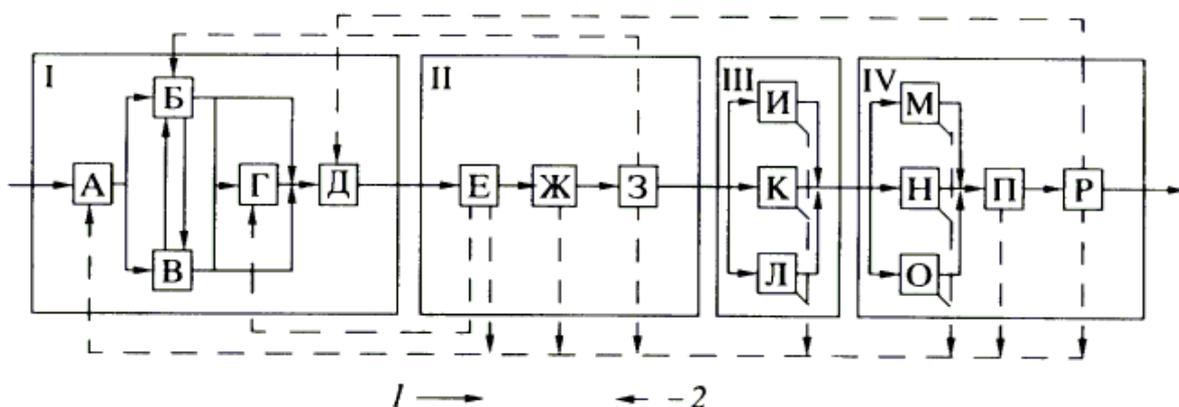


Рис. 1. Базовая система методов районирования [14].

I- формирование концептуальной модели. II- измерение параметров объекта районирования. III - выделение районов. IV - проверка полученных результатов; А - уяснение задач районирования, Б - построение модели объекта районирования, В - построение модели процедуры районирования, Г – создание понятийной модели, Д - определение принципов районирования, Е - построение операционной модели районирования, Ж - измерение характеристик, З - оптимизация набора показателей, И - эвристическое выделение районов, К - выявление районов в ходе коллективной экспертной оценки, Л - автоматическое выявление системы районов, М - логическая, Н - алгоритмическая, О - содержательная верификация результатов выделения районов, П - корректировка, Р - интерпретация результатов; 1 - поток информации; 2 - возвращение к предыдущим методам.

Предлагаемая система методов районирования состоит из четырех подсистем (рис. 1): формирования концептуальной модели районирования, измерения параметров объекта районирования, выделения районов, проверки полученных результатов. Каждая система состоит из модулей включающих в себя один или несколько методов. Например, модуль I может включать в себя метод интервью, контент-анализ, коллективную экспертную оценку. Все они выполняют функцию создания понятийной модели. Предусмотрено дублирование некоторых методов (И, К, Л и М, Н, О), они не объединены в один модуль в связи с существенными различиями в подходах.

Возможность возврата к предыдущим методам введена для усиления гибкости системы и повышения обоснованности получаемых результатов. В случае неудовлетворительной оценки результатов работы какого-либо метода можно вернуться к любому предыдущему методу и провести повторную обработку информации.

Система методов классификации исходных единиц районирования, построенная по тому же принципу, состоит из трех подсистем (рис. 2).

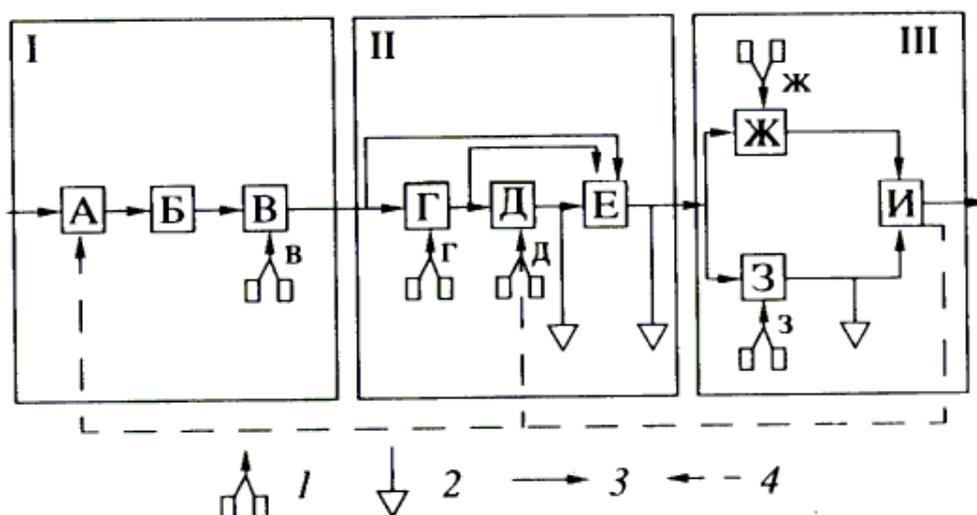


Рис. 2. Система методов классификации [14].

I. подсистема методов подготовки исходной информации, II. Подсистема методов непосредственной классификации, III. Подсистема методов оценки качества классификации; А – отбор необходимых признаков, Б – устранение статистически незначимых признаков, В – определение наиболее информативных признаков (в – операция выбора подходящего метода), Г – определение значения мер сходства между объектами (г – операция выбора мер сходства), Д – группировка объектов в классы (д – операция выбора метода группировки), Е – получение обобщенных характеристик классов, Ж – формальное оценивание (ж – операция выбора критериев качества), З – содержательное оценивание (з – операция выбора способа содержательной оценки), И – итоговое определение качества классификации; 1 – выбор метода, 2 – представление результатов в виде карт, 3 – поток информации, 4 – возврат к предыдущим методам.

Работы по районированию завершаются текстовыми описаниями выделенных таксономических единиц и нанесением их контуров, а также важнейших характеристик на специальную карту (схему), которая служит образно-знаковой моделью водоема. При этом важно оптимально распределить полученную информацию между картой и прилагаемой к ней легендой. Существуют специальные приемы, в том числе и математические, дальнейшего анализа карт [12, 22].

При завершении работы необходимо провести оценку выполненной схемы районирования водохранилища. Обычно это делается экспертным путем. Критерием правильности выделения районов в ряде случаев может служить соответствие оконтуренной площади предлагаемым мероприятиям по максимальному использованию ее естественных ресурсов. Разрабатываются и математические методы оценки схем районирования [25].

В заключение можно сказать, что для проведения высококачественного районирования водоемов необходимо дальнейшее совершенствование теории районирования, создание соответствующих баз данных и привлечение на завершающем этапе высококвалифицированных экспертов-экологов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б. Проблемы создания и комплексного использования водохранилищ в СССР // Водные ресурсы. 1972. № 1. С. 119-137.
2. Авакян А.Б., Салтанкин В.П. Акваториальное районирование, планировка и обустройство водохранилищ // Водохранилища мира. М.: Наука, 1979. С. 237-247.
3. Авакян А. Б. , Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища. М.: Мысль, 1987. 326 с.

4. Александров Ю.К. Применение метода случайного поиска в задачах районирования // Математическое обеспечение задач размещения производства. М.: Наука, 1974. С. 57-72.
5. Александрова В.Д. Классификация растительности. Л.: Наука, 1969. 376 с.
6. Андерсон В.Н. Автоматический анализ географических текстур (на примере ландшафтных карт) // География и природные ресурсы. 1986. № 4. С. 121-129.
7. Арманд Д.Л. Принципы физико-географического районирования // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1952. № 1. С. 68-82.
8. Арманд Д.Л., Дроздов А.В., Филлипович Л.С. Типологическое ландшафтное районирование методом деления территории по некоторым признакам // Биогеографическое и ландшафтное изучение лесостепи. М. 1972. С. 9-34.
9. Баканов А.И. Количественное развитие зообентоса в водохранилищах Советского Союза, 1985, 84 с. - Деп. в ВИНТИ 5.05.85. № 2968-85 деп.
10. Баканов А.И. Обзор существующих подходов к районированию водохранилищ // Экологическое районирование пресноводных водоемов. Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1990. С. 3-16.
11. Баканов А.И. Основы физико-географического районирования // Экологическое районирование пресноводных водоемов. Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1990. С. 16-41.
12. Берлянт А.М. Картографический метод исследования природных явлений. М.: Изд-во. МГУ, 1971. 75 с.
13. Блануца В.И. Об интегральной оценке степени изменения состояния окружающей среды // География и природные ресурсы. 1982. № 4. С. 82-90.
14. Блануца В.И. Интегральное экологическое районирование: концепция и методы. Новосибирск: Наука, 1993. 158 с.
15. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. М.: Мысль, 1986. 179 с.
16. Кожара В.Л., Литвинов А.С., Рощупко В.Ф. Районирование Иваньковского водохранилища по большому числу характеристик // Анализ и прогноз метеорологических элементов и речного стока. Вопросы охраны среды. Пермь. 1979. С.135-141.
17. Кочуров Б.И., Антипова А.В., Назаревский Н.В. и др. Районирование территории России по степени экологической напряженности // Известия РАН. Сер. географ. 1994. № 1. С. 119-125.

18. Кудерский Л.А. Экосистемы водохранилищ как самостоятельный тип водных экосистем // V съезд ВГБО. Тез. докл. Ч. 2. Куйбышев. 1986. С. 84-85.
19. Куприянова Т.П. Физико-географическое районирование по принципам однородности территории // Количественные методы изучения природы. (Вопр. географии. Сб. 98). М.: Мысль. 1975. С. 114-130.
20. Куприянова Т.П. Принципы и методы физико-географического районирования с применением ЭВМ. М.: Наука, 1977. 176 с.
21. Мандель И. Д. Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1988. 176 с.
22. Михайлов И.И. Физико-географическое районирование М.: Изд-во МГУ, 1985. 183 с.
23. Мухина Л.И. Об использовании ландшафтных карт и схем природного районирования в прикладных целях // Современные проблемы природного районирования. М. 1975. С. 135-146.
24. Непейвода Н.Н. Логический подход как альтернатива системному в математическом описании систем // Экспертные системы: состояние и перспективы. М. Наука, 1989. С. 20-30.
25. Нутенко Л.Я. Критерии качества схем членения территории. М.: Изд-во ЦЭМИ АН СССР, 1971. 132 с.
26. Поддубный А.Г., Баканов А.И., Сметанин М.М., Терещенко В.Г. О точности оценки некоторых параметров водных экосистем // IV съезд ВГБО: Тез. докл. Ч. 3. Киев: Наукова думка, 1981. С. 147-148.
27. Поддубный А.Г., Баканов А.И., Сметанин М.М. и др. Опыт экологического районирования Рыбинского водохранилища // Экологическое районирование пресноводных водоемов. Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1990. С. 83-144.
28. Прокаев В.И. Основы методики физико-географического районирования. Л.: Наука. 1967. 263 с.
29. Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль, 1982. 430 с.
30. Родоман Б.Б. Способы индивидуального и типологического районирования и их изображение на карте // Вопр. географии М.: Географгиз, 1956. Сб. 39. С. 28-69.
31. Родоман Б.Б. Основные типы географических районов // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 1972. № 1. С. 68-74.
32. Сметанин М.М. О количественных методах районирования водоемов // Экологическое районирование пресноводных водоемов. Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1990. С. 42-56.

33. Сметанин М.М., Баканов А.И. О статистической и систематической ошибках R/V коэффициента // Проблемы экологии Прибайкалья. Ч. 1. Иркутск, 1979. С. 167-168.