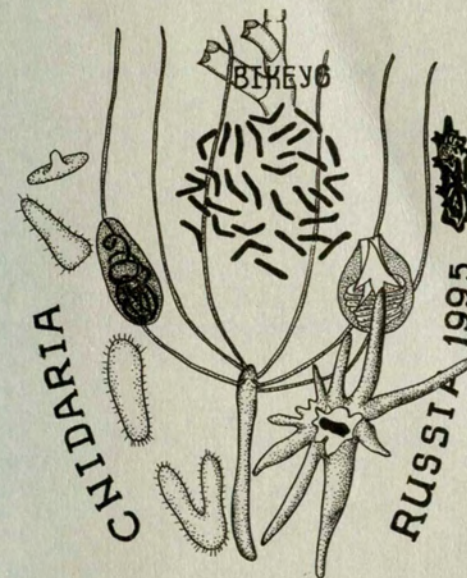


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КНИДАРИИ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
II



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Труды Зоологического института, том 261

Выпускаются с 1932 года

КНИДАРИИ
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
II

Под редакцией С. Д. Степаньянц

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
1995

УДК 681.3

А. Л. Лобанов, С. Д. Степаньянц, М. Б. Дианов

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

VIKEY — ДИАЛоговая КОМПЬЮТЕРная ПРОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ КНИДАРИЙ

Компьютерная система VIKEY6 предназначена для автоматизации процессов работы с диагностической информацией о биологических таксонах. Она выполняет около 10 функций, главные из которых заключаются в накоплении диагностической информации о таксонах, анализе этой информации, проведении оптимизированного определения объектов с помощью созданных машиной ключей в режиме диалога с ЭВМ. Преимущество этого метода определения состоит в возможности выбора человеком наиболее удобных признаков с учетом рекомендаций программы, стремящейся сократить путь определения. Система может автоматически генерировать оптимизированные одновходовые текстовые определители, исходные данные для которых готовятся в виде списка таксонов, списка рядов признаков и многовходовых политомических цифровых таблиц — цифровых матриц. В системе VIKEY6 имеются, кроме того, диалоговые политомические многовходовые определители: DIAKEY (текстовый режим) и PICKEY (графический режим).

Исходным материалом для применения системы VIKEY6 в работе с книдариями послужил опубликованный ранее "Определитель семейств пелагических книдарий" (Степаньянц, Шейко, 1989). На его базе были составлены политомические ряды признаков, число которых пришлось существенно увеличить. Всего были использованы 72 политомических ряда признаков и сделана матрица для 70 семейств медуз мира.

Кроме того, была построена матрица по 14 рядам признаков для 19 видов антарктических гидроридов рода *Symplectoscyphus*.

В статье дается подробное описание функционирования системы VIKEY6 и входящих в нее программ, а также описание механизмов использования этой системы для создания оптимизированных определителей книдарий.

Биологическая диагностика, рассматриваемая теперь как прикладная ветвь систематики, занимающаяся теорией и практикой построения определителей (диагностических ключей), оформилась в самостоятельную научную дисциплину в 70-х годах нашего века (Лобанов, 1972, 1983; Свиридов, 1973, 1981; Pankhurst, 1978 и др.). Именно в этот период отечественные исследователи внесли значительный вклад в разработку теоретических

основ биодиагностики (Балковский, 1962; Кискин, 1966; Лобанов, 1975; Свиридов, 1976, 1978 и др.) и методов использования компьютеров для определения таксономической принадлежности биологических объектов (Кискин, Печерская, Печерский, 1965; Лобанов, 1975; Lobanov et al., 1981; Уткина, Благодатская, 1980 и др.). К сожалению, в следующем десятилетии число отечественных работ по биологической диагностике резко сократилось, хотя за рубежом интерес к этой теме совсем не уменьшился (Evers, 1991; Holmes, Hill, 1985; Leuschner, Sviridov, 1986; Pankhurst, 1986, 1988, 1991; Pankhurst, Dallwitz, Payne, 1984; Payne, Preece, 1980; Tilling, 1984; Watson, 1981 и др.).

Среди зарубежных публикаций можно особо выделить описания конкретных действующих компьютерных систем (Bisby, 1988; Boswell, Gibbs, 1986; Dedet, Lebbe, Vignes, 1990; Estep, 1989; Miller, Day, 1990; Pankhurst, 1978; Payne, 1978; Rubio, 1986; Schalk, 1993; Vignes, Lebbe, Dedet, 1990; Winfield et al., 1987 и др.).

Отечественных публикаций такого рода в последние годы почти не было, что может создать неверное впечатление о нашем отставании в этой актуальной области. Исследования в области компьютерной биологической диагностики ведутся во многих научных центрах, но, к сожалению, почти не публикуются. Как исключение можно назвать обзор М. Г. Пименова (1987) и краткие сообщения о работах тартусских и севастопольских биологов и программистов (Райтвийр, Кулль, 1988; Бутаков, Лелеков, 1991).

Данной статьей мы хотим отчасти восполнить этот пробел и рассказать о современном состоянии и примерах использования оригинальной компьютерной системы "ДИАГНОСТИКА" (новое название — VIKEY), являющейся, по свидетельству А. Райтвийра и К. Кулля (1988), первой отечественной диалоговой компьютерной диагностической системой.

Первые версии этой системы "ДИАГНОСТИКА-1" и "ДИАГНОСТИКА-2" были разработаны А. Л. Лобановым в 1974 г. в Институте биологии Коми филиала АН СССР для ЭВМ "Наири-С" на языке ее автокода (Лобанов, 1975). В дальнейшем система переносилась на более совершенные типы ЭВМ: "Наири-2" (автокод) — "ДИАГНОСТИКА-3", БЭСМ-6 и СМ-1420 (FORTRAN) — "ДИАГНОСТИКА-4" (Лобанов, 1983). Начиная с 5-й версии, созданной в Зоологическом институте АН СССР для персональных компьютеров IBM PC (языки программирования — FoxPro и FORTRAN), система получила новое название VIKEY (от слов — Biological Identification KEYS). Последняя версия системы — VIKEY6, ориентированная на работу как с текстовыми описаниями, так и с изображениями таксонов, была разработана М. Б. Диановым и А. Л. Лобановым.

Система VIKEY6 предназначена для автоматизации процессов работы с диагностической информацией о биологических таксонах и осуществляет следующие функции:

1. Накопление и хранение на магнитных носителях в компакт-

ной форме диагностической информации о таксонах (в том числе и изображений организмов и их фрагментов).

2. Редактирование и дополнение исходной диагностической информации в удобном для пользователя режиме.

3. Всесторонний анализ этой информации, ее логический контроль и оценка диагностической полноты.

4. Проведение оптимизированного определения объектов по созданным системой машинным ключам в режиме диалога "человек — ЭВМ" (путь определения формируется динамически в ходе диалога, заключающегося в выборе человеком наиболее удобных для него признаков с учетом рекомендаций программы, которая стремится сократить длину пути определения).

5. Автоматическое генерирование на ЭВМ оптимизированных одновходовых текстовых определителей (из одного машинного ключа можно получить неограниченное число вариантов текстовых определителей, так как специалист может придавать разные веса разным признакам).

6. Печатаение в виде стандартного диагноза на естественном языке данных об одном или группе таксонов (таким образом специалисту облегчается содержательный контроль накопленной диагностической информации).

В ближайшее время предполагается включить в пакет программы для анализа накопленной диагностической информации методами нумерической таксономии (оценка сходства, автоматическая классификация, построение дендрограмм и т. п.) и программы для обмена данными с системой DELTA (Dallwitz, Paine, 1986), ставшей уже фактически международным стандартом в области хранения и анализа таксономической информации.

Функционально пакет VIKEY6 состоит из трех частей, автономных, но связанных друг с другом общими файлами данных:

1) набора программ на языке СУБД FoxPro для проверки и анализа готовых текстовых одновходовых ключей;

2) единого комплекса программ на языке СУБД FoxPro для создания, анализа и последующего совершенствования машинных многовходовых ключей, исходная информация для которых хранится в виде баз данных самого распространенного и доступного формата DBF для систем dBASE, FoxBase, FoxPro, Clipper;

3) ряда программ на алгоритмическом языке FORTRAN-88, работающих с уже готовыми машинными ключами и выполняющих самые сложные функции — предварительной обработки изображений (программы PICFILL и др.), управляемого компьютером оптимизированного диалогового определения (программы DIAKEY и PICKEY), генерации оптимизированных текстовых одновходовых ключей для публикации (GENKEY) и печати стандартизированных описаний таксонов (DESKEY).

Основные биологические понятия, используемые при описании программ: "таксон", "признак" и "состояние признака".

Таксон — название конкретной систематической группы орга-

низмов, например "насекомые", "медузы семейства Atorellidae", "гидроиды рода *Symplectoscyphus*", "человек разумный" и т. п.

Признак (отечественные специалисты используют синонимичное понятие — "ряд признаков", не принятое в англоязычной специальной литературе) — элемент распознавания (черта, свойство). Примеры: "цвет тела", "число краевых зубцов гидротехи", "наличие пор" и т. п.

Состояние признака (отечественные специалисты используют синонимичное понятие — "признак", не употребляемое в этом значении в англоязычной литературе) — конкретное состояние элемента распознавания. Примеры: "черное тело", "3 краевых зубца гидротехи", "поры отсутствуют" и т. п.

Один признак может включать два или более состояния признака. Одно определение называется "диагнозом". "Шагом" называется цикл, состоящий из выбора признака, затем выбора соответствующего определяемому экземпляру состояния признака и отбора из имеющихся таксонов тех, которые могут иметь это состояние признака. *Длина пути определения* — число шагов, сделанных пользователем до получения однозначного ответа.

Мы считаем уместным пояснить некоторые другие, употребляемые далее термины.

Диагностические ключи классифицируются по разным аспектам (основаниям классификации). Наиболее важные из них три — число входов, число состояний в одном признаке и форма представления ключа. Особое значение мы придаем *числу входов*: возможности на каждом шаге определения выбирать наиболее удобный или надежный для определяющего элемент распознавания из нескольких. Если такой возможности нет, то определитель считается одновходовым, а если она есть — многовходовым. Часто этот аспект классификации ключей смешивают со следующим — *числом состояний в одном признаке* (числом альтернатив на каждом шаге определения). Если мы имеем две альтернативы (тезу и антитезу) — ключ дихотомический. Если хотя бы в одном случае таких альтернатив три или более — ключ считается политомическим. Последний термин часто ошибочно используют для обозначения многовходовых ключей. Это совершенно неверно и связано только с тем, что многовходовые ключи обычно бывают политомическими, ибо, в отличие от традиционных текстовых одновходовых ключей, форма здесь не диктует составителю строгую дихотомичность. В качестве одного из последних примеров такого смешения разных аспектов классификации ключей можно привести работу киевских исследователей (Михалевич, Некрутенко, 1992), которая, несмотря на эту ошибку, очень ценна очередным доводом в пользу перехода на компьютерную технологию при подготовке определителей.

Доводы биологов в пользу отказа от строгой дихотомии неоднократно приводились в литературе (Кискин, 1966; Свиридов, 1973), поэтому мы остановимся только на математическом и пси-

хологическом аспектах выбора числа состояний в признаке. Если минимизировать общее число состояний признаков в ключе для определения заданной группы таксонов, то оптимальный средний объем признака — величина, равная основанию натуральных логарифмов, $e=2.718$ (Лобанов, 1983). Если измерять длину пути определения не числом шагов (числом использованных признаков), а суммарным числом состояний в использованных признаках (Гамбарян, 1975), то минимум средней длины достигается при среднем объеме признаков, равном 3.69 (Сумароков, 1974). Таким образом, математический подход к оптимизации ключей рекомендует среднее число состояний в признаке от 2.7 до 3.7 (политомия с преобладанием тритомии, но с использованием и дихотомических признаков). Это хорошо согласуется и с потребностью биологов выделять во многих случаях третье состояние даже в таких, казалось бы дихотомических признаках, как "наличие — отсутствие" (например, рудиментарное или зачаточное состояние). Верхняя граница числа состояний в признаке диктуется, скорее, особенностями человеческого восприятия и памяти. Специальные исследования (Miller, 1956) показывают, что объем кратковременной памяти ограничивается 7 ± 2 блоками сопоставляемой информации. Очевидно, что использование в одном признаке более 7—9 состояний только затрудняет работу с ключом.

По форме представления можно выделить много типов ключей, но мы здесь будем говорить только о текстовых (традиционная форма публикации у отечественных зоологов), табличных матричных [одно из редких исключений — 1 том "Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР" (ред. О. Н. Бауэр и С. С. Шульман, 1984)] и машинных, представляющих собой специальные компьютерные формы хранения диагностической информации (Лобанов, Степаньянц, 1993). В машинных ключах всегда будет подразумеваться самый эффективный тип диагноза — последовательный оптимальный (Лобанов, 1975б). Блок-схема связей и взаимодействия отдельных частей системы приведена на рис. 1. Ниже описываются программы каждого из трех разделов пакета VIKEY6.

1. ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ И АНАЛИЗА ГОТОВЫХ ТЕКСТОВЫХ ОДНОВХОДОВЫХ КЛЮЧЕЙ

Программы этого раздела выполняют ввод данных о ключе в базу данных, логические проверки ключа и анализ математических параметров ключа. Из-за заметных различий в форме серийных (наиболее распространенных в отечественной зоологической литературе) и скобочных (чаще используемых за рубежом) текстовых определителей, для них используются разные программы и разные структуры баз данных. Предусмотрен сокращенный вариант ввода данных о ключе, когда вводятся только номера тез и антитез (без соответствующих им текстов), а вместо названий таксонов — только пометки о выходе на них у соответствующих

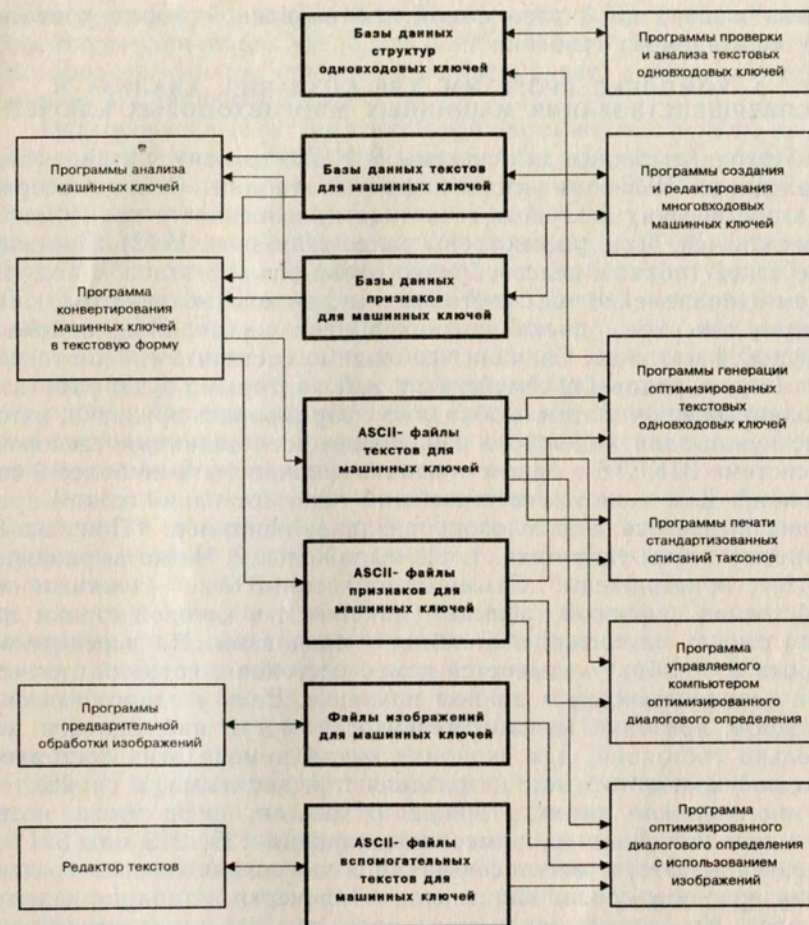


Рис. 1. Блок-схема взаимодействия основных составных частей системы VIKEY6. В толстых рамках — файлы данных; в тонких — программы. Пересечения линий связи не означают их соединения.

тез и антитез. Но возможен и полный ввод названий таксонов. Для обеих форм ключей проверяется правильность нумерации тез и антитез (отсутствие пропусков и повторов) и правильность перекрестных ссылок между тезами и антитезами. Для серийных ключей проверяется полнота ссылок и отсутствие нарушений логики дихотомического ветвления. Для скобочных, кроме этого, выполняются проверки на отсутствие повторных ссылок на один узел и на отсутствие ссылок назад. При анализе ключей высчитываются средняя длина пути определения и числовая оценка — показатель совершенства конструкции ключа (Лобанов, 1975а), изменяющийся от 10 (при полной сбалансированности ветвления

древа ключа) до 0 (при самой неоптимальной форме древа — так называемой “гребенке”).

2. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ, АНАЛИЗА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАШИННЫХ МНОГОВХОДОВЫХ КЛЮЧЕЙ

Исходные данные для системы VIKEY6 готовятся в виде многовходовых политомических цифровых таблиц. Основы теории диагностических ключей и, в частности, особенности политомических ключей, были рассмотрены ранее (Лобанов, 1972). Построение такой таблицы целесообразно проводить в 3 этапа, с получением одновременно трех составных частей компьютерного ключа: списка таксонов, списка признаков и их состояний и, наконец, цифровой матрицы. Сначала необходимо составить список таксонов (видов, родов или семейств и т. д.), с которыми будет работать машинный ключ. Затем необходимо сформировать признаки, которые нужны для надежного различения всех заданных таксонов. В системе VIKEY6 в одном признаке должно быть не более 9 состояний. Для экономии места общий текст состояний одного признака выносится в заголовок признака, например: “Признак 3. Краевые зубы гидротехники. 1. Не выражены; 2. Четко выражены; 3. Нечетко выражены”. Самый ответственный этап — составление собственно цифровой таблицы (матрицы), в которой строки соответствуют таксонам, а столбцы — признакам. На пересечении строки и столбца указывается номер состояния, который отмечен для данного таксона в данном признаке. Если у одного таксона в одном признаке из-за изменчивости могут наблюдаться несколько состояний, для экономии места номера этих состояний в одной клетке таблицы не разделяются запятыми, а сливаются в многозначное число. Порядок отдельных цифр этого числа не имеет значения, например, обозначения 125, 215 или 521 — идентичны. Отсутствие информации о состояниях таксона по данному признаку обозначается нулем (прочерки в таблице недопустимы). Но необходимо иметь в виду, что все программы будут трактовать эти нули как наличие у данного таксона всех состояний данного признака. Сочетать нули со значащими цифрами нельзя, например, обозначения 10, 102 или 021 — недопустимы.

При формировании признаков и составлении цифровой таблицы необходимо придерживаться специальных рекомендаций для машинных ключей. Формулировки состояний признаков должны быть лаконичны. Не следует усложнять признаки для устранения их перекрывания у разных таксонов. Перекрывание признаков будет учтено машинными программами при оптимизации пути определения. Наличие сложных формулировок состояний признаков говорит о том, что признак искусственный, и его нужно разделить на 2 или несколько более простых. В одном признаке не должно быть много состояний, оптимален ряд с 2 или 3 состояниями. Особенности психологии человека диктуют максимум в 7 состояний. Выбранный в VIKEY6 способ записи состояний огра-

ничивает длину признака 9-ю состояниями. Не следует искусственно ограничивать число признаков. В отличие от традиционных ключей избыток признаков не затрудняет, а облегчает пользование машинным ключом.

Подготовленные систематиком три части компьютерного ключа (список таксонов, список признаков и их состояний, цифровая матрица) вводятся в две базы данных формата DBF при помощи удобной программы ввода. Будущему машинному ключу присваивается сокращенное mnemonic название из 2—6 латинских букв. Имена баз данных образуются из этой аббревиатуры и букв: TC (Texts of the Characters — для базы данных с текстами признаков) и TM (Taxa and Matrix — для базы данных с названиями таксонов и матрицей значений признаков). Для ввода больших матриц предусмотрены особые режимы, облегчающие систематику эту работу. Можно вводить набор признаков для одного таксона, или состояния одного признака для набора таксонов, или любой прямоугольный фрагмент матрицы.

Отдельные программы предназначены для редактирования (включая и дополнения) трех составляющих ключа: названий таксонов, текстов признаков (включая изменение числа состояний в признаке) и матрицы признаков. Особое внимание уделено детальному сопоставлению пар близких таксонов. Специальная программа позволяет редактировать одновременно или все признаки такой пары, или только те признаки, где у этих таксонов нет отличий, или только те признаки, где они отличаются, или только те признаки, где хотя бы для одного таксона нет данных о состоянии признака (нуль в матрице).

Две программы разработаны специально для проверок машинных ключей. Одна из них проверяет отличия каждого таксона от всех остальных, перебирая возможные пары. До тех пор, пока есть неотличимые пары, ключ, строго говоря, не может служить определителем и нуждается в редактировании. После устранения неотличимых пар эта же программа используется для создания “запаса прочности” в ключе, т. е. наличия для любой пары таксонов двух или более отличающих их признаков. Истинно многовходовым ключ может считаться только при существовании такого запаса.

Вторая программа обнаруживает в ключе явные ошибки и противоречия, заключающиеся в использовании в характеристике таксона состояния, отсутствующего в соответствующем признаке, и в наличии в признаке состояния, которое не используется ни в одной характеристике.

В связи с тем, что программы следующего раздела системы используют текстовые файлы специального формата, отдельная программа предназначена для конвертирования данных из баз данных в ASCII-файлы. Сервисная программа печати позволяет распечатывать в удобной для систематика форме все составные части машинного ключа, а программа помощи пользователю

обеспечивает контекстнозависимые экраны "Help", содержащие краткие указания по работе с системой на разных этапах создания и анализа ключа.

Система BIKEY6 отличается от системы BIKEY5 наличием специальной программы, которая образует названия файлов с изображениями, определяет их возможные экранные размеры и выдает этот перечень как руководство систематику для работы над рисунками. Эти файлы обязательны. Вместе с их списком программа выдает перечень файлов с дополнительными текстами (комментарии к состояниям признаков и справки о таксонах), которые факультативны. Второе отличие 6-й версии заключается в более заметных ограничениях на длину и число строк в формулировках признаков и их состояний (не более 5 строк длиной до 36 символов). Это ограничение связано с необходимостью одновременного показа на экране большого числа текстов и рисунков.

3. ПРОГРАММЫ НА АЛГОРИТМИЧЕСКОМ ЯЗЫКЕ FORTRAN-88 ДЛЯ РАБОТЫ С ГОТОВЫМИ МАШИНЫМИ КЛЮЧАМИ

FORTRAN — старейший из алгоритмических языков, активно используемых при разработке прикладного программного обеспечения для научных исследований. Существование огромного массива написанных на FORTRANе программ для больших ЭВМ и библиотек тщательно отработанных математических алгоритмов, а также безупречная реализация в компиляторах этого языка числовых операций, делающая этот язык вне конкуренции в области вычислений (вопреки бытующим неверным представлениям здесь ему значительно уступают новейшие версии Паскаля и даже Си), оставляют до сих пор FORTRAN в ряду реально используемых на персональных компьютерах языков. Для компенсации недостатков FORTRANa в области обработки изображений и экранной графики М. Б. Диановым были созданы на языке ассемблера библиотеки процедур быстрого вывода на экран как для текстового, так и графического режима, а также процедуры поддержки манипулятора "мышь". Наличие этих библиотек позволило авторам сохранить использование языка FORTRAN для разработки всех программ пакета BIKEY6.

3.1. Предварительная обработка изображений

Полученные сканированием изображения сохранялись в одном из стандартных форматов для дальнейшей обработки. Ключевые моменты получения и обработки экранных изображений описаны ниже.

1. Изображения, выводимые на экран, должны быть подобны и иметь строго определенные размеры, поэтому оригинальные изображения делались художником на специально подготовленных типовых бланках. При использовании изображений из пуб-

ликаций в ходе сканирования проводилось масштабирование фрагментов изображений и приведение рисунков к заданным размерам.

2. Когда качество полученных экранных изображений не удовлетворяло поставленным требованиям, выполнялось их ретуширование средствами графического редактора.

3. Важным требованием к цветным изображениям, иллюстрирующим признаки, считалась правильная цветопередача. Для этого черно-белое контурное изображение, полученное на сканере, раскрашивалось специалистом-систематиком прямо на экране при помощи специально разработанной для этого программы PICFILL, в которой точная цветопередача достигается подбором значений компонент RGB при программном управлении регистрами ЦАП видеоадаптера (для использования 16 цветов из 262144 возможных оттенков на стандартном видеоадаптере VGA). Для тотальных изображений это требование снималось. Они были получены сканированием на цветном сканере с последующей обработкой мощными графическими редакторами.

Для стандартной обработки изображений применялись распространённые графические редакторы: PhotoFinish, PhotoStyler, CorelPhotoPaint. Для нестандартных операций был написан ряд специализированных программ и утилит.

На последнем этапе проводилось конвертирование экранных изображений в разработанный М. Б. Диановым формат для использования непосредственно в программе диалоговой диагностики. При разработке собственного формата хранения графических файлов основным требованием был быстрее вывод на экран, иногда в ущерб размеру файла, однако используемый метод компрессии не уступает использованному в стандарте PCX.

3.2. Управляемое компьютером оптимизированное диалоговое определение (программы DIAKEY и PICKEY)

Самые привлекательные для пользователя в пакете BIKEY6 программы — диалоговые политомические многоходовые определители: DIAKEY (работающая в текстовом режиме) и PICKEY (работающая в графическом режиме и активно использующая иллюстрации). Программа PICKEY представляет собой дальнейшее развитие программы DIAKEY и полностью совместима с ней по используемым файлам текстовых данных. В обеих программах использован один и тот же алгоритм определения. Отличия заключаются только в том, что программа DIAKEY совсем не использует изображения (но зато она может работать на всех типах видеоадаптеров, начиная с CGA) и позволяет работать с более длинными строками описания признаков и состояний (72 символа в строке). При этом и число строк в одном описании может достигать 9. Для подготовки таких более обширных текстов следует использовать соответствующие программы пакета BIKEY5. Но

так как в программе PISKEY есть возможность вывода на экран дополнительных текстов описаний еще большего объема, то, при наличии файлов с изображениями и подходящего компьютера, эту программу, конечно, стоит предпочитать предыдущей, и поэтому далее описывается только она. Использование иллюстраций и графического интерфейса предполагает легкое освоение и использование программы широким кругом пользователей-биологов, имеющих лишь начальные навыки работы на персональном компьютере.

Программа PISKEY реализует активный графический интерфейс и рассчитана на обязательное использование манипулятора "мышь". Основные элементы интерфейса — фрейм (прямоугольный фрагмент экрана) с текстами, фрейм с изображением и кнопка. Каждый элемент может быть активным — активный фрейм окружен красной рамкой, кнопки активизируются при нажатии. При нажатии исполнительной клавиши мыши (левой) в пределах активного фрейма реализуется действие. При нажатии отменяющей клавиши мыши (правой) производится откат к предыдущему состоянию. В любом месте программы есть реакция на клавишу <Escape> — выход и <F1> — "Help" (выдача контекстно зависимой помощи).

Процесс диалогового определения экземпляра на компьютере при помощи этой программы состоит из шагов. На каждом шаге определяющий должен выбрать наиболее понятный ему и доступный для наблюдения на данном экземпляре признак (например, у медузы — число краевых щупалец), а затем из состояний этого признака выбрать тот, который лучше всего соответствует свойствам этого экземпляра. Шаг заканчивается отбором из списка таксонов, которые имеют выбранное состояние (на первом шаге отбор идет из полного списка таксонов, включенных в определитель). Если таких таксонов два или более, программа переходит к следующему шагу. На каждом шаге признаки предлагаются программой в порядке убывания их диагностической ценности, вычисляемой для данного шага по оригинальному алгоритму (Лобанов, 1974). Желательно использовать признаки, выданные машиной первыми, но окончательное решение принимает определяющий, находя компромисс между надежностью, доступностью и ценностью признака.

Запустив программу, определяющий видит первый рабочий экран (рис. 2, 7). Он заполнен текстовыми фреймами с названиями признаков, фреймом с иллюстрацией к текущему признаку, фреймом с названием ключа и фамилией автора и фреймом с количеством таксонов в списке. Иллюстрация к текущему признаку предназначена только для лучшего понимания пользователем признака. Среди фреймов с названиями признаков необходимо выбрать желательный путем перемещения курсора по текстовым фреймам. При этом происходит смена поясняющих иллюстраций в графическом фрейме. Когда число доступных признаков больше

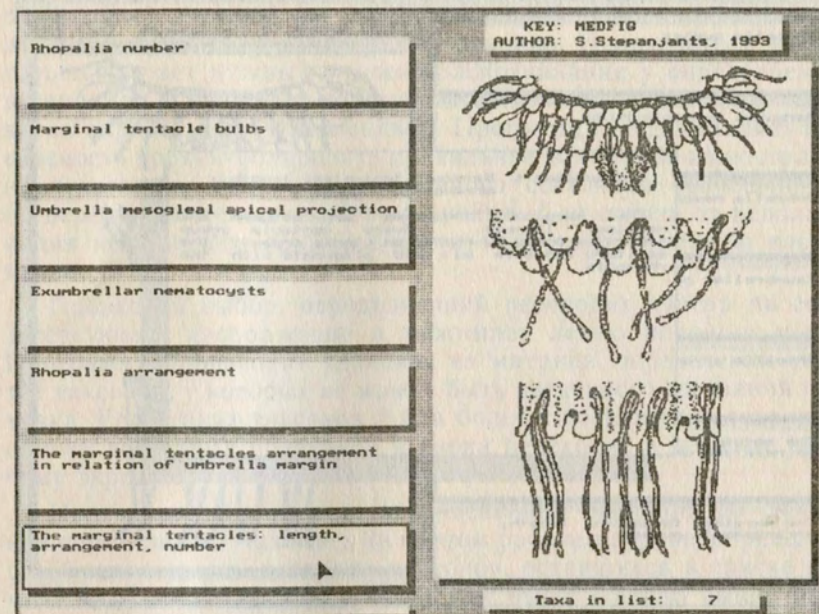


Рис. 2. Диалоговый определитель семейств сцифомедуз отряда Coronatae (здесь и на рис. 2—6)

Рабочий экран 1 (здесь и на рис. 2—11 — программа PISKEY) с названиями рядов признаков и иллюстрациями к ряду признаков "Краевые щупальца: длина, расположение, число" (указан курсор). В рис. 2—11 и в таблицах текст дается по-английски для использования определителей возможно большим числом специалистов по кишечнополостным

7, и фреймы с их названиями не помещаются на экране — программа показывает края фреймов, размещенных за пределами экрана. Поместив курсор на край невидимого фрейма, можно произвести скроллинг фреймов (он возможен как вверх, так и вниз). Поместив курсор на фрейм с наименованием признака и нажав левую клавишу мыши, пользователь может вызвать на экран справочный фрейм с дополнительными обширными текстовыми пояснениями к этому признаку (рис. 3, 8). Поместив курсор на фрейм с количеством таксонов и нажав левую клавишу мыши, пользователь может вызвать на экран справочный фрейм с текстовым списком оставшихся таксонов. Аналогично, указав курсором на фрейм с названием ключа и фамилией автора и нажав левую клавишу мыши, пользователь вызывает текстовый фрейм с пояснениями ко всему ключу. Возврат к определению одинаков для работы с любым фреймом программы — следует нажать правую кнопку мыши.

Сделав выбор признака, определяющий переводит курсор на графический фрейм с иллюстрацией к выбранному признаку и нажимает левую клавишу мыши. Программа переходит ко второму рабочему экрану (рис. 4, 9). Этот экран разделен на несколько

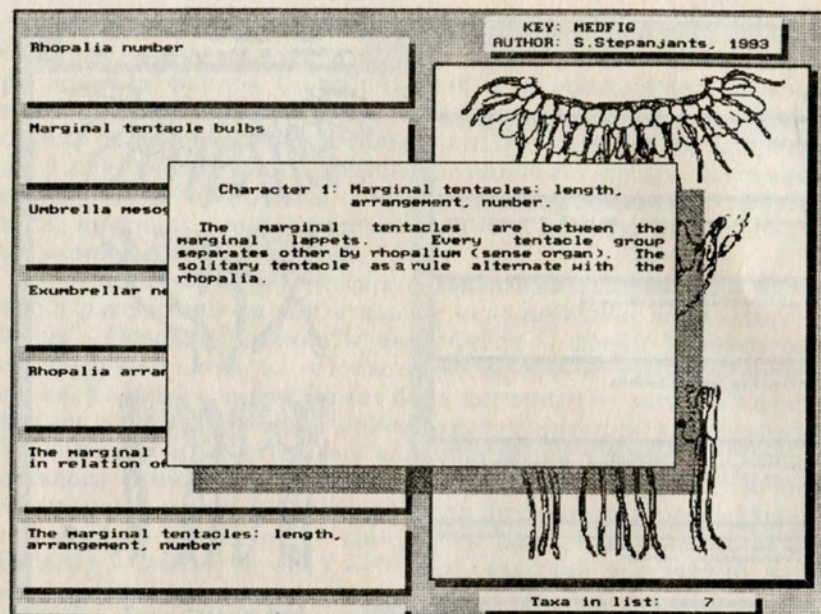


Рис. 3. Рабочий экран 1 с пояснениями к признаку "Краевые щупальца: длина, расположение, число"

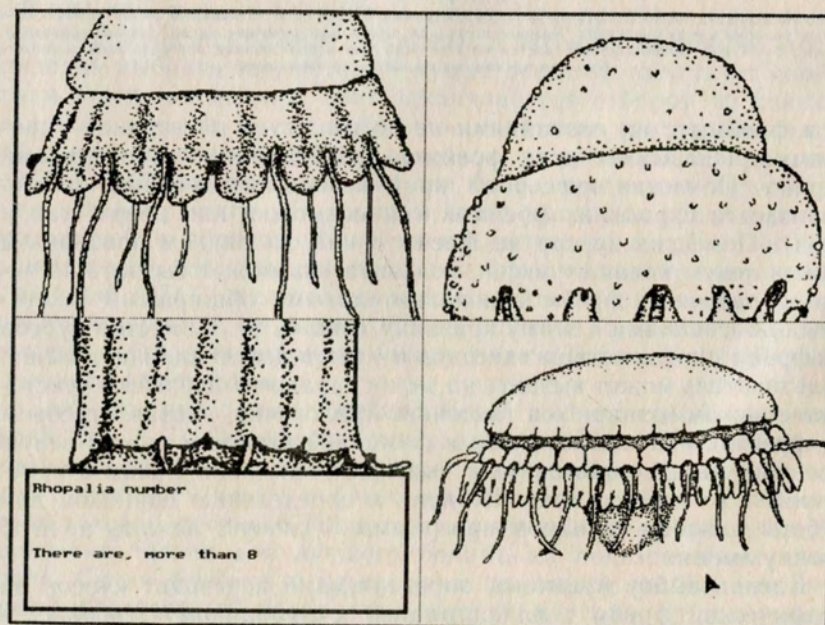


Рис. 4. Рабочий экран 2 с иллюстрациями к ряду признаков "Число ропалиев". Курсором указано изображение, адекватное признаку определяемого семейства ("Ропалиев более, чем 8")

одинаковых областей (от 2 до 9), которые заполнены иллюстрациями к состояниям выбранного признака. Пользователь внимательно изучает нужный элемент распознавания у определяемого экземпляра и выбирает то изображение, которое наиболее адекватно определяемому экземпляру. Программа предоставляет возможность проконтролировать правильное понимание иллюстрации по текстовому описанию выбранного состояния, помещенному на перемещающемся текстовом фрейме. Для отказа от использования непонятного признака достаточно нажать правую кнопку мыши.

Произведя выбор, определяющий переводит курсор на соответствующее изображение и нажимает левую клавишу мыши. Программа производит удаление из матрицы определения строк тех таксонов, у которых не может быть введенного состояния признака. Если таких таксонов 2 или более, программа делает переоценку доступных признаков и снова переходит к первому рабочему экрану.

Пользователь повторяет перечисленные операции до окончания определения. Находясь на первом рабочем экране, определяющий может узнать названия таксонов, оставшихся в списке возможных. Для этого необходимо, как было указано выше, переместить курсор на фрейм "Список таксонов", сделав его активным, и нажать левую клавишу мыши. Эта возможность позволяет использовать программу в качестве справочника (списки таксонов с заданным сочетанием признаков).

При верном выборе признаков определение завершается показом тотального черно-белого и, если есть возможность, цветного изображения организма, а также текстового описания таксона (третий рабочий экран — рис. 5, 10). Сначала демонстрируется тотальное черно-белое изображение и полное название таксона. При нажатии любой кнопки поверх этого изображения появляется фрейм с текстом краткого описания таксона и тремя кнопками (рис. 6, 11). Нажатие левой клавиши мыши при указании на кнопки вызывает соответствующие действия. Кнопка "Рисунок" вызывает показ по очереди цветного и черно-белого тотального изображения, кнопка "Новый диагноз" вызывает переход к новому определению, кнопка "Конец" — выход из программы.

В процессе определения могут возникнуть две особые ситуации, обрабатываемые программой PISCKEY. При выборе непредусмотренного автором ключа набора признаков (когда указанный набор не соответствует ни одному из таксонов, включенных в определитель) программа выдает соответствующее сообщение и дает возможность вернуться на предыдущий шаг определения или начать определение с самого начала. Если ключ не завершен автором и возникает ситуация, когда для дифференциации близких таксонов в ключе нет больше признаков — программа сигнализирует об этом и показывает список неразличимых таксонов.

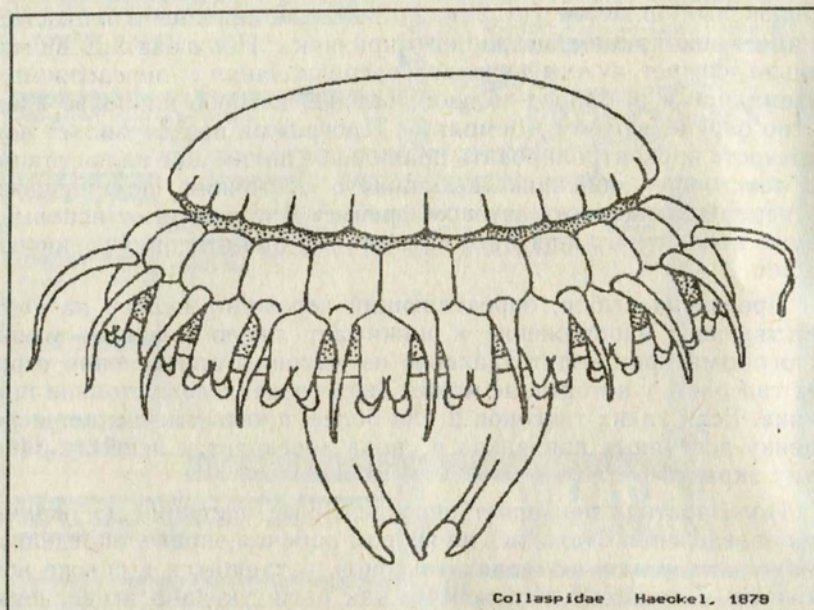


Рис. 5. Рабочий экран 3 с тотальным черно-белым изображением представителя определяемого семейства
В данном случае — *Collaspidae* Haeckel, 1879

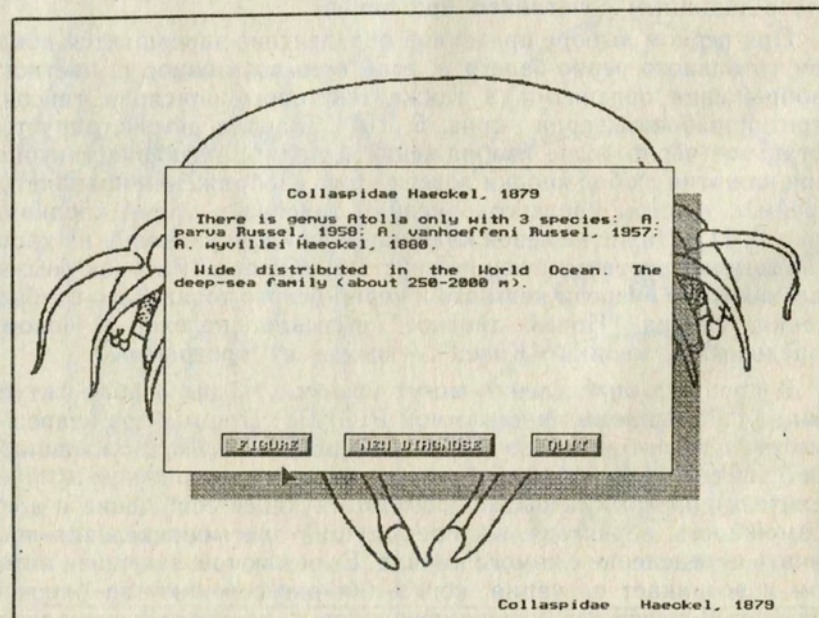


Рис. 6. Рабочий экран 3 с кратким описанием таксона (в рамке) и тремя "кнопками" для управления программой

Для полноценной работы программы PICKEY необходимы следующие файлы данных:

- 1) файл с текстовыми данными ключа в формате ASCII;
- 2) файл с цифровыми данными ключа в формате ASCII;
- 3) сборные рисунки — иллюстрации к признакам;
- 4) иллюстрации к каждому состоянию признака;
- 5) черно-белые тотальные рисунки таксонов;
- 6) по возможности цветные тотальные рисунки таксонов;
- 7) файлы с информацией о таксонах в формате ASCII;
- 8) файл с информацией о ключе в формате ASCII;
- 9) файлы с дополнительной информацией о признаках в формате ASCII.

Общий объем этих файлов для ключа 7 семейств медуз (10 рядов признаков) — 2170 килобайт (после упаковки архиватором PKZIP — 530 килобайт). Для демонстрационного ключа 16 видов божьих коровок (16 признаков) соответственно 2030 и 1030 килобайт. Для первого ключа необходим 71 файл, а для второго — 143 файла (несоответствие объемов неупакованных файлов их числу связано с разным числом цветных рисунков в этих ключах). Для использования только программы DIAKEY число файлов для каждого из этих ключей снижается до 2, а их суммарные объемы — до 7 килобайт (2 килобайта после архивации). Исполняемые модули самих программ занимают всего 43 (DIAKEY) и 55 (PICKEY) килобайт.

В настоящий момент существуют следующие ограничения программы: максимальное число таксонов — 99 и максимальное число признаков — 99. В будущем эти ограничения легко могут быть сняты.

Все составные части пакета BIKEY6, кроме программы PICKEY, малотребовательны и могут успешно работать практически на любых модификациях персональных компьютеров IBM PC с любыми видеоадаптерами. Требования программы PICKEY значительно выше, и поэтому есть смысл остановиться только на них. Необходим компьютер IBM PC AT (лучше — i80386) или совместимый, желательно — с математическим сопроцессором. Манипулятор "мышь" нужен обязательно. Хотя авторы и создали специальный вариант PICKEY для работы без мыши, рекомендовать его для практического использования они не решаются, так как необходимость использования вместо мыши клавиш управления курсором делает работу с программой очень утомительной. Требуется свободное пространство на жестком диске не менее 512 килобайт (определяется числом таксонов и признаков в ключе) и свободное пространство в ОЗУ не менее 250 килобайт. Кэширование винчестера желательно. Цветной аналоговый монитор с разрешением не хуже 640×480/16 цветов должен иметь видеоадаптер VGA/256Kb или SVGA/256Kb. Требования к аппаратной части проверяются самой программой при ее запуске.

Обе программы (DIAKEY и PICKEY) не являются в строгом

смысле экспертными системами, но имеют многие черты, характерные для последних, и успешно конкурируют с ними в удобстве, скорости и надежности процесса определения. Важное преимущество этих программ перед настоящими экспертными системами — простота передачи экспертом (специалистом-систематиком) своих знаний системе. В системах VIKEY5 и VIKEY6 для этого не нужны долгие диалоги с компьютером и поиски экспертом не очевидных для него ответов на неожиданные вопросы системы. Систематик сам формирует удобную для него схему признаков и передает системе свои знания о таксонах в рамках этой своей схемы в виде матрицы, которую он может заполнять без компьютера, в удобной для него обстановке и в произвольной последовательности. Пригодность этой матрицы для диагностики контролируется системой, но опять-таки без навязывания эксперту конкретных вопросов в тех случаях, когда информации для построения еще мало. Такой “мягкий” способ наполнения машинного определителя необходимой информацией немаловажен для успешной работы с системой тех зоологов, которые критически относятся к некоторым аспектам компьютеризации своей научной деятельности.

3.3. Генерация оптимизированных текстовых одновходовых ключей для публикации (программа GENKEY)

В основе алгоритма программы лежит предложенный ранее способ последовательного построения дерева оптимальных диагнозов (Лобанов, 1983). Для каждого таксона в ключе моделируется пошаговый оптимальный диагноз. Если характеристики таксона по части признаков полимодальные (содержат несколько возможных состояний в одном признаке), то такие диагнозы проводятся для каждого возможного сочетания состояний признаков. Пути всех смоделированных диагнозов постепенно образуют в памяти ЭВМ “дерево” (для его компактной записи разработано специальное матричное представление). После окончания процесса формирования этого дерева подсчитываются и печатаются математические характеристики полученного одновходового ключа, а затем выводится в текстовый файл сам ключ в форме, пригодной для публикации (см. табл. 3, 6 и 7). Ключи, сформированные программой, имеют немного непривычный вид. По сути они являются скобочными, но общий для всех альтернатив текст выносится из них и приводится только один раз перед первой альтернативой.

В программе предусмотрен механизм быстрого изменения пользователем оценок весов отдельных признаков. На эти оценки (перед окончательным выбором одного признака из нескольких возможных) умножаются вычисляемые программой на каждом шаге диагностические ценности признаков. Изменяя значения весов, исследователь получает возможность влиять на ход по-

строения ключа и генерировать из одного набора данных произвольное число вариантов одновходовых ключей, зачастую существенно отличающихся друг от друга.

3.4. Печать стандартизированных описаний таксонов (программа DESKEY)

Для окончательной проверки накопленной в машинном ключе информации разработана специальная программа, которая выводит в текстовый файл и на экран сведения о каждом таксоне в виде стандартизированных текстовых описаний. Опыт показывает, что ошибки в характеристиках таксонов, оставшиеся незамеченными при интерактивной проверке на экране, легче всего обнаруживаются именно при неторопливом чтении систематиком таких описаний, где нет никаких кодов и сокращений.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ VIKEY6 ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ КНИДАРИЙ

Исходным материалом для нашего исследования послужил опубликованный С. Д. Степаньянц и О. В. Шейко (1989) определитель семейств пелагических книдарий.

Первоначально из него был извлечен фрагмент из 14 семейств подотряда Filifera отряда Athecata, и из использованных в исходном ключе признаков составлены дихотомические признаки и матрица. Выявленные в процессе исследования недостатки первоначальной матрицы позволили дополнить ее новыми признаками и сравнить первоначальный дихотомический ключ с тем, который был составлен с помощью компьютерной системы (Лобанов, Степаньянц, 1993). Помимо дихотомических признаков, в упомянутой работе были составлены политомические признаки для названных 14 семейств и также сделана матрица. Как было показано, преимущества новой матрицы очевидны. Она сама по себе уже — хороший определитель и может быть с успехом использована в работе по определению медуз в отсутствие компьютера. По этой матрице был составлен одновходовый политомический определитель и показаны его преимущества перед дихотомическим ключом (Лобанов, Степаньянц, 1993).

Позже были составлены политомические признаки, и по ним сделана матрица для всех 70 известных семейств медуз мира. Всего были использованы 72 политомических признака (табл. 1, 2). Хотя в матрице пока еще имеются пробелы (во многих ее ячейках стоят нули, что, чаще всего, свидетельствует об отсутствии информации), она, тем не менее, может служить многовходовым определителем. Это означает, что определение с помощью матрицы начинается с любого удобного для пользователя признака. Например, если у определяемой медузы на краевых щупальцах есть прикрепительные органы, то, судя по десятому признаку, она может принадлежать лишь к 3 семействам: Ptychogastridae,

Olindiidae или Cladonematidae. Различаются эти семейства легко, по нескольким признакам. Cladonematidae — сразу же по 29 признаку: у них ветвятся краевые щупальца. Первые два семейства, краевые щупальца у представителей которых не ветвятся, можно различить по признакам 43 (у Ptychogastridae ребристая поверхность экзумбреллы, у Olindiidae — гладкая) или 52 (форма гонад, которые у Ptychogastridae округлые, а у Olindiidae — удлиненные или лентовидные). Определение названных семейств с помощью матрицы происходит как бы в три этапа. В более простых случаях медузу можно определить сразу. Например, по признаку 3 (характер расположения краевых щупалец по отношению к краю колокола) состоянием 4 (щупальца отходят от субумбреллы, несколько выше ее края) обладают только медузы семейства Cyaneidae. Другой пример — по признаку 61 (бородавки на субумбрелле) состоянием 2 (имеются) характеризуются исключительно представители семейства Linuchidae.

Очень существенным преимуществом такой определительной таблицы, на наш взгляд, можно считать возможность с ее помощью идентифицировать поврежденные экземпляры медуз и даже их отдельные фрагменты, если последние сохранили хотя бы одну или несколько морфологических деталей, за которые можно “зацепиться”, найдя их среди признаков матрицы.

Кроме того, матрица — компактная форма представления обширной информации по морфологии медуз и может быть незаменимой для быстрого получения полного описания нужного семейства или его дифференциального диагноза, а также для получения сравнительных характеристик двух или более семейств.

По данной матрице программой GENKEY был построен текстовый одновходовый политомический определитель 70 семейств медуз (табл. 3). Определительная таблица начинается признаком, в котором используется форма кольцевого канала. Немного неожиданное начало ключа выбрано программой из-за высокой диагностической ценности этого признака с формальной точки зрения. “Машинное” решение позволило достичь очень небольшой средней длины пути определения (3.87) для ключа такого объема. В соответствующем фрагменте опубликованного дихотомического ключа (Степаньянц, Шейко, 1989) этот показатель почти в 2 раза больше (6.85).

Чтобы продемонстрировать использование пакета программ BIKEY при составлении определительных ключей для таксонов разного уровня из разных групп кишечнополостных, мы построили матрицу по 14 признакам для 19 видов гидроидов рода *Symplectoscyphus*, известных из вод Антарктики и Субантарктики (табл. 4, 5). За основу были взяты данные из монографии по антарктическим гидроидам С. Д. Степаньянц (1979). Как и в первом случае, анализ матрицы показывает ее прекрасные возможности как определителя. Так, вид *S. pushi* определяется сразу по 3 или 5 признакам, *S. gruzovi* — по 11 признаку, а *S. mawsoni* — по 4 признаку.

По признаку 12 четвертое состояние (короткая цилиндрическая шейка гонотеки) характерен для 3 видов: *S. naumovi*, *S. aggregatus* и *S. unilateralis*. Все эти виды легко различаются по признакам 3 или 9. Для показа возможностей программы были составлены 2 варианта одновходовых политомических определителей (табл. 6, 7). Первый (табл. 6) “предложил” компьютер, отдав предпочтение признаку 3 — “степень срастания прилегающей стенки гидротекы”. Длина пути определения в этом варианте равна 2.737. Табл. 7 иллюстрирует построение оптимального одновходового ключа в диалоге систематика с компьютером. Систематик решил составить специальный вариант определителя для фертильных колоний и придал большие исходные веса трем признакам, связанным с гонотеккой. В итоге на первое место был поставлен признак 11 — “форма гонотеки”. В этом варианте ключа средняя длина пути определения — 2.968, т. е. обе таблицы примерно одинаковы по своим формальным характеристикам. В обоих приведенных нами машинных ключах среднее число состояний в признаках лежит в диапазоне 3.16—3.35, что очень близко к рекомендованному в разделе 3 оптимуму.

Для тех, кто имеет доступ к персональному компьютеру, особенно полезны программы DIAKEY и PICKEY, которые дают возможность вести определение в диалоге с ЭВМ. Программа руководит ходом определения, выбирая на каждом шаге признаки с наибольшей диагностической ценностью, но вместе с тем оставляет право окончательного выбора за самим определяющим. Это позволяет провести несколько попыток определения одного и того же экземпляра по разным наборам признаков и резко повысить надежность определения. Использование программы диалогового определения становится особенно актуальным сейчас, когда появились портативные и даже карманные персональные компьютеры, которые можно брать с собой в экспедицию или в хранилище коллекций.

Из двух названных выше программ очень перспективной представляется программа PICKEY, поскольку она позволяет использовать не только текстовые, но и графические возможности при составлении признаков. В ценности этой программы мы убедились на примере составления определительного ключа семейств сцифоидных медуз отряда Coronatae. Наиболее значимыми диагностическими признаками медуз этого отряда считаются такие морфологические детали, которые далеко не всегда известны исследователям, если они не специалисты по медузам. Например, краевые щупальцевые бульбы, ропалин, гонады определяющий может не найти, если не снабдить тексты соответствующими схемами. Именно это позволяет сделать программа PICKEY (см. рис. 2). Как сказано выше, работая с таким определителем, пользователь может видеть тотальное изображение медузы, и не только черное, но и цветное. При составлении первого определителя мы выбрали отряд Coronatae (все 7 его семейств) еще и потому, что

здесь немало медуз, имеющих очень яркий колер интересных по форме зонтиков (см. рис. 5). Мы применили эту программу и для определителя видов рода *Symplectoscyphus* (рис. 7—11), поскольку и здесь без рисунков трудно разобраться в диагностических признаках, например в форме гонотек (см. рис. 7), если не знать, в каком месте колонии они располагаются.

Авторы считают своим долгом поблагодарить специалистов, способствовавших своими советами и практической помощью созданию первых версий системы "ДИАГНОСТИКА", — В. С. Никифорова и Б. Г. Новаковского, а также руководителей институтов и лабораторий, при неизменной поддержке которых эта система развивалась и совершенствовалась, — В. В. Турьеву, А. И. Сметника, В. А. Ройтмана, М. Д. Сониной, Е. М. Шумакова, Г. Е. Сергеева, Г. С. Медведева, А. Ф. Алимова, О. А. Скарлато и Б. И. Сиренко.

Таблица 1

Список признаков для машинного ключа
"The polychotomous key of the World medusae families"

- Ch. 1. Mouth tentacles
 - 1. Absent
 - 2. There are, branchless
 - 3. There are, branching
- Ch. 2. The marginal tentacles: length, arrangement, number
 - 1. Absent or rudiments
 - 2. Several, equally length, without groups
 - 3. Several, different length, without groups or all of them (2—3) in one group
 - 4. Many, different length, without groups
 - 5. Many, equally length, without groups
 - 6. Many, equally length are grouped, there are no several tentacles between the groups
 - 7. Many, equally length are grouped, there are the several tentacles between the groups
 - 8. Many, different length are grouped (or there is the other length tentacle into every group)
- Ch. 3. The marginal tentacles arrangement in relation of the umbrella margin
 - 1. Right to the margin
 - 2. Higher than the umbrella margin as viewed from exumbrella surface
 - 3. On the exumbrella surface, by vertical rows
 - 4. Higher than the umbrella margin as viewed from subumbrella
- Ch. 4. Marginal tentacle bulbs (or pedalia)
 - 1. Absent
 - 2. There are, without tentacles
 - 3. There are, with the several tentacles, which are not grouped
 - 4. There are, with the several tentacles, which are grouped
 - 5. There are, with the several tentacles groups one every bulb; in this case every tentacle is without bulb
 - 6. There are, with the tentacles groups on every bulb; in this case every tentacle has own bulb
 - 7. There are above umbrella margin, grow together exumbrella surface
- Ch. 5. Umbrella mesogleal apical projection
 - 1. Absent
 - 2. There is extended

- 3. There is rounding
- 4. There is the short, pointed
- Ch. 6. Ocelli on the marginal bulbs
 - 1. Absent or an ocellus on exumbrellar nematocysts pouches
 - 2. There are abaxial
 - 3. There are adaxial
- Ch. 7. Marginal lappets
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 8. Radial canals
 - 1. Absent
 - 2. There are, unbranched
 - 3. There are, branching in horizontal direction
 - 4. There are, branching in vertical direction
- Ch. 9. Stomach peduncle
 - 1. Absent
 - 2. There is, long
 - 3. There is, short
- Ch. 10. The organs of adhesion on the tentacles
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 11. Mouth lips
 - 1. Absent
 - 2. There are, simple
 - 3. There are, branching
- Ch. 12. Mouth lips (length)
 - 1. Long
 - 2. Short
- Ch. 13. Mouth lips number
 - 1. 4 or 5
 - 2. More than 5
- Ch. 14. The marginal tentacles structure
 - 1. Solid entirely (with gastrodermal cells)
 - 2. Hollow at the base only
 - 3. Hollow entirely, without parenchyma
 - 4. Hollow entirely, but with parenchyma
- Ch. 15. Exumbrellar nematocysts
 - 1. Absent
 - 2. Dispersed on surface
 - 3. Longitudinal tracts
 - 4. Marginal ring
 - 5. Periradial exumbrellar tracts only
- Ch. 16. Nematocysts abundance on the marginal tentacle surface
 - 1. Absent
 - 2. Without order
 - 3. Moniliform
 - 4. Other nematocysts accumulation
- Ch. 17. Nematocysts on the mouth tentacles or lips
 - 1. Absent
 - 2. On whole tentacle (lip)
 - 3. Terminally only
- Ch. 18. Nematocysts on the manubrium
 - 1. Absent
 - 2. On mouth margin only
 - 3. The tracts along manubrium
 - 4. Dispersed on manubrium surface
- Ch. 19. Umbrella walls
 - 1. Thick
 - 2. Thin
- Ch. 20. Vacuolated cells forming stomach peduncle

1. Absent
2. There are
- Ch. 21. Medusae buds
 1. Absent
 2. There are on the marginal bulbs
 3. There are on the manubrium
 4. There are on the exumbrella surface
- Ch. 22. Rhopalia arrangement
 1. Absent
 2. There are, interradial
 3. There are, perradial
 4. There are, other arrangement
- Ch. 23. Rhopalia number
 1. Absent
 2. There are 4
 3. There are 6
 4. There are 8
 5. There are, more than 8
- Ch. 24. Velum or velarium
 1. Absent
 2. There is wide
 3. There is narrow
- Ch. 25. Circular coronal furrow in exumbrella
 1. Absent
 2. There is without lappets
 3. There is with lappets
- Ch. 26. Stenoteles nematocysts
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 27. Desmonemes nematocysts
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 28. Umbrella shape
 1. Rudimentary bell
 2. Flatter
 3. Hemisphere
 4. Near bell-shaped
 5. Higher than hemisphere-elongate
- Ch. 29. Marginal tentacles branching
 1. Absent
 2. There is bifurcate
 3. There is many time
- Ch. 30. Colour
 1. Colourless
 2. Red-brown predominate
 3. Yellow-orange predominate
 4. Other colour
- Ch. 31. Stomach pouches
 1. Absent
 2. There are, branchless
 3. There are, branching
- Ch. 32. Stomach pouches number
 1. Absent
 2. There are 16
 3. There are other number
- Ch. 33. Ring canal
 1. Absent
 2. There is, reduced
 3. There is wide
 4. There is narrow

5. There is gastrodermal ring solid core
- Ch. 34. The periferal branches of the stomach pouches
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 35. Mouths number
 1. Sole
 2. Several
- Ch. 36. The mouth lips fusion
 1. Mouth lips are fused together
 2. Mouth lips are not fused together
- Ch. 37. Ring sinus
 1. Absent
 2. There is, connects with the stomach by the radial canals
 3. There is, connects with the stomach directly, are passed across the radial canals
- Ch. 38. Anastomosing furrows on the exumbrella surface
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 39. Radial canals number
 1. 4
 2. 6
 3. 8
 4. 9—11
 5. More than 12
- Ch. 40. Manubrium scapulets
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 41. Centripetal canals
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 42. Gastrovascular canals on manubrium
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 43. Exumbrella surface relief
 1. Smooth
 2. Ribbed
 3. There are the mesogleal warts accumulation at the umbrella center
 4. Rough
- Ch. 44. Filaments (blind papilles) in gastral pouches
 1. Absent
 2. There are
- Ch. 45. Statocysts
 1. Absent
 2. There are, dipped into mesogloea
 3. There are, not dipped into mesogloea
 4. There are, into rhopalia
- Ch. 46. Gastrodermal statocysts core
 1. Absent
 2. There is
- Ch. 47. Gonads arrangement
 1. On the radial canals
 2. On manubrium (sometimes on the stomach pouches)
 3. Otherwise
- Ch. 48. Manubrium
 1. Absent completely
 2. Substitutes by the mouth split
 3. There is narrow, long
 4. There is wide, short
 5. There is other form

- Ch. 49. Stomach
 - 1. Oval at section
 - 2. Quadrangular at section
 - 3. Other
- Ch. 50. Stomach base
 - 1. Above the entrances of radial canals
 - 2. Not above the entrances of radial canals
 - 3. Otherwise
- Ch. 51. Gonads surface relief
 - 1. Smooth
 - 2. Folded
- Ch. 52. Gonads form
 - 1. Elongate
 - 2. Oval
 - 3. Ribbonform
 - 4. Ringed
 - 5. Other form
- Ch. 53. Cnidophores
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 54. Cirri and vesicles
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 55. Peronial canals
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 56. Mouth lips form
 - 1. Fringed
 - 2. Folded, frilled
 - 3. Leaf-shaped
 - 4. Whip- or tentacleform
 - 5. With the terminal knobs
 - 6. Pyramidal
 - 7. Three-lappets
 - 8. Others
- Ch. 57. Gonads abundance on manubrium
 - 1. On manubrium only, perradial
 - 2. On manubrium only, interrarial
 - 3. On manubrium and stomach pouches
 - 4. Around manubrium
- Ch. 58. Subumbrellar stomach lobes
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 59. Nematocysts on stomach filaments
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 60. Nematocysts near ropalia
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 61. Subumbrellar warts
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 62. Diverticula
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 63. Radial canals width
 - 1. Narrow
 - 2. Wide
- Ch. 64. Gillia on the marginal tentacles surface
 - 1. Absent
 - 2. There are

- Ch. 65. Stomach pouches arrangement
 - 1. Perradial
 - 2. Interradial
 - 3. Otherwise
- Ch. 66. Marginal tentacles arrangement, if they are higher umbrella margin
 - 1. At the centre of the stomach pouches exumbrella surface
 - 2. Between the stomach pouches
 - 3. At the field of $1/2 - 1/4$ of the radial canal
 - 4. On the all exumbrella surface, on different levels
 - 5. On the different levels of the umbrella margin
 - 6. Otherwise
- Ch. 67. Perforation in window-form on the mouth lips
 - 1. Absent
 - 2. There is
- Ch. 68. The mouth lips appendages
 - 1. Absent
 - 2. There are
- Ch. 69. Apical stomach process
 - 1. Absent
 - 2. There is
- Ch. 70. Gonads arrangement around stomach in muff-form
 - 1. Oval muff
 - 2. Elongated muff
 - 3. Several muffs beads-form
- Ch. 71. Adaxial marginal bulb appendage
 - 1. Absent
 - 2. There is
- Ch. 72. Nematocysts accumulation on basal or terminal parts of tentacle
 - 1. Absent
 - 2. Basal
 - 3. Terminal

NT	Family	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Periphyllidae Claus, 1886	1	26	2	4	2	1	2	1
2	Paraphyllidae Maas, 1903	1	26	2	4	3	1	2	1
3	Atorellidae Vanhoeffen, 1902	1	2	2	3	1	1	2	1
4	Linuchidae Haeckel, 1877	1	2	1	3	1	1	2	1
5	Nausithoidae Haeckel, 1877	1	2	2	3	1	1	2	1
6	Collaspidae Haeckel, 1879	1	5	2	3	1	1	2	1
7	Tetraplatiidae Werner, 1984	1	1	0	1	2	1	2	1
8	Ulmaridae Haeckel, 1874	12	56	2	1	1	1	2	34
9	Pelagiidae Gegenbaur, 1856	1	62	1	1	13	1	2	1
10	Cyaneidae Agassiz, 1862	1	6	4	1	1	1	2	1
11	Versurigiidae Kramp, 1961	1	1	0	1	1	1	2	2
12	Mastigiidae Stiasny, 1921 ?	1	1	0	1	1	1	2	2
13	Thysanostomatidae Stiasny, 1921 ?	1	1	0	1	1	1	2	2
14	Cassiopeidae Agassiz, 1862	1	1	0	1	1	1	2	2
15	Cepheidae Agassiz, 1862	1	1	0	1	1	1	2	2
16	Rhizostomatidae Agassiz, 1862	1	1	0	1	1	1	2	2
17	Stomolophidae Claus, 1883	1	1	0	1	1	1	2	2
18	Lychnorhizidae Claus, 1883	1	1	0	1	1	1	2	2
19	Catostylidae Claus, 1883	1	1	0	1	1	1	2	2
20	Lobonematidae Stiasny, 1921 ?	1	1	0	1	1	1	2	2
21	Carybdeidae Gegenbaur, 1856	1	26	2	35	1	1	1	1
22	Chirodropidae Haeckel, 1879	1	6	2	6	1	1	1	1
23	Rhopalonematidae Russel, 1953	1	245	1	1	123	1	1	2
24	Haliceatidae Fewkes, 1886	1	7	1	1	124	1	1	2
25	Ptychogastridae Allman, 1878	1	8	1	1	14	1	1	2
26	Petasidae Haeckel, 1879	1	25	1	1	13	1	1	2
27	Gerionidae Eschscholtz, 1829	1	4	1	1	13	1	1	2
28	Laingiidae Bouillon, 1978	1	2	2	13	1	1	2	2
29	Solmarisidae Haeckel, 1877	1	5	2	1	13	1	2	1
30	Aeginidae Gegenbaur, 1856	1	245	2	1	13	1	2	1
31	Cuninidae Bigelow, 1913	1	5	2	1	13	1	2	1
32	Olindiidae Haeckel, 1877	1	458	123	34	1	1	1	2
33	Halimedesidae Arai & Br.-Voss, 1980	1	7	2	4	1	2	1	2
34	Australomedusidae Russel, 1971	1	7	1	52	1	13	1	2
35	Bougainvilliidae Allman, 1876	23	568	1	345	13	123	1	2
36	Rathkeidae Russel, 1953	23	67	1	35	13	13	1	2
37	Niobiidae Petersen, 1979	1	5	1	3	1	1	1	4
38	Russelliidae Kramp, 1957	2	8	1	1	3	3	2	2
39	Hydractiniidae Agassiz, 1862	12	25	1	23	13	13	1	2
40	Cytaeidae Agassiz, 1862	2	25	1	37	1	13	1	2
41	Proboscoidactylidae Hand & Hendr., 1950	1	4	1	3	1	1	1	23
42	Calycopsidae Bigelow, 1913	1	24	1	1	1	13	1	23
43	Clavidae McCrady, 1859	1	5	1	3	13	3	1	2
44	Trichydridae Hincks, 1868	1	5	1	3	1	1	1	24
45	Pandaeidae Haeckel, 1879	1	345	1	3	1234	12	1	2
46	Protiaridae Haeckel, 1879	1	24	1	3	1	1	1	2
47	Cladocorynidae Allman, 1872	1	1	1	1	3	1	1	2
48	Pennariidae Stechow, 1921	1	1	1	2	13	13	1	2
49	Halocorynidae Picard, 1957	1	1	1	2	1	1	1	2
50	Cladonematidae Gegenbaur, 1856	12	5	1	3	1	2	1	4
51	Polyorchidae Agassiz, 1862	1	56	1	31	1	2	12	3
52	Moerisiidae Poche, 1914	1	34	1	37	1	2	1	2
53	Hydrocorynidae Rees, 1957	1	2	1	3	1	2	1	2

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1
1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	2	1
1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	4	3	1
1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	5	1
1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	1	1	0	0	23	1	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	1	1	3	2	3	23	4	1	1	4	45	13
1	1	2	2	1	1	3	2	2	2	4	1	1	4	45	1
1	1	2	2	1	1	3	2	2	23	24	1	1	4	4	1
1	1	2	2	1	2	0	0	1	0	0	12	1	4	4	1
1	1	2	2	2	0	2	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	3	2	2	0	2	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	3	2	2	0	0	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	3	2	2	0	0	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	3	2	2	0	0	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	2	0	12	1	23	1	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	2	0	2	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	2	0	0	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	2	0	0	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	2	0	0	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	2	0	2	1	0	0	1	1	1	4	4	1
1	1	2	2	2	1	3	2	4	1	1	1	1	3	2	2
1	1	2	2	2	1	3	2	4	1	1	1	1	3	2	2
123	1	2	2	1	13	4	2	2	4	1	1	1	1	1	2
1	1	1	0	0	1	24	2	1	1	12	1	1	1	1	2
1	2	2	2	1	13	4	1	0	0	2	1	1	1	1	2
1	1	2	2	1	1	4	1	2	4	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	12	13	3	4	3	4	12	1	1	1	1	2
1	1	1	0	0	1	2	1	1	4	1	1	1	1	1	3
1	1	1	0	0	1	2	13	12	24	1	1	1	1	1	23
1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1	1	12	2	1	1	24	3	1	1	1	3	1	1	1	2
123	12	2	2	1	3	24	234	3	23	1	1	1	1	1	2
3	1	2	2	1	3	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2
1	1	2	2	1	3	1	3	3	2	2	1	1	1	1	3
13	1	1	0	0	1	2	1	3	4	12	1	1	1	1	2
13	1	2	2	1	1	2	2	3	4	1	3	1	1	1	2
1	1	2	2	1	3	2	2	3	2	2	1	2	1	1	2
3	1	2	2	1	3	2	2	2	4	1	1	1	1	1	2
23	1	23	2	1	1	2	3	3	42	12	13	1	1	1	23
13	1	1	0	0	1	2	2	3	42	2	1	3	1	1	2
3	1	2	2	12	3	3	2	3	42	1	1	1	1	1	3
1	1	2	2	1	3	13	1	3	2	1	1	1	1	1	2
3	1	23	2	1	1	2	2	3	24	2	2	1	1	1	3
1	1	2	2	1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2
13	1	2	2	12	3	23	4	3	24	12	1	1	1	1	3
1	1	2	2	1	23	2	2	3	2	12	1	1	1	1	3
1	1	1	0	0	2	24	4	1	4	2	1	1	1	1	3
2	1	1	0	0	0	2	4	0	4	2	1	1	1	1	3
1	1	1	0	0	0	2	1	1	4	1	1	1	1	1	2
1	2	123	2	12	3	24	4	3	24	2	1	14	1	1	2
3	1	2	2	1	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1	3
1	1	12	2	1	3	2	3	3	2	1	1	1	1	1	2
1	1	2	2	1	3	2	4	3	2	2	1	1	1	1	2

NT	Family	1	2	3	4	5	6	7	8
54	Margelopsidae Uchida, 1927	1	56	13	5	1	1	1	2
55	Corynidae Johnston, 1836	1	2	1	3	134	2	1	2
56	Sphaerocorynidae Prevot, 1959	1	2	1	3	13	2	1	2
57	Zancleopsidae Bouillon, 1978	1	3	1	3	2	3	1	2
58	Zancleidae Russel, 1953	12	12	1	3	13	13	1	24
59	Tubulariidae Allman, 1864	1	123	1	32	1	1	1	2
60	Corymorphidae Allman, 1877	1	123	1	37	24	1	1	2
61	Teissieridae Bouillon, 1978	1	2	1	3	13	1	1	2
62	Veilellidae Eschscholtz, 1829	1	31	1	23	1	1	1	2
63	Clathrozoidae Stechow, 1921	1	2	1	3	1	1	1	2
64	Hebellidae Nutting, 1977	1	13	1	1	1	12	1	2
65	Melicertidae Agassiz, 1862	1	4	1	3	1	1	1	2
66	Tiarannidae Russel, 1940	1	5	1	3	1	1	1	2
67	Laodiceidae Browne, 1907	1	5	1	3	1	3	1	2
68	Haleciidae Hinks, 1868	1	123	1	23	1	1	1	2
69	Campanulariidae Johnston, 1836	1	4	1	23	1	1	1	2
70	Campanulinidae Hinks, 1868	1	45	1	23	1	1	1	2

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	0	0	1	2	2	3	2	1	1	3	1	1	2
23	1	1	0	0	3	23	234	1	2	12	1	12	1	1	23
1	1	1	0	0	3	3	14	1	2	1	1	1	1	1	2
1	1	1	0	0	4	3	1	1	2	1	1	1	1	1	2
1	1	1	0	0	13	3	4	3	2	1	1	1	1	1	2
23	1	1	0	0	3	3	23	1	24	1	1	2	1	1	2
23	1	1	0	0	13	2	23	1	24	1	1	2	1	1	2
1	1	1	0	0	2	5	4	1	2	1	1	3	1	1	3
1	1	1	0	0	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	3
1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	2	1	1	1	1	2
1	1	1	0	0	0	2	1	1	4	2	1	1	1	1	3
1	1	2	2	2	3	3	2	3	2	2	1	1	1	1	2
1	1	2	2	1	1	0	1	3	2	1	1	1	1	1	2
1	1	2	2	1	3	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2
1	1	1	0	0	2	2	2	0	0	2	1	1	1	1	3
1	1	2	2	1	13	1	23	3	2	2	1	1	1	1	13
23	1	2	2	1	3	2	2	3	24	2	1	1	1	1	13

NT	Family	25	26	27	28	29	30	31	32
1	Periphyllidae Claus, 1886	2	1	1	5	1	2	2	2
2	Paraphyllidae Maas, 1903	2	1	1	3	1	2	2	2
3	Atorellidae Vanhoeffen, 1902	2	1	1	3	1	1	32	3
4	Linuchidae Haeckel, 1877	2	1	1	35	1	3	3	2
5	Nausithoidae Haeckel, 1877	2	1	1	3	1	2	2	2
6	Collaspidae Haeckel, 1879	2	1	1	2	1	2	2	3
7	Tetraplatiidae Werner, 1984	3	1	1	1	0	4	1	0
8	Ulmaridae Haeckel, 1874	1	1	1	2	1	23	1	1
9	Pelagiidae Gegenbaur, 1856	1	1	1	23	1	231	2	23
10	Cyaneidae Agassiz, 1862	1	1	1	2	1	32	3	23
11	Versurigidae Kramp, 1961	1	1	1	2	0	0	1	1
12	Mastigiidae Stiasny, 1921 ?	1	1	1	3	0	2	1	1
13	Thysanostomatidae Stiasny, 1921 ?	1	1	1	2	0	4	1	1
14	Cassiopeidae Claus, 1883	1	1	1	2	0	14	1	1
15	Cepheidae Stiasny, 1921	1	1	1	2	0	14	1	1
16	Rhizostomatidae Claus, 1883	1	1	1	3	0	34	1	1
17	Stomolophidae Claus, 1883	1	1	1	45	0	2	1	1
18	Lychnorhizidae Claus, 1883	1	1	1	23	0	0	1	1
19	Catostylidae Stiasny, 1921	1	1	1	23	0	32	1	1
20	Lobonematidae Stiasny, 1921 ?	1	1	1	2	0	4	1	1
21	Carybdeidae Gegenbaur, 1856	1	1	1	5	12	243	2	3
22	Chirodropidae Haeckel, 1879	1	2	1	5	1	24	2	3
23	Rhopalonematidae Russel, 1953	1	2	1	235	1	12	1	1
24	Halicreatidae Fewkes, 1886	1	2	1	23	1	12	1	1
25	Ptychogastriidae Allman, 1878	1	2	1	3	1	2	2	3
26	Petasidae Haeckel, 1879	1	2	1	34	1	23	1	1
27	Gerionidae Eschscholtz, 1829	1	1	1	34	1	124	1	1
28	Laingiidae Bouillon, 1978	1	1	1	3	1	23	2	3
29	Solmarisidae Haeckel, 1877	1	1	1	23	1	234	1	1
30	Aeginidae Gegenbaur, 1856	1	1	1	3	1	2	2	23

33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	1	1	2	1	1	0	1	1	2	1	2	4	2	3	5
1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	4	2	3	5
1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	4	2	3	5
1	2	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	4	2	3	5
1	2	1	2	3	1	0	1	1	1	1	2	4	2	3	5
1	2	1	2	3	1	0	1	1	1	1	2	4	2	3	5
1	1	1	0	3	1	0	1	1	1	1	1	4	2	3	3
3	0	1	2	1	1	5	1	2	1	1	2	4	2	3	5
1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	4	2	3	5
1	2	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	4	2	3	5
3	1	2	1	3	1	3	1	0	1	1	0	4	2	3	0
3	1	2	1	3	2	3	1	0	1	1	0	4	2	3	0
2	1	2	1	3	2	3	1	0	1	1	0	4	2	3	0
12	1	2	1	3	2	5	1	0	1	1	0	4	2	3	0
1	1	2	1	3	2	5	1	0	1	3	0	4	2	3	0
13	1	2	1	2	2	5	2	2	2	12	2	4	2	3	0
1	1	21	1	2	2	5	2	1	1	1	0	4	2	3	0
3	1	2	1	2	2	5	1	2	1	1	0	4	2	3	0
3	1	2	1	2	2	5	1	1	1	1	0	4	2	3	0
3	1	2	1	2	2	5	1	1	1	1	0	4	2	3	0
3	2	1	2	1	1	0	1	1	1	2	2	4	2	3	4
3	2	1	2	1	1	0	1	1	1	2	2	4	2	3	4
3	1	1	2	1	1	345	1	1	1	12	1	23	2	1	34
3	1	1	0	1	1	35	1	1	1	14	1	3	2	1	4
3	1	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	3	2	12	3
3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	34
3	1	1	2	1	1	12	1	2	1	1	1	2	2	1	3
2	1	1	0	1	1	1	1	21	1	1	1	1	0	2	5
15	1	1	0	1	1	0	1	1	1	12	1	3	2	2	4
15	1	1	0	1	1	0	1	12	1	1	1	3	2	2	4

NT	Family	25	26	27	28	29	30	31	32
31	Cuninidae Bigelow, 1913	1	1	1	3	1	142	2	23
32	Olindiidae Haeckel, 1877	1	1	1	3	1	23	1	1
33	Halimedesidae Arai & Br.-Voss, 1980	1	0	0	5	1	123	1	1
34	Australomedusidae Russel, 1971	1	0	2	35	1	0	1	1
35	Bougainvillidae Allman, 1876	1	1	2	3	1	23	1	1
36	Rathkeidae Russel, 1953	1	1	2	3	1	23	1	1
37	Niobiidae Petersen, 1979	1	1	1	3	1	13	1	1
38	Russelliidae Kramp, 1957	1	0	0	5	1	12	1	1
39	Hydractiniidae Agassiz, 1862	1	1	2	3	1	24	1	1
40	Cytaeidae Agassiz, 1862	1	1	2	3	1	2	1	1
41	Proboscoidactylidae Hand & Hendr., 1950	1	1	2	34	1	23	2	23
42	Calyropsidae Bigelow, 1913	1	1	2	5	1	23	1	1
43	Clavidae McCrady, 1859	1	1	2	3	1	2	1	1
44	Trichydridae Hincks, 1868	1	0	0	3	1	23	1	1
45	Pandeidae Haeckel, 1879	1	1	12	35	1	1234	1	1
46	Protiaridae Haeckel, 1879	1	1	1	3	1	34	1	1
47	Cladocorynidae Allman, 1872	1	2	1	1	1	0	1	1
48	Pennariidae Stechow, 1921	1	2	2	45	1	124	1	1
49	Halocorynidae Picard, 1957	1	2	1	4	1	0	1	1
50	Cladonematidae Gegenbaur, 1856	1	2	2	23	23	123	2	3
51	Polyorchidae Agassiz, 1862	1	2	2	3	1	23	1	1
52	Moerisiidae Poche, 1914	1	2	2	3	1	1	2	3
53	Hydrocorynidae Rees, 1957	1	2	2	4	1	2	1	1
54	Margelopsidae Uchida, 1927	1	2	2	3	1	2	1	1
55	Corynidae Johnston, 1836	1	2	2	345	1	23	1	1
56	Sphaerocorynidae Prevot, 1959	1	2	2	35	1	23	1	1
57	Zancleopsidae Bouillon, 1978	1	2	2	35	23	0	1	1
58	Zancleidae Russel, 1953	1	2	1	3	123	3	1	1
59	Tubulariidae Allman, 1864	1	2	2	34	1	23	1	1
60	Corymorphidae Allman, 1877	1	2	2	34	1	13	1	1
61	Teissieridae Bouillon, 1978	1	2	1	3	3	2	1	1
62	Velellidae Eschscholtz, 1829	1	2	1	3	1	0	1	1
63	Clathrozoidae Stechow, 1921	1	1	1	4	1	3	1	1
64	Hebellidae Nutting, 19	1	1	1	3	1	2	1	1
65	Melicertidae Agassiz, 1862	1	1	1	3	1	13	1	1
66	Tiarannidae Russel, 1940	1	1	1	3	1	23	1	1
67	Laodiceidae Browne, 1907	1	1	1	3	1	23	1	1
68	Haleciidae Hinks, 1868	1	1	1	3	1	0	1	1
69	Campanulariidae Johnston, 1836	1	1	1	2	1	1	1	1
70	Campanulinidae Hinks, 1868	1	1	1	2	1	14	1	1

NT	Family	49	50	51	52	53	54	55	56
1	Periphyllidae Claus, 1886	3	3	2	1	1	1	0	8
2	Paraphyllidae Maas, 1903	3	3	2	5	1	1	0	8
3	Atorellidae Vanhoeffen, 1902	3	3	2	1	1	1	0	8
4	Linuchidae Haeckel, 1877	3	3	1	5	1	1	0	8
5	Nausithoidae Haeckel, 1877	3	3	12	25	1	1	0	8
6	Collaspididae Haeckel, 1879	3	3	12	25	1	1	0	8
7	Tetraplatiidae Werner, 1984	3	3	1	5	1	1	0	0

33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
5	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	3	2	2	4
3	1	1	2	1	1	12	2	2	1	1	1	23	2	1	34
4	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	34
4	1	1	2	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	2	3
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
34	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	34
25	1	1	2	1	1	12345	1	2	1	1	1	1	1	2	4
3	1	1	2	1	1	13	1	12	1	1	1	1	1	2	34
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	34
5	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
3	1	1	2	1	1	13	1	12	1	1	1	1	1	2	34
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
3	1	1	2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	4
34	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
34	1	1	2	1	1	234	1	1	1	1	1	1	1	2	34
4	1	1	2	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	3
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	34
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	123	1	1	1	1	1	1	1	2	34
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	34
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	34
4	1	1	2	1	1	13	1	2	1	1	1	1	1	1	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	24
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	15
4	1	1	2	1	1	15	1	1	1	1	1	3	1	1	34

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	1	1	1	0	0	3
0	2	0	0	2	12	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0	1	12	2	1	1	1	0	0	1
0	1	2	0	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	2
0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1

NT	Family	49	50	51	52	53	54	55	56
61	Teissieridae Bouillon, 1978	2	2	1	2	1	1	1	0
62	Velellidae Eschscholtz, 1829	23	2	1	2	1	1	1	0
63	Clathrozoidae Steczow, 1921	0	0	1	2	1	1	1	0
64	Hebellidae Nutting, 19	12	2	1	12	1	1	1	8
65	Melicertidae Agassiz, 1862	1	2	2	3	1	1	1	2
66	Tiarannidae Russel, 1940	23	1	2	1	1	2	1	2
67	Laodiceoidae Browne, 1907	23	2	2	13	1	2	1	2
68	Haleciidae Hinks, 1868	1	2	1	2	1	2	1	8
69	Campanulariidae Johnston, 1836	1	2	1	125	1	12	1	18
70	Campanulinidae Hinks, 1868	1	3	12	13	1	2	1	12

Таблица 3

Одновходовый политомический ключ,
составленный программой GENKEY
в автоматическом режиме из машинного определителя
The polychotomous key of the World medusae families

1. Ring canal
 1. Absent 2
 2. There is, reduced 11
 3. There is wide 9
 4. There is narrow 25
 5. There is gastrodermal ring solid core 21
2. Rhopalia number
 1. Absent 24
 2. There are 4 3
 3. There are 6 Atorellidae Vanhoeffen, 1902
 4. There are 8 4
 5. There are, more than 8 8
3. Umbrella mesogleal apical projection
 1. There is extended Periphyllidae Claus, 1886
 2. There is rounding Paraphyllidae Mass, 1903
4. Ring sinus
 1. Absent 5
 2. There is, connects with the stomach by the radial canals 12
 3. There is, connects with the stomach directly, is passed across the radial canals 7
5. The marginal tentacles arrangement in relation of umbrella margin
 1. Right to the margin 6
 2. Higher of the umbrella margin as viewed from subumbrella Cyaneidae Agassiz, 1862
6. Marginal tentacle bulbs (or pedalia)
 1. Absent Pelagiidae Gegenbaur, 1856
 2. There are, with the several tentacles, which are not grouped Linuchidae Haeckel, 1877
7. Mouth lips
 1. Absent Tetraplatiidae Werner, 1984
 2. There are, simple Nausithoidae Haeckel, 1877
 3. There are, branching Cepheidae Claus, 1883
8. Mouth lips form
 1. Fringed Cassiopeidae Claus, 1883

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2	0	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	3
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	2
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	23
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	2

2. Folded, frilled Pelagiidae Gegenbaur, 1856
3. Others Collaspidae Haeckel, 1879
9. Statocysts
 1. Absent 38
 2. There are, dipped into mesogloea 17
 3. There are, not dipped into mesogloea 14
 4. There are, into rhopalia 10
10. Mouth lips form
 1. Fringed Ulmaridae Haeckel, 1874
 2. Folded, frilled Lychnorhizidae Claus, 1883
 3. Leaf-shaped Versurigidae Kramp, 1961
 4. Whip- or tentacleform Lobonematidae ?
 5. With the terminal knobs Rhizostomatidae Claus, 1883
 6. Pyramidal 13
 7. Three-lappets Mastigiidae ?
11. Rhopalia number
 1. Absent 20
 2. There are 8 Thysanostomatidae ?
 3. There are, more than 8 Cassiopeidae Claus, 1883
12. Centripetal canals
 1. Absent Stomolophidae Claus, 1883
 2. There are Rhizostomatidae Claus, 1883
13. Marginal tentacle bulbs (or pedalia)
 1. Absent Catostylidae Claus, 1883
 2. There are, with the several tentacles, which are not grouped Carybdeidae Gegenbaur, 1856
 3. There are, with the several tentacles groups on every bulb, every tentacle is without bulb Carybdeidae Gegenbaur, 1856
 4. There are, with the tentacles groups on every bulb, every tentacle has own bulb Chirodropidae Haeckel, 1879
14. Centripetal canals
 1. Absent 15
 2. There are 18
15. Mouth lips
 1. Absent Halicreatidae Fewkes, 1886
 2. There are, simple 16
16. Nematocysts abundance on the tentacle surface
 1. Absent Petasidae Haeckel, 1879
 2. Without order Rhopalonomatidae Russel, 1953

17. Nematocysts on the mouth tentacles or lips	
1. On whole tentacle (lip)	Rhopalonematidae Russel, 1953
2. Terminally only	19
18. Umbrella walls	
1. Thick	Olindiidae Haeckel, 1877
2. Thin	Ptychogastridae Allman, 1878
19. Manubrium scapulets	
1. Absent	Gerionidae Eschscholtz, 1829
2. There are	Olindiidae Haeckel, 1877
20. The marginal tentacles: length, arrangement, number	
1. Absent or rudiments	Hebellidae Nutting, 19
2. Several, equally length, without groups	Laingiidae Bouillon, 1978
3. Several, different length, without groups or all of them (2—3) in one group	Hebellidae Nutting, 19
4. Many different length tentacles, without groups	Proboscicactylidae Hand et Hendrickson, 1950
21. Stomach	
1. Oval at section	
2. Quadrangular at section	Trichydridae Hincks, 1868
3. Other	Proboscicactylidae Hand et Hendrickson, 1950
22. Medusae buds	
1. Absent	
2. There are on the manubrium	Cuninidae Bigelow, 1913
23. Stomach pouches	
1. Absent	Solmarisidae Haeckel, 1877
2. There are, branchless	Aeginidae Gegenbaur, 1856
24. Nematocysts accumulation on basal or terminal parts of tentacle	
1. Absent	Aeginidae Gegenbaur, 1856
2. Basal	Halocorynidae Picard, 1957
3. Terminal	Solmarisidae Haeckel, 1877
25. The marginal tentacles: length, arrangement, number	
1. Absent or rudiments	46
2. Several, equally length, without groups	35
3. Several, different length, without groups or all of them (2—3) in one group	49
4. Many different length tentacles, without groups	41
5. Many equally length tentacles, without groups	30
6. Many equally length tentacles are grouped, there are no several tentacles between the groups	28
7. Many equally length tentacles are grouped, there are the several tentacles between the groups	26
8. Many different length tentacles are grouped (or there is the other length tentacle into every group)	27
26. Mouth lips form	
1. Fringed	Halimedusidae Arai et Brinckmann-Voss, 1980
2. Pyramidal	Rathkeidae Russel, 1953
3. Others	Australomedusidae Russel, 1971
27. Marginal lappets	
1. Absent	Bougainvilliidae Allman, 1876
2. There are	Russelliidae Kramp, 1957
28. Mouth lips	
1. Absent	29
2. There are, simple	32
29. Nematocysts abundance on the tentacle surface	
1. Absent	Bougainvilliidae Allman, 1876

2. Without order	Margelopsidae Uchida, 1927
30. Nematocysts accumulation on basal or terminal parts of tentacle	
1. Absent	33
2. Basal	31
3. Terminal	34
31. Stomach base	
1. Above the entrances of radial canals	Tiarannidae Russel, 1940
2. Not above the entrances of radial canals	Bougainvilliidae Allman, 1876
3. Otherwise	Campanulinidae Hinks, 1868
32. Radial canals	
1. There are, unbranched	Rathkeidae Russel, 1953
2. There are, branching in horizontal direction	Polyorchidae Agassiz, 1862
33. Mouth lips form	
1. Fringed	
2. Folded, frilled	Laodiceidae Browne, 1907
3. Whip- or tentacleform	Cladonematidae Gegenbaur, 1856
4. Others	Niobiidae Petersen, 1979
34. Nematocysts abundance on the tentacle surface	
1. Without order	
2. Maniliform	Hydractiniidae Agassiz, 1862
35. Nematocysts accumulation on basal or terminal parts of tentacle	
1. Absent	43
2. Basal	55
3. Terminal	36
36. The marginal tentacles structure	
1. Solid entirely (with gastrodermal cells)	37
2. Hollow at the base only	Haleciidae Hinks, 1868
3. Hollow entirely, without parenchyma	Sphaerocorynidae Prevot, 1959
37. Nematocysts abundance on the tentacle surface	
1. Without order	Cytaeidae Agassiz, 1862
2. Maniliform	Hydractiniidae Agassiz, 1862
38. Stomach	
1. Oval at section	
2. Quadrangular at section	Hydractiniidae Agassiz, 1862
3. Other	40
39. Mouth tentacles	
1. Absent	Clavidae McCrady, 1859
2. There are, branchless	Cytaeidae Agassiz, 1862
40. Marginal tentacle bulbs (or pedalia)	
1. Absent	Calycopsidea Bigelow, 1913
2. There are, with the several tentacles, which are not grouped	Pandeidae Haeckel, 1879
41. Exumbrellar nematocysts	
1. Absent	Campanulariidae Johnston, 1836
2. Dispersed on surface	
3. Longitudinal tracts	Melicertidae Agassiz, 1862
42. Stomach	
1. Oval at section	Campanulinidae Hinks, 1868
2. Quadrangular at section	Moerisiidae Poche, 1914
3. Other	Protiaridae Haeckel, 1879
43. Mouth lips	
1. Absent	51
2. There are, simple	44
44. Ocelli on the marginal bulbs	
1. Absent or as ocellus on exumbrellar nematocysts pouches	Protiaridae Haeckel, 1879

2. There are abaxial	Hydrocorynidae Rees, 1957	
45. Marginal tentacle bulbs (or pedalia)		
1. Absent	Cladocorynidae Allman, 1872	
2. There are, without tentacles	Pennariidae Stechow, 1921	
3. There are, with the several tentacles, which are not grouped	Cladonematidae Gegenbaur, 1856	
46. Nematocysts accumulation on basal or		
1. Absent		47
2. Basal		55
3. Terminal		58
47. Marginal tentacle bulbs (or pedalia)		
1. There are, without tentacles	Pennariidae Stechow, 1921	
2. There are, with the several tentacles, which are not grouped	Zancleidae Russel, 1953	
48. Ocelli on the marginal bulbs		
1. Absent or as ocellus on exumbrellar nematocysts pouches	Margelopsidae Uchida, 1927	
2. There are abaxial	Polyorchidae Agassiz, 1862	
49. The marginal tentacles structure		
1. Solid entirely (with gastrodermal cells)		57
2. Hollow at the base only	Haleciidae Hinks, 1868	
3. Hollow entirely, without parenchyma		50
4. Hollow entirely, but with parenchyma	Zancleopsidae Bouillon, 1978	
50. Ocelli on the marginal bulbs		
1. Absent or as ocellus on exumbrellar nematocysts pouches		54
2. There are abaxial	Moerisiidae Poche, 1914	
51. The marginal tentacles structure		
1. Solid entirely (with gastrodermal cells)		53
2. Hollow at the base only	Teissieridae Bouillon, 1978	
3. Hollow entirely, without parenchyma		52
52. Nematocysts on the mouth tentacles or lips		
1. Absent	Corynidae Johnston, 1836	
2. Terminally only	Zancleidae Russel, 1953	
53. Nematocysts abundance on the tentacle surface		
1. Absent	Clathrozoidae Stechow, 1921	
2. Other nematocysts accumulation	Zancleidae Russel, 1953	
54. Exumbrellar nematocysts		
1. Dispersed on surface	Corymorphidae Allman, 1877	
2. Longitudinal tracts	Tubulariidae Allman, 1864	
55. Exumbrellar nematocysts		
1. Dispersed on surface		56
2. Longitudinal tracts	Tubulariidae Allman, 1864	
56. Umbrella walls		
1. Thick	Corymorphidae Allman, 1877	
2. Thin	Haleciidae Hinks, 1868	
57. Exumbrellar nematocysts		
1. Dispersed on surface	Corymorphidae Allman, 1877	
2. Longitudinal tracts	Velellidae Eschscholtz, 1829	
58. The marginal tentacles structure		
1. Solid entirely (with gastrodermal cells)	Velellidae Eschscholtz, 1829	
2. Hollow at the base only	Haleciidae Hinks, 1868	

Примечание. Как видно из табл. 3, в разных узлах машинного ключа используется один и тот же признак, или один и тот же таксон из-за полимодальности его характеристики бывает размещен в ключе несколько раз. Это делает ключ не очень изящным, но не мешает точности определения объекта.

Таблица 4

Список признаков для машинного определителя
"Polyphotomous key of the antarctic Symplectoscyphus species"

- Ch. 1. The plane of the hydrothecae arrangement
 1. In one plane
 2. In different planes
- Ch. 2. The hydrothecae arrangement on the branch internodes
 1. On the one side
 2. On the two sides
- Ch. 3. The degree of the adnation of the abcauline hydrotheca wall with branch
 1. Almost not adnate
 2. About 1/2
 3. About 1/3—1/4
 4. About 1/5
 5. About 2/3—3/4
- Ch. 4. The hydrotheca form
 1. Oblong-cylindrical
 2. Curved oblong-cylindrical
 3. Curved short-cylindrical
 4. Tube-form
- Ch. 5. The length of the abcauline hydrotheca wall
 1. About 0.20—0.60 mm
 2. About 0.61—0.90 mm
 3. About more than 0.90 mm
- Ch. 6. The internal marginal teeth of hydrotheca
 1. Absent
 2. Absent
- Ch. 7. The internal abcauline septum of the hydrotheca
 1. Absent
 2. Absent
- Ch. 8. The size of the marginal teeth of the hydrotheca
 1. One adcauline and two abcauline are equal small
 2. One adcauline and two abcauline are equal large
 3. One adcauline is more large than two abcauline
 4. One adcauline and one abcauline are equal larger than middle one
 5. Two abcauline are more large than one adcauline
- Ch. 9. The hydrotheca diameter
 1. It is equal through the all length
 2. More narrow near the mouth
 3. More wide near the mouth
- Ch. 10. The thickness of the hydrotheca base
 1. There is
 2. There is no
- Ch. 11. The gonotheca form
 1. Elongate-cylindrical
 2. Oval
 3. Elongate-oval
 4. Costate

- Ch. 12. The gonotheca neck
 1. Absent
 2. Elongate-cylindrical
 3. Tube-form
 4. Short cylindrical
- Ch. 13. Location of the transverse ridges of the gonotheca
 1. Absent
 2. Over entire length
 3. Over the part of the length
 4. Implicit
- Ch. 14. Number of the transverse ridges of the gonotheca
 1. Absent
 2. Several of smoothed ones
 3. 3—6
 4. 7—12
 5. 13—27

Таблица 5

Polytomous key of the antarctic *Symplectoscyphus* species
 The matrix "taxon — character"

NT	Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	<i>Symplectoscyphus elongatus</i> (Jaed., 1904)	1	2	2	3	1	1	1	4	2	1	2	1	1	1
2	<i>Symplectoscyphus spiralis</i> (H. et Gr., 1907)	1	2	2	3	1	2	1	4	2	1	3	1	1	1
3	<i>Symplectoscyphus bifurmis</i> (Jaed., 1905)	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	3	2	1	1
4	<i>Symplectoscyphus mawsoni</i> Briggs, 1938	2	2	1	4	2	1	1	3	3	1	0	0	0	0
5	<i>Symplectoscyphus gruzovi</i> (Step., 1979)	2	2	1	1	12	1	1	2	1	1	1	1	1	1
6	<i>Symplectoscyphus pushi</i> (Step., 1979)	1	2	4	1	3	1	1	2	13	1	0	0	0	0
7	<i>Symplectoscyphus naumovi</i> Blanco, 1969	1	2	3	2	2	1	1	2	1	2	3	4	4	2
8	<i>Symplectoscyphus curvatus</i> (Jaed., 1917—18)	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	4	1	2	3
9	<i>Symplectoscyphus plectilis</i> (H. et Gr., 1907)	1	2	3	3	12	1	1	2	2	2	3	2	4	2
10	<i>Symplectoscyphus glacialis</i> (Jaed., 1904)	1	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	3	4	2
11	<i>Symplectoscyphus confusus</i> Totton, 1930	1	2	2	3	1	1	1	1	2	2	4	3	3	4
12	<i>Symplectoscyphus vanhoeffeni</i> Totton, 1930	1	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	3	3	4
13	<i>Symplectoscyphus subdichotomus</i> (K., 1884)	1	2	3	3	1	1	1	1	1	2	4	3	3	34
14	<i>Symplectoscyphus aggregatus</i> (J., 1916—17)	1	2	5	3	1	1	1	1	3	2	4	4	3	4
15	<i>Symplectoscyphus liouvillei</i> (Billard, 1914)	1	2	5	3	1	2	1	1	1	2	4	3	2	5
16	<i>Symplectoscyphus millardi</i> (Step., 1979)	1	2	5	3	1	1	1	1	1	1	4	3	2	5
17	<i>Symplectoscyphus cumberlandicus</i> (J., 1905)	1	2	5	3	12	1	1	2	3	1	4	1	3	4
18	<i>Symplectoscyphus magellanicus</i> (M. — T., 1890)	1	2	2	3	12	1	2	1	1	2	0	0	0	0
19	<i>Symplectoscyphus unilateralis</i> (Lmx., 1824)	2	2	3	3	12	2	1	5	2	2	2	4	14	12

Таблица 6

Одновходовый полиномический ключ, составленный программой GENKEY
в автоматическом режиме из машинного определителя
"Polychotomous key of the antarctic *Symplectoscyphus* species"

1. The degree of the adnation of the abcauline hydrotheca wall with branch
 1. Almost not adnate 4
 2. About 1/2 2
 3. About 1/3—1/4 5
 4. About 1/5 *Symplectoscyphus pushi*
(Step., 1979)
 5. About 2/3—3/4 10
2. The size of the marginal teeth of the hydrotheca
 1. One adcauline and two abcauline are equal small 7
 2. One adcauline and two abcauline are equal large *Symplectoscyphus confusus*
Totton, 1930
 3. One adcauline and one abcauline are equal larger than middle one 3
3. The internal marginal teeth of hydrotheca
 1. Absent *Symplectoscyphus elongatus*
(Jaed., 1904)
 2. There are *Symplectoscyphus spiralis*
(H. et Gr., 1907)
4. The hydrotheca form
 1. Oblong-cylindrical *Symplectoscyphus gruzovi*
(Step., 1979)
 2. Curved oblong-cylindrical *Symplectoscyphus biformis*
(Jaed., 1905)
 3. Tube-form *Symplectoscyphus mawsoni*
Briggs, 1938
5. The size of the marginal teeth of the hydrotheca
 1. One adcauline and two abcauline are equal small *Symplectoscyphus subdichotomus* (K., 1884)
 2. One adcauline and two abcauline are equal large 6
 3. Two abcauline are more large than one adcauline *Symplectoscyphus unilateralis*
(Lmx., 1824)
6. The hydrotheca form
 1. Curved oblong-cylindrical *Symplectoscyphus naumovi*
Blanco, 1969
 2. Curved short-cylindrical *Symplectoscyphus plectilis*
(H. et Gr., 1907)
7. The hydrotheca form
 1. Curved oblong-cylindrical *Symplectoscyphus curvatus*
(Jaed., 1916—17)
 2. Curved short-cylindrical 8
8. The internal abcauline septum of the hydrotheca
 1. Absent 9
 2. There is *Symplectoscyphus magellanicus*
(M.—T., 1890)
9. The hydrotheca diameter
 1. It is equal through the all length *Symplectoscyphus vanhoeffeni*
Totton, 1930
 2. More narrow near the mouth *Symplectoscyphus glacialis*
(Jaed., 1904)
10. The hydrotheca diameter
 1. It is equal through the all length *Symplectoscyphus millardi*
(Step., 1979)
 2. More narrow near the mouth *Symplectoscyphus liouvillei*
(Billard, 1914)
 3. More wide near the mouth 11

11. The size of the marginal teeth of the hydrotheca

1. One adcauline and two abcauline are equal small *Symplectoscyphus aggregatus*
(J., 1916—17)
2. One adcauline and two abcauline are equal large *Symplectoscyphus cumberlandicus* (J., 1905)

Таблица 7

Одновходовый полиномический ключ, составленный программой GENKEY
в диалоге с систематиком из машинного определителя
"Polychotomous key of the antarctic *Symplectoscyphus* species"
(увеличены в 2.5—3 раза исходные веса для 11, 12 и 13 рядов признаков)

1. The gonotheca form
 1. Elongate-cylindrical 7
 2. Oval 2
 3. Elongate-oval 3
 4. Costate 6
2. The size of the marginal teeth of the hydrotheca
 1. One adcauline and two abcauline are equal small 12
 2. One adcauline and two abcauline are equal large *Symplectoscyphus pushi*
(Step., 1979)
 3. One adcauline is more large than two abcauline *Symplectoscyphus mawsoni*
Briggs, 1938
 4. One adcauline and one abcauline are equal larger than middle one *Symplectoscyphus elongatus*
(Jaed., 1904)
 5. Two abcauline are more large than one adcauline *Symplectoscyphus unilateralis*
(Lmx., 1824)
3. The degree of the adnation of the abcauline hydrotheca wall with branch
 1. Almost not adnate 5
 2. About 1/2 4
 3. About 1/3—1/4 9
 4. About 1/5 *Symplectoscyphus pushi*
(Step., 1979)
4. The internal marginal teeth of hydrotheca
 1. Absent *Symplectoscyphus magellanicus*
(M.—T., 1890)
 2. There are *Symplectoscyphus spiralis*
(H. et Gr., 1907)
5. The hydrothecae arrangement on the branch internodes
 1. On the one side *Symplectoscyphus biformis*
(Jaed., 1905)
 2. On the two sides *Symplectoscyphus mawsoni*
Briggs, 1938
6. The degree of the adnation of the abcauline hydrotheca wall with branch
 1. Almost not adnate *Symplectoscyphus mawsoni*
Briggs, 1938
 2. About 1/2 10
 3. About 1/3—1/4 *Symplectoscyphus subdichotomus* (K., 1884)
 4. About 1/5 *Symplectoscyphus pushi*
(Step., 1979)
 5. About 2/3—3/4 15
7. The degree of the adnation of the abcauline hydrotheca wall with branch
 1. Almost not adnate 8

2. About 1/2 *Symplectoscyphus magellanicus* (M.— T., 1890)
3. About 1/5 *Symplectoscyphus pushi* (Step., 1979)
8. The hydrotheca form
 1. Oblong-cylindrical *Symplectoscyphus gruzovi* (Step., 1979)
 2. Tube-form *Symplectoscyphus mawsoni* Briggs, 1938
9. The gonotheca neck
 1. Elongate-cylindrical *Symplectoscyphus plectilis* (H. et Gr., 1907)
 2. Short cylindrical *Symplectoscyphus naumovi* Blanco, 1969
10. Transverse ridges of the gonotheca. Location
 1. Absent *Symplectoscyphus magellanicus* (M.— T., 1890) 11
 2. Over entire length 13
 3. Over the part of the length 13
 4. Implicit *Symplectoscyphus magellanicus* (M.— T., 1890)
11. The hydrotheca form
 1. Curved oblong-cylindrical *Symplectoscyphus curvatus* (Jaed., 1916—17)
 2. Curved short-cylindrical *Symplectoscyphus magellanicus* (M.— T., 1890)
12. The internal abcauline septum of the hydrotheca
 1. Absent *Symplectoscyphus glacialis* (Jaed., 1904)
 2. There is *Symplectoscyphus magellanicus* (M.— T., 1890)
13. The internal abcauline septum of the hydrotheca
 1. Absent 14
 2. There is *Symplectoscyphus magellanicus* (M.— T., 1890)
14. The size of the marginal teeth of the hydrotheca
 1. One adcauline and two abcauline are equal small *Symplectoscyphus vanhoeffeni* Totton, 1930
 2. One adcauline and two abcauline are equal large *Symplectoscyphus confusus* Totton, 1930
15. The gonotheca neck
 1. Absent *Symplectoscyphus cumberlandicus* (J., 1905)
 2. Tube-form 16
 3. Short cylindrical *Symplectoscyphus aggregatus* (J., 1916—17)
16. The internal marginal teeth of hydrotheca
 1. Absent *Symplectoscyphus millardi* (Step., 1979)
 2. There are *Symplectoscyphus liouvillei* (Billard, 1914)

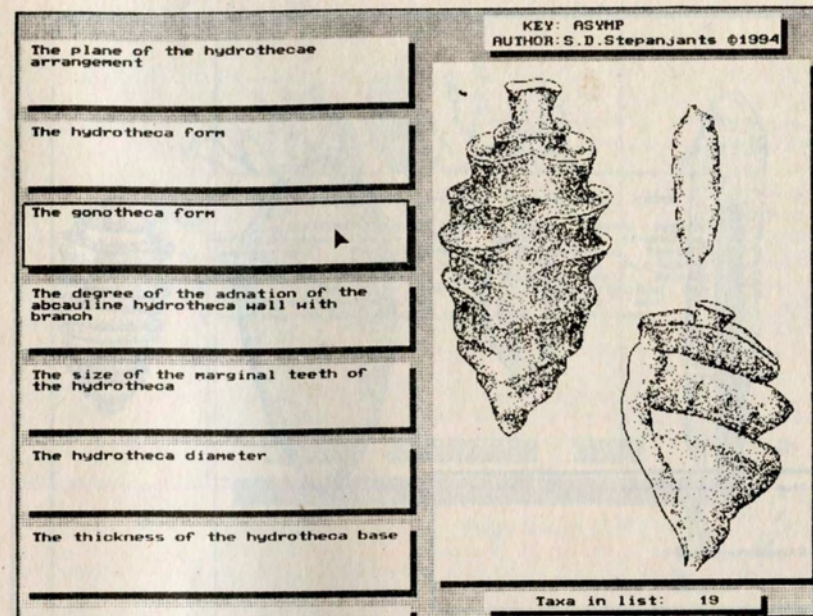


Рис. 7. Оптимизированный определитель видов антарктических гидроидов рода *Symplectoscyphus* (здесь и на рис. 8—11)
Рабочий экран 1 с названиями рядов признаков и иллюстрациями к ряду признаков "Форма гонотеки" (указан курсором)

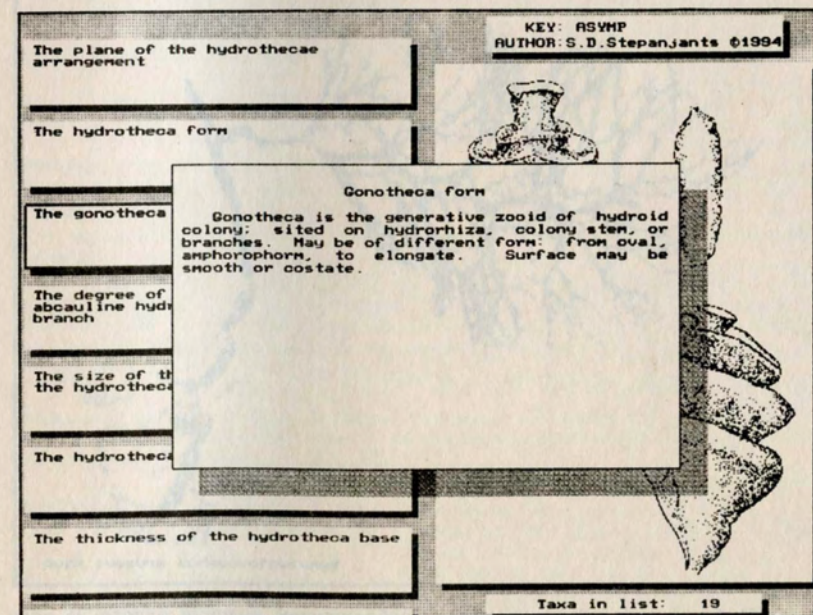


Рис. 8. Рабочий экран 1 с пояснениями к признаку "Форма гонотеки"

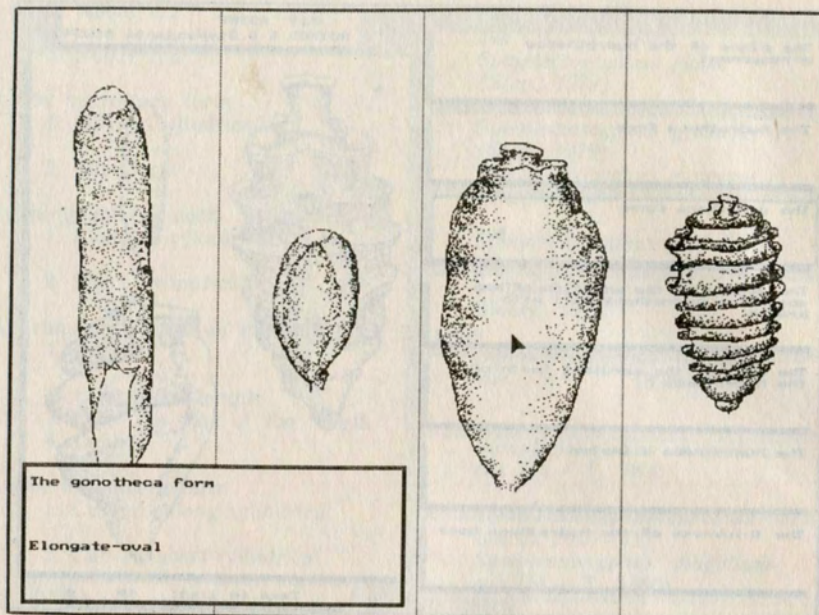


Рис. 9. Рабочий экран 2 с иллюстрациями к ряду признаков "Форма гонотеки"
Курсором указано изображение, адекватное признаку "удлинненно-овальная"

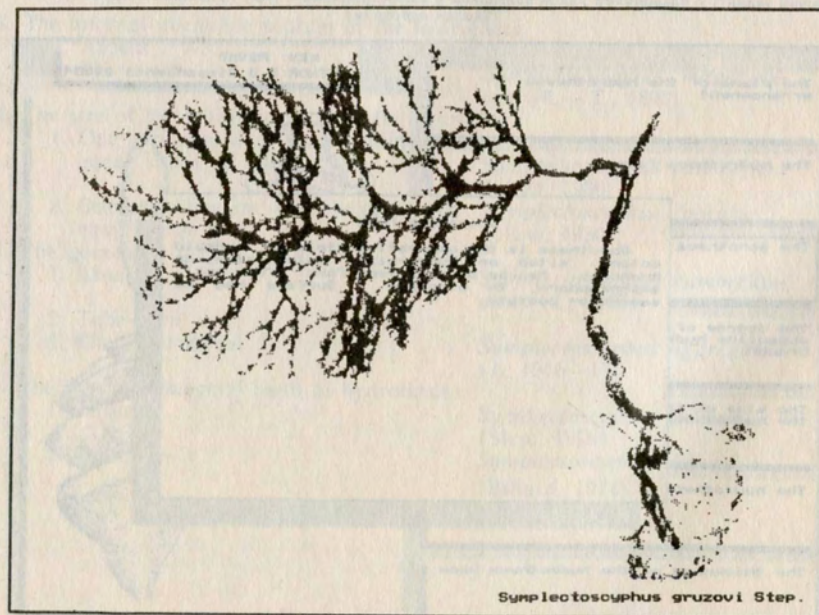


Рис. 10. Рабочий экран 3 с тотальным изображением колонии одного из определяемых видов — *Symplectoscyphus gruzovi* Stepanjants, 1979

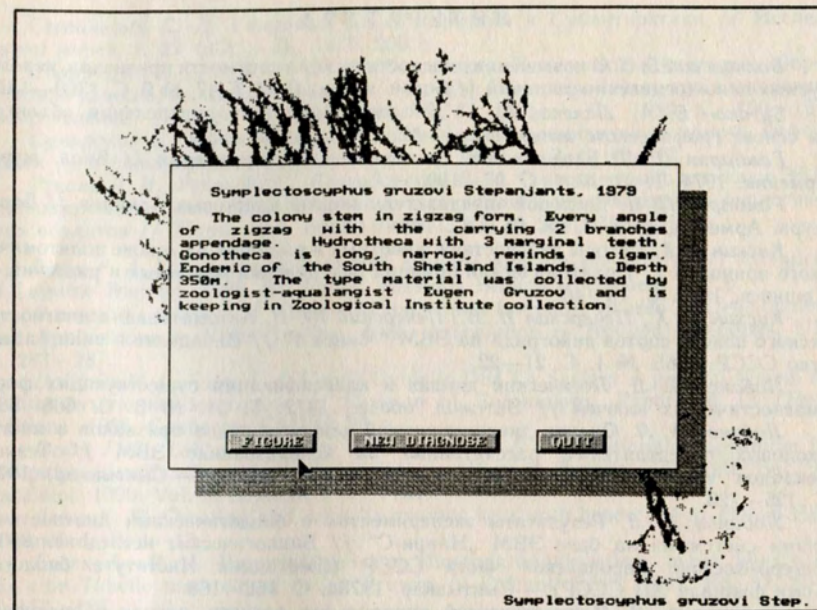


Рис. 11. Рабочий экран 3 с кратким диагнозом вида *S. gruzovi*

ЛИТЕРАТУРА

- Балковский Б. Е. О повышении диагностической значимости признаков, используемых для определения растений // Ботан. журн., 1962. Т. 47. № 9. С. 1309—1314.
- Бутаков Е. А., Лелеков С. Г. Диалоговая система определения объектов на основе графического интерфейса.— М., 1991. С. 353—357.
- Гамбарян П. П. Взвешивание признаков и их корреляция // Биол. журн. Армении, 1974. Т. 27. № 4. С. 97—100.
- Гамбарян П. П. Числовой определитель водных цветковых Армении // Биол. журн. Армении, 1975. Т. 28. № 9. С. 108—111.
- Кискин П. Х. Методы диагностики животных и растений на основе политомического принципа // Политомический принцип определения животных и растений.— Кишинев, 1966. С. 19—40.
- Кискин П. Х., Печерская И. Н., Печерский Ю. Н. Автоматизация диагностического поиска сортов винограда на ЭВМ "Минск-1" // Виноделие и виноградарство СССР, 1965. № 1. С. 21—22.
- Лобанов А. Л. Логический анализ и классификация существующих форм диагностических ключей // Энтомол. обозр., 1972. Т. 51. № 3. С. 668—681.
- Лобанов А. Л. Оценка диагностической ценности рядов признаков в многовходовых определителях, рассчитанных на использование ЭВМ // Тезисы докладов VI Коми республ. молодежной научн. конф.— Сыктывкар, 1974. С. 125—126.
- Лобанов А. Л. Результаты экспериментов с биологическими диагностическими системами на базе ЭВМ „Наири-С“ // Биологические исследования на Северо-Востоке Европейской части СССР (Ежегодник Института биологии Коми филиала АН СССР).— Сыктывкар, 1975а. С. 162—168.
- Лобанов А. Л. Математический аппарат для расчета, оценки и сравнения конструктивных параметров диагностических ключей // Зоол. журн., 1975б. Т. 54, вып. 4. С. 485—497.
- Лобанов А. Л. Принципы построения определителей насекомых с использованием электронных вычислительных машин: Автореф. канд. дис.— Л., 1983. 19 с.
- Лобанов А. Л., Степаньянц С. Д. Оптимизация определителя медуз подотряда Filifera (Hydrozoa, Athecata) с помощью компьютерной диагностической системы. // Морской планктон. Систематика, экология, распространение II. Исслед. фауны морей, 1993. Т. 45 (53). С. 38—50.
- Lobanov A. L., Schilow W. F., Nikritin L. M. Zur Anwendung von Computern für die Determination in der Entomologie // Deutsch. Entomol. Z., 1981. N. F. 28, Heft 1—3. S. 29—43.
- Михалевич О. А., Некрутенко Ю. П. Несколько замечаний об использовании ЭВМ для классификации биологических объектов // Вестник зоологии, 1992. № 3. С. 79—83.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР (под ред. О. Н. Бауэра). Т. 1. Паразитические простейшие (ред. С. С. Шульман).— (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР; вып. 140).— Л., 1984. 428 с.
- Пименов М. Г. Математические методы и вычислительная техника в систематике высших растений // Итоги науки и техники. Ботаника. Т. 8, вып. 2.— М., 1987. 96 с.
- Райтвиль А., Куль К. Диалоговый ключ для определения грибов, реализованный на персональном компьютере // Микология и фитопатология, 1988. № 1. С. 111—117.
- Свиридов А. В. Проблема соотношения биологической диагностики и систематики // Журн. общ. биол., 1973. Т. 34. № 6. С. 900—906.
- Свиридов А. В. Материалы по истории методов диагностики биологических объектов // Научн. докл. высш. школы. Биол. науки, 1976. № 8. С. 7—22.
- Свиридов А. В. О некоторых актуальных вопросах теории идентификации биологических объектов с помощью ключей // Научн. докл. высш. школы. Биол. науки, 1978. № 10. С. 15—28.
- Свиридов А. В. Некоторые проблемы и перспективы теории идентификации биологических объектов с помощью ключей // Сб. трудов Зоол. музея МГУ, 1981. Т. 19. С. 18—37.

- Степаньянц С. Д. Гидроиды вод Антарктики и Субантарктики // Исслед. фауны морей, т. 22 (30).— Л.; 1979. 200 с.
- Степаньянц С. Д., Шейко О. В. (Боженева). Пелагические кишечнополостные. Определитель классов, отрядов, семейств. // Морской планктон. Систематика, экология, распределение. [Исслед. фауны морей. Т. 41 (49)].— Л., 1989. С. 100—131.
- Сумароков В. М. Оптимальные деревья для организации и поиска информации // Управляющие машины и системы, 1974. № 3. С. 43—47.
- Уткина Л. И., Уткин И. С., Благодатская В. М. О построении с помощью ЭВМ одновходовых ключей, предназначенных для видовой идентификации биологических объектов // Журн. общ. биол., 1980. Т. 41. № 2. С. 303—313.
- Bisby F. A. Databases, information systems and legume records // Advances in Legume Biology. 1988. St. Louis: Missouri Botanical Garden. 187 p.
- Boswell K., Gibbs A. J. The VIDE data bank for plant viruses // Development and Applications in Virus Testing. 1986. Association of Applied Biologists, UK. P. 283—287.
- Dallwitz M. J., Paine T. A. User's Guide to DELTA System. A general system for coding taxonomic description // Division of Entomology. Report № 13 (Third Edition). 1986. Canberra: CSIRO, 96 p.
- Dedet J. P., Lebbe J., Vignes R. C. I. P. A.: A multinational programme for computer identification of phlebotomine sandflies of America // Bull. Soc. fr. parasitol. 1990. Vol. 8, suppl. № 2. P. 1131.
- Estep K. W. Creating and using taxonomic keys with hypercard // Fisker Hav. 1989. № 1. P. 1—13.
- Evers A. M. J. Bauprinzipien von Bestimmungstabellen, nebst Vorschlag für eine Tabelle nach einem neuen Prinzip // Entomol. Blatt. 1991. Bd. 87, N. 3. S. 177—185.
- Holmes B., Hill L. R. Computers in diagnostic bacteriology, including identification // Computer-Assisted Bacterial Systematics. 1985. P. 265—287.
- Leuschner D., Sviridov A. V. The mathematical theory of taxonomic keys // Biometr. Journ. 1986. Vol. 28, № 1. P. 109—113.
- Miller G. A. The magical number seven, plus or minus two // Psychol. Rev. 1956. Vol. 63. P. 81—92.
- Miller M. G., Day E. R. Interactive taxonomy: name that bug in three touches or less // Amer. Entomol. 1990. Vol. 36, № 3. P. 219—224.
- Pankhurst R. J. Biological Identification. The principles and practice of identification methods in biology.— London: Edward Arnold, 1978. 104 p.
- Pankhurst R. J. A package of computer programs for handling taxonomic databases // CABIOS. 1986. № 2. P. 33—39.
- Pankhurst R. J. Taxonomic biology seen as a database // Classification and Related Methods of Data Analysis. 1988. P. 709—716.
- Pankhurst R. J. Practical taxonomic computing.— Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 202 p.
- Pankhurst R. J., Dallwitz M. J., Payne R. W. Notice to users of computer programs for identification and description // Taxon. 1984. Vol. 33. P. 556.
- Payne R. W. GENKEY. A program for constructing and printing identification keys and diagnostic tables.— Harpenden: Rothamsted Experimental Station, 1978. 54 p.
- Payne R. W., Preece D. A. Identification keys and diagnostic tables: a review // Journ. of the Royal Statist. Soc., series A. 1980. Vol. 143, № 3. P. 253—292.
- Rubio F. F. Computerized key for the determination of Spanish Rhopalocera.— Servicio de Publicaciones, 1986. 237 p.
- Schalk P. H. Systematic goes multimedia: computerizing biological knowledge // ASC Newsletter. 1992. Vol. 20, № 3. P. 117—119.
- Tilling S. M. Keys to biological identification: their role and construction // Journ. Biol. Ed. 1984. Vol. 18. P. 293—304.
- Vignes R., Lebbe J., Dedet J. P. Automatic generation of identification keys for French Guian phlebotomine sandflies // Bull. soc. fr. parasitol. 1990. Vol. 8, № 2. P. 1147.
- Watson L. An automated system of generic descriptions for Caesalpinoidea,

and its application to classification and key-making // Advances in Legume Systematics. 1981. P. 65—81.

Watson L., Dallwitz M. J., Gibbs A. J., Pankhurst R. J. Automated taxonomic descriptions // Prospects in Systematics. The Systematic Association, Special Volume. 1988. № 36. P. 292—304.

Winfield P. J., Allkin R., Bisby F. A. ALICE: Biological checklist and species diversity database system. 1987. Edinburgh: Agricultural Scientific Services, 78 p.

SUMMARY

A. L. Lobanov, S. D. Stepanjants, M. B. Dianov

BIKEY — DIALOGUE COMPUTER SYSTEM FOR IDENTIFICATION OF BIOLOGICAL OBJECTS, AND ITS USE IN CNIDARIA DIAGNOSTICS

The computer system BIKEY is designed for automation of the processes of work with diagnostic information on biological taxons. It performs about 10 functions, such as accumulation and storage of diagnostic information (in textual and graphical forms), editing and completing of the initial information, analysis and logical control of the above information, optimization of identification by computer keys in man-computer dialogue, automatic generation of optimized keys textual monoentry keys etc. The advantage of this identification method lies in the fact that during the dialogue identification there is possibility to choose a more convenient character, according to computer-aided recommendation, which is generated so as to shorten the length of identification path. The computer generation of keys permits to obtain numerous versions of the original key if to attach various weights values to different characters. The starting data for these keys are represented as multientry numerical tables (MATRIX), prepared in 3 stages: compiling the list of taxons: species, genera, families etc; compiling the list of characters which make these taxons distinguishable (each character including no less than 2 and no more than 9 characteristic states); compiling the numerical matrix in which the rows are taxons and the columns are the characters. Moreover in the last version of the system BIKEY6 there are the dialogue polychotomous multientry keys operating in textual mode (DIAKEY) and in graphical mode (PICKEY).

The starting cnidarian material for the system BIKEY use was before published "Identification key of the medusae families" (Stepanjants, Sheiko, 1989). On its base the polychotomous characters were prepared, but the number of these characters was increased to 72. Matryx was prepared for 70 families of medusae of the World. Beyond that point key for 19 Antarctic species of Symplectoscyphus was prepared. 14 characters were shaped and from them the matrix was prepared. Optimized keys of medusae families and Symplectoscyphus Antarctic species are demonstrated with the help of DIAKEY and PICKEY programs.

ISSN 0206-0477. КНИДАРИИ.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. II
СПб., 1995 (ТРУДЫ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН, Т. 261)

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
PROCEEDINGS OF THE ZOOLOGICAL INSTITUTE
ST. PETERSBURG, 1995, VOL. 261

УДК 595.78:591.463/464

Н. Н. Марфенин, Р. Я. Маргулис, Е. М. Майер

Московский государственный университет

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ У КОЛОНИАЛЬНОГО ГИДРОИДА DYNAMENA PUMILA И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБНАРУЖЕННЫХ МОРФОТИПОВ

Разработан метод анализа морфологической изменчивости популяции колониального гидроида *Dynamena pumila* на основе учета отклонений от нормы формы перисарка стереотипных междоузлий побегов, называемых морфологическими аномалиями или морфотипами. По результатам обработки более 200 000 междоузлий составлена классификация морфологических аномалий, включающая 7 разделов и 47 разновидностей. В статье представлены описания и рисунки всех морфотипов. Материал собран на Белом и Баренцевом морях в 1991—1993 гг., а также 100 лет тому назад (коллекции Зоологического института РАН). Некоторые морфотипы выглядят как полноценные резервные фенотипы вида. Для большинства морфотипов приведены объяснения возможных причин их образования.

Из всех гидроидов пока что только для одного вида описана изменчивость строения стереотипных частей колонии — междоузлий побегов (Марфенин, 1975, 1988). Этот вид — *Dynamena pumila* (L.) из высокоорганизованного семейства Sertulariidae отряда Thesarchoa — обладает в норме двурядным супротивным расположением гидрантов на стволе побега (рис. 1). В процессе роста побега очередная пара гидрантов формируется на его верхушке. Хитиновый перисарк, выделяемый здесь, принимает во время морфогенеза верхушки соответствующую форму, имеющую видоспецифический характер. Морфогенез побега протекает циклично, так что к концу образования очередной пары гидрантов восстанавливаются исходные условия для формирования следующей пары (рис. 2). Каждый стереотипный участок побега, включающий пару гидрантов и отрезок ствола, ясно отграничен от следующего подобием перетяжки, что позволяет выделять в побеге соответствующие междоузлия.

Таким образом, типичный для *Dynamena pumila* морфогенез повторяется в каждой колонии множество раз, что позволяет изучать фенотипическую изменчивость даже в пределах отдельно взятого генетически однородного организма, каковым на самом