Tereshkin A.M. 2008. Methodology of a scientific drawings preparation in entomology on example of ichneumon flies (Hymenoptera, Ichneumonidae). Euroasian Entomological Journal, 7(1): 1-9 + I-VII.

Методика подготовки научных иллюстраций в энтомологии на примере наездников семейства Ichneumonidae (Hymenoptera).

А.М. Терёшкин

РЕЗЮМЕ. Изложены принципы и методика подготовки научных иллюстраций в энтомологии. Подробно рассматриваются этапы выполнения как тотальных рисунков, так и таксономически значимых частей тела насекомых. Рассматриваются этапы подготовки рисунков от контурного, до изображения объекта в цвете. Приводятся методики подготовки научной иллюстрации вручную и полностью в графическом редакторе Photoshop.

Введение.

Необходимость подготовки научной иллюстрации в энтомологии продиктована двумя обстоятельствами. С одной стороны, существует целый ряд групп насекомых, описание признаков которых весьма трудоемкое занятие, и тезы в ключах для таких групп представлены текстами значительного объема, что крайне затрудняет идентификацию таксонов разного ранга. Особую сложность представляет сочетание альтернатив. Например, «... если стебелек посередине приблизительно квадратный в сечении, то или на границе с раструбом с бугром, или его бока гладкие и нижний край его терг. не окаймленный (одновременно ...), либо ...» и т.д. (Расницын, 1981). Хорошим примером такой группы являются наездникиихневмонины (сем. Ichneumonidae), морфологическое разнообразие которых создается не разнообразием устойчивых сочетаний признаков, а свободным, почти случайным комбинированием набора одних и тех же признаков, что связано с характером эволюции группы, который привел к обилию близких и трудноразличимых видов. Более того, выделение надвидовых таксонов является еще более трудным, чем различение видов (Расницын, 1978). Согласно Г.Хайнриху (Heinrich, 1967): "...в молодом подсемействе, таком как Ichneumoninae, следует вероятно чаще ожидать наличия промежуточных признаков, чем в большинстве других групп. Поэтому роды не могут быть так отчетливо разделены, как хотелось бы нашему таксономическому мышлению...". Одним из путей, облегчающих идентификацию надвидовых таксонов ихневмонин, является подготовка таблиц иллюстраций типовых или наиболее характерных видов подсемейства. Одним из условий успешного решения данной проблемы является, по нашему мнению, подготовка

стандартных таблиц иллюстраций, выполненных одним автором, причем специализирующимся на изучении данной конкретной группы. Сказанное и послужило основанием для подготовки данной работы.

С другой стороны, при описании новых таксонов, особенно старших, систематику небходимо располагать типовым или сравнительным материалом из разных, часто труднодоступных коллекций. Решение этих проблем также видится в подготовке максимально стардантизированных иллюстраций и описаний таксонов. Наличие грамотно выполненной специалистом-систематиком иллюстрации таксона позволяет избежать необходимости привлечения типового материала и представителей близких таксонов.

Выполнение научной иллюстрации в энтомологии весьма трудоемкое занятие, требующее наличия определенных навыков и способностей, а так же исследователя значительных затрат времени. По словам немецкого ботанической иллюстрации К. Ниссена (Nissen, 1951) «соединение художника и исследователя в одном лице – большая редкость, потому что жизнь человека коротка, а силы слишком ограничены, чтобы в обеих областях достичь совершенства». Настоящая работа призвана максимально облегчить решение этой проблемы использованием современных технологий.

Уровень развития современных цифровых технологий позволяет подготовить научную иллюстрацию таксона, практически не прибегая к «карандашу и бумаге». Причем при наличии определенных навыков это специалисту-систематику, становится доступным не обладающему художественными способностями. Это особенно важно. так как иллюстрация, выполненная профессиональным художником, не зоологом и не знакомому со значимостью тех или иных таксономических признаков имеет обычно, несмотря на качественное исполнение, малую научную ценность.

Таким образом, наиболее ценными представляются именно иллюстрации, выполненные специалистом по конкретной группе насекомых, а решающую роль играет научная квалификация исполнителя.

Предлагаемая методика была разработана в рамках работы "Illustrated key to Ichneumonininae tribes and Platylabini genera of world fauna".

По нашему мнению работы, в области таксономии должны быть проиллюстрированы именно рисунками, выполненными автором работы, а не фотографиями. Принципиальное отличие научного рисунка и фотографии, по нашему мнению, заключается в следующем: фотография – это лишь изображение объекта, выполненное с той или иной степенью мастерства, а рисунок – прежде всего графическое представление научных знаний об объекте на данном этапе и собственных представлений автора. Исходя из сказанного, при подготовке тотального рисунка основной задачей является усиление акцента на таксономических признаках объекта, их графическое исполнение и перемещение второстепенных признаков на «задний план» при сохранении общего вида и особенностей объекта в целом. Другим важным условием является графическое исполнение иллюстраций объектов в «едином ракурсе», что необходимо для сравнительного анализа.

Основным принципом графического представления морфологии объекта является максимальная стандартизация (и унификация) рисунков. Данный подход жизненно необходим для успешного проведения перспективных (дальнейших) исследований, как выполнения новоописаний таксонов разного ранга, так и таксономических обобщений. Эти условия послужили основными предпосылками для разработки методики подготовки таблиц иллюстраций.

Подготовка таксономических иллюстраций может быть выполнена тремя путями. Либо полностью вручную, используя тушь и акварель, либо вручную, с последующим редактированием рисунков в графическом редакторе Photoshop (для энтомологов, обладающих художественными навыками), либо полностью в редакторе Photoshop. На вклейке Ι представлены рисунки имаго наездника, выполненные как полностью вручную (1), так и полностью в графическом редакторе (2). В всех случаях, независимо от выбранного метода, необходимо соблюдение ряда положений. 1 – Выполнение рисунков, как тотального, так и частей тела, несущих основные таксономические признаки, должно проводиться по единой схеме. При подготовке тотального изображения части тела объекта должны быть расположены по одному стандарту. Для наездников необходимо соблюдать стандартное положение ног, крыльев и жгутика усиков. Одна из известных схем графического представления наездников сем. Ichneumonidae была разработана и предложена Таунсом (Townes, 1969-1971). Расположение рисунка имаго и частей тела, несущих основные таксономические признаки, должно носить в таблице стандартный характер. 2 – Точность прорисовки таксономических признаков. 3 – Акцентирование признаков и выдвижение их на «передний план». 4 – Сохранение общего вида объекта при акцентированных решающих таксономических признаках. 5 – Выполнение рисунков в значительно большем масштабе, чем размеры объектов в итоговой таблице. Это позволяет устранить погрешности рисунков при уменьшении масштаба.

Для соблюдения этих положений рисунки частей тела имаго выполняют отдельно. Для ихневмонид это жгутик, торакс, ноги (бедро, голень и лапка), крылья (1,2 отдельно) и брюшко. В последующем их монтируют до стандартного расположения тем или иным способом. Рисунки таксономически значимых частей тела (у ихневмонид это голова сверху и спереди, проподеум и 1-2 сегменты брюшка сверху) выполняют в масштабе 0,5 в продольном разрезе. В последующем обе половины объединяют как цельный объект (см. ниже). Полный набор оборудования, необходимого как для редактирования иллюстраций подготовленных вручную, так и для полной подготовки рисунков в графическом редакторе, представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Комплект профилированного оборудования для подготовки научной иллюстрации в энтомологии: а – графический редактор для подготовки рисунка; b – текстовый редактор с описанием таксона; с – сканнер; d – графический планшет; е – фотопринтер.

Устройства, необходимые для подготовки цветной иллюстрации, должны быть отпрофилированы. Цветное изображение объекта на экране монитора должно соответствовать цветовой гамме изображения на распечатке. Поэтому профилирование устройств проводят по изображению на экране, марке чернил струйного принтера и марке фотобумаги. Распечатанное изображение таблицы необходимо для подготовки ее к печати в издательстве, то есть корректировки соответствия изображения на экране файла в формате СМҮК и изображения конечного продукта.

Обязательным условием, вне зависимости от способностей автора рисунка, является использование сетки в микроскопе при выполнении контура объекта. Это необходимо для соблюдения точных пропорций выполняемого рисунка.

Подготовка иллюстраций вручную и их доработка в графическом редакторе.

Если энтомолог, специализирующийся на изучении какой-либо группы насекомых, обладает художественными способностями и навыками, может быть выбран метод выполнения научной иллюстрации «вручную» с последующей доработкой ее в графическом редакторе. Зачастую, этот метод, при наличии названных условий, может оказаться более легким и экономным по времени, чем при полной подготовке рисунка в графическом редакторе.

Используя сетку окуляре бинокулярного микроскопа, В на миллиметровой бумаге карандашный выполняют контур отдельных сегментов тела имаго и фрагментов тела (0,5 в продольном разрезе), несущих основные таксономические признаки изучаемой группы. Все части будущей конечной таблицы выполняются в значительно большем масштабе, т.к. при уменьшении рисунка различные мелкие погрешности и неровности линий будут элиминированы. Контурные рисунки крыла и жгутика выполняются с диапроектора или аппарата для чтения микрофильмов, как помощью описано ниже. После подготовки контурных карандашных подробно рисунков их переносят с помощью светокопирования на бумагу. Сборку контура имаго производят в соответствии со стандартным расположением тела, жгутика, крыльев и ног в процессе светокопирования с миллиметровой бумаги на бумагу, пригодную для работы с тушью и акварелью. Наиболее подходящей бумагой по плотности для выполнения этих операций, с нашей точки зрения, является старая фотобумага (обратная сторона) и фотобумага для принтера (обратная сторона). Полученный контур обводят тушью с помощью рапидографа (0,18; 0,25 мм). Возможен так же и другой вариант подготовки контура. Если составные элементы выполнены в малом масштабе, рисунки можно сканировать с последующим увеличением, обводкой в редакторе и распечаткой на лазерном принтере на указанных типах бумаги.

На следующем этапе проводят операцию по приданию объемности элементам таблицы тонкой кистью акварелью черного цвета, а прорисовку и тонкую пунктировку составных элементов выполняют рапидографом. Эти операции можно проводить акварелью в цвете, однако это требует уже вполне определенных и весьма значительных художественных навыков и способностей.

На следующем этапе подготовленные рисунки сканируют и затем дорабатывают в графическом редакторе. Для редактирования и удаления погрешностей внешнего контура объектов, линий, ограничивающих жилки крыла и т. п., используют инструмент "Poligon Lasso" или стирательную резинку (Eraser Tool) при нажатой клавише "Shift". Можно так же провести обводку контура с использованием твердой кисти (Hardness - 100%, Spacing – 1%) диаметром 3 пикселя при нажатой клавише "Shift". Другой вариант – обводка необходимых участков с помощью векторного инструмента Line, как подробно описано ниже. Окраску объектов, заливку и окраску глаз и глазков, окраску мембраны крыла проводят так же в графическом редакторе в последовательности, изложенной ниже в соответствующих разделах. Этапы подготовки иллюстрации названным методом представлены на вклейке II, а полностью готовая таблица - на вклейке VI.

Полная подготовка научной иллюстрации в графическом редакторе.

Как уже говорилось выше, развитие современных цифровых технологий позволяет подготовить научные иллюстрации, не прибегая к «карандашу и бумаге». Для выполнения рисунков в графическом редакторе Photoshop необходимо оборудование представленное на рисунке 1. Желательным представляется использование графического планшета.

Необходимым условием для получения итоговой таблицы при фотопринтере является профилирование системы распечатке на для соответствия изображения на мониторе и цветовой гаммы объекта на итоговой распечатке таблицы. Как уже говорилось выше, профилирование выполняется по изображению на мониторе и таблице в зависимости от марки фотобумаги, принтера и марки используемых чернил в случае применения струйного принтера. Все цветные цифровые рисунки выполняются в режиме СМҮК в соответствии с требованиями издательств.

Наиболее существенными возможностями для выполнения рисунка в редакторе являются возможности использования параметра Feather (растушевка) при определении границ выделенной области для придания объекту «объемности» и его «скульптурировании», а также работа со слоями при «скульптурировании» в отдельном слое и «монтаже» изображения.

При выполнении рисунков частей тела насекомого в редакторе Photoshop необходимо прохождение ряда этапов, сохраняемых в отдельных слоях и в определенной последовательности: это – выполнение контура объекта (1), заливка (2), придание объекту объемности (3), скульптурирование или проработка деталей (4), окраска (5), окончательный «монтаж» отдельных рисунков (6) и объединение рисунков в таблицу (7).

а. Подготовка контура объекта.

Выполнение контура рисунка осуществляется двумя путями: или вручную, с использованием сетки бинокуляра, последующим сканированием и дальнейшим использованием возможностей редактора, или полностью в графическом редакторе.

Наиболее удобным представляется первый вариант (вклейки III: 5,6; IV: 2,3). После выполнения карандашом контура на миллиметровой бумаге рисунок обводят рапидографом и сканируют в режиме Bitmap (Lineart), убрав в меню сканнера лишние линии миллиметровой бумаги посредством увеличения яркости изображения (Brightness). Полученное изображение в редакторе Photoshop переводят в режим серого (Menu: Image–Mode–Gray) с необходимым разрешением (600 dpi). Сканированный рисунок обводят с помощью инструмента Line Tool линиями необходимой толщины (4–6 px в соответствии с масштабом изображения). Удобнее преобразовать сканированный рисунок из режима Bitmap в СМҮК и делать обводку

цветными линиями. На следующем этапе слой Background, содержащий сканированный рисунок, делают рабочим, выделяют командой Select All (Ctrl+A) и удаляют (Del.). Слой Background делают невидимым, щелкнув мышью по изображению «глазка» (Indicates Layer Visibility). Видимые слои объединяют командой Layer–Merge Visible (Shift+Ctrl+E). (В случае, если работа проводилась в цветовом режиме, рисунок переводят в режим Gray. Слой, содержащий контур, делают рабочим и выставляют минимальную яркость и максимальный контраст командой Image–Adjustments–Brightness/Contrast.) Контур готов к выполнению следующего этапа.

Второй вариант выполнения контура объекта основан на отказе от использования миллиметровой бумаги и последующего сканирования. Для этого необходимо включить в Menu: View функцию Show–Grid. При этом необходимо следить, что бы в том же меню была отключена привязка к сетке, то есть необходимо снять птичку в Snap To–Grid. В этом случае линии, выполняемые ручкой графического планшета или мышью, будут носить произвольный характер (вклейка V: 6). Основными условиями подготовки рисунка являются выполнение отдельных частей тела в едином масштабе и копирование отдельных частей тела в отдельные слои одного файла.

б. Заливка контура.

На данном этапе рисунок включает 3 слоя, расположенных в следующем порядке: Background, контур (outline) и навигатор (navigator).

Слой «навигатор (navigator)» подготовлен в черно-белом изображении и содержит основные внешние линии объекта, границы выделяемых областей, а так же границы рисунка разного цвета (вторые и третьи выполняют обычно пунктирными линиями) (вклейка IV: 3). Этот слой расположен сверху И выполнен линиями какого-либо светлого тона. Он не является рабочим и служит лишь навигатором при всех последующих операциях, т. к. содержит подробные структурные линии, необходимые при операции «объемность» (вклейка IV: 1). В последующем работа выполняется в упрощенном слое контур (outline), расположенном под слоем навигатор. Перед заливкой удаляются все лишние линии структуры объекта, которые остаются видны только в слое-навигаторе и необходимы для ориентировки в операциях по приданию объемности и скульптурировании. Заливку в шкале серого проводят инструментом Paint Bucket Tool при показателях Mode – Normal, Opaciy – 100%, Tolerance – 0. Наиболее удобна для последующих операций 50-55% насыщенность при заливке серым. Обычно необходимо провести эту операцию 2-3 раза, чтобы ликвидировать светлую границу между черными линиями контура и заливкой. При подготовке изображений головы заливку глаза и глазков проводят только на самом последнем этапе «окраска (coloration)» в отдельном верхнем слое. До этого времени область усиковых ямок, глаз и глазков остается прозрачной (белой при видимом слое Background). Далее можно переходить к приданию рисунку объемности.

в. Придание объекту объемности

На данном этапе необходимыми для работы являются 3 слоя, расположенных в следующем порядке: Background, pouring (заливка), навигатор.

Рабочим является залитый слой – «заливка», который дублируется командой из всплывающего меню при нажатии правой кнопкой мыши на выделенный слой «заливка». Новому слою дают название «объемность и тонирование» (plastic and rendering). Слой «навигатор», расположенный над ним, остается видимым. Рабочий слой не содержит структурных линий, отражающих детали объекта (которые представлены в видимом слое, расположенном над ним) и предназначенных для ориентировки. На нем также отсутствует контур сложных глаз (при подготовке рисунка головы), который представлен в слое «contour (outline)», расположенным над рабочим. Заливку глаз в данном случае производят в нижнем или верхнем слое только после окончательной проработки структуры объекта и перевода его в режим СМҮК.

При придании объекту объемности, на первом этапе, ориентируясь по видимому, но нерабочему слою (навигатор), проводят выделение основных наиболее крупных частей объекта (периферию) инструментом Polygonal Lasso Tool с параметром жесткости выделения (Feather) 70 px и более. Затем производят затемнение необходимой части объекта или используя команду уровни в меню Image–Adjustments–Levels, передвигая курсор в канале Gray, или опцию Brigthness/Contrast, или комбинируя то и другое. Затемнение остальных участков производят тем же способом, только с соответственно уменьшенным радиусом параметра Feather. Внутренние участки выделяют инструментом Poligonal Lasso Tool или Lasso Tool с уменьшеным параметром Feather (50 px) (вклейка III: 1-4).

Наиболее сложные в скульптурном отношении части тела, например грудь имаго (мезоплевры), целесообразнее заливать более темным и затем придавать объемность, просветляя с разной жесткостью выделения необходимые участки.

Более трудоемкими («ручными») являются способы придания объекту объема работой с размытой кистью, или использованием инструмента «заливка». Как в первом, так и во втором методе необходимым условием является предварительное выделение области проработки.

Способом придания объемности рисунку с использованием выделения необходимой жесткости, значительно превышающей нулевой параметр Feather, является заливка выделенной области серым цветом иной насыщенности. Также можно выделить нужный фрагмент и тонировать нужный участок размытой кистью большого диаметра и нужной насыщенности.

г. Скульптурирование (проработка деталей)

Скульптурирование – 4-й этап в подготовке рисунка частей тела. На этом этапе над рабочим слоем после выполнения работ по приданию объемности располагается второй видимый слой – навигатор (контур объекта). На данном этапе подготовки иллюстрации необходимым инструментом часто является графический планшет.

Прорисовку структуры объекта выполняют, полностью прорисовывая объект, используя графический планшет, или, если значительные участки объекта имеют равномерную скульптуру, с использованием функции копирования отдельно выполненного фрагмента (пунктировка, морщины и т. д.) (Ctrl+C) и последующей его вставкой (Ctrl+V), а затем слияния видимых слоев – рабочего и вставленных фрагментов (то еесть кроме слоев Background и Outline). Этот метод наиболее оптимален для прорисовки шва при объединении двух симметричных половин объекта. Обычно скульптурирование проводят сочетанием обоих методов. Прорисовку удобно также выполнять в отдельном слое, расположенном над слоем «объемность». Это позволяет корректировать неудачно выполненные фрагменты.

Продольные морщины. Для изображения продольных морщин наиболее оптимальным следует признать использование инструмента выделения (Polygonal Lasso Tool) с небольшой жесткостью границ (Feather = 3-5 px). После выделения продольных морщин, их затеняют с помощью опции Brightness/Contrast. Затем таким же образом просветляют промежутки между ними. Можно использовать также размытую кисть, оттеняя выделенный участок (Feather>0). Возможно также использование произвольных кистей (рис. 2).

Ячеистая скульптура поверхности. Один из методов - выполнение рисунка одной ячейки в отдельном слое, ее копирование и вставка в остальные части поверхности после соответствующей модификации (Edit-Transform-Scale/Rotate). В последующем необходимые слои объединяют (Layer-Merge Visible – Sift+Ctrl+E).

Другим способом является предварительная разработка формы кистей для отображения ячеек и морщин, характерных для конкретных групп насекомых. Пример такого набора представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Образцы произвольных кистей ячеек и морщин.

Для «оживления» рисунка стоит проводить оттенение различных частей пунктировкой, как и при подготовке черно-белого рисунка ручным способом. Для этого используют графический планшет, предварительно установив в окне Brushes (Window–Brushes) функцию Spacing до 200%, предотвращающую слияние точек, а также соответствующую жесткость кисти.

д. Окраска объекта.

Графический редактор Photoshop позволяет придать энтомологическому объекту естественную окраску, не прибегая к акварели и кисти, работа с которыми трудоемка и требует определенных навыков и способностей.

производится Ha ланном этапе работа В слое refining (скульптурирование), содержащем скульптурированный и проработанный объект в шкале серого (Gray). Первым шагом при выполнении данной операции является перевод рисунка из режима Gray в СМҮК. После чего выделяют участки с определенной окраской инструментами Polygonal Lasso Tool или ручкой графического планшета инструментом Lasso Tool. На данном этапе необходимо подобрать соответствующий показатель жесткости выделения (радиус Feather>0). Далее выделенный фрагмент осветляют, контрастируют необходимого (Image-Adjustmentsуровня ЛО Brightness/Contrast) и выбирают из палитры основной («средний») по насыщенности цвет окрашиваемого фрагмента. После этого выполняют операцию Image-Adjustments-Hue/Saturation (сочетание клавиш Ctrl+U). В появившемся меню устанавливают флажок Colorize и затем движками Saturation (Насыщенность) и Ние (Цветовой тон) подбирают необходимую окраску выделенного фрагмента (вклейки III: 9; IV: 7; V: 11,12).

Излишне говорить, что выполнение этой операции требует постоянного контроля объекта под микроскопом. Для подсветки объекта лучше всего использовать лампу с определенным спектром, например галогеновую.

Особенности подготовки отдельных элементов таблицы. а. Выполнение рисунка крыла и жгутика усиков.

Наиболее важные таксономические признаки крыла наездников – это расположение жилок и геометрия ячеек, в меньшей степени - окраска жилок и мембраны крыла. Исходя из этого, толщина жилок при их изображении может не соответствовать пропорциям объекта в пользу наглядности таксономических признаков, а окраска жилок и мембраны в значительной мере носят условный (схематичный) характер в соответствии с таксономическими признаками.

Контур крыла, точно отражающий строение и расположение жилок и ячеек, можно выполнить в редакторе Photoshop, не прибегая к «карандашу и бумаге» (см. раздел «Подготовка контура объекта» в Photoshop). Однако, этот путь трудоемок и требует значительно больших затрат времени, чем

совмещение «ручной работы» и дальнейшей обработки в графическом редакторе.

Существует ряд способов подготовки рисунка крыла, удовлетворяющих перечисленным требованиям. Это сканирование крыла, цифровая фотография и использование диапроектора или аппарата для чтения микрофильмов с последующим сканированием карандашного рисунка. Первый метод, зачастую, требует расчленения объекта и, таким образом, его повреждения, что неприемлемо для типового материала. Второй тщательного расправления крыла, что также не всегда возможно и может привести к повреждению объекта. Наиболее удачным, по нашему мнению, является последний из трех методов. Монтированный объект помещают на перед объективом проектора или аппарата пенопласт для чтения микрофильмов под необходимым углом перпендикулярно лучу света и проецируют на лист бумаги (формат А4). После этого контур крыла и жилки обводят карандашом (карандашный контур можно при необходимости обвести рапидографом). Следующий этап – сканирование карандашного рисунка. Сканирование обычно проводят в режиме Gray при максимальном контрасте.

Наконец, приступают к обводке контура крыла и проработке жилкования с соблюдением приведенных выше постулатов. На этом этапе работы (в режиме Gray) важное значение приобретает работа со слоями. Рисунок для удобства последующих действий переводят в режим Color (Image-Mode-Color). Перевод изображения в режим Color позволяет проводить обводку крыла более наглядными цветными линиями. На первом этапе, при обязательном контроле объекта под бинокуляром, выполняют обводку переднего крыла следуя процедуре, описанной ниже. После завершения обводки переднего крыла, его сохраняют в слое "wing-1", отдельно от отработанного в последующем слоя "wing-2" и "Background". В последующем, из слоя "Background" удаляют сканированный карандашный рисунок, оставляя только белую фоновую заливку (Ctrl+A – Del). Рисунок вновь переводят в режим Gray. Затем слои, содержащие изображения обеих крыльев поочередно максимально затемняют и контрастируют (Image-Ajustments–Brightness/Contrast). Таким образом, в результате остается файл в режиме Gray с тремя слоями - "wing-1", "wing-2" и "Background" с белой фоновой заливкой.

Обводка. Для выполнения операции используют или максимально твердую кисть со Sparsing 1% размером 3-4 пикселя, или карандаш – 2 пикселя. Другой, наиболее оптимальный вариант - использование векторного инструмента Line для обводки жилок. При этом необходимо постоянно выполнять команду Megre visible (сочетание клавиш Shift+Ctrl+E), предварительно отключив остальные слои (слой, по которому производится обводка). Последний вариант представляется наиболее оптимальным как по качеству, так и по скорости исполнения. Наиболее удобным является сочетание этих двух методов – использование опции Line для основной части обводки и, в последующем, использование для доводки, твердой кисти в сочетании с клавишей Shift.

Окраска жилок крыла. На данном этапе, то есть этапе, когда изображение крыла находится в отдельном файле с тремя слоями, производится окраска жилок. Заливку мембраны проводят только после объединения файла "wings" с файлом "total" и последующего слияния слоев (см. ниже – «Монтировка имаго из отдельных частей тела»). Первый шаг, это преобразование файла из режима Gray в режим CMYK (Menu: Image – Mode - СМҮК color). Следующий шаг – подбор цвета при обязательном контроле объекта под микроскопом и заливка жилок инструментом «заливка» (Paint Backet Tool). При выполнении данной операции необходимо следить, чтобы область заливки была закрыта, то есть все линии, ограничивающие жилки, были сплошными и не имели разрывов. Открытые части жилок в основании крыла следует ограничить или временно, или линией цвета основного тона заливки. Другой и наиболее рациональный путь – ограничение участка крыла с жилками одинаковой окраски (тональности) выделенной областью. При этом обязательным условием является максимальная «жесткость» границ выделенной области – необходимо установить параметр Feather = 0 и установить флажок Anti-alias. При значении параметра Feather больше 0 можно придать градиентный переход к открытым участкам жилок в основании крыла. Не следует окрашивать контур обводки жилок, который представлен линиями черного цвета, так как это ослабит «таксономическую наглядность» морфологии крыла. При выполнении операции следует помнить, что в панели параметров инструмента должен быть установлен флажок «сглаживание» (Anti-alies) для устранения видимой белой границы между линиями, ограничивающими жилки, и собственно заливкой, а также флажок Contiguos, чтобы заполнялись только жилки, а не вся область выделения. Кроме того, должен быть снят флажок All layers. После проведения операции заливки переходят к корректировке тональности жилок в заднем крыле, окраска которых менее интенсивна, вершинных продольных жилок и жилок в основании в соответствии с объектом описания при одновременном контроле объекта под микроскопом. Для проведения операции наиболее удобно использовать опцию "Brightness" (меню Image -Adjustments – Brightness/Contrast). Предварительно необходимую область жилок выделяют, используя инструменты Lasso Tool или Polygonal Lasso Tool, при необходимости, в сочетании с клавишей "Shift". Выделение проводят при установленном параметре Feather>0, обычно 20 рх. В этом случае переход от темных участков жилок к светлым будет плавным, что избавляет от необходимости дополнительного ретуширования переходных участков. Слой с соответствующим крылом должен быть рабочим, то есть выделенным. Во время проведения операции остальные два слоя могут быть отключены (снять значок Indicates layer visibility в палитре Layers (F7)). В

последующем переходы между участками разной тональности корректируют размытой кистью необходимого диаметра и установкой соответствующего параметра Sparcing в палитре Brushes и в сочетании с клавишей "Shift".

Окраска мембраны крыла. К процедуре окраски мембраны крыла приступают только после его окончательной «монтировки» и объединению с телом объекта. Крылья объекта с уже окрашенными жилками копируют и переносят в файл с изображением тела наездника. Первым переносят переднее крыло, а затем заднее, которое будет расположено на рисунке поверх переднего. Необходимо, чтобы копируемое изображение крыла не содержало фонового слоя и находилось в слое без заливки (т.е. в прозрачном слое). В случае, если изображение крыла не находится в отдельном слое, белый фон удаляют инструментом "Magic Eraser Tool". После чего слой, содержащий изображение крыла, копируют и вставляют в файл с изображением тела наездника в качестве отдельного слоя. Следующая необходимая процедура – это масштабирование крыла, то есть приведение его размеров в соответствие с размерами тела. Для выполнения данной процедуры используют команду в меню Edit-Transform-Scale, удерживая клавишу Shift для сохранения пропорций крыла. Процедуру проводят, контролируя соотношение длины крыла по отношению к длине тела под бинокуляром, используя объектив с мерной линейкой. После чего крыло передвигают на место под тегулой, используя инструмент Move Tool (клавиша V). Далее крылу придают необходимое положение, используя команду из меню Edit-Transform-Rotate. Перед выполнением команды центр вращения перемещают в основание крыла у тегулы (вклейка V: 13). На следующем этапе производят доработку основания крыла. Область основания крыла, от основания жилок до видимой части тела, ограничивают инструментом выделения Polygonal Lasso или Magnetic Lasso, устанавливая параметр Feather равным 0 для необходимой «жесткости» границы заливки между границами крыла и тела. После чего производят заливку соответствующим цветом, используя инструмент Paint Backet Tool. После этого дорабатывают необходимые структуры основания, используя кисть соответствующего диаметра и жесткости, при одновременном контроле под микроскопом. Во время выполнения всех операций необходимо помнить, что все операции выполняются в слое, содержащем данное крыло, и являющимся рабочим. Далее все перечисленные операции выполняют с задним крылом.

После выполнения всех процедур проводят операцию по слиянию слоев, располагая их в следующем порядке – тело наездника, переднее крыло, заднее крыло, отключают все остальные слои, щелкнув по пиктограмме Indicates layer visibility, и выполняют команду в меню Layer–Megre Visible (сочетание клавиш Shift+Ctrl+E). Только после этого выполняют операцию по окраске мембраны крыла.

Для заливки мембраны крыла, после подбора соответствующего цвета, используют инструмент Paint Backet Tool. Перекрывающиеся участки

мембраны передних и задних крыльев заливают более темным тоном того же цвета, что и основную часть крыльев.

Часто крылья наездников и других насекомых обладают определенной пятнистостью, имеющей таксономическое значение. Для проработки как формы пятен на крыльях, так и их окраски необходимо соблюдать ряд правил, облегчающих этот процесс. Прежде всего необходимо выделить область пятна инструментами Polygonal Lasso или Magnetic Lasso, устанавливая параметр Feather в соответствии с уровнем размытия границы пятна после заливки с использованием инструмента Paint Backet Tool. Чем более размытые границы пятна, тем выше значение параметра. Если пятно занимает несколько ячеек, выделение разных участков производят при нажатой клавише Shift. В случае, если пятно имеет неравномерную или разнородную окраску, область выделения делают с жесткой границей (параметр Feather = 0), а окраску проводят с использованием размытых кистей большого диаметра.

Рисунок жгутика. Выполнение контура жгутика представляет значительные трудности – число члеников, их пропорции, изменение размеров члеников от основания к вершине. Чтобы облегчить решение этой трудоемкой задачи, следует применить метод, используемый при подготовке рисунка крыла. А именно, проецирование жгутика на лист белой бумаги с помощью диапроектора или аппарата для чтения микрофильмов. Как правило, на бумаге хорошо видны контуры жгутика и, в большинстве границы между члениками. Изображение жгутика обводят случаев. карандашом и в последующем дорабатывают при постоянном контроле жгутика под микроскопом. Готовый черновой рисунок сканируют и проводят обводку инструментом Line, как описано выше для крыла. Далее готовый контур тонируют, скульптурируют и окрашивают описанными ранее методами.

б. Рисунок глаз и глазков.

Процесс подготовки цветного изображения глаз и глазков при подготовке изображения головы наездников в разных ракурсах имеет ряд особенностей. Первое условие - выполнение окраски глаз в отдельном слое. Это связано с тем, что при выполнении операции «объем» с использованием опции выделения с большими значениями параметра Feather, могут быть затронуты соседние с глазом участки головной капсулы. В слое «контур» или «навигатор» удаляют все линии, кроме линий, ограничивающих глаза и глазки. В этом слое и производят операции по подготовке цветного изображения глаз и глазков. После окончания операций производят слияние слоя с рисунком глаз и глазков со слоем, содержащим изображения остальной части головной капсулы.

Выполнение цветного рисунка глаз можно осуществить двумя путями – градиентной заливкой контура и просветлением наиболее выпуклой части с помощью «размытого» выделения (вклейка III: 13-16).

Градиентная заливка. Поверхность глаза и глазка, если они не располагаются в отдельном слое, выделяют инструментом Magic Wand Tool. При выделении указанным инструментом необходимо установить параметр Tolerance = 255. Но даже в этом случае по краям (периферии) глаза после заливки остается узкая незакрашенная область. Если вас не удовлетворяет качество заливки, внутреннюю часть глаза перед заливкой необходимо «жестко» выделять инструментом Polygonal Lasso Tool при установленном параметре Feather = 0. После этого в палитре осуществляют выбор цвета заливки по наиболее темному участку глаза (контроль объекта под микроскопом), в меню Layers – New Fill Layer выбирают Gradient и производят градиентную заливку, установив В диалоговом окне соответствующие параметры наклона (Angle) в зависимости от выбранного направления «подсветки» и контраста заливки (Scale). Менее удобно использовать инструмент Gradient, нажав соответствующую кнопку на панели инструментов (G) и щелкнув на образце растяжки (Linear Gradient) на панели параметров. Далее, в случае необходимости, выделяют область заливки и регулируют яркость области градиентной заливки глаза и глазка, добиваясь максимального соответствия объекту, при одновременном контроле под бинокулярным микроскопом. Если заливка выполнялась в отдельном слое, в палитре Layers отключают слой Background, оставляя только основной слой и слой заливки. Затем, в меню Layers командой Megre Visible, или сочетанием клавиш Shift+Ctrl+Е производят слияние нужных слоев.

Просветление. Другим способом окраски сложных глаз и глазков является следующая последовательность операций: 1 – полная заливка необходимым цветом нужной тональности (максимальной насыщенности) всей области глаза инструментом Paint Buket Tool, 2 – выделение необходимого участка области глаза инструментом Polygonal Lasso Tool или иным при значении параметра Feather = 60 и более (оптимально 70 рх) и затем, 3 - осветление выделенной области командой Brightness до необходимого уровня. Границы верхней части выделенной области должны далеко заходить вверх за границы сложного глаза. Следует признать, что последний метод более оптимален как по простоте, так и по качеству конечного результата. Этот же метод может служить дополнением после градиентной заливки. Примеры применения обоих методов представлены на рисунках вклейки III: 13,14 и 15,16 (ср. также вклейки VI и VII).

в. Объединение 50% фрагментов в целое и ретуширование шва.

Как было сказано выше, отдельные фрагменты тела насекомого, несущие важнейшие таксономические признаки (у ихневмонид это голова в

двух ракурсах, проподеум и 1-2 тергиты брюшка) выполняются в увеличенном масштабе и виде половины фрагмента в медиальном разрезе. Поэтому после окончательной обработки 50%-го фрагмента (проработки и окрашивания) встает задача его преобразования в полномасштабное изображение. Для этой задачи выполняют следующую решения последовательность операций. В готовом рисунке, содержащем 50%-ное изображение объекта, помечают слой Bacground в качестве рабочего. Далее выполняют команду «выделить все» (Menu: Select-Select All, Ctrl+A). Далее «копировать» (Menu: Edit-Copy), «создать» (Menu: File-New; Ctrl+N). В появившемся диалоговом окне в поле Width устанавливают значение ширины холста, более чем в два раза превышающее ширину копируемого холста в слое Bacground. После нажатия клавиши Enter на экране появляется новый холст, более чем в 2 раза превышающий копируемый файл. На следующем этапе помечают в качестве рабочего слой, содержащий 50%-ный фрагмент, и снова выполняют команду копирования (Menu: Select-Select All, Ctrl+A). Далее переходят к вновь созданному файлу и выполняют команду «вставить» (Menu: Edit-Paste, Ctrl+V). Следующий шаг - выполнение команды «Flip Horizontal» (Menu: Image-Rotate Canvas-Flip Horizontal). Инструментом Move Tool перемещают вставленную половину к левому краю холста и проводят повторную вставку из буфера копируемой половины объекта (Ctrl+V). На данном этапе мы имеем файл с тремя слоями -Background и два слоя, содержащие симметричные половины фрагмента тела насекомого. Следующим шагом является максимально точное совмещение половин объекта инструментом Movy Tool. Перед этим область шва максимально увеличивают, чтобы избежать погрешности при слиянии слоев. После выполнения операции по совмещению половин объекта, отключают слой Backgroung и выполняют команду по слиянию видимых слоев (Merge Visible, Shift+Ctrl+E) (вклейки III: 11,12; IV: 9,10).

Как правило, при объединении двух половин объекта остаются видимые погрешности и следы «шва». Поэтому возникает необходимость их ретуши. Ретушь можно проводить практически «вручную» с использованием графического планшета. Однако оптимальным способом, по нашему мнению, является операция по копированию и последующей вставке фрагментов, прилегающих к ретушируемой области участков. Копируемый участок выделяют инструментами Lasso Tool или Polygonal Lasso Tool с параметром Feather > 0 (3-5), затем выполняют команды «копировать» (Ctrl+C) и «вставить» (Ctrl+V).

г. Рисунок имаго. Монтировка имаго из отдельных частей тела.

Исходными посылками при подготовке рисунка имагинальной стадии являются соблюдение точных пропорций каждой из частей тела имаго и выполнение изображения объекта в едином ракурсе (что необходимо для сравнения с изображениями других таксонов). Для выполнения этих условий рисунки частей тела имаго (голова, грудь, ноги) выполняются отдельно с

использованием сетки в объективе бинокулярного микроскопа. Контур составных элементов выполняется или в сетке Photoshop с использованием или вручную на миллиметровой бумаге с графического планшета, последующим сканированием. Рисунки крыльев и жгутика выполняют с использованием диапроектора или аппарата для чтения микрофильмов (см. последующей Наиболее удобным для монтировки выше). является дробленение на отдельные составляющие, максимальное тела расположенные в отдельных слоях. Например: жгутик (или отдельные его части), голова, грудь, брюшко, лапка-1, голень-1, бедро-1, тазик-1 и др., крыло-1 и крыло-2. Целесообразно также разделение лапок на отдельные операцию членики. Далее производят ПО обводке сегментов С использованием инструмента Line необходимой толщины (4-6 px) с последующим слиянием слоев с линиями как описано выше. Производят операции по заливке, объемности, скульптурированию, проработке и Этапы преобразования отдельных фрагментов имаго и порядок окраске. расположения слоев представлены на рисунках вклейки V. В результате получен файл со многими слоями, представляющими отдельные сегменты тела насекомого.

«Сборка» имаго из отдельных частей в определенный заранее стандартный вид объекта производится с использованием команды Rotate в меню Edit/Transform. На этом этапе ключевое значение имеет очередность расположения слоев. Например, слой «голень (tibia)» из какой-либо пары ног должен находится выше слоя «лапка (tarsus)» той же пары. В упрощенном варианте расположение слоев представлено на вклейке V: 13. Для имаго наездников очередность расположения слоев (снизу вверх) следующая: Васkground – abdomen – legs 1,2,3 – flagellum – thorax – head capsule – wing-1 – wing-2.

После придания многослойному рисунку имаго стандартного положения, отключают слой Background и объединяют все видимые слои командой Menu: Layer– Merge Visible, Shift+Ctrl+E.

Корректировка готового рисунка, исправление ошибок.

В том случае, когда рисунок объекта готов полностью, включая окраску, может обнаружиться, что определенные фрагменты не соответствуют тем или иным таксономическим признакам. Это может происходить в случае некорректной подготовки матрицы или модели при использовании сетки, необходимой для сохранения пропорций отдельных признаков. В этом случае необходимо по возможности максимально избежать ручной корректировки объекта. Так, например, после окончательной подготовки рисунка 2-го тергита выясняется, что на окончательном рисунке гастроцели значительно длиннее необходимого. Ручная корректировка займет очень значительное время, не говоря уже о трудоемкости. В данном случае наиболее оптимально использовать следующие возможности редактора. 1 -

копирование фрагмента в буфер и вставка его в отдельный (верхний) слой и 2 – использование функции трансформирования области, скопированной в отдельный слой. В данном примере последовательность действий может быть следующая. В основном объекте область гастроцелей (исключая тиридии, форма и размеры которых соответствуют объекту, т. е. корректны) выделяют с помощью одного из трех инструментов. Затем выделенная область копируется в буфер (команда Ctrl+C) и вставляется в отдельный слой (команда Ctrl+V). Затем выделяют область тиридий и выполняют ту же операцию. Необходимо следить за порядком слоев (их иерархией). Далее, слой содержащий гастроцели, делают рабочим, выполняют команду Select All (Ctrl+A) и трансформируют (укорачивают) с помощью функции Menu: Edit – Transform (Scale, Rotate) или Free Transform. На следующем этапе присоединяют нетрансформированные тиридии (тиридии – рабочий слой) к трансформированным гастроцелям. Оба слоя объединяют, делая остальные слои невидимыми командой Megre Visible (Shift+Ctrl.+E). Объединенные слои (гастроцели+тиридии) редактируют. Делают видимым и рабочим основной слой и редактируют прилегающие участки. Эту операцию выполняют вручную, или копируя и вставляя подходящие по структуре фрагменты. На заключительном этапе объединяют все слои (команда Megre Visible).

Подготовка таблицы.

Подготовка таблицы является завершающим этапом иллюстрирования таксона. Стандартная таблица, иллюстрирующая какой-либо вид наездниковихневмонид, включает обычно 5 рисунков – голова в двух ракурсах, проподеум сверху, 1-2 сегменты брюшка и тотальное изображение имаго. Желательно также размещение в таблице сканированного изображения этикетки. Если таблица предназначена для характеристики старшего таксона, рода или трибы, в ней размещают дополнительные иллюстрации, например мандибулы, изображения щитика, тилоидов самца, или каких-либо иных признаков, характерных для таксона данного ранга.

Положение и размеры элементов таблицы должны быть по-возможности стандартны. Это позволит в дальнейшем проводить сравнительный анализ таксонов. Размеры фрагментов таблицы устанавливают с помощью команды Menu: Edit–Transform–Scale/Rotate в рабочем слое при включенной линейке (Rulers, Ctrl+R).

Конечный результат таблицы, иллюстрирующей особенности какоголибо таксона, представлен многослойным файлом в формате tiff. Для вывода таблицы на печать слои, содержащие рисунки имаго и отдельных частей тела, объединяют. В результате файл содержит три слоя – Backgroung, слой с рисунками и слой, содержащий название таксона. Необходимо помнить, что таблица, подготовленная к публикации, должна быть выполнена в цветовом режиме СМҮК. Результаты подготовки таблицы иллюстраций как вручную, так и в графическом редакторе представлены на вклейках VI и VII.



Plate I: Comparison of *Hirtolabus alienoris* Heinrich figures of imago, fulfilled by watercolor (1) and the same fully in a graphic editor (2).

Вклейка I: Сравнение рисунков имаго *Hirtolabus alienoris* Heinrich выполненных акварелью (1) и полностью в графическом редакторе (2).



Plate II: Stages of table preparation manually with subsequent improvement in a graphic editor (on example of Abzaria latipetiolaris Cameron).

Вклейка II: Этапы подготовки таблицы иллюстраций вручную с последующей доработкой в графическом редакторе (на примере Abzaria latipetolaris Cameron).



Plate III: The variants of operations of drawings fulfillment in graphics editor; 1-3 – propodeum *Aethioplites madagascariensis* Heinrich, 4 – a sequence of layers arrangement; 5-12 – propodeum *Afrectopius seyrigi* (Heinrich); 13-16 – methods of compound eyes and ocelli coloration (13,14 – gradient fill at *Pachyjoppa tibialis* Cameron; 15,16 – fill and clarification at *Lamprojoppa coerulea* Cameron).

Вклейка III: Варианты операций при подготовке рисунков в графическом редакторе; 1-3 – проподеум Aethioplites madagascariensis Heinrich, 4 – порядок расположения слоев; 5-12 – проподеум Afrectopius seyrigi (Heinrich); 13-16 – способы окраски глаз и глазков (13,14 – градиентная заливка у Pachyjoppa tibialis Cameron; 15,16 – заливка и просветление у Lamprojoppa coerulea Cameron).



Plate IV: Stages of drawing of 1-2 tergites of abdomen preparation in a graphics editor (*Clypeolabus curtitarsis* Heinrich). Вклейка IV: Этапы подготовки рисунка 1-2 тергитов брюшка в графическом редакторе (*Clypeolabus curtitarsis* Heinrich).



Plate V: Stages of fragments of imago body transformation in a graphics editor (*Hirtolabus alienoris* Heinrich). Вклейка V: Этапы преобразования фрагментов тела имаго в графическом редакторе (*Hirtolabus alienoris* Heinrich).



Clypeodromus thyridialis Tereshkin, 1992, female, male

Plate VI: Example of table fulfilled manually and improved in a graphics editor. Вклейка VI: Образец таблицы, выполненной вручную и доработанной в графическом редакторе.



Aethioplites madagascariensis Heinrich, 1938, female

Plate VII: Example of table, fully prepared in a graphics editor.

Вклейка VII: Образец таблицы, полностью подготовленной в графическом редакторе.