

## Научная иллюстрация в биологии: искусство для образования и науки

Гайсина Лира Альбертовна – д-р биол. наук, доцент, зав. кафедрой биоэкологии и биологического образования. E-mail: lira.gaisina@mail.ru

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия

Адрес: 450000, Россия, Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

Джохансен Джеффри Рендольф – д-р биологии, проф. E-mail: johansen@jcu.edu

Шейл Кристофер – д-р биологии, проф. E-mail: csheil@jcu.edu

Университет Джона Кэрролла, факультет биологии, Кливленд, США

Адрес: Cleveland, North Park Blvd, 20700 USA

*Аннотация.* Научная иллюстрация является важным компонентом биологических исследований. В работе обосновывается важность сопровождения научной публикации, в частности в биологии, оригинальными иллюстрациями, рассмотрены особенности и критерии качества научной иллюстрации. Представлены наиболее доступные техники научной иллюстрации и даны практические рекомендации для выполнения рисунков биологических объектов. Отмечается необходимость введения курсов научной иллюстрации в образовательные программы российских университетов.

*Ключевые слова:* научная иллюстрация, иллюстрация таксономического описания, детали строения, техника научной иллюстрации, микроскопические объекты

*Для цитирования:* Гайсина Л.А., Джохансен Дж.Р., Шейл К. Научная иллюстрация в биологии: искусство для образования и науки // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 10. С. 118-127.

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-10-118-127>

На что мы обращаем внимание, когда открываем любую научную книгу или статью? В первую очередь мы читаем название, фамилии авторов, бегло просматриваем введение и заключение. Но есть ещё один важный элемент, благодаря которому мы оцениваем работу. Это иллюстрации. Как гласит китайская пословица, «одна картина стоит тысячи слов» [1, с. 322].

Научную иллюстрацию справедливо называют искусством, служащим науке. С помощью иллюстрации можно увидеть вещи, которые невозможно рассмотреть невооружённым глазом, – от молекул до Вселенной. Если искусство отражает развитие культуры, то научная иллюстрация позволяет проследить развитие науки [2].

История научной иллюстрации уходит корнями в первобытнообщинные времена. Ещё древние люди украшали стены пещер

зарисовками животных, на которых они охотились. Некоторые из этих рисунков удивляют своей точностью, свидетельствующей о глубине биологических познаний их авторов. Открытия выдающихся естествоиспытателей XVII–XIX вв., таких как Р. Гук, М. Мальпиги, А. Левенгук, Ж. Сент-Илер, В. Флемминг и многих других, дошли до нас во многом благодаря прекрасным рисункам [3]. (Рис. 1).

К сожалению, в настоящее время значительная часть учёных недооценивает важность научной иллюстрации. Крайне редко можно встретить работы, которые сопровождаются оригинальными рисунками высокого качества. Это объясняется целым рядом причин: развитием цифровых технологий, стремлением опубликовать результаты исследований в кратчайшие сроки, и, наконец, недостатком специалистов-биологов, кото-

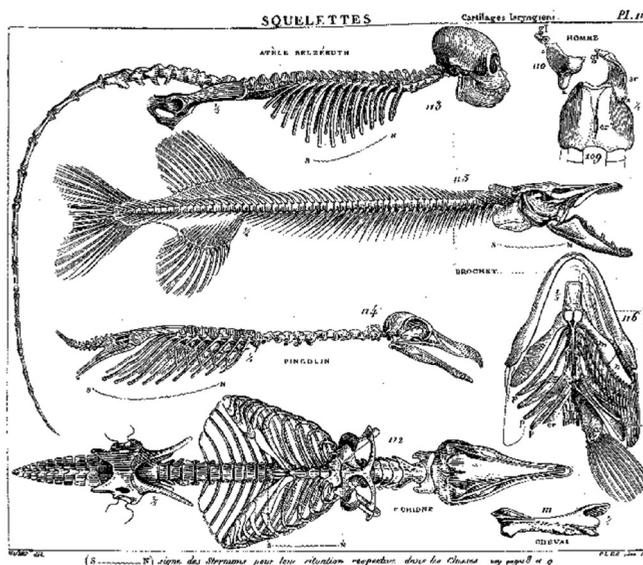


Рис. 1. Сравнительно-анатомическая характеристика скелетных элементов у представителей различных классов позвоночных животных, по Ж. Сент-Илеру (1818)

Fig. 1. Comparative anatomical structures of skeletal elements in representatives of various classes of vertebrates according to G. Saint-Hilaire [3]

рые могут выполнять научные иллюстрации. Всё это приводит к снижению уровня проводимых исследований и утрате фундаментальности биологического образования.

В нашей работе мы попытались дать ряд практических рекомендаций для тех, кто изучает биологию: школьников, студентов, аспирантов и уже состоявшихся исследователей. Надеемся, они помогут им *самостоятельно иллюстрировать* результаты своих исследований.

#### Как определить качество биологической иллюстрации?

Необходимо отметить, что биологическая иллюстрация отличается от художественной. Если художественная иллюстрация является воплощением творческого замысла художника и может быть сюрреалистической, то основной задачей биологической иллюстрации является точная передача строения объекта. Соответственно, одним из основных требований, предъявляемых к биологической иллюстрации, является *достоверность*.

Другим критерием качества является *рациональное размещение* объекта в пространстве. Внимание зрителя должно быть сосредоточено на главных деталях иллюстрации. Необходимо соблюдать баланс между рисунком и свободным пространством.

Следующим важным моментом является *чёткость линий*. Линии должны быть непрерывными, более жирными – для внешних контуров объектов, более тонкими – для деталей внутреннего строения, и едва заметными – для деталей тонкого строения объектов (волосков, щетинок, трещин и царапин на поверхности и т.д.).

Особое внимание следует уделить *форме объекта*. Точная передача формы определяется правильностью постановки источника света. В научной иллюстрации существует стандартное расположение источника света: в левом верхнем углу под углом  $45^\circ$  над объектом [2]. Поэтому рисунок следует затенять таким образом, чтобы самой светлой частью объекта был участок, наименее удалённый

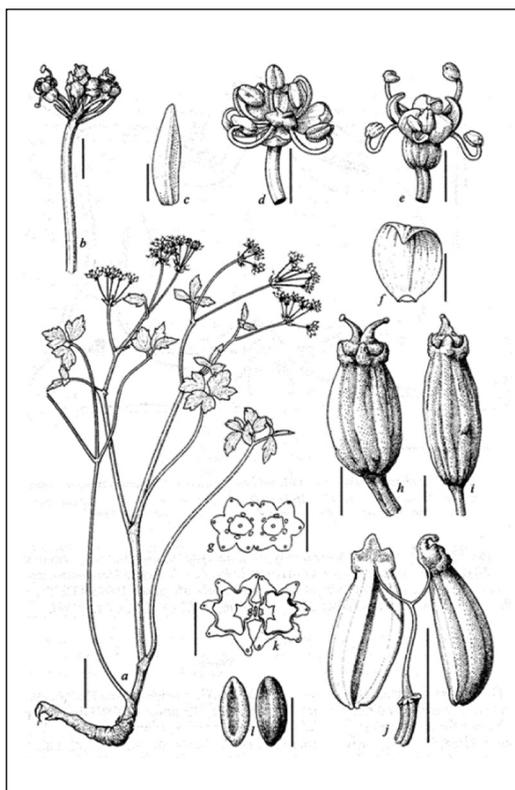


Рис. 2. *Sivadasania josephiana* (Wadhwa et Chowdhery) Mohanan et Pimenov  
 Fig. 2. *Sivadasania josephiana* (Wadhwa et Chowdhery) Mohanan et Pimenov [4].

от источника света (то есть расположенный в левом верхнем углу).

Достоверность изображению биологического объекта придают **детали тонкого строения**. В научной иллюстрации нет второстепенных деталей: чем тщательнее прорисован объект, тем естественнее он выглядит.

Биологический объект должен обязательно иметь **шкалу** для обозначения размеров.

Рисунки должны иметь численные или буквенные **обозначения**. При этом лучше использовать простые шрифты – Arial или Verdana. Обозначения должны быть достаточно крупными. Следует помнить, что некоторые цифры похожи на буквы (например, цифра «3» и буква «З»). Это обстоятельство следует учитывать при нумерации рисунков.

Давайте рассмотрим примеры «хорошей» и «плохой» иллюстрации. Сравним **рисунки 2 и 3**.

Рисунок 2 точно передаёт морфологические особенности изучаемого объекта, детали рисунка рационально размещены в пространстве, качество линий хорошее, точно воспроизведена форма объекта, каждый рисунок имеет свою шкалу. В качестве замечания можно отметить то, что буквенные обозначения слишком малы и довольно плохо видны.

Рисунок 3 трудно назвать хорошим, так как на нём практически невозможно рассмотреть детальное строение биологического объекта. Более того, непонятно, что вообще изображено (хорошо, есть надпись к рисунку!). Рядом с объектом расположена линейка, но цифры на ней не видны, поэтому о размерах растения остаётся только догадываться.

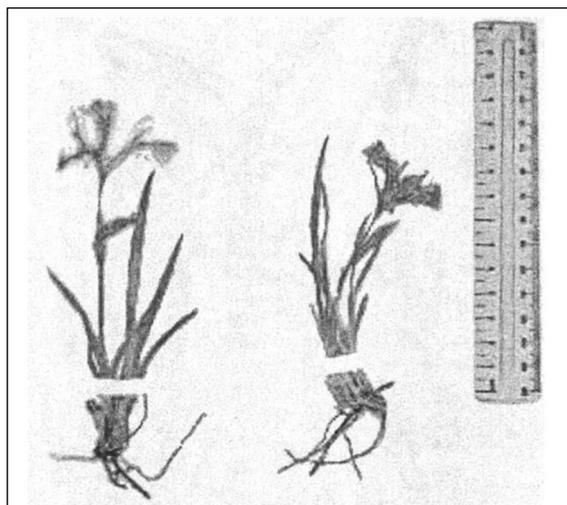


Рис. 3. Гербарный образец *Iris humilis* Georgi  
Fig. 3. Herbarium specimen of *Iris humilis* Georgi [5]

**Наиболее доступные техники научной иллюстрации и необходимые принадлежности**

Ознакомившись с критериями качества биологической иллюстрации, можно приступить к освоению практических навыков по её выполнению.

Для биологов, не имеющих специального образования в области изобразительного искусства, наиболее доступны две техники научной иллюстрации:

- с использованием карандаша (grayscale illustration);
- с использованием чернил и рапидографа (ink and rapidograph illustration).

Для облегчения рисования с натуры можно использовать цифровую фотографию объекта. Это позволяет передать форму объекта и детали морфологии без искажения. Однако следует помнить, что для выполнения качественной иллюстрации необходимо видеть правильно освещённый биологический объект.

Перед тем как приступить к выполнению любой иллюстрации, особенно с использованием пластиковой кальки, необходимо помнить, что потожировые следы человека могут испортить работу на любом этапе. Для предотвращения загрязнения рисун-

ка следует подкладывать под руку листок бумаги.

Обычно рисунок выполняют так, чтобы он был в 1,5–2 раза больше финального изображения. После окончания работы иллюстрация может быть уменьшена до необходимо размера при сканировании. Этот приём позволяет повысить качество иллюстрации, так как при этом небольшие погрешности рисунка становятся менее заметными.

Для выполнения иллюстраций необходимы следующие принадлежности:

- доска для рисования;
- настольная лампа;
- пластиковая или бумажная калька – для выполнения рисунков карандашом подходит только пластиковая калька;
- простые карандаши различной твёрдости;
- эластичный ластик-клячка, по структуре напоминающий пластилин;
- тонкая кисточка;
- крилон (Crylon);
- рапидографы (с диаметром стержня 0,35мм; 0,30 мм; 0,25 мм);
- чернила;
- белая корректирующая жидкость;



Рис. 4. Фотография раковины *Pomatilus alatus*

Fig. 4. Image of *Pomatilus alatus* shell



Рис. 5. Прорисовка фотографии раковины *Pomatilus alatus*

Fig. 5. Sketch of *Pomatilus alatus* shell picture

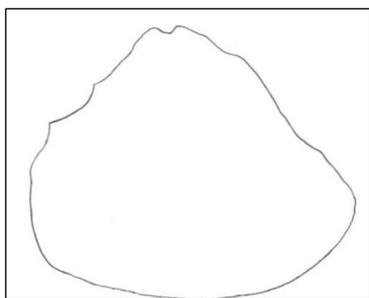


Рис. 6. Контур рисунка, выполненный карандашом

Fig. 6. Pencil drawing outline

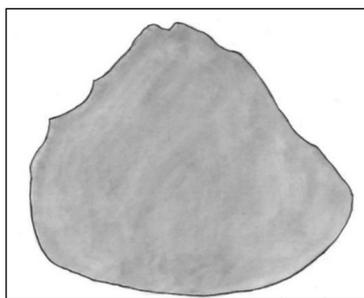


Рис. 7. Рисунок с равномерным окрашиванием

Fig. 7. Drawing with uniform coloring

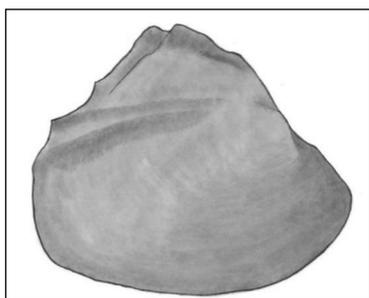


Рис. 8. Рисунок с окрашиванием, передающим форму объекта

Fig. 8. Drawing with coloring reflecting the shape of the object

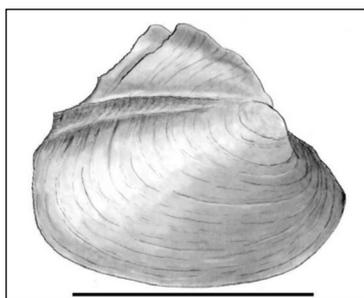


Рис. 9. Финальное изображение раковины *Pomatilus alatus*. Шкала – 10 см

Fig. 9. The final drawing of *Pomatilus alatus* shell. Scale bar – 10 sm

- бумажный скотч;
- цветные карандаши;
- цифровая фотокамера;
- сканер.

Рассмотрим техники научной иллюстрации более подробно.

#### Техника иллюстрации карандашом

1. Перед выполнением рисунка необходимо выполнить предварительный набросок – скетч. Для этого следует сфотографировать объект и распечатать фотографию на принтере (Рис. 4).

2. Цветным карандашом на фотографии необходимо разметить линии внешнего контура, детали строения и т.д. Чем детальнее выполнена прорисовка, тем выше будет качество иллюстрации (Рис. 5).

3. Закрепить скетч на доске для рисования при помощи бумажного скотча.

4. Сверху на скетч закрепить кальку.

5. Простым карандашом средней мягкости обвести контур рисунка (Рис. 6).

6. Потереть карандашом о наждачную бумагу для получения мелкой порошкообразной массы. Кисточкой нанести немного этой крошки на поверхность кальки.

7. При помощи растушёвки равномерно распределить крошку по поверхности кальки до получения однородного серого тона. Размять резинку, вылепить из неё острый край и аккуратно «почистить» контуры рисунка (Рис. 7).

8. С помощью растушёвки придать форму объекту. Для этого в местах, имеющих затенение, необходимо выполнить более интенсивную растушёвку. При необходимости снова «почистить» контуры рисунка резинкой (Рис. 8).

9. После того как объект приобретёт необходимую форму, карандашом следует нанести линии, передающие структуру поверхности и детали строения. Резинкой можно выделить освещённые участки и подчеркнуть особенности морфологии.

10. После завершения работы необходимо закрепить рисунок при помощи аэрозоли крилон. (*Внимание: эту процедуру необходимо проводить в вытяжном шкафу!*) После этой процедуры в рисунке будет невозможно сделать какие-либо изменения. Теперь наш рисунок готов (Рис. 9).

12. Для того чтобы поместить иллюстрацию в текст статьи или книги, её следует перевести в электронный формат. Рисунок необходимо отсканировать и сохранить в формате tif, jpg или png. Обычно редакции книг или журналов указывают, в каком формате должны быть представлены иллюстрации.

### Техника иллюстрации чернилами

Иллюстрация чернилами является более сложной по сравнению с предыдущей техникой. Если в рисунке карандашом можно легко устранить недостатки с помощью резинки, то ошибки при работе чернилами исправить трудно, а иногда даже невозможно.

Прежде чем приступить к выполнению иллюстрации, необходимо подготовить рапидограф к работе. В него следует залить чернила согласно инструкции (зависит от конструкции рапидографа) и слегка потрясти, держа горизонтально. Эта процедура необходима для того, чтобы началась подача чернил в стержень.

Затем следует выработать навыки рисования непрерывных линий одинаковой толщины и нанесения точек («точкования» – stippling). Рекомендуется сделать серию предварительных набросков изображаемого объекта.

Начальные этапы выполнения рисунка сходны с этапами выполнения рисунка карандашом (см. пункты 1–4) (Рис. 10, 11).

5. На кусочке кальки (черновике) провести рапидографом несколько линий для того, чтобы убедиться в равномерности поступления чернил в стержень. Рапидограф следует держать перпендикулярно поверхности.

6. Обвести внешний контур рисунка, стараясь не отрывать рапидограф от кальки (Рис. 12).

Рапидографы имеют разную толщину стержня, что необходимо учитывать при работе с ними. Для рисования внешнего контура лучше использовать более толстый стержень, например, диаметром 0,35 мм. Однако это только общее правило, из которого могут быть исключения. Например, если нам необходимо изобразить зубы млекопитающих, то лучше использовать стержень диаметром 0,25 мм.

7. При помощи рапидографов с более тонким стержнем (диаметром 0,30 и 0,25 мм) нарисовать детали более тонкого строения. Если нужно провести едва заметную линию,

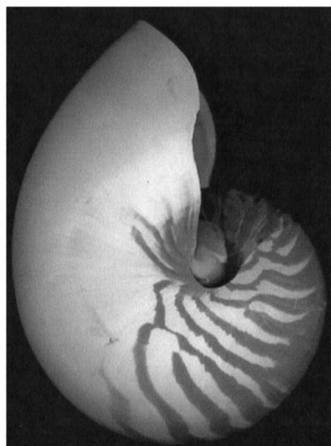


Рис. 10. Фотография раковины наutilusа  
*Nautilus sp.*

Fig. 10. Image of *Nautilus sp.* shell

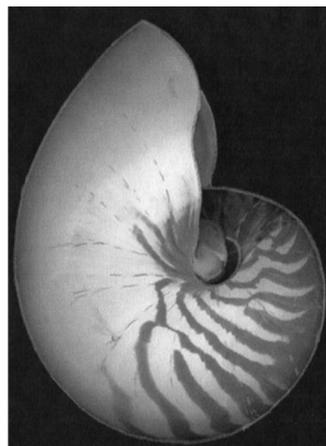


Рис. 11. Прорисовка фотографии раковины  
*Nautilus sp.*

Fig. 11. Sketch of *Nautilus sp.* shell picture

то это можно сделать с помощью пунктирной линии или ряда точек.

8. Для придания объекту формы необходимо нанести значительное количество точек. Эта процедура также требует предварительной тренировки. При этом следует придерживаться следующих правил:

- точки должны быть одинакового размера и не должны сливаться друг с другом;
- старайтесь располагать точки на одинаковом расстоянии друг от друга;

- чем менее освещён участок, тем больше должна быть плотность «точкования», и наоборот. За счёт этого мы можем придать изображаемому объекту необходимую форму;

- точки нужно наносить на линию внешнего контура объекта;

- если какой-то участок находится ниже, то он должен иметь большую плотность «точкования», но линия границы с возвышающимся участком должна быть белой. Этот приём позволяет показать глубину изображения (Рис. 13).

9. Если в иллюстрации имеются небольшие помарки, то их можно устранить с помощью белой корректирующей жидкости.

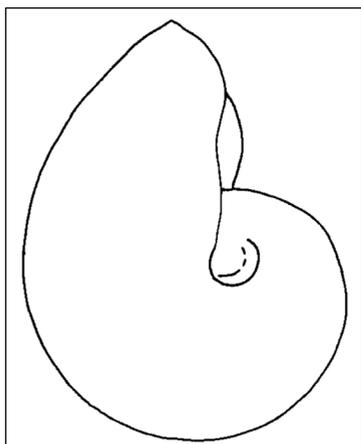
10. Готовый рисунок (Рис. 13) следует отсканировать и сохранить в нужном формате.

#### Особенности иллюстрации микроскопических объектов

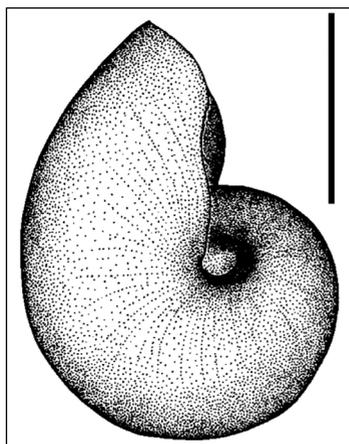
Для некоторых таксономических групп живых организмов, например микроскопических водорослей и цианобактерий, научная иллюстрация имеет особую важность. Это связано с тем, что иногда невозможно сохранить культуру вновь описанного вида, и тогда иллюстрация является единственным доказательством его существования [6].

В настоящее время ряд альгологов (учёных, изучающих водоросли) предпочитают публиковать статьи, содержащие микрофотографии исследуемых объектов. Это оправданно для некоторых систематических групп, таких как диатомовые водоросли, или для исследований ультраструктуры клеток. Однако для большинства микроскопических водорослей иллюстрация позволяет показать детали строения, которые невозможно увидеть на фотографии. Дело в том, что при просмотре объекта под микроскопом можно рассмотреть либо поверхность клетки, либо её поперечное сечение. Благодаря иллюстрации исследователь может совместить все детали строения в одном рисунке.

Для выполнения качественной иллюстрации микроскопической водоросли необходимо выбрать несколько наиболее удачных



*Рис. 12.* Внешний контур раковины наutilus, выполненный рапидографом  
*Fig. 12.* The external contour of the nautilus shell by a rapidograph



*Рис. 13.* Финальное изображение раковины наutilus. Шкала – 10 см  
*Fig. 13.* The final image of the nautilus shell. Scale bar – 10 sm

фотографий и на их основе нарисовать клетку водоросли, имеющую типичное строение. При этом следует придерживаться следующих правил:

- так как особенности внутреннего строения водорослей (структура хлоропластов, наличие или отсутствие ядра, число и форма пиреноидов) имеют важное таксономическое значение, необходимо добиться максимальной точности при их изображении;
- оболочку клетки, жгутики и пиреноиды обычно изображают сплошными линиями;
- ядро, сократительные вакуоли, слизь, окружающую клетки, иллюстрируют пунктирными линиями;
- светочувствительный глазок (стигму) обозначают чёрным пятном;
- на рисунке ядро должно быть наиболее светлым участком.

На *рисунке 14* мы приводим иллюстрации микроскопических водорослей.

#### О перспективах развития научной иллюстрации

По мнению систематиков, биологам предстоит открыть и описать порядка 8 млн. новых видов живых организмов [7]. Это потребует значительного числа специ-

алистов, которые смогут не только делать морфологические описания, но и иллюстрировать свои открытия. Дальнейшее развитие передовых направлений биологической науки, таких как молекулярная биология, иммунология, биотехнология, также невозможно без использования научной иллюстрации.

К сожалению, в нашей стране не ведётся профессиональная подготовка специалистов в области научной иллюстрации. За рубежом ситуация несколько лучше. Например, в США и Канаде в целом ряде колледжей и университетов, таких как The Medical College of Georgia, Cleveland Institute of Art, University of Illinois at Chicago, The University of Texas, University of Toronto, ведётся обучение по программам научной и биомедицинской иллюстрации.

В настоящее время остро стоит вопрос о повышении конкурентоспособности российской науки. На наш взгляд, введение дисциплины «Научная иллюстрация» в образовательные программы университетов стало бы одним из шагов в этом направлении.

В заключение хочется привести слова Джудит Уинстон, автора известной книги «Описание видов: практическая таксономи-

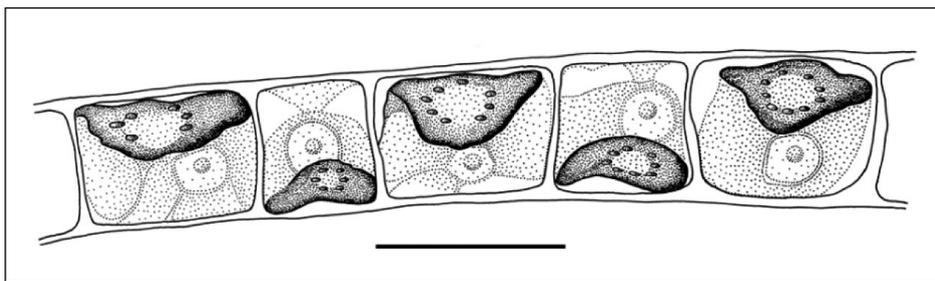


Рис. 14. *Klebsormidium flaccidum* (Streptophyta). Шкала – 10 мкм  
 Fig. 14. *Klebsormidium flaccidum* (Streptophyta). Scale bar – 10 µm

ческая процедура для биологов»: «наиболее важным правилом для иллюстрации таксономического описания является следующее: сделай её!» [8, р. 231].

#### Литература

1. Майр Э. Принципы зоологической систематики. М.: Мир, 1971. 454 с.
2. The Guild Handbook of Scientific Illustration / Ed. by Elaine R.S. Hodges et al. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons, Inc., 2003. 623 p.
3. История биологии с древнейших времён до начала XX века / Под ред. С.П. Микулинского. М.: Наука, 1972. 563 с.
4. Mohanan N., Pimenov M.G. Sivadanasania, a new genus of Apiaceae from Peninsular India // Ботанический журнал. 2007. Т. 92. № 6. С. 900–904.
5. Алексеева Н.Б., Миронова Л.Н. Критические заметки о некоторых видах рода *Iris* (Iridaceae) в Сибири и на Дальнем Востоке России // Ботанический журнал. 2007. Т. 92. № 6. С. 916–925.
6. Hoffmann L., Ector L., Kostikov I. Algal flora from limed and unlimed forest soils in the Ardenne (Belgium) // Systematics and Geography of Plants. 2007. Vol. 87. P. 15–90.
7. Species concepts and phylogenetic theory: a debate / Ed. by Q.D. Wheeler and R. Meier. Columbia University Press, New York, 2000. 230 p.
8. Winston J.E. Describing Species: Practical Taxonomic Procedure for Biologists. Columbia University Press, New York, 1999. 518 с.

Статья поступила в редакцию 13.09.19

Принята к публикации 23.09.19

#### Scientific Illustration in Biology: Art for Education and Science

**Lira A. Gajsina** – Dr. Sci. (Biology), Assoc. Prof., Chief of the Department of Bioecology and Biological Education, e-mail: lira.gajsina@mail.ru

Bashkir State Pedagogical University n.a. M. Akmulla, Ufa, Russia

Address: 3-а, Oktyabrskoy Revolutsii str., Ufa, 450008, Russian Federation

**Jeffrey Randolph Johansen** – Ph.D. in Botany, Prof. of Biology, e-mail: johansen@jcu.edu

**Christofer Sheil** – Ph.D. in Systemics and Ecology, Prof. of Biology, e-mail: csheil@jcu.edu

John Carroll University, Cleveland, USA

Address: Cleveland, North Park Blvd, 20700 USA

**Abstract.** The article discusses the importance of scientific illustration, particularly in biological research. The authors dwell on the quality criteria for scientific illustration, highlight the peculiarities of drawing microscopic objects, and give practical recommendations for drawing of biological objects. The necessity of introducing courses on scientific illustration in the educational programs of Russian universities is noted.

**Keywords:** scientific illustration, drawing of biological objects, quality criteria for illustration, details of fine structure, illustration technique, microscopic objects

*Cite as:* Gajšina, L.A., Johansen, J.R., Sheil, Ch. (2019). Scientific Illustration in Biology: Art for Education and Science. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 10, pp. 118-127. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-10-118-127>

### References

1. Mayr, E. (1969). *Principles of Zoological Systematics*. New York: McGraw-Hill, 428 p. (Russian Translation: Ed. M.V. Mina, Moscow: Mir Publ., 1971, 454 p.)
2. E.R.S. Hodges (Ed). (2003) *The Guild Handbook of Scientific Illustration*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. 623 p.
3. Mikulinskiy, S.R. (Ed). (1972). *Istoriya biologii s drevneishikh vremen do nachala XX veka* [The History of Biology from Ancient Times to the Beginning of the XX Century]. Moscow: Nauka Publ., 563 p. (In Russ.)
4. Mohanan, N., Pimenov M.G. (2007). Sivadasania, a New Genus of Apiaceae from Peninsular India. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical Journal]. Vol. 92, no. 6, pp. 900-904. (In Russ.)
5. Alekseeva, N.B., Mironova, L.N. (2007). [Critical Notes on Some Species of the Genus *Iris* (Iridaceae) in Siberia and the Far East of Russia]. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical Journal]. Vol. 92, no. 6, pp. 916-925. (In Russ.)
6. Hoffmann, L., Ector, L., Kostikov, I. (2007). Algal Flora from Limed and Unlimed Forest Soils in the Ardenne (Belgium). *Systematics and Geography of Plants*. Vol. 87, pp. 15-90.
7. Wheeler Q.D. and R. Meier (Eds). (2000). *Species Concepts and Phylogenetic Theory: A Debate*. Columbia University Press, New York. 230 p.
8. Winston, J.E. (1999). *Describing Species: Practical Taxonomic Procedure for Biologists*. Columbia University Press, New York. 518 p.

*The paper was submitted 13.09.19*  
*Accepted for publication 23.09.19*

