

*РЕКОМЕНДУЕМАЯ ФОРМА для разработчиков  
основных профессиональных образовательных программ  
при реализации ОС МГУ на основе ФГОС 3+*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Биологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Декан биологического факультета**  
\_\_\_\_\_/М.П. Кирпичников/  
**«22» сентября 2016 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Наименование дисциплины (модуля):**

**34838 Компьютерное моделирование для зоологов**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Направление подготовки (специальность):**

06.04.01. Биология

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Зоология и экология беспозвоночных**

**Форма обучения: очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Методической комиссией факультета  
(протокол №7 от 22 сентября 2016)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование для зоологов» разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности «зоология» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки; программы специалитета; программы магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Годы приема на обучение 2016-2019

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО *(относится к базовой или вариативной части ОПОП ВО, или является факультативом).*

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия отсутствуют

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации (УК-1.Б).

Способность в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях, объектах изучения и методах естествознания (УК-5.Б).

Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах (УК-13.Б).

Способность применять знания фундаментальных и прикладных разделов математики, физики, химии и биологии для решения научно-исследовательских задач в области биологии (ОПК-1.Б).

Способность критически оценивать, аргументировано обосновывать актуальность, проблематику, реализуемость, рациональность и необходимость проведения биологических исследований в областях энтомологии и зоологии беспозвоночных (ОПК-2.Б).

Способность применять современные методы биологии и смежных областей для целенаправленного получения биологических продуктов и объектов с необходимыми свойствами (ОПК-3.Б).

Владение фундаментальными знаниями биологии, морфологии, физиологии, поведения, экологии, традиционной и молекулярной систематики беспозвоночных и их биологического разнообразия (СПК-3).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

**Знать:** Основные принципы 3D моделирования при использовании различных методик

**Уметь:** Получать исходные данные с использованием основных методик – компьютерная микротомография, лазерная конфокальная сканирующая микроскопия

**Владеть:** программами 3D реконструкций – ImageJ, Amira, Imaris, Helicon Focus.

**Иметь опыт** получения исходных данных и их обработки в программах 3D реконструкций.

4. Формат обучения очный

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 72 з.е., в том числе 24 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 48 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
Введение	1	1	0	1	
Тема 1: Правила зоологического рисунка	10	2	3	5	5 самостоятельное освоение рисовального аппарата
Тема 2: Основные принципы макросъемки и световая микроскопия	13	2	3	5	8 обработка полученных фотографий, работа в программе Helicon Focus
Тема 3: Компьютерная микротомография	12	2	3	5	7 Самостоятельная работа в программе CtVox
Тема 4: Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия	18	2	2	4	14 Самостоятельная работа в программах ImageJ и Amira
Тема 5: Правила подготовки научных иллюстраций	10	2	2	4	6 Самостоятельная работа в программе Photoshop
Промежуточная аттестация Экзамен	8				8
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>48</b>

**Введение:** Области применения 3D в биологии и зоологии. Современная научная иллюстрация – важная составляющая научной работы. Получение и подготовка информативных и одновременно красивых иллюстраций – основа морфологических работ в области зоологии беспозвоночных. В курсе освещены основные этапы получения, обработки и компиляции научных иллюстраций, необходимых для подготовки бакалаврской диссертации.

**Тема 1: Основы зоологического рисунка.**

Теоретическая часть. Исторический аспект: иллюстрации в научной литературе 17-18 веков. Основные типы научной иллюстрации: рисунки, схемы, фотографии т.д. Основные принципы зоологического рисунка. Основные принципы схематических изображений в зоологии. Практические навыки работы с зоологическим рисунком. Освоение основных графических программ, позволяющих составлять схемы и научные рисунки. Работа с рисовальным аппаратом. Основы работы с графическим планшетом

**Тема 2: Макросъемка как метод изучения внешнего строения живых и фиксированных объектов.** Теоретическая часть: Основные правила работы с живыми объектами. Особенности макросъемки в естественной среде: нюансы, проблемы, подходы, решения. Макросъемка в лабораторных условиях. Практическая работа: Основы работы с крупными объектами. Использование стереомикроскопов для получения изображения внешнего вида животных, вскрытий и деталей анатомии внутренних органов.

**Тема 3: Сканирующая электронная микроскопия и компьютерная микротомография как метод изучения тонкой морфологии и анатомии фиксированных объектов.**

Теоретическая часть: основные принципы компьютерной микротомографии. Объекты, область применения, получаемые результаты, основы пробоподготовки. Компьютерная микротомография как способ 3D визуализации. Практическая работа: Основы работы в программе ctVox. Подготовка 4 фотографий 3D реконструкций целых объектов и их оптических срезов.

**Тема 4. Лазерная конфокальная сканирующая микроскопия и (иммуно)цитохимия как метод визуализации внешней морфологии и анатомии мелких объектов, а так же отдельных систем органов крупных животных.**

Теоретическая часть: Основы (иммуно)цитохимии. Основы лазерной конфокальной микроскопии. Объекты. Область применения. Получаемые результаты. Основы пробоподготовки. Практическая работа: Основы работы со стопками изображений, получаемых при помощи лазерного конфокального микроскопа. Освоение главных функций программы Image J. построение Z-проекций. Некоторые возможности программы Amira: построение 3D, Voltex, LabelField, 3D-rotation и т.д.

**Тема 5. Подготовка таблиц изображений**

Основы работы в программе Photoshop: размер изображения, части изображения, характер изображения, работа в слоях, унификация текстовых и схематических обозначений на изображениях, масштабирование и т.д.

Основные принципы оформления графических материалов:

**Оформление графических материалов** для учебных и выпускных квалификационных работ

Рисунки представляют собой таблицы изображений, объединённых по содержанию. Например, каждая таблица может включать фотографии и схемы строения объектов, принадлежащих к одному виду или одной стадии развития. В таблицу можно объединить также изображения объектов разных видов, если это необходимо для их сравнения; в этом случае желательно, чтобы изображения были получены одинаковыми методами и даны в одном масштабе.

**ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ.** Все оригинальные изображения должны представлять подлинные фактические данные, полученные автором, поэтому обработка фотографий в графических редакторах должна быть минимальной. Для этого стоит заботиться о качестве исходных изображений: хорошей окраске и контрастировании препаратов, настройке света, контрастности, резкости и разрешении при фотосъёмке или сканировании. Для растровых изображений важно задать высокое разрешение при съёмке или сканировании (не меньше 600dpi; если при печати изображение надо будет увеличить, исходное разрешение должно быть ещё выше). Нужно подумать, где расположить масштабные линейки: если они создаются сразу при фотографировании, они не должны закрывать существенные детали объекта. Лучше всего расположить линейку на пустом фоне.

При дальнейшей обработке возможна незначительная коррекция яркости/контрастности ВСЕЙ фотографии. Допустимо кадрирование изображений с удалением части пустого фона или деталей объекта, не несущих существенной для данного рисунка информации. Возможно изменение яркости-контрастности всего изображения, но не отдельных его частей. **Недопустимо добавлять, удалять или изменять детали объекта на фотографии.** В разделе «Материалы и методы» следует указать, при помощи какого ПО производили редактирование фотографий и какими именно приёмами редактирования пользовались. Любые действия с изображениями, подразумевающие удаление или добавление каких либо деталей (в том числе мусора, грязи, пятен и т.д., расположенных за пределами смысловой части изображения), рассматриваются как фальсификация научных данных и недопустимы.

**РАЗМЕР И КОМПОНОВКА.** Рисунки иллюстрируют факты, которые обсуждаются в тексте работы – этим определяется необходимое количество изображений. При компоновке таблиц нужно следить, чтобы размеры каждого отдельного изображения были достаточно велики для отображения всех существенных деталей. Если необходимых изображений слишком много и они получаются мелкими, надо разбить рисунок на два. Предпочтительна вертикальная («книжная») ориентация рисунков. Размеры рисунка должны быть такими, чтобы его можно было распечатать на листе формата А4 (21×29.7 [см](#)) с учётом полей и подрисуночных подписей. Рекомендуемые размеры рисунка: не более 16 см по ширине × 25 см по высоте; если подрисуночные подписи располагаются на этой же странице, высоту рисунка надо уменьшить.

**РАЗМЕЩЕНИЕ РИСУНКОВ В РУКОПИСИ РАБОТЫ** Рекомендуется не включать рисунки в файл с текстом работы, а подготовить их отдельные графические файлы для каждого рисунка – это позволит распечатать их с хорошим качеством. Рисунки, содержащие оригинальные (полученные автором) данные, лучше всего разместить в главе «Результаты» - так рецензентам будет удобнее читать работу. Альтернативный вариант – поместить все рисунки в конце работы в виде приложения.

**НУМЕРАЦИЯ РИСУНКОВ** Рисунки компонуют и нумеруют в том же порядке, в котором они упоминаются в тексте. Рекомендуется сквозная нумерация рисунков: Рис. 1, Рис.2, Рис. 3. Менее предпочтительно нумеровать рисунки отдельно для каждого раздела работы, указывая номер раздела и конкретного рисунка: Рис. 1.3 – третий рисунок к главе 1, Рис. 2.1 – первый рисунок к главе 2 и т.п. Отдельные изображения в составе одного рисунка обозначают заглавными русскими буквами: А, Б, В, Г и т.д. Они должны быть хорошо видны на фоне изображения, по возможности располагаться на пустом поле (где нет самого объекта), в одном и том же углу на всех рисунках – например, в левом верхнем; кегль (размер шрифта) 14-16 (крупнее, чем шрифт для обозначений деталей строения объекта), формат шрифта – полужирный.

**РАЗРЕШЕНИЕ** растровых изображений: не менее 600 dpi. Если при печати изображение надо будет увеличить, исходное разрешение должно быть ещё выше. По возможности лучше избегать масштабирования растровых изображений, так как при этом их качество ухудшается. Качество векторных изображений от масштабирования не страдает.

**ЦВЕТ:** для всех растровых чёрно-белых и полутоновых рисунков и фотографий должен быть выбран формат Grayscale (полутоновый режим), контрастность изображений должна быть достаточной для восприятия всех необходимых деталей. В зависимости от метода, которым получены изображения, они могут быть подготовлены в чёрно-белом или цветном виде. Так, ТЭМ- и СЭМ-фотографии представляют в чёрно-белом формате, и без необходимости не рекомендуется выделять детали такого снимка при помощи заливки цветом. Фотографии гистологических срезов или изображений, полученные с помощью методов иммуногистохимии, чаще отображают в цвете. Однако если на таких снимках цветовая информация сама по себе не важна (например, присутствует всего один цветовой канал на изображении с CLSM), для удешевления печати можно воспроизводить фото в полутоновом режиме. Цветовой режим RGB. Если изображение (фотография или схема) даются в цвете, но необходимо предусмотреть, чтобы одинаковые структуры на всех цветных изображениях были выполнены в одном цвете. Так, если изображения серотонинэргических элементов нервной системы сделано зеленым, а мускулатуры – синим, то эти цвета должны использоваться только для этих структур на всех изображениях работы. Для цветных схем одна структура (например, апикальный орган, протонефридии и т.д.) всегда обозначаются одним цветом на всех схемах, имеющих в работе. **МАСШТАБ.** На каждом изображении должен быть масштабный отрезок. Длину масштабного отрезка можно указать либо 1) на самом рисунке рядом с отрезком, либо 2) в подрисуночной подписи. Способ указания масштаба должен быть одинаковым для всех рисунков! Лучше использовать целые числа для масштабной линейки: 100 мкм, 10 мкм, 1 мкм, 200 нм и т.д.

Мелкомасштабные карты желательно приводить с координатной сеткой, обозначениями населенных пунктов и/или названиями физико-географических объектов и разной фактурой для воды и суши. В углу такой карты желательно дать врезку с крупномасштабной картой, где обозначен соответствующий район. Например, если даётся карта побережья какого-то небольшого залива, нужно на врезке показать расположение залива на карте моря, океана или мира.

**ОБОЗНАЧЕНИЯ И ПОДПИСИ НА РИСУНКАХ.** Если необходимо, отдельные структуры объекта можно подписать на рисунке сокращёнными буквенными обозначениями. Для одной и той же структуры обозначение должно быть одинаковым на всех рисунках (например, если кишечник изображён на нескольких разных рисунках, он везде должен быть обозначен одним и тем же буквенным сокращением – допустим, «ки»). Для квалификационных работ можно делать обозначения кириллицей, для статей и докладов на английском языке – только латиницей.

Кроме буквенных обозначений, допустимо использовать для указания на определённые детали объекта стрелки, звёздочки, наконечники стрелок и т.п. Этот способ можно использовать, если нужно обозначить небольшое количество деталей или одинаковые детали (например, надо указать на фото все поры, которые попали в кадр, и все они одинаковы – тогда все они обозначаются одинаковыми стрелками). Если нужные детали хорошо выделены на фото и их нельзя ни с чем перепутать, лучше вообще не делать лишних обозначений. Одни и те же детали строения должны быть одинаковым образом обозначены на всех рисунках работы.

Толщина линий всех масштабных отрезков, шрифт и кегль (размер шрифта) для указания масштаба и буквенных обозначений, толщина указательных линий и размеры стрелок должны быть одинаковы для всех рисунков! Поэтому рекомендуется делать все эти дополнительные

обозначения уже после компоновки изображений в таблице в окончательном размере. Особенно это важно для растровых рисунков. Рекомендуется использовать распространённые шрифты (Arial, Calibri, TimesNewRoman и т.п.), кегль 12. Указательные стрелки, линии, масштабные отрезки должны быть достаточно широкими, чтобы их было хорошо видно при печати, но и не чрезмерно толстыми: указательные стрелки около 5-7 px, масштабные отрезки 10-15 px.

**ФОРМАТ ФАЙЛОВ:** для растровых изображений рекомендуется формат TIFF (8 бит/канал для полутоновых изображений), для уменьшения размера файла применяется алгоритм компрессии LZW. Если при подготовке рисунка использовались слои, нужно 1) обязательно сохранить вариант со слоями в формате с поддержкой слоёв (например, PSD) – чтобы всегда иметь возможность отредактировать рисунок; 2) выполнить сведение слоёв, после чего сохранить рисунок в формате TIFF.

Для векторных изображений предпочтителен формат EPS.

#### **ПОДРИСУНОЧНЫЕ ПОДПИСИ.**

Подрисуночные подписи размещают как можно ближе к рисунку: на той же странице под рисунком или на странице напротив рисунка – так удобно читателю.

Подписи к рисункам должны содержать достаточно полную информацию для того, чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой предшествующей иллюстрации). Сокращения, использованные на рисунках, расшифровываются в подрисуночных подписях.

Подписи к рисункам оформляются одинаково для всех рисунков, по следующей схеме:

Номер рисунка. Общее название рисунка, характеризующее ВСЕ его части, вместе взятые (название объекта, при необходимости стадия развития, метод получения изображений). Обозначение части — описание фотографии (рисунка); Обозначение следующей части — описание фотографии (рисунка). Буквенные (или другие) обозначения деталей (в алфавитном порядке, единым списком для всех частей рисунка): аН — .....; вЕ — ..... (Если обозначения расшифрованы в тексте подписи, то давать их в списке обозначений не нужно).

Масштаб ..... мм (если он одинаков для всех частей рисунка), либо Масштаб: А — .....мм; Б — .....мкм. Общее название рисунка отделяется от номера первой его части точкой. Обозначение части (Заглавная латинская буква) отделяется от описания части длинными тире (его можно вставить в текстовом редакторе через опции «Вставка – Символ – выбрать символ – Вставить»). При расшифровке обозначений и масштабов также используется длинное тире. Описания частей рисунка разделяются точкой с запятой; при перечислении обозначений и масштабов их тоже разделяют точкой с запятой.

Пример:

Рис. 1. Клетки экзоцисты метацестоды *Aploparaksis bulbocirrus* на стадии позднего сколексогенеза (по данным ТЕМ). А–Б — поперечные срезы; В — продольный срез. А — мускульная клетка (мс) и цитон (с) тегумента внутренней стороны экзоцисты. Черными стрелками указаны миофиламенты; Б — скопление клеток в каудальной части экзоцисты; В — клетка с признаками малодифференцированной и “темной” в каудальной части экзоцисты. Обозначения: ат — “темная клетка”; дт — дистальный отдел тегумента; мт — митохондрии; ми — микроворсинки; н — ядро; ну — ядрышкож ШЭПР — гранулярный эндоплазматический ретикулум. Масштаб: А — 2 мкм; В, С — 2,5 мкм. (Масштаб описывается, только если на рисунке не даны цифровые значения масштабной линейки).

ССЫЛКИ НА РИСУНКИ В ТЕКСТЕ рукописи даются так: (рис. 1), (рис. 2А, Г), (рис. 2А–В), (рис. 3, 6), (рис. 3–5).



7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)
- 7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости. Нет
- 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

**Образцы вопросов устного опроса и домашних заданий:**

1. История возникновения и основные правила зоологического рисунка
2. Основные принципы макросъемки
3. Как настроить свет по Кёллеру?
4. Устройство светового микроскопа
5. Что такое рисовальный аппарат и как им пользоваться.
6. Принцип работы компьютерного микротомографа
7. Основные этапы пробоподготовки для изучения животных при помощи метода компьютерной микротомографии
8. Ограничения метода компьютерной микротомографии
9. Основные принципы работы конфокального лазерного сканирующего микроскопа
10. Особенности пробоподготовки образцов для изучения при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа
11. Что такое принцип конфокальности?
12. Ограничения метода конфокальной лазерной сканирующей микроскопии
13. Правила подготовки научных иллюстраций
14. Что такое научная иллюстрация? Основные требования к современной научной иллюстрации.

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине</b>				
<b>Компьютерное моделирование для зоологов</b>				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

<b>Умения</b> <i>(виды оценочных средств:  доклады)</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
--	----------------------	---	--	--------------------------------------

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы
  1. Большаков В. 2010. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex / В. Большаков, А. Бочков, А. Сергеев. - Москва: Книга по Требованию. 336 с.
  2. Зеньковский, В. А. 2011. 3D моделирование на базе Vue xStream (+ DVD-ROM) / В.А. Зеньковский. - Москва: Форум, Инфра-М. 384 с.
  3. Климачева Т. 2008. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование / Татьяна Климачева. - Москва: БХВ-Петербург. 912 с.
  4. Ньюхан К., Бук Д. 2006. 3Ds Max. Профессиональная анимация. Официальный учебный курс. Изд-во Триумф, Москва. 390 стр.
  5. Осипа, Джейсон. 2008. 3D-моделирование и анимация лица. Методики для профессионалов (+ CD-ROM) / Джейсон Осипа. - Москва: Диалектика, Вильямс. 416 с.
  6. Петелин А.Ю. 2015. 3D-моделирование в SketchUp 2015 – от простого к сложному. Самоучитель / А.Ю. Петелин. - Москва: ДМК Пресс. 370 с.
  7. Погорелов В. 2009. AutoCAD 2009. 3D-моделирование / Виктор Погорелов. - Москва: БХВ-Петербург. 400 с.
  8. Полевой Р. 2001. 3D Studio MAX 3 для профессионалов (+CD) / Полевой, Роб. - Москва: СПб: Питер. 848 с.
  9. Полещук Н. 2007. AutoCAD 2007. 2D/3D-моделирование / Николай Полещук. - Москва: Русская Редакция. 416 с.
  10. Прахов А. 2009. Blender. 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих / А. Прахов. - Москва: БХВ-Петербург. 272 с.
  11. Сазонов А.А. 2012. 3D-моделирование в AutoCAD. Самоучитель (+ CD-ROM) / А.А. Сазонов. - Москва: ДМК Пресс. 384 с.
  12. Темин Г.В. 2005. 3D Studio MAX 6/7. Эффективный самоучитель / Г.В. Темин, А. Кишик. - Москва: СПб: ДиаСофт. 464 с.
  13. Флемминг Б. 2000. Фотореализм. Профессиональные приемы работы. Изд-во ДМК Пресс, Москва. 248 стр.
  14. Флемминг Б. 2004. Текстурирование трехмерных объектов. Изд-во ДМК Пресс, Москва. 196 стр.

- Перечень лицензионного программного обеспечения:  
программы ImageJ, Amira, Imaris, Photoshop, InfanView, Helicon Focus.
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем  
Нет
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)  
Нет
- Описание материально-технического обеспечения:  
мощная графическая станция, интерактивный дисплей, стереомикроскоп Olympus XZ-7, микроскоп Leica, цифровые видеокамеры,

9. Язык преподавания. Русский

10. Преподаватель (преподаватели): вед.н.с. Темерева Елена Николаевна, доц. Богомолова Екатерина Валерьевна, ст.преп. Белова Полина Андреевна

11. Автор (авторы) программы: вед.н.с. Темерева Елена Николаевна