

А. С. Машкова, И. А. Крищук
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь)

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОРФОМЕТРИЯ КАК НОВЫЙ ПОДХОД К СРАВНЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЧАЩИМИСЯ

Исследовательская работа в школе переживает новый этап своего развития и представляет собой одно из направлений модернизации образования. При этом чаще всего научно-исследовательская работа ведется по инициативе учителя. Именно учитель выступает как организатор и руководитель ученических исследований и соответственно несет ответственность за результаты работы. Между тем, исследовательская работа школьников получила широкое распространение в современной школе [1].

Научно-исследовательская деятельность школьников – это возможность решения исследовательских задач, которые лично значимы для ребенка и способствуют формированию новых знаний. Данный вид деятельности позволяет каждому ученику испытать, испробовать, выявить и актуализировать хотя бы некоторые из своих талантов – дарований. Научноисследовательская деятельность – мощное средство, позволяющее увлечь новое поколение по самому продуктивному пути развития и совершенствования, сделать осознанный выбор жизненного пути с учетом своих склонностей и особенностей характера [2]. Качество выполнения исследовательской работы, качество презентационных материалов к защите работ существенно возрастает, если ориентировать учащихся на использование информационных технологий при выполнении исследовательских работ [3]. Особую актуальность в таких условиях приобретает использование новых компьютерных методов проведения исследования. Одним из новых подходов при проведении научных исследований является метод геометрической морфометрии.

В настоящее время метод геометрической морфометрии активно развивается и представляет собой новый подход к сравнению форм, соединяющий метод трансформационных решеток со специфическими количественными методами. В его основе лежит концепция многомерного пространства форм. Каждый отдельный объект (отдельная форма) – точка этого пространства. Оно представимо как выпуклая сфера, на поверхности которой распределены объекты («формы»). Геометрическая морфометрия представляет собой совокупность методов многомерного анализа

координат меток, в совокупности описывающих конфигурацию морфологических объектов.

Как метод исследования она начала применяться несколько десятков лет назад: лишь в начале 80-х гг. XX столетия были сформулированы основополагающие идеи, заложившие его теоретические основы [4]. В настоящее время метод геометрической морфометрии еще не получил широкого распространения, и в наши дни только начинается его внедрение. Главная задача методов геометрической морфометрии – оценить сходство и различие объектов по форме, исключая влияние различий в размерах.

Следует принять во внимание отсутствие публикаций на русском языке по содержанию геометрической морфометрии.

Исследуемый объект описывается совокупностью декартовых x , y для двух или x , y , z для трехмерных объектов соответственно координат меток, нанесенных на его поверхности. Процедура геометрической морфометрии начинается с выравнивания сравниваемых конфигураций меток относительно эталонной. В качестве эталона может быть использована конфигурация меток какого-либо реального или гипотетического объекта. Преобразования формы в геометрической морфометрии рассматриваются как взаимные смещения заданных меток, а сравнение объектов сводится к оценке их различий по координатам меток. Для сравнимости разных объектов метки на каждом из них должны взаимно соответствовать меткам на любом другом. Поскольку методы геометрической морфометрии базируются на анализе попарных отношений объектов, а не их распределений, объем выборки, соотношение числа экземпляров и меток особого значения не имеют. В настоящее время чаще всего используются два метода сравнения. Один из них – метод наложения (*superposition*) – представлен как результат жесткого «вращения» одного объекта относительно другого так, чтобы минимизировать разницу между ними [6]. Сумма различий между ними после операции наложения дает прокрустову дистанцию (*Procrustes distance*). Другой, заимствованный из теории сопротивления материалов, – метод тонких пластин (*thin-plate spline analysis*). Он основан на уподоблении двумерного объекта тонкой деформируемой пластине: в данном случае один объект совмещается с другим путем «растяжения/сжатия», а количественной мерой их подобия служит коэффициент «энергии искривления» [7].

С целью знакомства с современными методами проведения научных исследований по биологии на примере информационной программы «Геометрическая морфометрия» было проведено собрание научного сообщества для учащихся 10–11 классов. Занятие построено таким

образом, что на первом часу учащиеся знакомятся с программой, где на примере анализа черепа бурозубки обыкновенной (*Sorex araneus*, L.) и листовой пластинки ольхи черной (*Alnus glutinosa*, L.) учитель инструктирует учеников, а на втором часу ученики сами практикуются работать с геометрической морфометрией. Учащиеся работают совместно друг с другом и с учителем.

При объяснении материала учитель раскрывает особенности работы с программой, знакомит с ее основными подпрограммами и особенностями работы с ними. Каждый элемент работы учитель наглядно демонстрирует. На данном этапе используется интерактивная доска, сканер. У каждого учащегося на столе лежит инструкция по работе с программой, которая позволяет им следить за объяснениями учителя и способствует лучшему запоминанию материала. Таким образом, объяснение нового материала обеспечило овладение учащимися ориентировочной основой действий, усвоение знаний.

Этап практической работы учащихся способствует закреплению изученного. Учащиеся разделяются на 2 группы, каждая из которых проводит анализ биологического объекта (листовой пластинки ольхи черной и черепа обыкновенной бурозубки) в соответствии с планом и инструкцией по работе с программой. Для этого ребята используют сканер, компьютер с пакетом программ «Геометрическая морфометрия» и графическим редактором. При каких-либо затруднениях учитель подходит и консультирует учащихся.

Организуя исследование при помощи программы «Геометрическая морфометрия», учащимся необходимо внимательно изучить анализируемые объекты, отобрать определенное их количество, провести подготовку. Далее проводится сканирование каждого объекта с разрешением 1200–2400 dpi. В последующем изображения обрабатываются в Adobe Photoshop – настраивается четкость, контрастность, производится обрезка фотографий и их поворот относительно друг другу. В результате получается файл формата "JPG".

Непосредственно программа «Геометрическая морфометрия» (TPS) состоит из следующих подпрограмм: tpsUtil, tpsDig, tpsSuper, tpsRelw и NtSys. Это серия программ, выпускаемых Дж. Рольфом. Современные версии являются приложениями Windows, существуют в 16- и 32-битной версиях.

Работа с программой TPS начинается с работы в подпрограмме tpsUtil, где из файла форматом *.jpg создается *.tps. Далее, используя tpsDig, на объектах проставляются метки (ландмарки), которые в совокупности описывают конфигурацию объекта. Данные метки ставятся в

соответствии со схемой их расстановки для каждого изучаемого объекта. В подпрограмме tpsSuper проверяется правильность расстановки ланмарок и наблюдается деформация изображений относительно эталона для того, чтобы получить информацию о варьировании объектов. Программа tpsRelw позволяет получить в соответствии со средним значением группы (выборки) очертание исследуемого объекта с усредненными значениями меток и плоскости с обозначением положения объекта и его деформации. Подпрограмма NtSys позволяет получить цифровые данные по объекту для их последующего анализа в других программах.

Ученики на таком занятии очень внимательны, поглощены деятельностью. Выполнение практического задания по плану позволило ученикам окончательно разобраться в теме и закрепить материал. На таком занятии учащиеся активны, мотивированны на результат в течение всего занятия. Они показывают умение продуктивно работать, умение наблюдать, сравнивать, делать выводы, анализировать и обобщать свои знания, а также сплоченно работать в группах.

Сегодня в школах метод геометрической морфометрии можно применять как совершенно новый подход в проведении научных исследований по биологии. Использование данного метода рекомендовано для учащихся 10–11 классов. В большей степени это связано со сложностью использования программы и необходимостью проведения комплексной работы, связанной с подготовкой и обработкой материала. Также не следует забывать и об ограничении работы за компьютером детей разных возрастов. С данной программой можно исследовать различные биологические объекты. Это может быть как целый организм, так и отдельная его часть, орган.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что метод геометрической морфометрии может быть активно внедрен и использован как инновационный метод проведения научных исследований по биологии, благодаря которому будет повышен уровень и качество исследовательской деятельности учащихся.

Литература

1. Муниципальное казенное учреждение «Управление образования» администрации городского округа [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.gcpi.neftekamsk.ru>. – Дата доступа: 20.02.2015
2. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://festival.1september.ru>. – Дата доступа: 20.02.2015
3. Средняя школа № 1 г. Лиды [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lida-sch1.ehost.by>. – Дата доступа: 22.03.2015

4. Bookstein, F. L. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology / F. L. Bookstein. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1991. – 198 p.
5. Павлинов, И. Я. Геометрическая морфометрия черепа мышевидных грызунов (Mammalia, Rodenta): связь формы черепа с пищевой специализацией / И. Я. Павлинов // Журнал общей биологии. – 2000. – Т. 61, № 6. – С. 583–600.
6. Rohlf, F. J. GRF: program for generalized rotational fitting / F. J. Rohlf, D. Slice. N.Y.: State University at Stony Brook, 1990b. (program)
7. Bookstein, F. Combining the tools of geometric morphometrics. Advances in morphometrics / F. Bookstein, M.L. C.M

МГТУ ИМ. И.П. ПАВЛИНА