

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ

А. В. Толстиков, М. С. Потахин, М. С. Богданова

*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН*

## ВВЕДЕНИЕ

Наглядность информации, ее адекватная воспринимаемость и понятность играют решающую роль в процессе образования и воспитания. Существующие формы представления материала: карты, схемы, графики, диаграммы – часто обязывают преподавателя вводить дополнительные уточнения, в то время как объемом информации, накапливающейся, например, в ходе исследовательских работ студентов, все возрастает. Здесь может потребоваться внедрение новых средств визуализации данных.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Компьютерная визуализация данных используется давно. Однако не будем касаться первых шагов в этой области, а рассмотрим современные тенденции, поскольку это наиболее интересно. В науке и технике можно выделить, по крайней мере, две основные причины существования компьютерной визуализации данных. Первая – это моделирование поведения сложной системы для решения поставленной задачи; вторая – проверка существующей гипотезы по готовой модели. Но для образования может стать актуальной еще одна причина. Важно продемонстрировать работу системы лицам, заинтересованным в знании о ней, но не имеющим возможности ознакомиться с объектом в реальных условиях. К таким лицам относятся, например, студенты. Экология – один из предметов, где компьютерная визуализация помогает учащимся вникнуть в суть процесса. Безусловно, в настоящее время существует множество электронных ресурсов, успешно решающих эти проблемы. Однако современные технологии достигли того уровня, когда учебные материалы не нужно с большим трудом выискивать; стало возможно создавать их самостоятельно, в зависимости от задач, которые ставит перед собой преподаватель. Для этого достаточно иметь компьютер и некоторые навыки работы со специфическими программами. В своей работе для компьютерной визуализации мы используем динамические схемы, анимацию, учебно-научные фильмы и 3D-визуализацию.

Большая часть существующих компьютерных программ, которые мы используем в эколо-

гическом просвещении, создана для объемного моделирования архитектурных строений или узлов агрегатов. Однако некоторые программы (например, ГИС «Карта 2008») удачно решают вопросы 3D-моделирования природных объектов и хорошо воссоздают рельеф местности по следующей схеме (рис. 1).

Из схемы следует, что для создания трехмерной модели местности необходима векторная карта интересующей нас территории, значение высот и фотоматериалы.

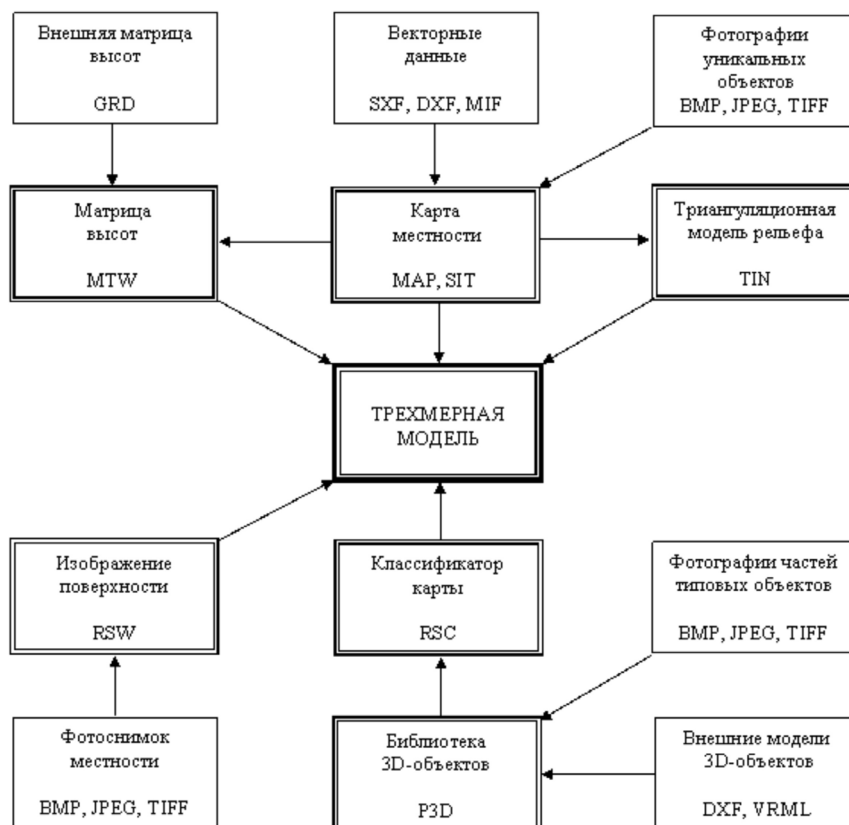
Трехмерные природные объекты могут успешно реализовываться во многих пакетах программ, например, в Surfer (рис. 2), Grass или AutoCAD. Основная проблема, с которой на этом пути столкнется преподаватель, – стоимость лицензий этих программ.

И, конечно, самыми наглядными примерами компьютерной визуализации являются анимации и динамические схемы. Для создания таких объектов удобно воспользоваться программным пакетом Macromedia Flash. Динамические схемы удачно воспроизводит Jasc Animation Shop (рис. 3).

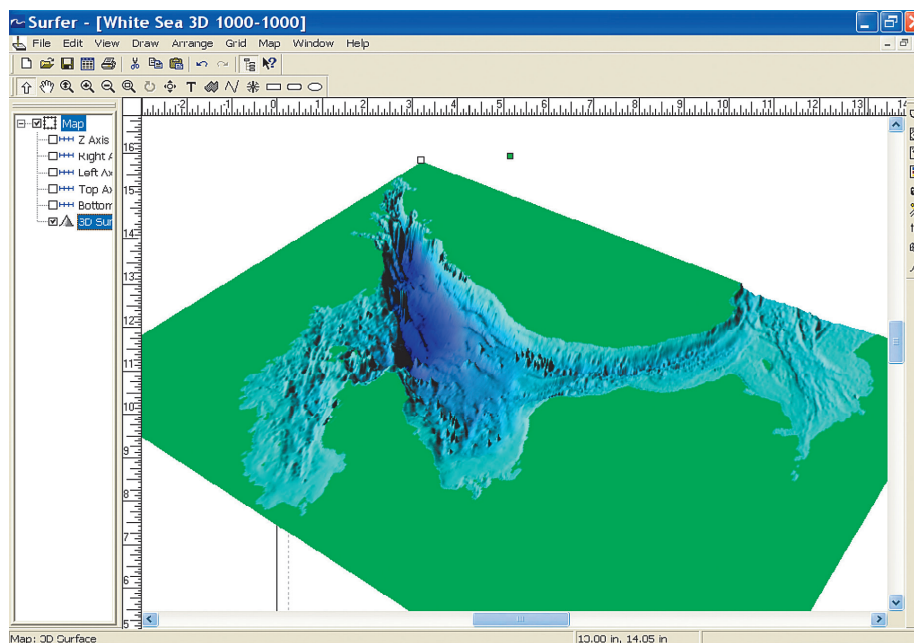
Помимо основных причин, которые подталкивают к созданию компьютерных объемных моделей, можно выделить сопутствующие, например, необходимость объединить разрозненные данные об объекте в одной модели. Получается, что 3D-визуализация – это своего рода интерпретация данных. В этой связи все сводится к идее управления знаниями, поскольку готовая модель позволяет принимать решения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

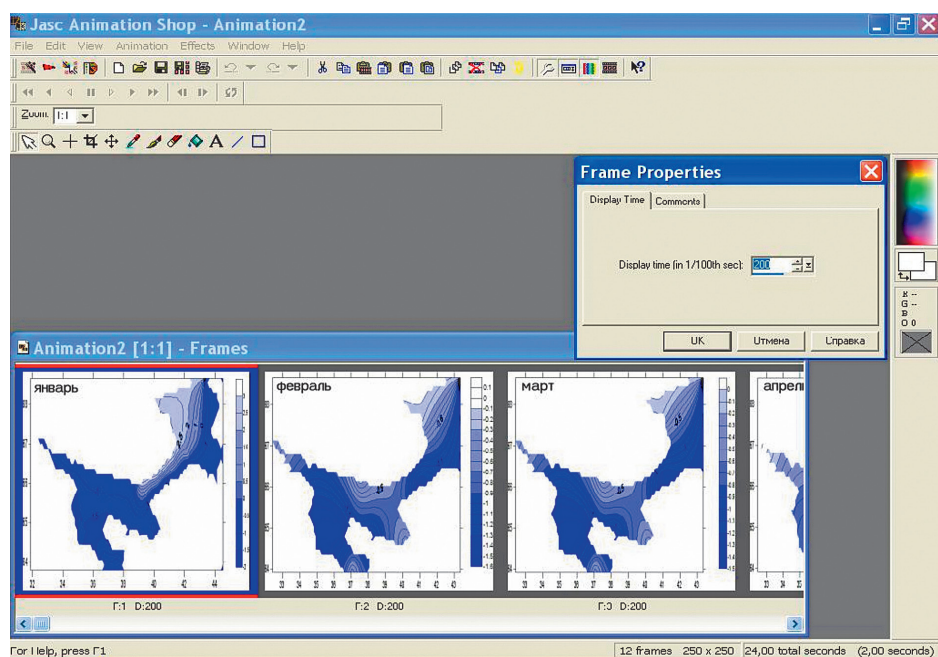
В 2006 г. мы использовали этот подход при разработке виртуальной экологической тропы «Озеро Пряжинское» (Свидетельство..., 2007; Толстиков и др., 2007). С помощью приемов компьютерной визуализации мы описали сложный природный объект – систему «озеро – водосбор» – и показали типичные ландшафты побережий оз. Пряжинского во все времена года. Виртуальная экологическая тропа – это своего рода электронный справочник, содержащий видео- и фотоматериалы (в данном случае по Пряжинскому озеру и его водосбору), структурированный определенным образом (рис. 4).



Р и с . 1 . Схема 3D-визуализации природного объекта (в нижней части каждого блока указано расширение файла) (из: <http://www.gisinfo.ru/3d/databuild.htm>)



Р и с . 2 . 3D-рельеф дна Белого моря, построенный в Golden Surfer 8  
Fig . 2 . 3D-relief of the White Sea bottom, made with help of the Golden Surfer 8



Р и с . 3 . Анимационная карта температуры поверхности Белого моря

Fig . 3 . The animation map of surface temperature of the White Sea



Р и с . 4 . Интерфейс виртуальной экологической тропы

Fig . 4 . Interface of the virtual trip

Виртуальная экологическая тропа «Озеро Пряжинское» представлена в виде мультимедийного DVD диска, выполненного на двух языках: русском и английском. Первый раздел вир-

туальной экологической тропы содержит карту озера с интерактивными точками. Каждая такая точка запускает либо видеоролик, демонстрирующий ландшафт указанной территории, либо

открывает страницу с фотоматериалами и текстовой информацией. Раздел «Виртуальная тропа» – это интерактивная фотография побережья Пряжинского озера – территории отдыха жителей поселка Пряжа. Как и на обычной экологической тропе, здесь есть информационные щиты, только они представляют собой гиперссылку на web-страницу с пояснительной информацией. Раздел «Полезно знать» содержит материалы по морфометрии оз. Пряжинского, библиографию с некоторыми активными ссылками на источники и полными текстами сборников по экологическому просвещению за 2006 и 2007 гг. научно-образовательного центра Института водных проблем Севера Карельского НЦ РАН. Кроме этого, представлены основные природные комплексы ландшафта территории и некоторые интересные объекты, например, озовые гряды, поселок Пряжа, основной приток озера – ручей Дегенс. «Видеоприложения» – это раздел с короткими видеороликами, снятыми во все сезоны года на месте отдыха жителей поселка Пряжа.

Помимо природных объектов отмечены историко-культурные: традиционные жилища карелов-людиков и следы современного антропогенного воздействия на водоем, включая результаты подводных исследований на мелководье северо-восточного побережья (Толстиков, Потахин, 2008).

Виртуальная тропа, в отличие от обычной экологической или учебной тропы, где время на прохождение маршрута строго регламентировано, не ограничена ни временными, ни пространственными рамками. При наличии доступа к Интернету на компьютере пользователя можно легко расширить количество имеющихся данных с 4,7 Гб до неограниченного объема с помощью дополнительных адресов web-сайтов, размещенных на диске.

При всей своей простоте, удобстве и незначительных денежных вложениях виртуальная тропа не нарушает принципов организации и требований к созданию традиционных экологических троп, однако она не способна полностью их заменить. Поэтому виртуальная экологическая тропа может применяться как допол-

нение в сфере экологического образования студентов.

Другим аспектом компьютерной визуализации в нашей работе является создание учебно-научных фильмов. Видеофильмы использованы и при создании виртуальной экологической тропы «Озеро Пряжинское». В настоящее время создается фильм по работе с океанологическими приборами, где рассмотрены вопросы гидрометрии. Фильм ориентирован на студентов-океанологов, но может быть интересен и широкому кругу специалистов. Структура фильма организована согласно плану океанологических работ. В первой части показано устройство научно-исследовательского судна и рассказано о методах наблюдений. Во второй части – методика CTD-измерений (отангл. conductivity – temperature – depth, т. е. измерения электропроводности, температуры, глубины моря). Здесь же рассказывается о постановке АБС – автономных буйковых станций, показаны приборы, регистрирующие скорость и направление течений, изменение уровня моря, концентрацию кислорода. Третья часть содержит информацию по исследованию дна моря. Здесь продемонстрированы различные эхолоты и дночерпатели. Четвертая часть посвящена работе гидрохимиков с показом отбора проб батометрами различного типа и первичной обработкой материала в полевых условиях. Биологический раздел помещен в пятую часть, которая повествует в основном о работе планктологов. Шестая часть – заключительная – рассказывает о некоторых аспектах камеральной обработки данных.

## ВЫВОДЫ

Использование приемов компьютерной визуализации является одним из направлений научно-образовательного центра Института водных проблем Севера в программах по экологическому образованию. Надеемся, что приобретенный нами опыт может быть интересен школьникам и студентам, поскольку демонстрируемая информация наиболее соответствует режиму реального времени.

## ЛИТЕРАТУРА

**Свидетельство** об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007611849 «Виртуальная экологическая тропа „Озеро Пряжинское“ (VET-LP)». Авторы: Толстиков А. В., Потахин М. С., Богданова М. С. 2007.

**Толстиков А. В., Потахин М. С.** Загрязнение береговой линии северо-восточной части Пряжин-

ского озера (Республика Карелия) // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: Сб. тр. V Междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2008. С. 450–452.

**Толстиков А. В., Потахин М. С., Богданова М. С.** Создание виртуальной экологической тропы «Озеро Пряжинское» // Изучение водных объектов и природно-территориальных комплексов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 138–141.

# COMPUTER VISUALIZATION OF TEACHING MATERIAL IN EDUCATION OF PUPILS AND STUDENTS

A. V. Tolstikov, M. S. Potakhin, M. S. Bogdanova

*Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre*

## INTRODUCTION

A major factor in education and raising is how illustrative and comprehensible information is, how relevantly it is perceived. With currently available forms of material representation: maps, schemes, diagrams, the teacher often has to additionally specify some things. Meanwhile, the amount of information accumulated, e.g., in the course of students' research, keeps growing. Hence, new means of data visualization may be needed.

## MATERIAL AND METHODS

Computer visualization of data has been in use for quite a while. Let us not look back at the first steps of the technique, but consider ongoing tendencies, which is more interesting. There are at least two reasons for computer visualization of data to exist in *science and technology*. One is to simulate the behaviour of a complex system to solve one's task; the other one – to verify a hypothesis using a pre-developed model. In

education however, another reason may be of relevance. An important task is to demonstrate how a system functions to those interested in it, but having no possibility to "eye-witness" it. This is the case with students. Ecology is a subject where computer visualization helps learners get an insight into the process. Understandably, there now exist many digital resources successfully addressing the task. However, technologies have now reached a level when one can create an own resource depending on one's task instead of spending much effort on finding ready-made learning aids. To do so, one just needs a computer and some skills in specific software. In our computer visualization activities we employ dynamic schemes, animation, educational films, and 3D visualization.

Much of the software we use in environmental education was designed for 3D modeling of architectural structures or units of machines. Yet, some applications (e.g. "Map 2008" GIS) deal well with 3D modeling of natural objects, and reproduce the terrain following the scheme below (Fig. 1).

|                                         |                                |                                                           |
|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| External elevation matrix<br>GRD        | Vector data<br>SXF, DXF, MIF   | Photographs of unique objects<br>BMP, JPEG, TIFF          |
| Elevation matrix<br>MTW                 | Map of the terrain<br>MAP, SIT | Triangulated terrain model<br>TIN                         |
| <b>3-D MODEL</b>                        |                                |                                                           |
| Image of the surface<br>RSW             | Map classifier<br>RSC          | Photos of fragments of typical objects<br>BMP, JPEG, TIFF |
| Photo of the terrain<br>BMP, JPEG, TIFF | Library of 3D objects<br>P3D   | External models of 3D objects<br>DXF, VRML                |

Fig. 1. Scheme for 3D visualization of a natural object (bottom line of each unit is file extension)  
(from: <http://www.gisinfo.ru/3d/databui7ld.htm>)

It follows from the scheme that to produce a 3D model of the terrain one needs a vector map of the area, elevation values and photos.

Three-dimensional natural objects could be realized successfully with help of programs such as Surfer, Grass or AutoCAD. The main problem the teacher will confront heading towards is a price of the program's license (Fig. 2).

And of course the main pictorial samples of computer visualization are animation and dynamic schemes. To produce such objects we make use

the program of Macromedia Flash. Dynamic schemes are successfully reproduced by Jasc Animation Shop (Fig. 3).

In addition to the main motivations for generation of 3D computer models there are some accompanying ones such as the need to assemble scattered data about an object within one model. Thus, 3D visualization is a kind of data interpretation enterprise. This eventually brings us to the idea of data management, since the final model enables decision-making.

## RESULTS

In 2006, we used this approach to produce the virtual trip "Lake Pryazhinskoye" (Certificate..., 2007; Tolstikov et al., 2007). By means of computer visualization we described the complex natural object: the "lake-catchment" system and demonstrated typical landscapes of Lake Pryazhinskoye shores in all seasons. The virtual trip is a sort of a specifically structured digital reference book with video- and photo materials (here, on Lake Pryazhinskoye and its catchment) (Fig. 4).

The virtual trip "Lake Pryazhinskoye" is available on multimedia DVD in two languages: Russian and English. The first section contains the map of the lake with interactive points. Each point either launches a piece of video on the landscape of the area, or opens a page with photos and textual material. The "Virtual Trip" section is the interactive photograph of Lake Pryazhinskoye shore – a recreation area wanted by people from the Town of Pryazha. Like a real nature trip, it has information boards – hyperlinks to the webpage with explanatory information. The "Good to Know" section contains materials on Lake Pryazhinskoye morphometry, bibliography with some active links to sources and full texts of ecological education papers (2006 and 2007 yr) of the Scientific Educational Centre of the Northern Water Problems Institute. Moreover, it is present major natural complexes of the landscape and some interesting objects such as oases ridges, Pryazha Town, Degens Stream – the main tributary of the lake. "Video Attachments" are short pieces of footage shot in different seasons in the towns' recreation area.

In addition to natural objects, attention is given to historical and cultural ones: traditional houses of Ludic Karelians, and traces of modern human impact on the lake, including the results of underwater surveys in shallow areas along NE shore (Tolstikov, Potakhin, 2008).

Unlike the regular nature tourism or educational trip, where the timeframe is strictly defined, the virtual trip has neither temporal nor spatial limitations. With Internet access, the data available

can be easily expanded from the 4.7 Gb of the disk space to about infinity through links to extra websites.

With all its simplicity, convenience and low costs, the virtual trip is consistent with the organization principles of and requirements to traditional nature trips, but cannot fully substitute them. Thus, virtual trip can be used as additional learning aid in environmental education.

Another form of computer visualization in our work is making of scientific educational films. Video films were used also in the virtual trip "Lake Pryazhinskoye". We are now producing a film teaching to operate oceanology equipment, and telling about hydrometry. The film is meant for students in oceanology, but may also be of interest to a wide range of specialists. The film is structured to follow the plan of oceanological research. First, the arrangement of a research vessel is demonstrated, and methods of observation are described. The second part tells about the CTD measurement technique (conductivity-temperature-depth measurements). It also describes installation of autonomous buoy stations, shows the equipment used to record current speed and direction, measure sea level, oxygen concentration. The third part contains information about seabed studies. It demonstrates various echo sounders and bottom grabs. Part four is devoted to the work of hydrochemists, and shows how samples are taken by bottom samplers of various types, and how the material is preliminarily processed in the field. The biological section is in part five, which is mainly concerned with the work of planktologists. The sixth, conclusive part throws light upon some aspects of laboratory treatment of data.

## CONCLUSIONS

Application of computer visualization tools is an area of the environmental education activities of the Scientific Educational Centre of the Northern Water Problems Institute. It is our hope that the experience we have gained would be of interest for pupil and students, since the information offered best corresponds to the real-time mode.

## REFERENCES

**Certificate** of official registration of the computer programme № 2007611849 "Virtual trip "Lake Pryazhinskoye" (VET-LP)". Authors: A. V. Tolstikov, M. S. Potakhin, M. S. Bogdanova. 2007 [in Russian].

**Tolstikov A. V., Potakhin M. S.** Pollution of Lake Pryazhinskoye NE shoreline (Republic of Karelia)

// Environmental Problems. Visions. Proceedings of the 5th International Workshop. Rostov-on-Don, 2008. P. 450–452 [in Russian].

**Tolstikov A. V., Potakhin M. S., Bogdanova M. S.** Development of the virtual trip "Pryazhinskoye Lake" // Study of Aquatic Objects and Spatial Natural Complexes of Karelia. Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS, 2007. P. 138–141 [in Russian].