

Некоторые аспекты педагогической модели конструктивного геометрического моделирования

Д.В. Волошинов¹, К.Н. Соломонов², Л.О. Мокрецова³, Л.И. Тищук²

denis.voloshinov@yandex.ru | konssol@list.ru | igmisis@yandex.ru | liudmila.tishchuk@mail.ru

¹Санкт-Петербургский госуниверситет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

²Филиал Ростовского государственного университета путей сообщения в г. Воронеж, Воронеж, Россия

³Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия

Применение конструктивного геометрического моделирования к педагогическим моделям преподавания графических дисциплин сегодня является перспективным направлением использования средств компьютерной техники в учебном процессе образовательных учреждений.

Сущность метода конструктивного геометрического моделирования состоит в представлении любой операции, выполняемой над геометрическими объектами в виде преобразования, в результате которого устанавливается некоторая конструктивная связь, а само преобразование может рассматриваться как результат действия абстрактного кибернетического устройства.

Конструктивное геометрическое моделирование является востребованным информационным инструментом обработки информации в различных прикладных областях, однако, этот инструмент не может быть оценен по достоинству без наличия соответствующих программных систем и развитых методик проектирования. Традиционно конструктивное геометрическое моделирование находит применение при проектировании объектов машиностроения, энергетики, авиа и судостроения, в архитектурном и дизайн-проектировании.

Необходимость изучения начертательной геометрии в вузе в последние годы перекликается с вопросами освоения графических пакетов компьютерных программ в рамках новой дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Простейшим и наиболее привлекательным для обучения считается широко известный программный продукт КОМПАС. Следует отметить важную роль графических пакетов в преподавании геометрических дисциплин, требующих образного восприятия студентами излагаемого материала. На фоне сокращения учебных аудиторных часов компьютерные графические пакеты служат практически единственной продуктивной методикой преподавания, успешно заменяя традиционные средства – мел и доску.

Ключевые слова: компьютерная графика, конструктивное геометрическое моделирование, педагогическая модель, графические дисциплины, программный продукт.

Some aspects of the pedagogical model of constructive geometric modeling

D.V.Voloshinov¹, K.N.Solomonov², L.O.Mokretsova³, L.I.Tishchuk²

denis.voloshinov@yandex.ru | konssol@list.ru | igmisis@yandex.ru | liudmila.tishchuk@mail.ru

¹The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications, St. Petersburg Russia

²Branch of Rostov State Transport University in Voronezh, Voronezh, Russia

³National Research Technological University "MISiS", Moscow, Russia

The application of constructive geometric modeling to pedagogical models of teaching graphic disciplines today is a promising direction for using computer technology in the educational process of educational institutions.

The essence of the method of constructive geometric modeling is to represent any operation performed on geometric objects in the form of a transformation, as a result of which some constructive connection is established, and the transformation itself can be considered as a result of the action of an abstract cybernetic device.

Constructive geometric modeling is a popular information tool for information processing in various applied areas, however, this tool cannot be appreciated without the presence of appropriate software systems and developed design techniques. Traditionally, constructive geometric modeling is used in the design of mechanical engineering, energy, aircraft and shipbuilding facilities, in architectural and design engineering.

The need to study descriptive geometry at the university in recent years has something in common with the issues of mastering graphic packages of computer programs in the framework of the new discipline "Engineering and Computer Graphics". The well-known KOMPAS software product is considered the simplest and most attractive for training. It should be noted the important role of graphic packages in the teaching of geometric disciplines that require a figurative perception of the material by students. Against the background of a reduction in classroom hours, computer graphics packages are practically the only productive teaching methodology, successfully replacing traditional tools - chalk and blackboard.

Keywords: computer graphics, constructive geometric modeling, pedagogical model, graphic disciplines, software product.

1. Введение

Компьютерная графика в настоящее время имеет широкие сферы применения. В области образования – это в основном построение 3D-моделей, позволяющих моделировать пространственные объекты (детали машин или строительные помещения), с помощью

известных и хорошо себя зарекомендовавших программных продуктов, таких как КОМПАС, AutoCAD и т.д. Базой для них служат алгоритмы, заложенные в недрах прикладной геометрии, в том числе и начертательной. Педагогические модели современности,

практикуемые в образовательных учреждениях, не всегда учитывают специфику указанной дисциплины, и, как правило, не используют в полной мере возможности компьютерной графики, которая может служить не только средством освоения графических дисциплин, но и инструментом преподавания, что обнажает ее дидактические корни. Проблемы этого связаны с недооценкой основ компьютерной инженерной графики, широко внедряемой в образовательный процесс на протяжении начала XXI века, благодаря активному развитию инструментальных и программных средств информационно-вычислительной техники.

2. Объект исследований

Недостаточно глубокое понимание существа начертательной геометрии, ее информационного и гносеологического значения привели к тому, что богатейший арсенал накопленных геометрией знаний, методов и приемов был подвержен деструктивным влияниям апологетов информационно-аналитических теорий, превалирующих в современной науке и практике.

Причины возникновения такого кризиса и пути выхода из него уже неоднократно обсуждались в работах [1, 2], в которых было продемонстрировано равноправие геометрической науки в отношении с другими областями человеческого знания, вскрыта ее информационная сущность. Объектом исследования, краткие результаты которого излагаются в данной статье, является конструктивное (синтетическое) геометрическое моделирование; предметом – сферы приложения методов синтетической геометрии в традиционных и перспективных научных и прикладных областях деятельности человека.

3. Методология исследований

Сущность метода конструктивного геометрического моделирования состоит в представлении любой операции, выполняемой над геометрическими объектами в виде преобразования, в результате которого на основе информации об одних объектах порождаются другие объекты. Таким образом, между объектами устанавливается некоторая конструктивная связь, а само преобразование может рассматриваться как результат действия абстрактного кибернетического устройства (геометрической машины) [3]. В такой интерпретации геометрические объекты следует рассматривать как сигналы. В отличие от общепринятого способа представления информации в виде чисел, геометрические объекты допускают иную интерпретацию – образную, что является основной отличительной особенностью геометрического метода. Такая интерпретация не отрицает значимость привычного координатного метода, однако привносит в практику научной деятельности новое качество – интегрированное представление сложноструктурированной информации.

Выводы, сделанные в работах [1, 2], позволяют заключить, что метод конструктивного геометрического моделирования является основой для создания

принципиально новых информационных технологий, основанных на принципах синтеза и интеграции информации. В свою очередь информационные технологии также привносят в геометрическую науку новое качество – теперь она может причисляться не только к точным наукам, но и стать базисом так называемого геометрического эксперимента.

4. Обзор литературы

Традиционно конструктивное геометрическое моделирование находило, и находит поныне, применение при проектировании объектов машиностроения, энергетике, авиа и судостроения [4], в архитектурном и дизайн-проектировании [5]. За два прошедших десятилетия в этих областях получили бурное развитие средства автоматизации труда проектировщиков, что, кстати, и послужило косвенной причиной необоснованного отказа от изучения методов геометрии. Однако при внимательном отношении к существу происходящего данное обстоятельство не может служить основанием для причисления геометрической науки к устаревающим знаниям, поскольку автоматизация как таковая сама базируется на методах и принципах некогда сформулированных геометрической наукой, и лишь интерпретируемых в целях упрощения программирования информационных систем в аналитической форме.

В свое время эти области человеческой деятельности послужили основным источником развития геометрической науки, способствовали совершенствованию ее моделей и методов, а также формированию геометрической мысли, которая однажды «перешагнула» пределы своего сугубо практического фундамента. С развитием идей, сформулированных Я. Больяи, Н. Лобачевским, Ф. Клейном [6, 7], геометрия, являющаяся по существу агрегатором абстракций, позволила сделать качественный скачок в понимании неоднозначности фундаментальных основ аксиоматического метода. Некоторое время такие выводы воспринимались научным сообществом как абсурд, приводящий к утрате математикой своих «незыблемых основ», и лишь со временем они были переосмыслены, в результате чего геометрия еще более расширила возможности в моделировании явлений окружающего мира. Не находившие понимания в момент своего появления, эти идеи получили мощное подтверждение их правомерности при математическом обосновании исследований, проводившихся в области радиоактивных излучений, физики атомного ядра, в результате формулировки А. Эйнштейном основных принципов и положений общей теории относительности. Научные открытия, сделанные в физике, продемонстрировали возможность применения непривычных геометрических методов к описанию ранее неизвестных явлений природы и решению задач технического проектирования при описании явлений, основанных на новых физических принципах. Геометрия смогла оторваться от задач, связанных исключительно с понятием протяженности и позиционирования материальных сущностей в физическом пространстве, а значит, обрела статус уни-

версального инструмента моделирования.

Для того чтобы хотя бы вкратце охарактеризовать сферы возможного применения конструктивного геометрического метода, приведем ряд примеров, подобранных на основе анализа некоторых литературных источников, книг и материалов научных конференций. Хочется еще раз подчеркнуть основную мысль этого анализа: при том, что в решаемых многими исследователями проблемах присутствие конструктивного геометрического моделирования налицо, этот метод практически во всех публикациях остается без внимания.

Как уже говорилось, многие геометрические исследования носят абстрактный фундаментальный характер. Их практические приложения в настоящее время, возможно, недостаточно ясны или пока не найдены, что, однако, не принижает их познавательную ценность [8]. Следует признать, что без надлежащего информационного обеспечения подобные разработки вряд ли войдут в нашу жизнь, поскольку для их использования в современных условиях, они должны быть представлены аналитическими эквивалентами и запрограммированы. Таким образом, геометр должен обладать хорошими навыками аналитического представления геометрической информации, программирования и т.п., что в реальности трудноосуществимо. Отсутствие необходимых информационных средств крайне затрудняет работу исследователей ввиду ее исключительной трудоемкости и сложности.

В относительно недавнем прошлом геометрические схемы были одним из основных средств решения проектных задач, в особенности специализированных. Понятно, что узкая специализация геометрических моделей не может стать инструментом универсальных систем автоматизации проектирования из-за несовместимости информационных парадигм применяемого в них аналитического аппарата и предлагаемого конструктивного метода. Это значит, что многочисленные разработки, одним из примеров которых является публикация [9], никогда уже не будут практически применены.

Весьма интересен и тот факт, что многие исследователи в областях, казалось бы, не имеющих прямого отношения к геометрической науке, приходят к выводам о геометрическом характере получаемых ими результатов, апеллируют к их образным и геометрографическим интерпретациям. Геометрия находит свое отражение в биологии [10], описании структур химических графов и т.п.

5. Приложения в образовании

Недоучет информационной сущности геометрии затрудняет преподавание этой дисциплины. Геометрия в подавляющем большинстве случаев воспринимается учащимися как сложная наука, а востребованность ее результатов не вполне очевидна. Учебники, а также книги ученых и педагогов-энтузиастов [11-13], популяризирующих геометрическое знание, заслуживают всяческого поощрения.

Дискуссия о необходимости изучения начертательной геометрии в вузе в последние годы переключается с вопросами освоения графических пакетов компьютерных программ в рамках новой дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Простейшим и наиболее привлекательным для обучения можно считать широко известный программный продукт КОМПАС. На примере изучения КОМПАСа видны минусы и плюсы внедрения графических пакетов в систему преподавания геометрических дисциплин. КОМПАС – удобный инструмент, освобождающий пользователя от рутинной работы, гораздо более совершенный, чем карандаш и линейка. Поэтому вопрос о необходимости использования компьютерных графических технологий для обучения в образовательных учреждениях, а также на предприятиях и в конструкторских бюро носит чисто риторический характер. Кроме этого, следует отметить важную роль графических пакетов в преподавании геометрических дисциплин, требующих образного восприятия студентами излагаемого материала. На фоне сокращения учебных аудиторных часов, запланированных на эти дисциплины, компьютерные графические пакеты служат практически единственной продуктивной методикой преподавания, успешно заменяя традиционные средства – мел и доску. Достаточно привести один пример. При изложении способов решения различных задач начертательной геометрии на выполнение на доске только лишь исходного чертежа по условию задачи требовалось много усилий и аудиторного времени. Благодаря компьютерным графическим инструментам теперь это можно сделать намного быстрее, особенно указанное преимущество заметно при изображении проекций сложных геометрических пространственных объектов, да еще и с высокой наглядностью, характерной для твердотельных моделей.

6. Приложения в науке

Концепция конструктивного геометрического моделирования, базирующаяся на высказанных ранее соображениях [14], положена в основу программного комплекса Симплекс, разработанного одним из авторов данной статьи. Основная ее задача – обеспечить заинтересованного пользователя инструментальным средством, обеспечивающим синтетический подход к решению разнообразных практических задач. Синтез конструктивных геометрических моделей в рамках этой системы является программированием, поскольку между объектами геометрической природы, которыми оперирует данная система, устанавливаются отношения реляционной функциональной взаимосвязи, однако визуальный характер проектирования геометрических алгоритмов делает этот процесс невидимым для пользователя и лишенным необходимости использования каких-либо аналитических интерпретаций. В связи с тем, что к пользователю не предъявляются требования профессионального владения программированием и владения специальным математическим аппаратом, системой может относительно легко пользоваться человек, понимающий сущность взаимодействия геометрических образов, но не их

математическое представление, выраженное в виде текстов программ. Это, конечно, не означает, что сложные геометрические задачи способен поставить и решить человек, не владеющий соответствующими компетенциями, однако для больших групп людей, таких как геометры, физики, программисты, дизайнеры и т.д. открывается возможность относительно простого и удобного решения их практических задач. Список специальностей, для которых конструктивный метод может оказаться полезным инструментом моделирования, можно продолжать достаточно долго. В дополнение к сказанному, спроектированные в системе модели могут быть подвергнуты испытаниям и целенаправленным экспериментальным исследованиям, то есть таким средствам научного познания, которые крайне трудно осуществить вручную или даже с применением неприспособленных для этих целей систем автоматизации проектирования и дизайна.

7. Результаты

Из проведенного краткого анализа следует сделать выводы о том, что конструктивное геометрическое моделирование является:

– востребованным информационным инструментом обработки информации в различных прикладных областях, однако, этот инструмент не может быть оценен по достоинству без наличия соответствующих программных систем и развитых методик проектирования.

– основой для развития новой информационной технологии, в основе которой лежит идея геометрического синтеза; такая технология обладает рядом преимуществ перед другими информационными технологиями, заключающимися в визуальности и образности представляемой ею информации, и вследствие этого имеет широкие сферы практического приложения.

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-01024.

Список использованной литературы:

- [1] Волошинов Д.В., Соломонов К.Н. Конструктивное геометрическое моделирование как перспектива преподавания графических дисциплин // Геометрия и графика, 2013, т. 1, № 2, с. 10-13.
- [2] Волошинов Д.В. О перспективах развития геометрии и ее инструментария // Геометрия и графика, 2014, т. 2, № 1, с. 15-21.
- [3] Вальков К.И. Введение в теорию моделирования. – Л.: ЛИСИ, 1974. – 151 с.
- [4] Иванов Г.С. Конструирование технических поверхностей. – М.: Машиностроение, 1987. – 188 с.
- [5] Сальков Н.А. Циклида Дюпена и ее приложение. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 141 с.
- [6] Каган В.Ф. Очерки по геометрии. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 572 с.
- [7] Клейн Ф. Неевклидова геометрия. – М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. – 344 с.

- [8] Гирш А.Г. Наглядная мнимая геометрия. – М.: Маска, 2008. – 216 с.
- [9] Грязнов Я.А. Отсек канальной поверхности как образ цилиндра в расслояемом образовании // Геометрия и графика, 2012, т. 1, с. 17-19.
- [10] Заренков Н.А. Геометрические образы биологии. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 160 с.
- [11] Конвей Дж. Квадратичные формы, данные нам в ощущениях. – М.: МЦНМО, 2008. – 144 с.
- [12] Кушнир И.А. Геометрия. Поиск и вдохновение. – М.: МЦНМО, 2013. – 592 с.
- [13] Мамфорд Д., Райт Д., Сирус К. Ожерелье Индры. Видение Феликса Клейна. – М.: МЦНМО, 2011. – 416 с.
- [14] Волошинов Д.В. Конструктивное геометрическое моделирование: теория, практика, автоматизация. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2010. – 355 с.

Сведения об авторах

Волошинов Денис Вячеславович, д.т.н., зав. кафедрой, Санкт-Петербургский госуниверситет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. E-mail: denis.voloshinov@yandex.ru.

Соломонов Константин Николаевич, д.т.н., профессор, Филиал Ростовского государственного университета путей сообщения в г. Воронеж. E-mail: konssol@list.ru.

Мокрецова Людмила Олеговна, к.т.н., доцент, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». E-mail: igmisis@yandex.ru.

Тишук Людмила Ивановна, к.т.н., доцент, Филиал Ростовского государственного университета путей сообщения в г. Воронеж. E-mail: liudmila.tishchuk@mail.ru.