

# Использование *SOLIDWORKS* в учебном процессе при решении стереометрических задач

*К.С. Заболотный, А.В. Томашевская (Национальный горный университет, Украина)*

Современный человек уже в момент рождения начинает жить в мире интенсивно развивающихся технологий. Подрастая, ребенок общается с различными машинами и устройствами, изучает их, зачастую методом проб и ошибок. На момент достижения школьного возраста наш юный современник успевает весьма успешно овладеть навыками использования многих из них.

Но вот ребенок приходит в школу, где, казалось бы, должен узнать много нового, интересного – а ему вместо телефонов, планшетов и компьютеров преподаватели дают ручку, листок бумаги и стараются убедить, что именно с помощью этих нехитрых инструментов можно получить знания. Естественно, такой шаг назад никому не приходится по душе – тем более, что раньше можно было просто играть и не интересоваться, как работает то или иное устройство, не задумываясь, как всё это происходит. На калькуляторе ребенок мог легко оперировать большими числами, а теперь с трудом считает на бумаге, напрягая мыслительные ресурсы. Разумеется, подобные перемены вызывают у младших школьников отрицательные эмоции. Со временем назревает своеобразный внутренний конфликт: ученик уже знает, что такое компьютер и как с ним работать, но в школе доступ к современным технологиям для него закрыт, а в ход идут дедовские методы – ведь так учились сами преподаватели, вот они и считают, что новое поколение нужно учить так же.

Может быть именно по этой причине современные школьники, изучая точные науки, такие как математика, физика и химия, на основе традиционных методик, испытывают значительные затруднения; отсюда – низкий уровень знаний. Такая же проблема существует и в высшей школе. Вот почему многие современные отечественные и зарубежные ученые предлагают оригинальные концепции подготовки специалистов технического профиля с помощью компьютерных технологий. Как средство обучения во всём мире всё более популярными становятся технологии виртуальной реальности, в которых используется компьютерная графика и взаимодействие “человек – компьютер” [1,2]. Как правило, для создания системы виртуальной реальности, помимо компьютерной среды, требуются дополнительные приспособления и предметы – например, шлем, очки, перчатки и т.д. Однако в данной статье речь пойдет о более упрощенных системах виртуальной реальности, созданных и управляемых исключительно с помощью

компьютера и программного обеспечения для 3D-моделирования.

Для более эффективного усвоения материала точных дисциплин в высших учебных заведениях всё чаще стали применять трехмерное геометрическое моделирование [3–5]. К примеру, в Национальном горном университете (НГУ) при подготовке высококвалифицированных инженеров весьма полезными оказались технологии *SOLIDWORKS*; последние годы этому вопросу уделяется особое внимание [3]. Отметим также, что эта 3D-система была проанализирована в диссертационном исследовании Федотовой Н.В. [4].

Вместе с тем известно, что в высшие учебные заведения вчерашние школьники приходят, уже имея определенную подготовку, а значит, накопленную базу знаний и умений, но она мало соответствует запрашиваемому университетом уровню. Низкая степень готовности к обучению в технических вузах, а также к пониманию наукоемкого материала возникает из-за больших пробелов в знаниях по математике, физике и другим точным дисциплинам. С нашей точки зрения, надо менять концепцию подготовки школьников в целом. Необходимо разработать такую методологию, в которой нашлось бы место и преподаванию точных дисциплин с привлечением компьютерных программ и виртуальных технологий. Решение этой глобальной проблемы, которая стоит перед высшей и средней школой, требует создания необходимых программных средств, методик преподавания, переподготовки педагогического персонала и т.п.

Одним из направлений на этом пути может стать разработка методик применения современных компьютерных инструментов для решения задач по стереометрии.

Объектом инновации в этом случае можно считать образовательный уровень современных школьников в области виртуальных компьютерных технологий. Его повышение позволит развивать у школьников аналитическое мышление – в частности, при изучении курса стереометрии.

Разработанная методика может стать неотъемлемой частью новых учебных программ по стереометрии, а её внедрение существенно расширит возможности школьников в изучении этой дисциплины.

Чтобы осуществить поставленную задачу, авторы решили привлечь современные промышленные системы автоматизированного проектирования (САД) и инженерного анализа (САЕ).

Конечной целью исследования была разработка рекомендаций к практическому применению

методики для решения задач по стереометрии.

Условием достижения цели является решение следующих подзадач:

- 1 Обоснование методики.
- 2 Разработка рекомендаций к внедрению методики.

Разрабатываемая авторами методика должна, за счет использования элементов виртуальной реальности, стимулировать пространственное мышление учащихся, которым приходится решать сложные логические задачи.

С этой целью необходимо первым делом обосновать выбор программного инструмента (CAD-системы), позволяющего построить виртуальный объект – трехмерный образ решаемой задачи. Далее нужно сформировать такую схему работы ученика с построенным виртуальным объектом, которая способна погрузить его сознание в трехмерный мир виртуальной реальности. Необходимо учитывать, что на следующем этапе исследования у обучаемого возникает потребность в сопоставлении результатов проведенных им аналитических расчетов с тем, что дает CAD-система, в оценке их точности.

Учитывая специфику отображения стереометрических объектов, авторы выдвинули следующие требования к используемым CAD-инструментам:

- простой интерфейс;
- возможность при построении виртуального образа определять площадь, объем, массу объекта, расстояние между его характерными точками;
- способность легко изменять размеры и формы виртуального геометрического тела.

Современные интегрированные САПР (например, *SOLIDWORKS*, *Inventor*, *CATIA* [6]) полностью отвечают перечисленным требованиям. В данном случае предпочтение было отдано системе *SOLIDWORKS*, которая позволяет легко создавать трехмерные параметрические твердотельные модели.

## Решение простой стереометрической задачи

Продemonстрируем применение средств *SOLIDWORKS* для создания виртуального образа при решении стереометрической задачи построения наклоненной под углом  $60^\circ$  призмы, стороны основания которой равны 5, 6 и 7 см, а длина ребра составляет 10 см.

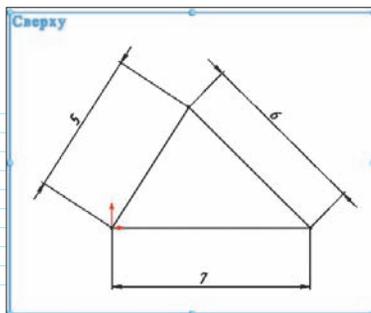


Рис. 1. Эскиз основания призмы

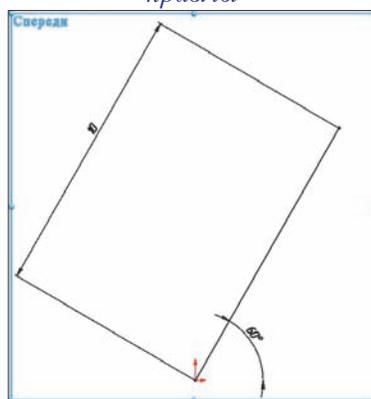


Рис. 2. Эскиз отрезка наклонной прямой

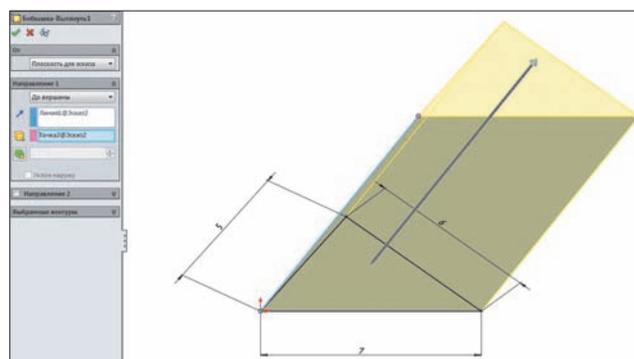


Рис. 3. Для построения призмы применяем команду “Вытянутая бобышка”

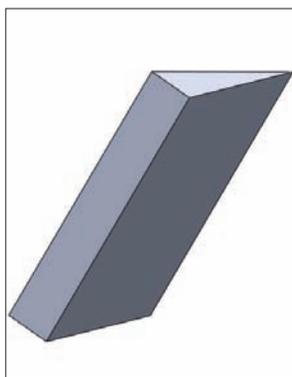


Рис. 4. Готовая трехмерная модель призмы в одном из ракурсов

В общем виде задачу решают следующим образом: на одной из плоскостей строят эскиз. Затем (как правило, применяя всевозможные комбинации инструментов “Вытянутая бобышка”, “Вытянутый вырез” и “Повернутая бобышка”) создают 3D-изображения, названные виртуальными объектами.

Для начала выберем плоскость, на которой построим основание призмы – треугольник, стороны которого соответствуют заданным в условии значениям. Пускай это будет плоскость сверху (рис. 1).

После этого на плоскости, перпендикулярной к начальной – в данном случае это будет плоскость спереди – мы построим отрезок прямой, длиной 10 см и наклоненный к первоначальному эскизу под углом  $60^\circ$  (рис. 2).

Далее используем команду “Вытянутая бобышка”, где основанием будет треугольник, условие “До вершины”, направление – прямая; указываем, что вершиной будет крайняя точка этой прямой (рис. 3).

**Вывод:** выбранный нами CAD-пакет подходит для построения трехмерного образа при решении данной стереометрической задачи, так как имеет простой интерфейс, дает возможность определять массу, объем и другие характеристики виртуального объекта, что позволяет легко изменять его размеры и формы.

Работая с пользовательским интерфейсом *SOLIDWORKS*, каждый ученик получает возможность в полной мере управлять компьютерной CAD-моделью. При этом ему удастся заглянуть в трехмерный мир виртуальной реальности, восприятие

образов которой стимулирует пространственное мышление. Интенсивность этого процесса зависит от многих факторов – например, от степени правдоподобия трехмерной графики, наличия интерактивных пользовательских инструментов управления геометрией и даже от объемного звукового сопровождения, не говоря уже о возможности взаимодействовать с объектом естественным способом, то есть интуитивно.

В ходе занятий авторами было замечено, что интеллектуальная активизация воображения школьника эффективна в том случае, когда он может манипулировать виртуальным образом решаемой задачи, как бы “играть” с моделью. Это явление можно назвать *логической детализацией* [3] в том смысле, что ученик может делать умозаключения о существовании физического смысла пространственного объекта, самостоятельно определять зависимости между его геометрическими параметрами и т.п. Другими словами, чем больше наш юный исследователь “шалит”, “дурачится” с моделью, тем глубже он погружается в её виртуальное пространство, тем больше получает удовольствия, и тем выше его мозговая активность!

В качестве примеров можно привести несколько упражнений.

### Пример на оптическую иллюзию

Задача ученика – ответить на вопрос “Что за фигура изображена на рисунке и как она получена?”

Рассматривая картинку, имеющуюся в условии задачи (рис. 5), ученику сложно делать выводы о том, какова эта фигура на самом деле. Тогда он обращается к уже построенной в *SOLIDWORKS* модели и начинает манипуляции с ней. Осматривая 3D-модель под разными ракурсами, ученик видит, что это куб, у которого удалена часть переднего ребра, вследствие чего и возникает данная оптическая иллюзия (рис. 6).

Процесс поиска в виртуальной среде, получение правильного ответа – всё это вызывает положительные эмоции, а значит, желание развивать свои умения.

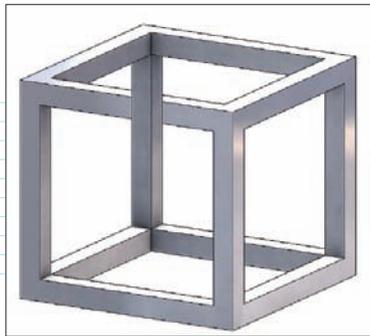


Рис. 5. Трехмерная модель куба

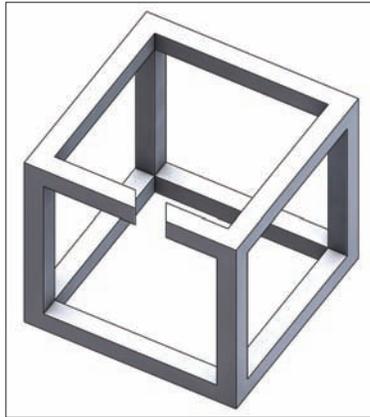


Рис. 6. Модель куба под другим ракурсом

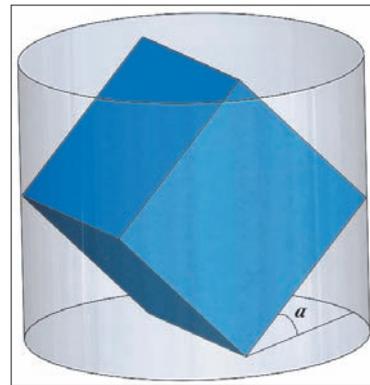


Рис. 7. Куб, вписанный в цилиндр

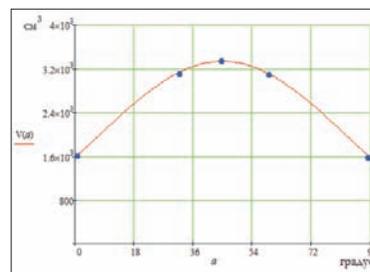


Рис. 8. Кривая зависимости объема цилиндра от угла поворота вписанного в него куба

Как мы уже упоминали, то, что происходит, пока ученик манипулирует объектом, принято называть логической детализацией.

Наблюдения показали, что логическая детализация виртуального объекта стимулирует работу головного мозга – в частности, коры. При этом образы, формирующиеся в правом полушарии, активизируют рациональное мышление, позволяют решать сложные логические задачи на фоне эмоционального подъема.

Для закрепления умений очень полезно, чтобы ученики, решая задачи по стереометрии, предварительно выполняли небольшой вычислительный эксперимент: например, установили бы связь (зависимость) между линейными параметрами геометрической фигуры и её физическими характеристиками; то есть объемом, массой и т.д. Таким образом, для них пространство компьютерного моделирования становится еще более осязаемым, приобретает черты реальной среды.

### Пример на исследование

Теперь предложим ученикам более сложное упражнение: попросим установить зависимость между объемом цилиндра и углом поворота вписанного в него куба вокруг своего ребра (рис. 7), а также найти локальный экстремум этой зависимости.

При решении этой задачи ученик использует уже построенную модель, управляющим параметром которой является угол. Изменяя его величину, можно изменить размеры цилиндра, а значит и его объем. “Играя” с этим объектом, ученик будет наблюдать, как цилиндр “дышит”, как его параметры зависят друг от друга, как это влияет на другие характеристики смоделированного тела.

Чтобы решить нашу задачу, необходимо определить несколько точек, отражающих разные значения объема в зависимости от угла поворота куба. Для этого возьмем следующие величины угла: 0°, 30°, 45°, 60° и 90°. Затем, после известных манипуляций, определяются соответствующие каждому из этих углов значения объема цилиндра, которые надо нанести на график (рис. 8).

Соединив отмеченные точки, мы получаем кривую зависимости объема цилиндра  $V(a)$  от угла поворота  $a$ . Теперь понятно, что локальный экстремум функции находится в пределах  $36^\circ \dots 54^\circ$ . Таким образом, наибольший объем цилиндра будет при условии, что угол поворота вписанного в него куба равен  $45^\circ$ .

Итак, с помощью функционала системы **SOLIDWORKS**, мы можем определить закономерность влияния параметров геометрических фигур на их физические характеристики. В этих условиях ученику намного проще решить задачу поиска экстремума функции, поскольку, во-первых, он четко представляет суть вопроса, а во-вторых, понимает, каким путем искать ответ.

**Выводы:** логическая детализация (изменение виртуального образа решаемой задачи) способствует интеллектуальному развитию учеников, поскольку в процессе детализации, как нельзя лучше, проявляется смысл и способ решения задачи. В качестве тренинга для развития подобных умений школьникам можно предложить упражнения на пространственную визуализацию и на определение зависимости между геометрическими параметрами модели и её физическими характеристиками.

### Сравнение результатов

Как показывает практика, логическая детализация виртуального объекта намного упрощает процесс аналитического решения задачи с применением известных формул стереометрии. Имея под рукой объект, которым можно манипулировать, школьник получает численные результаты более высокого уровня точности. Ведь каждый шаг, выполняемый на бумаге, любые расчеты, ученик может сверить с построениями и вычислениями в среде **SOLIDWORKS**.

После получения ответов двумя методами ученику предлагается их сравнить. И тут возможны три варианта:

- 1 совпадение;
- 2 приблизительно совпадение;
- 3 несовпадение.

В первом случае, то есть, если ответы совпали, ученик переходит к решению следующей задачи. Если же ответы совпали лишь

приблизительно, то необходимо, в первую очередь, проверить величины констант, используемых в решении.

Для примера рассмотрим такую задачу: необходимо найти площадь поверхности сферы, описанной вокруг правильной пирамиды (рис. 9), ребро которой равно 3 см, а в основании лежит квадрат со стороной  $\sqrt{2}$  см.

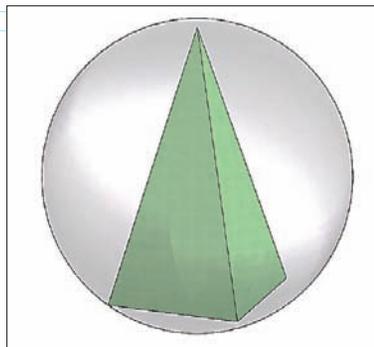


Рис. 9. Трехмерная модель сферы, описанной вокруг пирамиды

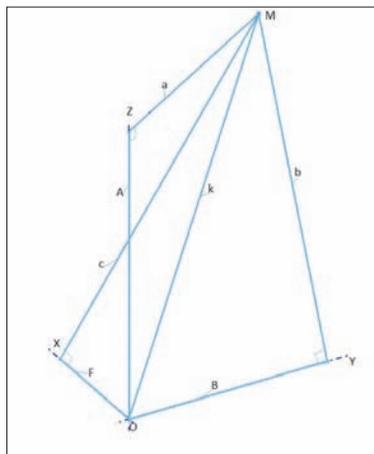


Рис. 10. Построение трехмерного угла

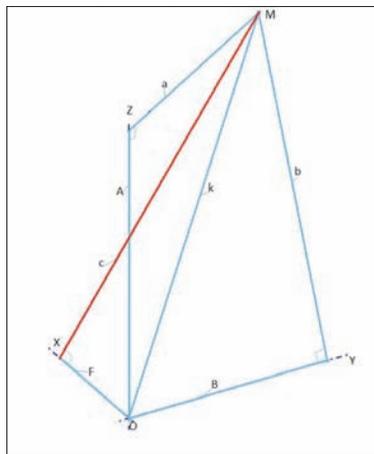


Рис. 11. Попытка решения задачи программными средствами

Решение происходит следующим образом. Сначала, используя средства системы **SOLIDWORKS**, строим трехмерную модель геометрического объекта согласно заданному условию. Учитывая известные геометрические закономерности, легко можно определить радиус описанной сферы и площадь поверхности сферы:

$$R = 1.59 \text{ см,}$$

$$S = 4 \cdot \pi \cdot R^2 = 31.75 \text{ см}^2.$$

Здесь значение  $\pi = 3.14$ . Параллельное применение функции **SOLIDWORKS** "Измерить" дает другой результат:  $S = 31.81 \text{ см}^2$ . Возникшую разницу можно объяснить тем, что в компьютерном расчете для числа  $\pi$  берется больше десятичных знаков и вычисления проводятся с большей точностью.

В случае, когда события развиваются по третьему варианту, то есть наблюдается полное несовпадение результатов, необходимо проверять оба решения – и компьютерное, и аналитическое – на предмет ошибок.

Эту ситуацию рассмотрим на следующем примере: нужно определить параметр  $k$  – расстояние от точки  $M$ , расположенной в пределах трехмерного угла, до его вершины  $O$ . Данная точка отдалена от ребер угла на расстояния 6 см ( $a$ ), 8 см ( $b$ ) и 9 см ( $c$ ).

Легко увидеть, что эту задачу можно решить, используя следующую систему уравнений:

$$k^2 = F^2 + c^2$$

$$k^2 = B^2 + b^2$$

$$k^2 = A^2 + z^2$$

$$k^2 = F^2 + B^2 + A^2,$$

где все обозначения указаны на рис. 10, 11. Искомое значение  $k$  составит 9.51 см.

Как и в предыдущем примере, при помощи инструментов **SOLIDWORKS** последовательно выполняем построение трехмерной модели угла ( $OXYZ$ ), состоящей, в свою очередь, из плоских прямых углов. Затем от точки внутри

угла  $M$  опускаем перпендикуляры длиной 6 см ( $a$ ), 8 см ( $b$ ) и 9 см ( $c$ ) на ребра  $OZ$ ,  $OY$ ,  $OX$  (рис. 10). Расстояние  $OM$  составит 9.51 см.

Теперь изменим размер:  $c = 11$  см. В результате получаем от системы **SOLIDWORKS** сообщение об ошибке – “Не удастся решить объект. Конфликты между объектами”. То есть средствами **SOLIDWORKS** задача не решается (рис. 11).

Почему так происходит? Ведь аналитически параметр  $k$  определяется для любых  $a$ ,  $b$ ,  $c$ !

Дело в том, что корни системы четырех алгебраических уравнений являются действительными числами только при условии:

$$a^2 + b^2 - c^2 > 0$$

$$a^2 + c^2 - b^2 > 0$$

$$b^2 + c^2 - a^2 > 0.$$

В противном случае появляется мнимый корень. Если эту задачу решать формально-аналитически, то при преобразовании мнимое число исключается и значение параметра  $k$  определяется.

Геометрические же построения в среде **SOLIDWORKS** сопровождаются измерением всех элементов (отрезков, дуг), следовательно, система работает исключительно с действительными числами. В нашем случае, когда  $c = 11$  см, построение невозможно, и задача не имеет физического смысла.

Таким образом, получение абсолютно разных ответов после решения одной и той же задачи приводит к необходимости проверки на корректность операций с числами. Такой самоанализ способствует повышению уровня компетентности в заданной теме. Мы убедились, что применение упомянутого метода воздействует одновременно на несколько показателей (в частности, на воображение, или пространственное мышление, на процесс усвоения материала), активизирует мыслительную деятельность и улучшает настроение. Теперь у многих школьников возникнет желание изучать стереометрию, потому что они, сами того не осознавая, получают удовольствие от процесса решения задач.



Рис. 12. Участник эксперимента на кафедре ГМИ

Из-за существующих на данный момент организационных и технических проблем экспериментальная проверка применения методики в целом затруднительна. Вот почему авторы решили ограничиться наблюдениями за реакцией школьников, студентов, преподавателей только на основные положения методики. Для этого авторы провели ряд экспериментов.

### Эксперимент №1

Учитывая, что подготовка инженеров на кафедре горных машин и инжиниринга НГУ уже не первый год осуществляется с применением виртуальных технологий [3], было решено провести анкетирование студентов 1–5 курса. Цель: определить их отношение к обучению на основе возможностей системы **SOLIDWORKS**.

Основные вопросы анкеты, разработанной авторами:

1) Вы были знакомы с технологиями **SOLIDWORKS** до поступления в университет?

2) Считаете ли Вы, что **SOLIDWORKS** помогает визуализировать сложные объекты и образы?

3) Хотите ли Вы совершенствовать свои знания в данном направлении после завершения учебы в университете?

4) Хотите ли Вы связать будущую профессию с этими технологиями?

В анкетировании приняли участие 150 студентов. Анализ результатов опроса показал, что:

- 3% студентов знали о технологиях **SOLIDWORKS** до момента участия в разных мероприятиях кафедры;

- 37% студентов считают, что **SOLIDWORKS** помогает визуализировать сложные образы;

- 31% студентов желает совершенствовать свои знания в этом направлении;

- 29% студентов хотят связать свою профессию с компьютерными технологиями моделирования.

**Выводы:** по мнению студентов, компьютерное трехмерное моделирование машин, механизмов,



Рис. 13. Трехмерное моделирование – увлекательный процесс

установок, комплексов позволяет им лучше разобраться в конструкции объекта изучения, представить, как он работает, определить, какие расчетные нагрузки действуют на узлы машины, найти несоответствия в их размерах. Кроме того, опыт подготовки свидетельствует, что решение сложных технических задач становится для студентов наглядным, простым и увлекательным процессом; многие из них хотят использовать виртуальные технологии в своей профессиональной деятельности. Часть студентов выступает за то, чтобы такие системы, как *SOLIDWORKS*, начинали изучаться по возможности раньше – например, в школе.

### Эксперимент №2

Этот эксперимент проводился на кафедре горных машин и инжиниринга НГУ в рамках профориентационных мероприятий. На кафедру были приглашены ученики днепропетровских, павлоградских, никопольских и многих других школ, общим количеством более 200 человек [9].

Целью экспериментаторов было понаблюдать и оценить реакцию детей при выполнении ими различных операций в среде *SOLIDWORKS*.

Преподаватели занимались с каждым участником эксперимента в компьютерных классах кафедры ГМИ – вместе конструировали в среде *SOLIDWORKS* модели игрушек (рис. 12, 13).

**Выводы:** дети с восторгом воспринимали уроки проектирования, называя их “крутыми”, что послужило подтверждением нашего тезиса

о том, что использование элементов виртуальной реальности является новым типом образовательной практики, и его необходимо активно внедрять в школьный курс обучения. Будет не лишним отметить, что многие из участников уже стали студентами университета и теперь изучают *SOLIDWORKS*, как говорится, по-взрослому.

### Эксперимент №3

Для школьников города Днепропетровска на кафедре горных машин и инжиниринга был организован кружок “Механик”, где они под руководством преподавателей и аспирантов кафедры с большим интересом изучают основы моделирования в среде *SOLIDWORKS*, подкрепляя свои знания и умения в процессе создания индивидуальных проектов. Некоторые примеры таких проектов приведены на рис. 14, 15.

Цель эксперимента: изучить, как регулярные занятия трехмерным моделированием в среде *SOLIDWORKS* влияют на процесс обучения и формируют профессиональную направленность школьников.

Основные вопросы анкеты, разработанной авторами и предложенной кружковцам:

1) Вы бы хотели изучать знакомые Вам по работе кружка “Механик” технологии в своей школе?



Рис. 14. Проекты школьницы (ныне студентки) А. Томашевской: “Марсианин в *SOLIDWORKS*” (a) и “Angry Birds в *SOLIDWORKS*” (b)



Рис. 15. Проект “Стул” школьницы С. Келбуковой

2 Считаете ли Вы, что система *SOLIDWORKS* помогает визуализировать сложные объекты?

3 Хотели бы Вы совершенствоваться свои умения в данном направлении?

4 Планируете ли Вы получать образование по специальности, где изучают данные технологии?

Опрос 30-ти школьников показал следующие результаты:

- 28% детей хотят изучать *SOLIDWORKS* в школе;

- 31% школьников считает, что *SOLIDWORKS* помогает визуализировать сложные образы;

- 24% детей хотят совершенствоваться в этом направлении;

- 17% учеников планируют учиться на данной специальности в будущем.

Обратите внимание на снимки (рис. 16, 17). Дети не просто играют с компьютером – на их лицах читается сосредоточенность, концентрация внимания, неподдельный искренний интерес, удовольствие. Они чувствуют себя творцами виртуальной реальности, а не её потребителями.

**Вывод:** освоение технологий трехмерного моделирования *SOLIDWORKS* стимулирует у детей развитие творческих способностей, позволяет сориентировать школьников на профессиональную деятельность, связанную с точными науками, показать им, насколько интересен мир механики и машин.

## Эксперимент №4

Его проводили, чтобы изучить возможность внедрения *SOLIDWORKS* и предлагаемой методики в образовательную практику школ, лицеев, гимназий.

С этой целью по инициативе кафедры горных машин и инжиниринга при поддержке Днепропетровской областной администрации был разработан международный образовательный проект “*SOLIDWORKS* – в образовании” [8]. В рамках этого проекта лучшие десять школ Днепропетровской области получили пакет

*SOLIDWORKS* в подарок. Преподаватели этих школ прошли соответствующий курс обучения и получили соответствующий сертификат.

Чтобы оценить перспективы внедрения *SOLIDWORKS* и предлагаемой методики в практику средних учебных заведений (речь идет об изучении геометрии), для преподавателей школ гор. Павлограда был проведен семинар на тему “Интеграционные аспекты обучения математике как способ формирования системного мышления и компетентности учащихся путем сочетания продуктивных и информационных технологий”.

На этом семинаре были изложены основы, разработанной авторами методики [9]. Участники семинара с большим интересом ознакомились с методикой и высказали мнение о необходимости её применения. Чтобы реализовать инновационную перспективу, на семинаре были сформулированы такие конструктивные предложения:

- обучить преподавателей технологиям трехмерного моделирования;

- подготовить минимальную базу знаний учеников, необходимую для их восприятия;

- составить подробные методические рекомендации с описанием примеров моделирования;

- внести соответствующие изменения в учебный план.

**Вывод:** апробирование методики трехмерного моделирования материальных объектов средствами *SOLIDWORKS* подтвердило возможность её внедрения в процессе преподавания школьного курса математики после соответствующей подготовки учителей и школьников.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов по апробации отдельных положений методики с участием студентов, школьников и преподавателей, было доказано:

1 Студенты по достоинству оценили возможность решать сложные технические задачи при помощи компьютерного моделирования и визуализации, когда обучение превращается в наглядный, простой и увлекательный процесс.

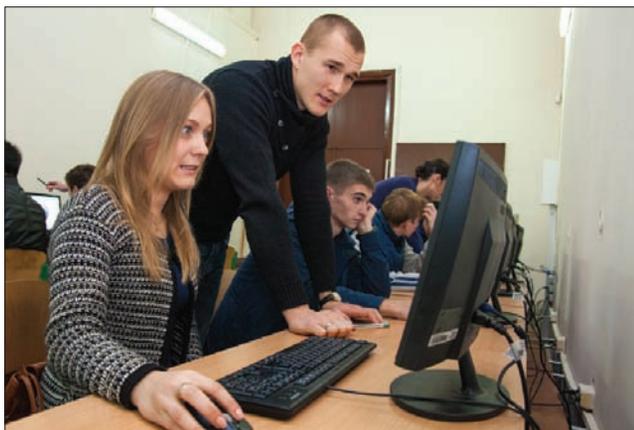


Рис. 16. И что у нас получилось? Интересно и школьнику, и преподавателю



Рис. 17. Мне нравится мой проект!

2 Школьники, работая с виртуальными объектами, испытывают искренний интерес; при этом у них повышается концентрация внимания (в частности, это касается решения задач по стереометрии), появляется стремление к творческому творчеству.

3 Преподаватели, благодаря применению данной методики, могут учить детей по-новому и с большей эффективностью, но для этого необходима определенная перестройка учебных планов и программ.

## Общие выводы

Современный этап развития мировой цивилизации диктует необходимость восприятия молодежи как стратегического ресурса будущих достижений страны. Именно с молодежью связаны надежды на инновационный прорыв в науке, технике, экономике, политике, а также в духовной и в других сферах жизни общества.

Важным аспектом реформ в системе образования выступает не только обеспечение высокого уровня знаний, умений и навыков будущих специалистов, но и создание условий для будущего постоянного развития их творческого потенциала, способностей к адаптации и саморазвитию.

Нынешние молодые люди в своем большинстве уже вышли на определенный уровень компьютерной грамотности, знакомы со многими современными инновационными технологиями. Вот почему перед средней школой стоит актуальная проблема, как объединить в учебном процессе систему знаний с достижениями в информационной области. Исходя из вышесказанного, следует признать, что привлечение современных компьютерных инструментов для решения учебных задач по стереометрии является актуальной научной задачей.

По результатам её решения можно выделить следующие этапы применения предлагаемой методики:

1 Предварительно, согласно условию исходной учебной задачи, строится геометрическая модель с использованием инструментов системы *SOLIDWORKS*.

2 Модель изучается с учетом её физических характеристик.

3 Аналитически определяются искомые геометрические параметры пространственных фигур.

4 Результаты аналитических изысканий сравниваются с теми, что получены при помощи программных инструментов *SOLIDWORKS*.

В процессе решения научной задачи авторами были обнаружены многочисленные преимущества новой методики: наглядность; возможность оценить физическую составляющую учебной задачи; простота выполнения аналитических построений; удобство сравнения результатов решения задач, полученных двумя

методами; наличие игрового момента, что очень важно для достижения эффективности преподавания школьного курса математики.

Предлагаемая методика может быть реализована в ходе модернизации учебных программ по стереометрии. Будучи частью системы развивающего обучения, она как нельзя лучше способствует формированию навыков и умений в моделировании сложных геометрических композиций.

Основные положения методики прошли процедуру экспериментального оценивания с участием студентов, школьников и преподавателей, которая показала положительные результаты. 

## Литература

1. Слободчиков В.И. Инновации в образовании: основания и смысл // Интернет-портал исследовательской деятельности учащихся // [www.researcher.ru/methodics/nauka/a\\_lxizkd.htm](http://www.researcher.ru/methodics/nauka/a_lxizkd.htm).
2. Hammet F. *Virtual reality*. New York, 1993, 208 p.
3. Півняк Г.Г., Франчук В.П., Заболотний К.С., Панченко Е.В. Концепція підготовки інженерів у віртуальних технологіях *SolidWorks*. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. - 36 с.
4. Федотова Н.В. Формирование графической компетентности студентов технического вуза на основе трехмерного моделирования. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования". Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2011, 24 с.
5. Мюррей Д. *SolidWorks*. Москва: Издательство ЛОРИ, 2003, 604 с.
6. Латышев П.Н. Каталог САПР. Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2006, 608 с.
7. Мерзляк А.Г., Полонський В.В., Рабинович Є.М., Якір М.С. Збірник задач і контрольних робіт з геометрії для 11 класу. Харків: Гімназія, 2010, 120 с.
8. Технологии *SolidWorks* – в сферу образования. Проекты "CONCURSUS" // [solidworks.dp.ua/index.php?readmore=27](http://solidworks.dp.ua/index.php?readmore=27).
9. Математика в школе технологий *SolidWorks*. Проекты "CONCURSUS" // [solidworks.dp.ua/index.php?readmore=46](http://solidworks.dp.ua/index.php?readmore=46).

## Авторы

- К.С. Заболотный, профессор, д.т.н. – Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина
- А.В. Томашевская, студентка – Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина