

11. Хан, Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга: пер. с нем. / Д. Ханд, под ред. и с предисл. А.А. Турчака [и др.]; – М.: Финансы и статистика, 1997. – 800 с.

12. Друри, Колин. Управленческий и производственный учет. Вводный курс: учеб. для студентов вузов – 5-е изд., перераб. и доп. / Колин Друри. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 735 с.

13. Степанов, В.И. Логистика: учебник. – М.: Проспект, 2010. – 488 с.

14. Реинжиниринг бизнес-процессов: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности экономика управления / А.О. Блинов [и др.]; под ред. А.О. Блинова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. 343 с.

УДК 004.356.2

**РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ
У СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ
THE DEVELOPMENT OF SPATIAL THINKING USING COMPUTER
GRAPHICS IN STUDENTS**

Гиль С.В., кандидат технических наук, доцент
(Белорусский национальный технический университет)

Svetlana Hil, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Belarusian National Technical University)

Аннотация. Целью данной работы является формирование пространственного воображения и мышления у студентов, изучающих дисциплину «Инженерная графика» на младших курсах, на основе трёхмерного моделирования средствами AutoCAD. Разработана методика выполнения лабораторной работы средствами AutoCAD по синтезу динамической трёхмерной модели комбинированного геометрического тела по двумерному чертежу, выполнению на данной модели простых разрезов секущими плоскостями уровня, сложных четвертных вырезов и наклонного сечения, а также построение в автоматизированном режиме проекционного комплексного чертежа на базе созданной трёхмерной модели. Включение предложенной методики в учебный процесс будет способствовать не только активизации учебно-познавательной деятельности студентов, но и развитию инженерного мышления, необходимого в дальнейшей профессиональной подготовке будущего специалиста.

Abstract. The purpose of this work is the formation of spatial imagination and thinking among students studying the discipline "Engineering Graphics" in junior courses, based on 3D modeling using AutoCAD. A technique for performing the lab work using AutoCAD tools for synthesizing the dynamic three-

dimensional model of a combined geometric body in the 2D drawing, performing simple cuts on this model of cutting planes of level, complex quarter cuts and oblique sections, and constructing in the automated mode a projection complex drawing based on the created Dimensional model. Inclusion of the proposed methodology in the educational process will facilitate not only the activation of students' learning and cognitive activities, but also the development of engineering thinking necessary for the further professional training of the future specialist.

Проблеме формирования пространственного представления и воображения у студентов младших курсов при изучении дисциплины «Инженерная графика» посвящено много интересных научных исследований [1], [2], [3], [4] [5]. Образность в мышлении заложена и передаётся генетически, но даже при врождённом отсутствии этой способности, и это подтверждено многолетним педагогическим опытом работы многих преподавателей, она развивается, но при условии постоянной и активной работы над собой. Пространственное представление и мышление – качества, характеризующие уровень интеллектуального развития личности. Возможно, обучение процессам создания пространственных образов должно быть индивидуализировано и идти непрерывно, начиная со средней школы, усиливая его в старшей школе, особенно в профильных классах, на специализированных факультативах, в профессионально-техническом образовании [6], [7], [8], [9], так как это длительная и кропотливая работа, требующая время на закрепление и осмысление знаний. В современной школе с её перегруженностью общей информацией и отсутствием ранней специализации это особенно проблематично, поэтому преподавателями графических дисциплин высшей школы отмечается снижение уровня пространственного представления и мышления у поступающих абитуриентов, и, как следствие, проблемы в освоении дисциплины на первых курсах в технических вузах и дальнейшей специальной подготовке [3], [4], [5], [10]. Для отдельных специальностей ФТУГ БНТУ уже несколько лет подряд проводится вступительный экзамен по данной дисциплине для выявления лучших абитуриентов, тем не менее для конструкторских специальностей в этом направлении работа не проводится. В современных условиях обучения в высшей школе для компенсации сложившейся проблемы, создаются и совершенствуются средства и методы его развития с применением новых образовательных технологий, с использованием мультимедийной и телекоммуникационной среды [11], [12], [13]. Применение тех или иных методик и направлений во многом определяет уровень оснащённости профильных кафедр современными средствами для поддержки учебного процесса, а также профессионализм профессорско-преподавательского состава, тем не

менее, используя широко реальные модели, наглядные плакаты и презентации, стенды, динамические компьютерные трёхмерные модели, мы не только повышаем степень восприятия новых знаний, но и формируем творческий самостоятельный тип мышления будущего специалиста.

Для студентов, отдельных специальностей (ВТФ, МСФ, ФГДЭ), изучающих дисциплину «Инженерная графика» в течение четырёх семестров на последнем заключительном этапе обучения предусмотрено выполнение чертежей средствами AutoCAD. Предварительно проводится знакомство с системой, освоение основных команд создания и редактирования элементарных геометрических составляющих, принципами создания проекционного комплексного чертежа. На более высоком уровне изучение возможностей системы продолжается при выполнении рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида. В настоящее время на кафедре нет общих методик преподавания на этом последнем заключительном этапе обучения дисциплине, формирование сборника лабораторных работ находится на начальном этапе. Аналогичные лабораторные практикумы БГАТУ и БГУ-ИР не соответствуют по многим параметрам: общему количеству часов на изучение дисциплины, уровню поставленных практических задач и степени их реализации, а также направленностью. Учитывая постоянно возрастающий уровень применения компьютерных средств и специализированного программного обеспечения, процесс создания новых методик должен также идти непрерывно и адекватно требованиям времени. На кафедре «Инженерная графика» БНТУ разработана принципиально новая лабораторная работа средствами AutoCAD, которая позволяет реализовать одновременно множество задач учебного процесса на этом этапе:

- закрепляя команды создания и редактирования элементарных графических примитивов, с использованием команд нанесения размеров, владение свойствами слоёв, применяя средства точного позиционирования, построить проекционный комплексный чертёж комбинированной модели в двух вариантах: с одним фронтально-проецирующим цилиндрическим отверстием (упрощённое) и с добавленным горизонтально-проецирующим призматическим отверстием (более сложное);

- на основе выполненного чертежа, сравнительного анализа формы поверхностей и их расположения относительно плоскостей проекций, по размерам построить трёхмерную компьютерную модель с переустановкой текущей ПСК (пользовательской системы координат) для построения отдельных поверхностей (наружных и внутренних), составляющих модель (рисунок 1);

- на основе принципа моделирования элементарных поверхностей и команд общего редактирования в трёхмерном пространстве, синтезировать сложное комбинированное тело;

- для увеличения наглядности, а также акцентируя внимание на наличие различных составляющих комбинированное тело поверхностей, выполнить тонирование каждой из них в отдельности;
- используя различные встроенные в систему средства, научиться устанавливать точку зрения и рассматривать построенную модель под различными углами;
- управлять стилем отображения трёхмерной модели, т.е. в автоматизированном режиме получить параллельную (аксонометрическую) или перспективную (при центральном проецировании) проекции;
- выполнить на построенной трёхмерной модели простые разрезы секущими плоскостями уровня: фронтальный, горизонтальный и профильный (рисунок 1);
- выполнить комбинированные четвертные вырезы на аксонометрической проекции, образованные сочетанием различных плоскостей уровня, задавая положение плоскости сечения с переустановкой ПСК (рисунок 2);
- выполнить наклонное вынесенное сечение, предварительно задав положение наклонной секущей плоскости её следом (рисунок 3);
- на основе построенной трёхмерной модели, научиться создавать видовые экраны пространства Модели и пространства Листа;
- производить инженерные расчёты средствами AutoCAD: вычисления расстояний, углов, периметра, площади и объёма.
- на основе трёхмерной модели построить двумерный комплексный чертёж из трёх проекций в автоматическом режиме, задавая координаты привязки осей в проекционной связи с главным видом, оформить чертёж и нанести соответствующие размеры в соответствии с требованиями ГОСТ.

Практически доказано, что процесс пространственного мышления должен включать в себя следующие стадии: сравнение, анализ, синтез, абстракция, обобщение, конкретизация [10]. Именно тогда он будет активизировать и развивать логическую составляющую в мышлении. Поставленные задачи в предложенной методике выполнения лабораторной работы последовательны и взаимосвязаны друг с другом, позволяют сделать существенный шаг вперёд в учебном процессе в освоении возможностей системы, методик и средств построений в трёхмерном пространстве AutoCAD. Существуют различные точки зрения на выбор приоритета и оценку первичности в создании комплексного чертежа и трёхмерной модели [11], [14]. При разработке методики данной лабораторной работы построения возможно выполнять в двух вариантах: или непосредственно начиная их с трёхмерной компьютерной модели и уже по ней в автоматическом режиме получать проекционный комплексный чертёж, или же в ручном режиме выполнять построения плоского чертежа, и в соответствии с ним твердотельную пространственную модель. Всё зависит от уровня подготовки студентов, про-

фессионализма преподавателя, оснащённости современным оборудованием и программным обеспечением. Главное, что, обрабатывая поставленные при выполнении лабораторной работы задачи, мы на наглядном примере учим: анализу формы отдельных составляющих модель поверхностей, назначая каждой своё цветовое решение; представлению этих поверхностей на разных видах, меняя точки зрения на объект; пониманию отличия между перспективным изображением и аксонометрией, изменяя в автоматическом режиме способы визуализации трёхмерного объекта; оценке расположения отдельных плоскостей на детали по отношению к исходным плоскостям проекций и мировой системе координат для выполнения наклонного сечения и разрезов, переустанавливая расположение ПСК; обязательному наличию проекционных связей в комплексном чертеже, взаимосвязи соответствующих координат X, Y и Z. Таким образом на порядок повышается уровень подготовки студентов к новым принципам и методикам работы при выполнении индивидуальных заданий в машиностроительном черчении средствами AutoCAD, активизируется учебно-познавательная деятельность и развивается творческий потенциал. В целом всё это способствует формированию и устойчивому развитию пространственного представления и на его основе пространственного образного мышления, как необходимого условия для дальнейшего успешного обучения специальным дисциплинам и подготовки будущего квалифицированного специалиста.

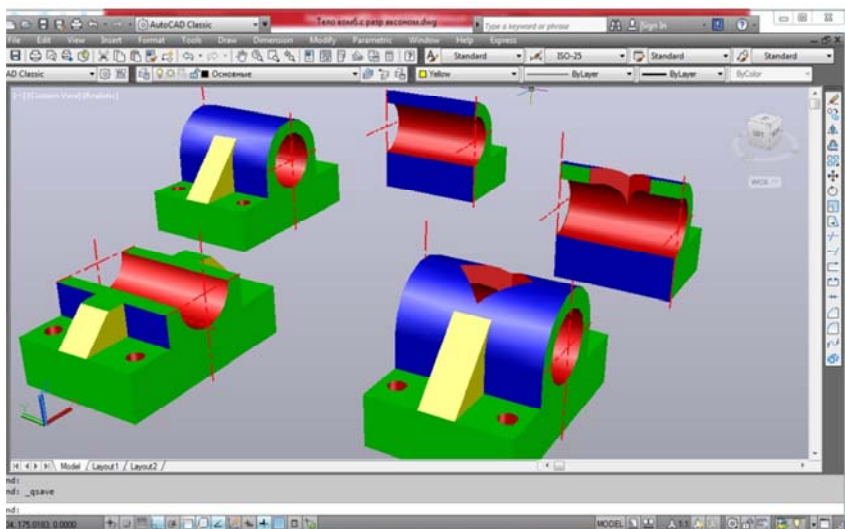


Рисунок 1

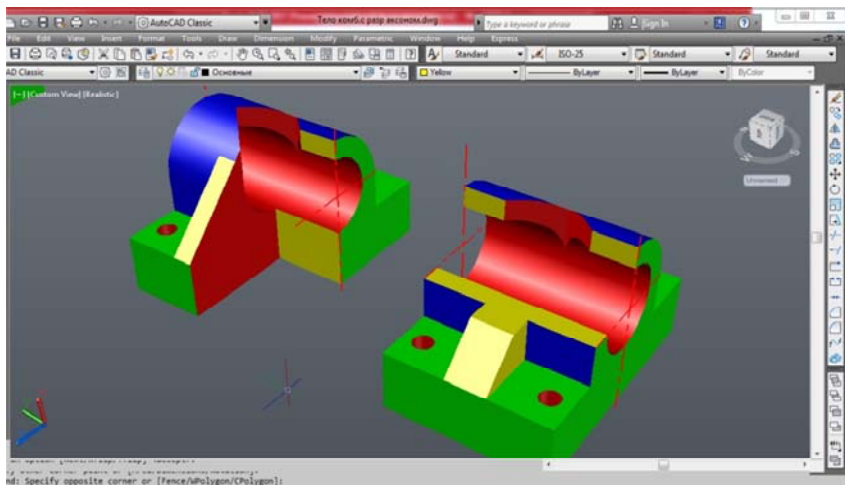


Рисунок 2

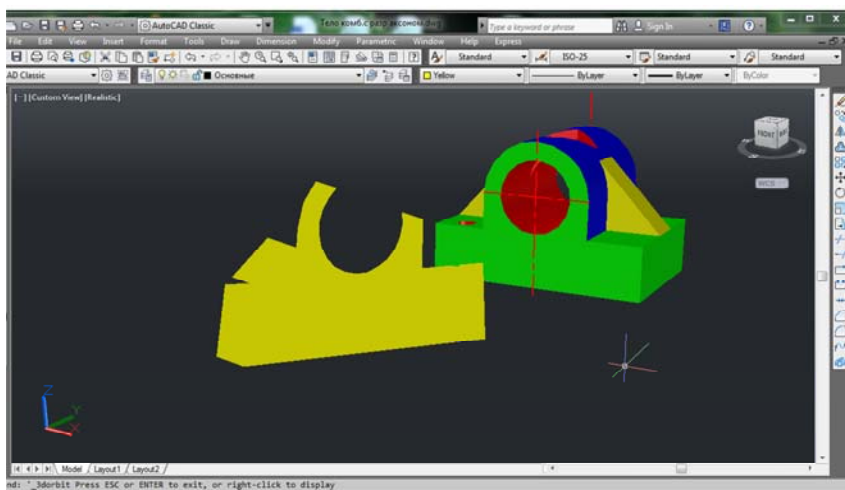


Рисунок 3

Литература

1. Архангельский, С.И. Учебный процесс в высшей школе и его закономерные основы и методы / С.И. Архангельский. – М.: Высш. школа, 1980. – 368 с.

2. Якиманская, И.С. Развитие пространственного мышления школьников / И.С. Якиманская. – М.: Педагогика, 1980. – 240 с.

3. Хубиев, А.И. Формирование пространственных представлений студентов в процессе обучения начертательной геометрии на художественно-графическом факультете: автореферат диссертации на соискание степени кандидата педагогических наук / А.И. Хубиев. – М.: МПГУ, 1998.

4. Кузьменко, Е.Л. Формирование готовности к профессионально-творческой деятельности студентов в процессе обучения инженерной графике: автореферат диссертации на соискание степени кандидата педагогических наук / Е.Л. Кузьменко. – Воронеж: ВГТУ, 2006.

5. Гобралёв, Н.Н. Инженерная графика: роль объёмно-пространственного мышления при её изучении. Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. тр. междунар. науч.- практ. конф. Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / Н.Н. Гобралёв, Д.М. Свирепа, Н.М. Юшкевич; отв. ред. Т.Н. Базенков. – Брест: БрГТУ, 2016. – С. 45–48.

6. Виноградов, В.Н. Черчение: методическое пособие к учебнику А.Д. Ботвинникова, Виноградова В.Н., И.С. Вышнепольского «Черчение. 9 класс»: 9 класс / В.Н. Виноградов, В.И. Вышнепольский. – М.: АСТ: Астрель, 2015. – 254 с.

7. Гервер, В.А. Творчество на уроках черчения / В.А. Гервер. – М.: Владос, 1998. – 144 с.

8. Вышнепольский, И.С. Техническое черчение с элементами программированного обучения: учебник для средних и профессионально-технических училищ / Вышнепольский, И.С. – 4-е издание испр. – М.: Машиностроение, 1988 –240 с., ил.

9. Методика обучения черчению: учеб. пособие для студентов и учащихся худож. – граф. спец. заведений / Под ред. Е.А. Василенко. – М.: Просвещение, 1990.

10. Русинова, Л.П. Развитие пространственного мышления у студентов в начале изучения курса «Начертательная геометрия» / Л.П. Русинова // Молодой учёный. – 2012. – № 3. – С. 391–394.

11. Базенков, Т.Н. Переход от традиционного преподавания графических дисциплин к активному использованию современных информационных технологий. Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / Т.Н. Базенков, Н.С. Винник, В.А. Морозова; отв. Ред. Т.Н. Базенков. – Брест: БрГТУ, 2016. – С. 15–20.

12. Марамыгина, Т.А. Современные компьютерные технологии в обучении студентов инженерной графике / Т.А. Марамыгина, С.В. Гиль // «Наука – образованию, производству, экономике»: Материалы Девятой междунар. науч.-техн. конф., посвящённой 60-летию автотракторного факультета БНТУ. – Минск: БНТУ, 2011. – С. 43–47.

13. Гиль С.В. Создание учебно-методического комплекса наглядных плакатов по выполнению рабочих чертежей деталей средствами AutoCAD. «Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции. г. Брест, Республика Беларусь, г. Новосибирск, Российская Федерация. - Новосибирск: НГАСУ (Сибстин), 2015. - С. 263 - 268.

14. Сторожилов А.И., Шабека Л.С. Методологические основы геометро-графического моделирования. Инновации в преподавании графических и специальных дисциплин: материалы 9-ой Междунар. науч.-практич. конф. «Наука – образованию, производству, экономике» / Под ред. П.В. Зелёного. В 2-х частях. Часть I и II/ Минск: БНТУ, 2011. – С. 26 – 29.

УДК 629.114.2.001

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО
АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МНОГОЦЕЛЕВЫХ
КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН**

**APPLICATION OF THE METHOD OF THE FUNCTIONAL AND COST
ANALYSIS AT DESIGN OF MULTI-PURPOSE WHEEL AND TRACK
LAYING VEHICLES**

Гуськов В.В., доктор технических наук, профессор кафедры «Тракторы»
Гринцевич Л.В., кандидат экономических наук, зав. кафедрой «Экономики
и управления инновационными проектами в промышленности»;

Павлова В.В., кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Оценочная деятельность на транспорте и в промышленности»
(Белорусский национальный технический университет);

Зезетко Н.И., первый заместитель генерального конструктора ОАО «МТЗ» –
главный конструктор тракторной техники, кандидат технических наук

Guskov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department
«Tractors»; *Grintsevich L.V.*, Candidate of Economic Sciences, head of the
Department «Economics and Management of innovative projects in the industry»;

Pavlova V.V., Candidate of Economic Sciences, associate professor
of the Department «Estimated activity on transport and in the industry»
(Belarusian National Technical University);

Zezetko N.I., first substituent of the general designer JSC MTZ – the chief
designer of the tractor equipment, Candidate of Engineering Sciences

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения метода функционально-стоимостного анализа (ФСА) при проектировании многоцелевых колесных и гусеничных машин. Под ФСА понимается метод си-