



**Мухина Милена Львовна,**

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной графики ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева», г. Нижний Новгород

[vmuh@live.com](mailto:vmuh@live.com)

## Геометрическое образование в базовых школах высших технических учебных заведений

**Аннотация.** Статья посвящена преподаванию курсов «Основы инженерной графики» и «Основы компьютерной графики» в муниципальном образовательном учреждении (МОУ) Лицее № 38, являющемся базовой школой Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева.

**Ключевые слова:** обучение, лицей, занятия, инженерная графика, начертательная геометрия, компьютерная графика.

Научно-техническую базу образования закладывают фундаментальные дисциплины, классической представительницей которых является графическая дисциплина – инженерная графика, которая составляет фундамент политехнического образования.

На сегодняшний день развитие современной науки и техники объединено с усовершенствованием новых производственных технологий, связанных практически со всеми областями деятельности человека. Такое развитие становится возможным только при глубоком освоении технических знаний, овладении графическими средствами информации, одним из которых является чертеж.

Курс «Основы инженерной графики», преподаваемый в МОУ «Лицей № 38», состоит из двух разделов: «Инженерная графика» и «Начертательная геометрия». «Инженерная графика» изучается в 10 классе и занимает 34 часа; «Начертательная геометрия» – в 11 классе и занимает 32 часа.

Основная цель изучения курса «Основы инженерной графики» – развитие пространственного представления и воображения, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов.

Знания умения и навыки, приобретенные при изучении инженерной графики, необходимы для изучения общинженерных и специальных технических дисциплин, а также в последующей инженерной деятельности. Умения представить мысленно форму предметов и их взаимное расположение в пространстве особенно важны для эффективного использования современных технических средств на базе вычислительной техники, для проектирования технических устройств и технологии их изготовления.

Принятые в технике современные способы изображения предметов создавались в течение многих веков. Первые графические изображения появились свыше 3 000 лет тому назад в Египте и Вавилоне. Они были необходимы для выполнения работ по строительству дворцов, храмов, пирамид-усыпальниц, гидротехнических сооружений. Эти графические изображения были похожи на рисунки, но в них уже применялись условности чертежных приемов. Чертежи-рисунки представляли собой только одно изображение, чаще всего план. План иногда совмещался с фасадом, и получалось изображение типа развертки.

Графические изображения в России стали применяться значительно раньше и шли самостоятельным путем. Предположительно, уже в XI–XII веках появились первые



строительные чертежи, необходимые при строительстве новых городов. В начале XVIII века, при Петре I, в связи с развитием судостроения была организована первая государственная школа черчения, появились мастера-чертежники. Судостроительные чертежи выполнялись более совершенно, с применением трех видов, с разрезами, с соблюдением точного масштаба. В это же время началось интенсивное строительство заводов на Урале и в Сибири. В числе основоположников русской инженерной графики были картограф С. Ремизов, землемер-геодезист В. Шишков, механик-изобретатель паровой машины И. Ползунов, механик-самоучка И. Кулибин и многие другие. С начала XIX века на чертежах начали проставлять размеры, и они стали похожи на современные чертежи. В бывшем СССР большую работу по совершенствованию графической науки проделали Н. А. Рынин, Н. Ф. Четверухин, А. И. Добряков, Д. И. Каргин и др.

В настоящее время техника достигла громадных успехов. Современные чертежи выполняются с применением компьютерных технологий. Но прежде чем выполнять чертеж на компьютере необходимо проработать все условности и упрощения, знать правила изображений предметов, установленные государственными стандартами.

В 1925 году были разработаны первые стандарты, регламентирующие основные правила оформления чертежей. С тех пор по мере развития и совершенствования техники стандарты на оформление чертежей систематически пересматриваются и дополняются. В 1965 году Комитетом стандартов была создана «Единая система конструкторской документации – ЕСКД». В 1968 году были утверждены новые стандарты ЕСКД и назначен срок их внедрения – 1 января 1971 года. Эти стандарты действуют и в настоящее время. Стандарты ЕСКД являются государственными документами и применение их при выполнении чертежей строго обязательно. Стандарты ЕСКД определяются по классификационным группам, каждой из которых присваивается шифр (0, 1, ..., 8, 9). Группа 1 – «Основные положения», группа 3 – «Общие правила выполнения чертежей» и т. д. Все стандарты ЕСКД имеют следующую структуру обозначения: ГОСТ 2.315-68, где 2 – номер, присвоенный всему комплексу стандартов ЕСКД; 3 – номер группы стандартов по присвоенной классификации; 15 – порядковый номер, начиная с 01, в пределах данной группы; 68 – год утверждения стандарта. Государственный стандарт «Основные надписи» имеет обозначение ГОСТ 2.104-68, государственный стандарт «Линии» обозначается ГОСТ 2.303-68. Следует иметь в виду, что многие стандарты периодически уточняются и в них вносятся соответствующие изменения и дополнения. Так, например с 1968 года претерпел некоторые изменения государственный стандарт ГОСТ 2.304-81 «Шрифт чертежный» [1].

По мере прохождения раздела «Основы инженерной графики» обучающиеся применяют при выполнении графических работ все стандарты группы 3 и некоторые стандарты групп 1, 4. Систематическое изучение стандартов поможет учащимся правильно оформлять чертежи и разбираться в них.

В конце XVIII века французский инженер и ученый Гаспар Монж систематизировал и обобщил накопленные до этого знания по теории и практике изображения пространственных форм на плоскости. В России начертательную геометрию начали преподавать в 1810 году в Петербургском институте инженеров путей сообщения. Первый курс «Основы начертательной геометрии» был написан в 1812 году профессором этого института Я. А. Севостьяновым, он был не только автором русского учебника по начертательной геометрии, но и первым русским исследователем-ученым в этой области [2].

Предмет «Начертательная геометрия» достаточно труден для восприятия и положительной аттестации знаний студентов НГТУ. С целью ознакомления с предме-



том, во избежание получения отрицательной оценки студентами на экзаменационной сессии и преподается раздел «Основы начертательной геометрии» для учащихся МОУ «Лицей № 38», будущих студентов НГТУ.

В курсе «Основы инженерной графики» предусмотрены лекционные и практические занятия. Содержание тем курса дано в табл. 1.

Таблица 1

## Описание содержания основных тем курса «Основы инженерной графики»

№	Наименование тем	Содержание
<b>I ЧАСТЬ (10 класс) «Основы инженерной графики»</b>		
1	Основные правила оформления чертежей по ЕСКД. Проекционное черчение	Предмет и задачи курса. Форматы, линии, масштабы, шрифты чертежные ГОСТ 2.301÷304-68. Основная надпись чертежа 2.104-68
2		Изображение предмета на три взаимно-перпендикулярные плоскости. Виды. Классификация видов. Обозначение видов. ГОСТ 2.305-68
3		Построение третьей проекции по двум данным в соответствии с требованием ГОСТ 2.305-68
4		Разрезы. Классификация разрезов. Обозначение разрезов. ГОСТ 2.305-68
5		Разрезы. Классификация разрезов. Обозначение разрезов. ГОСТ 2.305-68
6		Сечения. Классификация сечений. Обозначение сечений. ГОСТ 2.305-68
7	Нанесение размеров	Общие правила нанесения размеров. Способы нанесения размеров. Знаки, условности и упрощения при нанесении размеров ГОСТ 2.307-68
8	Эскизы и рабочие чертежи деталей	Эскизы и рабочие чертежи деталей. Этапы выполнения эскиза
9	Чтение чертежа общего вида	Детализирование. Чтение чертежа общего вида
<b>II ЧАСТЬ (11 класс) «Основы начертательной геометрии»</b>		
1	Методы проецирования. Комплексный чертеж точки. Прямая линия	Центральный и параллельный методы проецирования. Ортогональные проекции точки на три плоскости. Образование комплексного чертежа точки по методу Монжа. Способы задания прямой линии
2	Плоскость. Пересечение прямой и плоскости частного положения	Способы задания. Классификация. Взаимное положение двух плоскостей, точки и плоскости, прямой и плоскости. Характерные линии плоскости
3	Общие сведения о поверхностях и их изображении на чертежах	Поверхность. Принадлежность точки поверхности. Линия на поверхности. Определение видимости геометрических элементов. Поверхности многогранников и поверхности вращения
4	Пересечение поверхностей и плоскости частного положения	Пересечение многогранника и поверхности вращения с проецирующей плоскостью. Плоские сечения. Построение натуральной величины плоского сечения
5	Пересечение поверхностей	Построение линии пересечения двух поверхностей вращения методом вспомогательных секущих плоскостей
6	Развертки	Развертка. Определения. Классификации. Развертка многогранной поверхности и поверхности вращения
7	АксонOMETрические проекции	Образование аксONOMETрического чертежа. Виды аксONOMETрических проекций. Прямоугольные аксONOMETрические проекции. Изображение предмета в аксONOMETрических проекциях. Окружность в аксONOMETрических проекциях

В целях закрепления пройденного теоретического материала и формирования навыков самостоятельной работы учащимся предлагается выполнить ряд графических работ. Содержание графических работ дано в табл. 2.



Таблица 2

**Содержание графических работ по курсу «Основы инженерной графики»**

№	Тема дисциплины	Тема графической работы
<b>I ЧАСТЬ (10 класс) «Основы инженерной графики»</b>		
1	Линии	Линии на чертеже
2	Виды	Виды
3	Построение третьей проекции по двум данным	Три проекции предмета
4	Разрезы	Разрезы простые
5	Разрезы	Разрез ступенчатый или Разрез ломаный
6	Сечения	Сечения
7	Размеры	Нанесение размеров
8	Эскизирование	Эскиз детали типа «Втулка»
9–10	Чтение чертежа общего вида	Деталь типа «Штуцер» Деталь типа «Гайка накидная» Деталь типа «Корпус»
<b>II ЧАСТЬ (11 класс) «Основы начертательной геометрии»</b>		
1	Отрезки на комплексном чертеже	Ортогональные проекции точки на три плоскости. Трехкартинный комплексный чертеж отрезков
2–3	Плоские сечения	Построение натуральной величины сечения поверхностей многогранника и вращения проецирующей плоскостью
4	Пересечение поверхностей	Построение линии пересечения двух поверхностей вращения
5	Развертка	Развертка
6	Аксонметрические проекции	Изометрия и диметрия по комплексному чертежу детали

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны **иметь представление:**

- о государственных стандартах;
- о видах и комплектности конструкторских документов;
- о стадиях разработки конструкторской документации;
- об основных технологических процессах изготовления деталей;
- о принципах работы конструкций, показанных на чертеже;

**знать:**

- методы построения обратимых чертежей пространственных объектов;
- изображение на чертеже прямых, плоскостей, кривых линий и поверхностей;
- методы построения разверток многогранников и различных поверхностей;
- основные правила оформления чертежей по ЕСКД;
- содержание эскиза, рабочего чертежа, сборочного чертежа;

**уметь:**

- выполнять эскизы и рабочие чертежи деталей с натуры;
- выполнять аксонометрические чертежи деталей;
- строить сборочные чертежи и заполнить спецификацию;
- читать чертежи, то есть иметь навыки мысленного представления форм и размеров изделий по их изображениям на чертеже;
- выполнять рабочие чертежи деталей на основе сборочного чертежа.

Курс «Основы начертательной геометрии» имеет исторически сложившуюся и апробированную методику преподавания. Начертательная геометрия как предмет ставит перед собой задачи изучения материала и одновременного развития таких видов мышления, как пространственное, конструктивное, геометрическое, алгоритмическое, логическое. Но поскольку в начертательной геометрии чертеж является пред-





ставлением трехмерного пространства, большое значение приобретает способность перестройки воображения в оперировании трехмерными моделями. К тому же, у многих учащихся возникает трудность восприятия учебного материала, не все могут увидеть объемное представление предмета в его плоском изображении. Использование возможностей вычислительной техники как средства формирования специальных знаний, умений и навыков в дополнение к традиционным средствам предметной подготовки, развитие и внедрение компьютерных технологий проектирования – таков новый взгляд на роль начертательной геометрии, как теоретической базы черчения. К тому же компьютерные технологии обучения способствуют повышению интереса учащихся к инженерному труду и творчеству.

Применение на занятиях компьютерных технологий дает возможность за одинаковый период времени сообщить больший объем информации, чем в объяснении преподавателя на «ручных» технологиях. Чертежи, выполненные преподавателем на доске, не имеют той выразительности и разнообразия как анимационные эффекты. При этом значительно повышается уровень усвоения материала. На ранних стадиях изучения компьютерной графики, когда обучающимся трудно «прочитать» форму детали, представленной чертежом в «ручном» варианте, большим преимуществом является представление его на экране компьютера динамического трехмерного изображения.

Компьютерная графика, как новая научная дисциплина, начала формироваться в шестидесятые годы прошлого века, когда Сазерлендом был создан первый специализированный пакет программного обеспечения для графических задач. В настоящее время наука продолжает бурное развитие: с одной стороны применяются все более сложные модели отображения информации, с другой – она стала инструментом не только программистов-профессионалов, но и других специалистов различных областей (дизайнеров, конструкторов, научных работников), непосредственно не связанных с программированием. Это объясняется, прежде всего, тем, что информация, представленная в виде изображения, наиболее концентрирована и, как правило, более доступна для анализа.

Одним из направлений компьютерной графики является синтез и обработка пространственных объектов. Чтобы показать разнообразие возникающих задач этого направления, перечислим некоторые из них:

- синтез объекта;
- преобразование объекта (перенос, поворот, масштабирование и т. д.);
- удаление невидимых линий;
- представление объекта из любых, в том числе и труднодоступных, точек пространства.

Трехмерное моделирование получило в настоящее время наиболее широкое распространение по сравнению с каркасным, поверхностным, битовым представлением объекта. Твёрдотельная модель определяется в терминах того трехмерного объема, который данное тело занимает в пространстве. Существуют два способа твердотельного моделирования: способ конструктивного представления, при котором тело создается из базовых твердотельных примитивов с помощью булевых операций объединения, пересечения и разности, и способ граничного представления, например, создание тел «выдавливания» или вращения. Однако на практике при создании сложных поверхностей используют оба способа.

В. В. Князьков в статье «Технологии CAD-систем в инженерном графическом образовании» пишет: «Современное развитие техники и технологий характеризуется широкомасштабным внедрением систем проектирования изделий, автоматизацией и



компьютеризацией производства. Масштабы изменений, вызванные этими тенденциями таковы, что требуют адекватного ответа со стороны технических вузов, ответственных за подготовку инженерных кадров. Выпускники ряда направлений подготовки бакалавров и специалистов ... должны владеть навыками работы с современными системами компьютерного проектирования ... и инжиниринга...» [4]. Поэтому в НГТУ и его филиалах дисциплину «Компьютерная графика» изучают студенты всех институтов и некоторых факультетов на базе системы *AutoCAD*. Учащиеся МОУ «Лицей № 38» 10 и 11 классов занимаются дисциплиной «Основы компьютерной графики» в специализированных аудиториях НГТУ и также как и студенты изучают эту графическую компьютерную систему. Достоинство *AutoCAD* – простота работы с основными командами. Система является мощным, перспективным продуктом компании *Autodesk*. К тому же Научно-методическим Советом РФ по начертательной геометрии и компьютерной графике рекомендован в качестве базового пакета программный продукт *AutoCAD*. Этот пакет для учебных целей в наибольшей мере охватывает специфику задач получения пространственных форм объектов и их теоретический анализ, практическое построение чертежа на основе модели, а, именно: построение проекций, разрезов и сечений автоматизировано. Выполняя чертеж на компьютере, учащиеся могут в любой момент перенести, скопировать, удалить, изменить масштаб изображения, то есть в их распоряжении совершенный электронный кульман, позволяющий вычерчивать линии, выполнять надписи, проставлять размеры на изображении предметов в соответствии с ЕСКД [3].

На занятиях по курсу «Основы компьютерной графики» выполняются лицеистами лабораторные занятия, которые предусматривают теоретическую часть и индивидуальную работу учащегося за компьютером. Содержание тем курса дано в табл. 3.

Проверочные работы можно проводить в виде компьютерного тестирования после прохождения каждой темы. Проведение таких работ знакомит обучающихся с системой контроля, учит находить ошибки, проверять предлагаемые в тестах чертежи, в результате чего учащиеся быстрее видят ошибки и в собственных чертежах. Кроме того, объективность оценки знаний в процессе компьютерного тестирования повышает ответственность учащихся за приобретение прочных знаний по преподаваемым в НГТУ инженерным курсам.

Курс «Основы компьютерной графики» органически вписывается в систему обучения графическим дисциплинам в МОУ «Лицей № 38» на базе НГТУ, способствует индивидуализации учебного процесса с учетом уровня подготовленности обучающихся, их способностей, темпам усвоения нового материала, а также повышению эффективности и наглядности учебного процесса. Занятия по курсам «Основы инженерной графики» и «Основы компьютерной графики» проходят в специализированных аудиториях НГТУ. Лицеисты занимаются графическими дисциплинами ежедневно в течение 10 и 11 классов (по два семестра за один год).

Практические занятия проводятся с половиной академической группы. Допуск к занятию не предусматривается. Зачет с оценкой проставляется в конце года при наличии всех графических работ, принятых преподавателем на положительную оценку, а также рабочей тетради с теоретическим материалом по темам курса. Зачетная оценка выводится по итогам двух семестров каждого года.

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении курса «Основы инженерной графики» необходимы для успешного поступления и дальнейшего получения высшего образования в Нижегородском техническом университете им. Р. Е. Алексева и последующей инженерной деятельности.



Таблица 3

## Содержание лабораторных работ по курсу «Основы компьютерной графики»

№п/п	Наименование темы	Наименование темы лабораторной работы
<b>10 класс</b>		
1	Методика создания чертежа в системе AutoCAD	Интерфейс AutoCAD. Системы меню. Ввод команд. Установка рабочих параметров. Слой, цвет, тип линий, режимы «сетка», «шаг». Создание и сохранение файлов
2		Меню «Рисуй». Ввод точек. Создание двумерных примитивов AutoCAD. Режимы объектной привязки. Выбор объектов. Пример выполнения чертежа
3		Редактирование двумерных примитивов AutoCAD. Сопряжения в AutoCAD
4 – 5	Нанесение размеров в системе AutoCAD	Выполнение 2D модели чертежа «Втулка», «Штуцер»
6 – 7	Разъемные соединения	Расчет и выполнение 2D модели чертежа болтового соединения
8 – 9		Расчет и выполнение 2D модели чертежа шпилечного соединения
10 – 11		Расчет и выполнение 2D модели чертежа шпоночного соединения
12	Эскизы и рабочие чертежи деталей	Выполнение 2D модели рабочего чертежа по эскизу
<b>11 класс</b>		
13	Детализирование сборочного чертежа	Выполнение 2D модель чертежа детали типа «Втулка»
14		Выполнение 2D модель чертежа детали типа «Штуцер»
15		Выполнение 2D модель чертежа детали типа «Крышка»
16		Выполнение 2D модель чертежа детали типа «Корпус»
17	Геометрическое моделирование в AutoCAD	Видовые экраны. Работа с ПСК. Библиотека 3-х мерных примитивов
18	Каркасное моделирование	Формирование каркасной 3D модели методом «выдавливания»
19	Поверхностное моделирование	Формирование поверхностной 3D модели
20	Твердотельное моделирование	Создание объектов с использованием булевых операций. Создание 3D-сборки
21	3-D технология построения чертежа	Формирование 2D чертежа на основе 3D модели

### Ссылки на источники

1. Скобелева И. Ю., Ширшова И. А., Князьков В. В., Гареева Л. В. Инженерная графика. – Н.Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2008. – 150 с.
2. Скобелева И. Ю., Ширшова И. А., Мухина М. Л. Начертательная геометрия. – Н.Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2008. – 150 с.
3. Хейфиц А. Л. Инженерная компьютерная графика AutoCAD. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 336 с.
4. Князьков В. В. Технологии CAD-систем в инженерном графическом образовании // Концепт. – Апрель 2012, ART 1242. – Киров, 2012 г. – URL: <http://www.covenok.ru/koncept/2012/1242.htm>.

**Mukhina Milena,**

*Cand. tech. Sci., the lecturer, Faculty of engineering graphics Nizhny Novgorod State Technical University in the name of R.E. Alekseeva, Nizhny Novgorod*

[vmuh@live.com](mailto:vmuh@live.com)

### Geometric education in the basic schools of higher technical educational institutions

**Abstract.** This article is devoted to the teaching of the course "fundamentals of engineering graphics" and "fundamentals of computer graphics in the municipal educational institution Lyceum № 38, which is the basic school of Nizhny Novgorod State Technical University. R.E. Alekseev.

**Keywords:** learning, incomplete secondary school, careers, engineering graphics, descriptive geometry, computer graphics.

ISSN 2304-120X



06

9 772304 120128