

УДК 514.18; 681.3.06; 744.4

## ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И AUTODESK AUTOCAD

Телегин В.В.<sup>1</sup>, Телегин И.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБГОУ ВПО «Липецкий Государственный Технический Университет», Липецк, Россия (398600, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д.30), e-mail: vv.telegin@yandex.ru

На протяжении столетий начертательной геометрии уделялось особое внимание при подготовке высококвалифицированных специалистов в ВУЗах страны. Однако, в последнее десятилетие, в связи развитием методов трёхмерного компьютерного моделирования и их доступностью, возникает ряд вопросов о месте и роли этой дисциплины в системе высшего образования. По мнению авторов, есть методы начертательной геометрии, лежащие не только в основе создания конструкторской документации при проектировании различных изделий, но и, что очень важно, позволяющие сформировать в сознании инженера особую форму мышления. Есть средства реализации этих методов, в том числе и компьютерное моделирование, с помощью которых решаются практические задачи, но не подменяют сами методы. Статья посвящена опыту использования методов 3D-моделирования при изучении дисциплины начертательная геометрия. В работе подробно описана методика построения курса начертательной геометрии на основе 2D и 3D-графики в системе Autodesk AutoCAD, приводится содержание графических работ, рекомендуемых студентам к выполнению. Статья может быть полезна преподавателям ВУЗов, использующих технологии 3D-моделирования в учебном процессе.

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерное моделирование, 3D-модель, чертёж.

## GRAPHIC TRAINING OF STUDENTS. DESCRIPTIVE GEOMETRY AND AUTODESK AUTOCAD

Telegin V.V.<sup>1</sup>, Telegin I.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia (398600, Russia, Lipetsk, Moskovskaya St., 30), e-mail: vv.telegin@yandex.ru

For centuries, descriptive geometry given special consideration in the preparation of highly qualified specialists in the universities of the country. However, in the last decade, due to the development of three-dimensional computer modeling techniques and their availability, a number of questions about the place and the role of this discipline in higher education. According to the authors, there are methods of descriptive geometry, lie not only in the creation of the basis of design documentation for the design of various products, but also, very importantly, allowing the engineer to form in the minds of a particular form of thinking. There are a means of implementing these techniques, including computer simulation, with which to solve practical problems, but do not replace the methods themselves. The article is devoted to the experience of using the methods of 3D-modeling in the study of the discipline descriptive geometry. The work is described in detail a technique of constructing a course in descriptive geometry based on 2D and 3D-graphics in the Autodesk AutoCAD, given the content of the graphic works recommended for students to perform. The article can be useful to teachers of universities that use the technology of 3D-modeling in the learning process.

Keywords: descriptive geometry, engineering graphics, computer simulation, 3D-model, drawing.

На протяжении многих десятилетий одной из основных дисциплин системы подготовки кадров высшей технической квалификации – инженеров механиков, инженеров строителей и других специалистов, является начертательная геометрия. Созданная 220 лет назад [1, 2] французским учёным Гаспаром Монжем “начертательная геометрия культивировалась в технической школе как наука, без которой немислимо образование инженера” [1].

Как правило, “рождение” любого изделия связано с тремя этапами: оформление и осмысливание идеи в сознании инженера, создание и обработка документации, изготовление на основе этой документации непосредственно самого изделия. Очевидно, что эти этапы не только тесно взаимосвязаны, но и не исчерпывают все нюансы подготовки и обеспечения производства готового изделия. Если изделие представляет собой какую-то конструкцию, в реальности трёхмерную, то второй этап обязательно включает представление информации об этой конструкции в виде удобном для её обработки. В настоящее время это трёхмерная компьютерная модель [3, 6, 8], необходимые расчёты и чертёж. Чертёж, по словам Монжа, есть язык техники, а грамматикой этого языка является начертательная геометрия [1].

Технология создания 3D-моделей трёхмерных объектов и разработки на их основе конструкторской документации (например, чертежей в соответствии с ЕСКД) стала доступной для студентов и преподавателей ВУЗов в первые годы 21-го века. В настоящее время процесс проектирования, осуществляемый подавляющим большинством предприятий, базируется на следующей схеме: создание 3D-модели изделия, выполнение на её основе расчётов (кинематических, динамических, прочностных и других), совершенствование на их основе проектируемого изделия и, в полуавтоматическом режиме, разработка чертежей и другой документации, необходимой для последующей организации его (изделия) производства. На первый взгляд при таком подходе оказываются ненужными знания многих дисциплин, изучаемых в высших учебных заведениях. Авторы, возможно, и утрируют, но среди таких дисциплин, математика – числа можно перемножить на калькуляторе, а решить, например, уравнение в Maple, MatLAB или MatchCAD, механика – задачи по теории механизмов и машин, деталей машин, сопротивления материалов легко решаются в рамках многих систем 3D-моделирования: Autodesk Inventor Professional, Autodesk Simulation, Solidworks, начертательная геометрия [10] – например, линию пересечения геометрических объектов без особого труда можно построить в любой из систем трёхмерного моделирования. Однако, суть высшего образования, по мнению авторов, это не приобретение набора каких-то навыков и умения их механического применения, а формирование у инженера особой структуры мышления и базы знаний по целому ряду наук, позволяющих творчески подойти к решению поставленной перед ним задачи, не просто скопировать, но получить наилучшее из возможных решений.

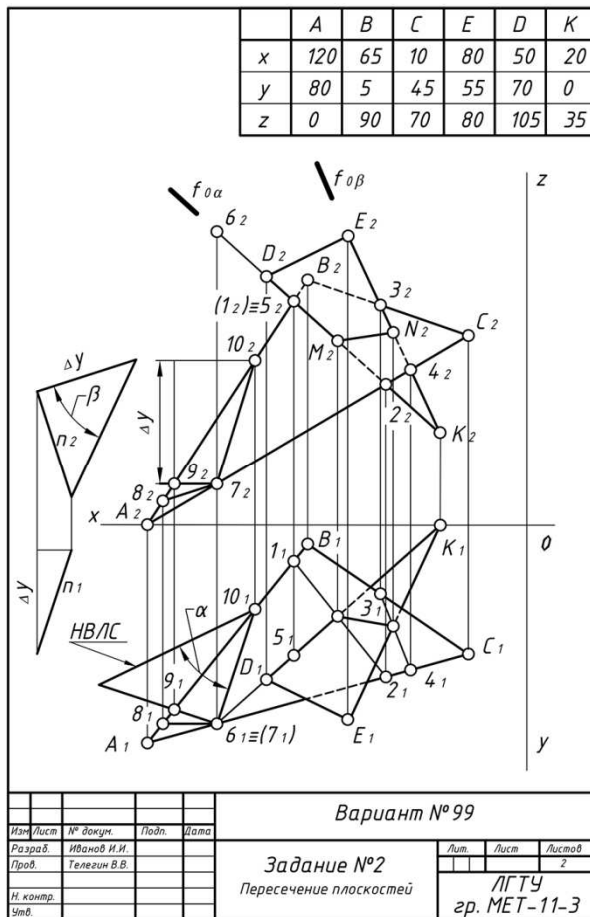
Данная статья является конкретизацией материала, связанного с графической подготовкой студентов по дисциплине начертательная геометрия в Липецком государственном техническом университете (ЛГТУ), изложенного в работах [4, 5, 7, 9]. Как отмечалось выше, начертательная геометрия, являясь одной из базовых дисциплин, формирующих способность инженера работать с трёхмерными геометрическими объектами,

как мысленно, так и на плоскости, не может и не должна дистанцироваться от современных компьютерных 3D-технологий. На протяжении нескольких лет авторами разрабатывается и апробируется методика подготовки студентов, позволяющая в рамках стандартного курса начертательной геометрии (2 – 3 зачётные единицы в 1-ом семестре):

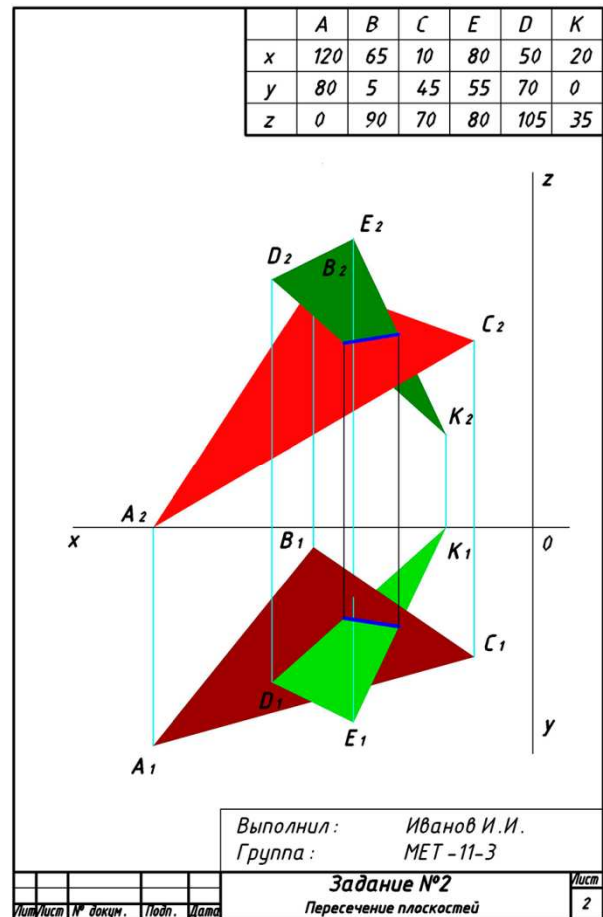
- обучить студентов практическим навыкам выполнения графических работ с помощью программы Autodesk AutoCAD [4];
- сформировать основные понятия о методах и задачах дисциплины начертательная геометрия;
- освоить практические навыки применения методов компьютерного 3D-моделирования для решения типовых задач начертательной геометрии.

Три задачи, разные по своей сути, содержанию и трудоёмкости. Их решение, при минимуме временных затрат (1 час лекций и 1 или 2 часа практики в неделю) требует наличие исчерпывающих по содержанию методических указаний по всем темам предмета, а также организации интенсивной работы студентов, в первую очередь, на занятиях в аудитории. В ЛГТУ графическая подготовка студентов осуществляется на основе программных продуктов фирмы Autodesk [4]. Возможность использования лицензионных версий программных решений Autodesk, как в специализированных компьютерных классах ВУЗа, так и на личных домашних компьютерах студентов, при организации дистанционного общения студентов с преподавателем, применение современных образовательных технологий, позволяет заметно повысить качество учебного процесса и скорость освоения материала.

Первая и вторая части курса начертательной геометрии в первые шесть недель обучения совмещены во времени. В этот период практические занятия процентов на восемьдесят посвящены освоению системы AutoCAD, теоретический материал курса изучается во время лекций, частично, на практических занятиях и самостоятельно. Форма контроля на этом этапе обучения: выполнение тестовых заданий в системах тестирования кафедры и интернет-тестирования ФЭПО. Предусмотрена одна самостоятельная работа. Тема – методы проецирования, чертежи точки и отрезка прямой. Практический результат освоения первой части дисциплины – выполнение 1-ой графической работы. Её содержание приведено в статье [4]. Эта работа не связана с предметом начертательная геометрия. Её цель – приобретения навыков выполнения плоских чертежей в системе AutoCAD [4, 7].



**а**



**б**

Рис. 1. Индивидуальная графическая работа №2

Пересечение плоскостей: **а** – классические методы, **б** – 3D-моделирование

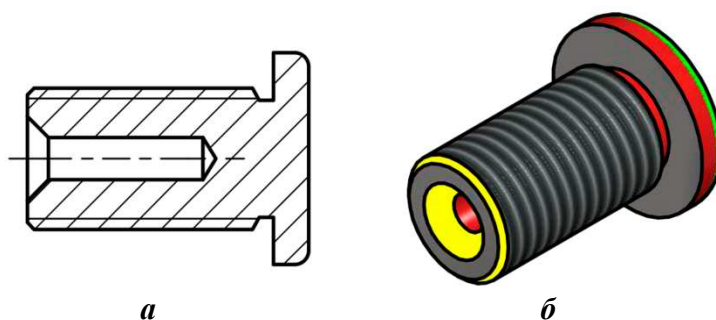
Практические занятия по курсу начертательная геометрия начинаются с 7-ой недели семестра. К этому времени студенты в рамках лекционных занятий ознакомлены с началами начертательной геометрии: методы и свойства проецирования, чертёж точки (для некоторых специальностей – в октантах), чертёж прямой линии (правило прямоугольного треугольника, прямые частного положения). На этом занятии студенты получают свой вариант задания 2-ой индивидуальной графической работы (ИГР №2). К следующей лекции студентам предлагается выполнить построение условия своего варианта задания, и распечатать его в двух экземплярах (рис. 1а, только треугольники ABC и DEK). Один экземпляр используется на лекциях и практических занятиях при изучении темы главные линии плоскости и углы её наклона к плоскостям проекций, другой – пересечение прямой и плоскости и пересечение двух плоскостей. На 9-ой неделе выполнение ИГР №2 заканчивается (рис. 1). Построение 3D-модели пересекающихся плоскостей выполняется под руководством преподавателя на 7-ой или 8-ой неделе. Особое внимание на этом этапе изучения 3D-моделирования в AutoCAD уделяется системам координат, определяющих положение трёхмерной точки в

пространстве и их преобразованию, методам визуализации, изменению положения трёхмерных объектов в пространстве (вращение, перенос, копирование, зеркало).

Таким образом, изучение 3-ей части дисциплины, начиная с 7-ой недели, осуществляется параллельно со 2-ой частью и продолжается до конца семестра.

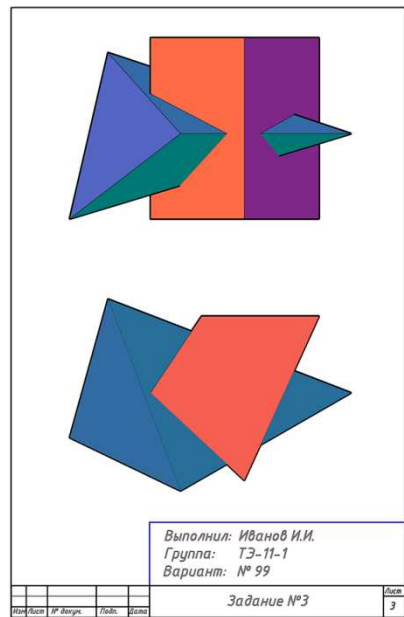
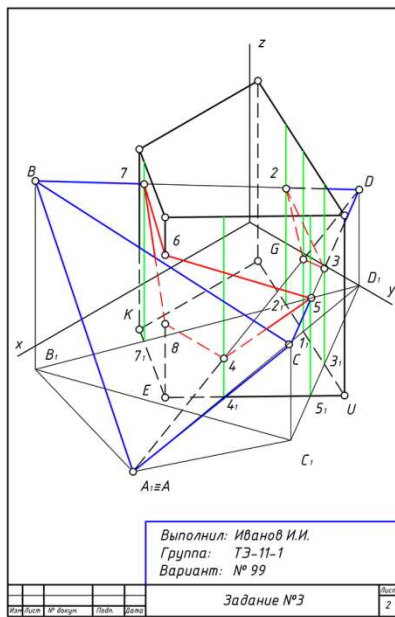
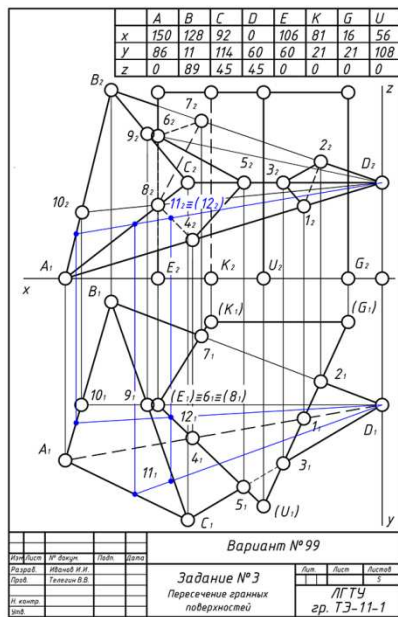
Выполнением ИГР №2 (рис.1) завершается изучение основного теоретического модуля предмета начертательная геометрия – простейшие геометрические образы, позиционные и метрические задачи, связанные с ними. При достаточно большом объёме курса (4 часа в неделю и больше) реализуется возможность более углубленного изучения таких понятий, как следы прямых линий, плоскостей, выполнение построений в различных октантах, методы преобразования чертежа и применение их для решения практических задач.

Любая достаточно сложная конструкция, являющаяся объектом профессиональной деятельности инженера, это чаще всего результат выполнения булевых операций над трёхмерными телами, к числу которых относятся как простейшие (точка, прямая, плоскость), так и более сложные геометрические образы – кривая линия, поверхность и тело.



*Рис. 2. Представление сложного объекта: а – чертёж, б – 3D-модель*

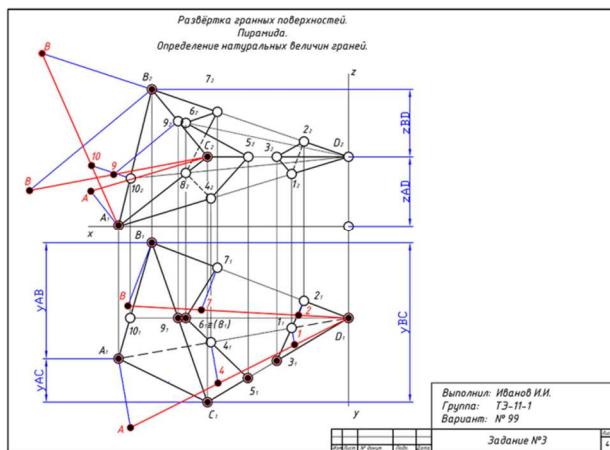
На рис. 2 показан фронтальный разрез изделия и его трёхмерная модель. Наверное, одна из основных задач начертательной геометрии научить видеть в изображении рис. 1а не набор линий, а результат объединения трёх цилиндрических поверхностей с двумя коническими и одной тора с последующим вычитанием поверхностей двух конических, одной цилиндрической (отверстие) и винтовой (резьба). Умение работать с трёхмерными конструкциями именно таким образом – один из важнейших признаков, отличающих профессионального инженера с соответствующей теоретической подготовкой. На рис. 3 и 4 приведены две заключительные работы курса начертательная геометрия, целью выполнения которых является начало формирования у студента описанного выше подхода.



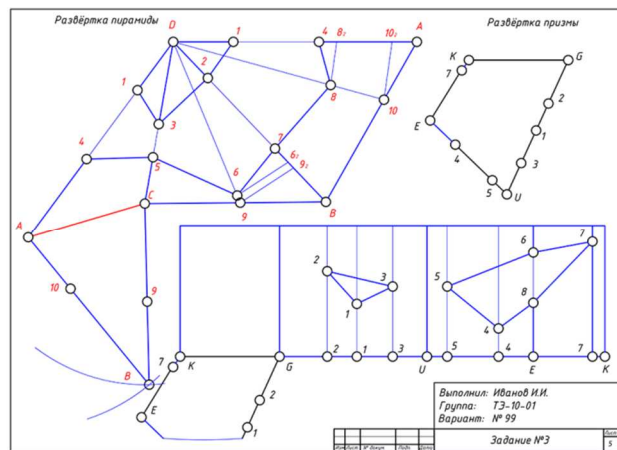
**а**

**б**

**в**



**г**



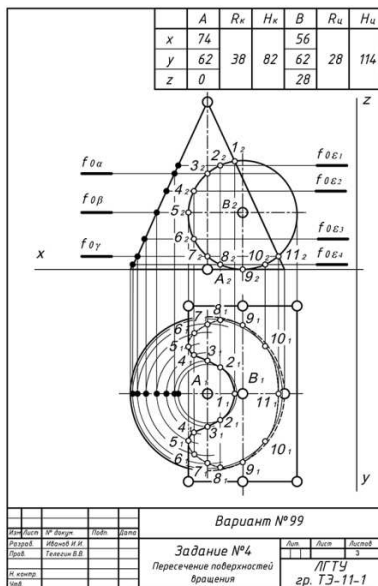
**д**

Рис. 3. Индивидуальная графическая работа №3

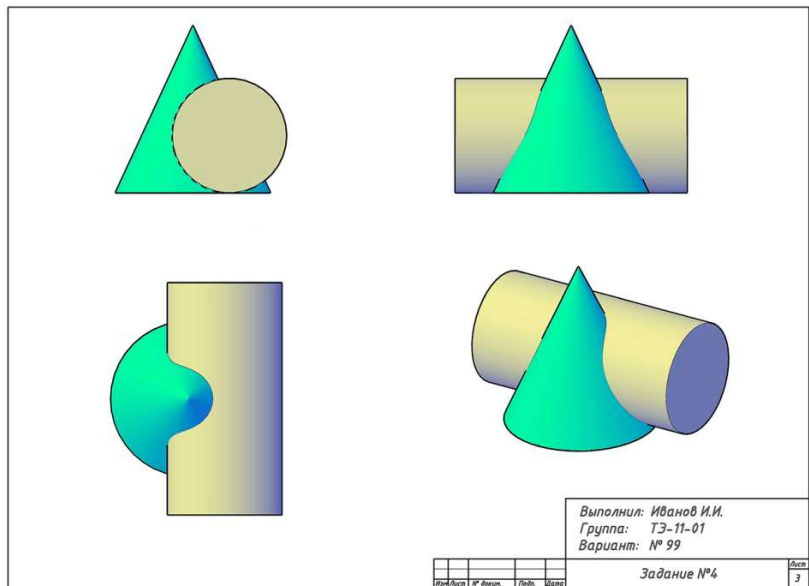
Пересечение граничных поверхностей: **а** – классические методы;

**б** – аксонометрическая проекция; **в** – 3D-моделирование; **г, д** – построение развёртки

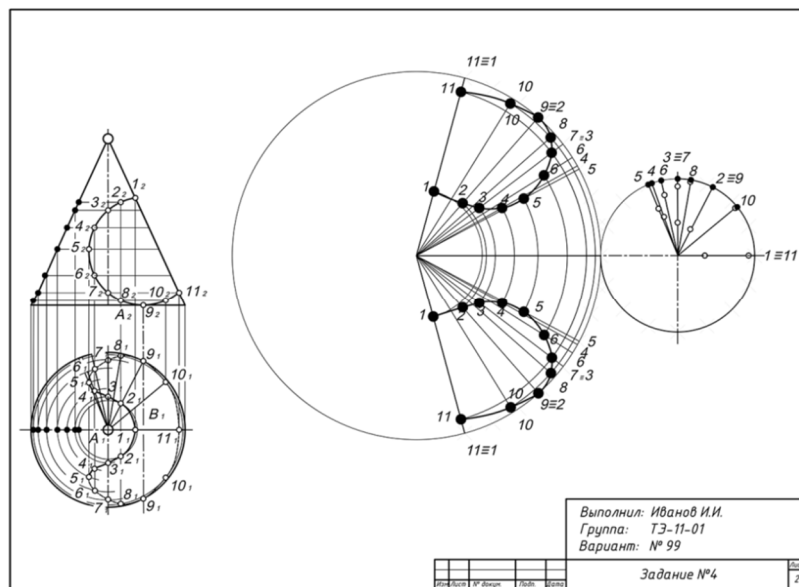
В рамках выполнения ИГР №3 студент проектирует и изготавливает (склеивает из бумаги) реальное изделие (фотография не приводится), представляющее собой пересечение двух граничных поверхностей: прямой четырёхгранной призмы и трёхгранной пирамиды. При проектировании изделия используются как методы начертательной геометрии, так и 3D-моделирование в Autodesk AutoCAD. 3D-модель в данной работе – гарант точности построений линии пересечения (рис. 3а) и развёртки (рис. 3г, д). Для справки. Конечным конструкторским документом, необходимым для изготовления изделия является чертёж развёртки, который может быть достаточно легко построен только по 3D-модели (рис. 3в).



**а**



**б**



**в**

*Рис. 4. Индивидуальная графическая работа №4*

*Пересечение поверхностей вращения: а – классические методы;*

*б – 3D-моделирование; в – построение развёртки*

Четвёртая графическая работа – практически полный аналог графической работы №3, но для поверхностей вращения, занимающих важнейшее место, как в машиностроении, так и строительстве.

### Список литературы

1. Гаспар Монж Начертательная геометрия. Перевод В.Ф. Газе. Под общей редакцией Т.П. Кравца // Изд-во Академии Наук СССР, Л., – 1947 г. – 291 с.

2. Каргин Д. И. Гаспар Монж - творец начертательной геометрии // "Гаспар Монж". Сборник статей к двухсотлетию со дня рождения. Изд-во Академии Наук СССР, Л., 1947 г. Режим доступа: <http://www.detskiysad.ru/raznlit/monge2.html> (Дата обращения 06.06.15).
3. Телегин В.В. 3D-моделирование и оптимизация конструкции рамы культиватора [Текст] // В сборнике: общество, наука и инновации. – 2013. С. 247-250.
4. Телегин В.В. Графическая подготовка студентов на основе программных продуктов фирмы Autodesk / В.В. Телегин, И.В. Телегин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. № 3; URL: [www.science-education.ru/117-13068](http://www.science-education.ru/117-13068).
5. Телегин В.В. Курс “Инженерная графика” на базе Autodesk Inventor Professional / В.В. Телегин, А.С. Степанов // В сборнике: Наука и образование в XXI веке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 17 частях. – 2014. С. 147-148.
6. Телегин В.В. Построение имитационных моделей в задачах исследования динамики механических систем / В.В. Телегин, С.А. Коробов // Фундаментальные исследования. – 2014. № 12-10. С. 2125-2130.
7. Телегин В.В. Структура курса начертательная геометрия с элементами компьютерной графики // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции. Часть 5. М-во обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», – 2013. – 163 с. С. 117–118.
8. Телегин В.В. Технология цифровых прототипов в задачах исследования динамики кузнечно-прессовых машин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. Т. 14, №4(5). С. 1306–1309.
9. Телегин И.В. Использование САПР в учебном процессе кафедры инженерной графики ЛГТУ / И.В. Телегин, Н.А. Титов // В сборнике: Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 10 частях. – 2013. С. 135-136.
10. Тунаков А. Начертали и забыли. Зачем преподавать студентам умирающие дисциплины? Режим доступа: <http://old.poisknews.ru/2007/03/14/nachertili.html> (Дата обращения 06.06.15) .

#### **Рецензенты:**

Володин И.М., д.т.н., профессор, проректор по научной работе, Липецкий государственный технический университет, г. Липецк;

Лебедев С.В., д.т.н., профессор кафедры оборудования и процессов машиностроительных производств, Липецкий государственный технический университет, г. Липецк.