

Юренкова Любовь Романовна

### **МЕТОДИКА ПРОСТАНОВКИ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРАФОВ**

В статье приведена методика нанесения размеров на чертежах деталей сложной геометрической формы. Для студентов, приступивших к изучению дисциплины "Инженерная графика" на первых двух курсах, этап нанесения размеров представляет серьезные трудности, так как для успешного выполнения этой работы необходимы глубокие знания технологии изготовления деталей. На помощь приходит теория графов, которая позволяет разработать алгоритм, а графы, составленные по трем координатным осям, исключают неполное задание размеров.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/4/2017/4/21.html](http://www.gramota.net/materials/4/2017/4/21.html)

Источник

### **Педагогика. Вопросы теории и практики**

Тамбов: Грамота, 2017. № 4(08) С. 77-81. ISSN 2500-0039.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/4.html](http://www.gramota.net/editions/4.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/4/2017/4/](http://www.gramota.net/materials/4/2017/4/)

### **© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [pednauki@gramota.net](mailto:pednauki@gramota.net)

УДК 37

В статье приведена методика нанесения размеров на чертежах деталей сложной геометрической формы. Для студентов, приступивших к изучению дисциплины «Инженерная графика» на первых двух курсах, этап нанесения размеров представляет серьезные трудности, так как для успешного выполнения этой работы необходимы глубокие знания технологии изготовления деталей. На помощь приходит теория графов, которая позволяет разработать алгоритм, а графы, составленные по трем координатным осям, исключают неполное задание размеров.

**Ключевые слова и фразы:** деталь; геометрическая форма; технология; размеры; графы.

**Юренкова Любовь Романовна**, к.т.н., доцент

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана  
julia-nebova@mail.ru

### МЕТОДИКА ПРОСТАНОВКИ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРАФОВ

Оптимизировать процесс нанесения размеров позволяет методика с применением теории графов. Теория графов – это раздел математики, относящийся к графической геометрии. Основы теории графов заложил в XVIII веке выдающийся швейцарский математик Леонард Эйлер. Как отдельная математическая дисциплина теория графов была впервые представлена в работах венгерского математика Кёнига в 30-е годы XX века. Это необычная геометрия, в которой нет углов и расстояний между точками в привычном понимании. *Графом* называется набор точек и линий, соединяющих эти точки. Точки называют вершинами графа, а отрезки – ребрами. Форма ребер может быть произвольной (Рис. 1). С помощью графов очень наглядно можно отобразить связи между поверхностями, ограничивающими деталь. Вершины графа – это поверхности детали, а ребра – размеры.



Рисунок 1. Граф

Рассмотрим последовательность действий по нанесению размеров на чертеже корпуса – детали сложной геометрической формы (Рис. 2). Сначала надо прочитать чертеж детали, то есть определить поверхности, ограничивающие деталь. Для этого пронумеруем поверхности, заполним Таблицу 1 и нанесем номера на чертеже (Рис. 3).

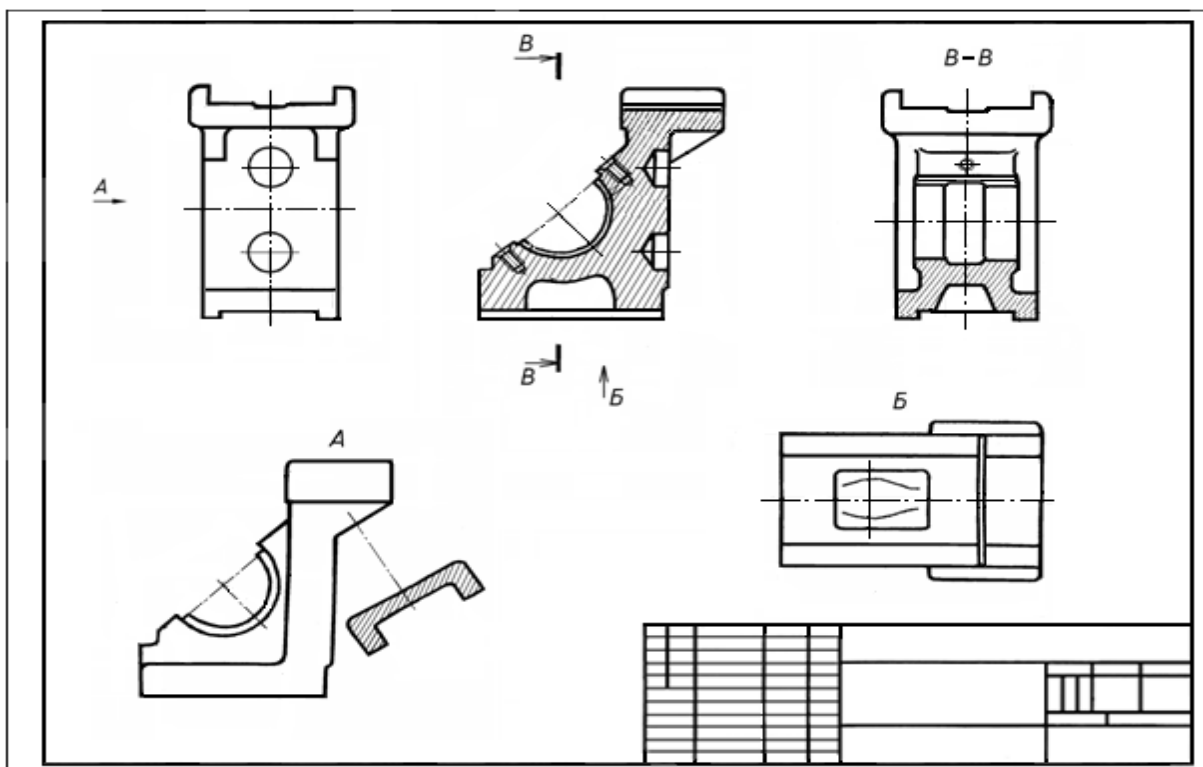


Рисунок 2. Чертеж корпуса без размеров

Таблица 1. Поверхности, ограничивающие деталь

| Вид поверхности | Порядковый номер поверхности |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-----------------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Плоскость       | ①                            | ②  | ③  | ④  | ⑤  | ⑦  | ⑧  | ⑨  | ⑩  |  |
|                 | 11                           | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |  |
|                 | 20                           | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |  |
|                 | 29                           | 30 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |  |
|                 | 43                           | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 |  |
|                 | 52                           | 53 |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                 | Цилиндрическая               | 6  | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |    |    |  |
|                 |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                 |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                 |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

**Примечание.** В окружность вписаны номера механически обрабатываемых поверхностей, а в квадрат – номера механически необрабатываемых поверхностей.

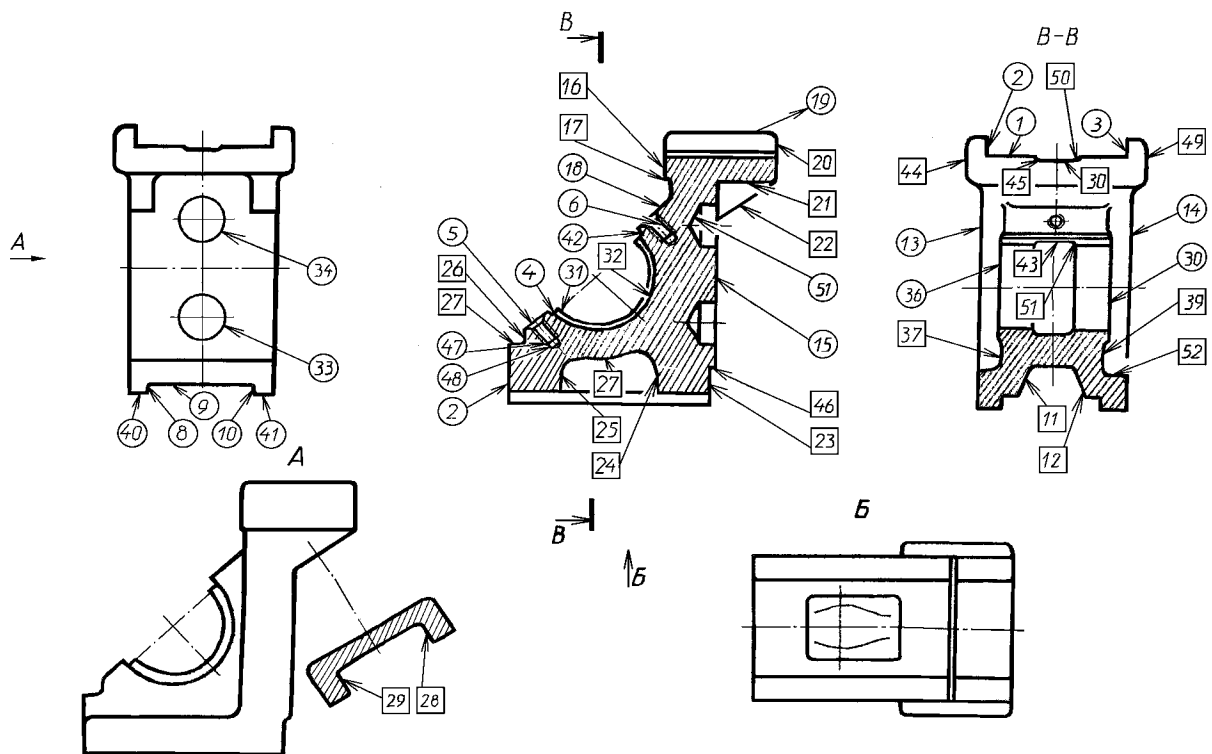


Рисунок 3. Чертеж корпуса с пронумерованными поверхностями

Затем определяем основные конструкторские и вспомогательные базы, руководствуясь положениями ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения», и выявляем сопрягаемые поверхности, при помощи которых деталь взаимодействует с другими деталями в сборочной единице. Это позволит правильно нанести размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей от конструкторских баз с учетом возможностей выполнения и контроля этих размеров в соответствии с п. 1.12 ГОСТ 2.307-68. Для самостоятельного выполнения этапа «Нанесение размеров», достаточно сложного для студентов, разработаны пособия [1; 2], содержащие учебные карты. В этих учебных картах разъяснены основные понятия и описан порядок действий при нанесении размеров на чертежах деталей сложной геометрической формы (см. Приложение).

Одновременно с нанесением размеров на чертеже следует заполнить Таблицу 2. В ней приводятся графы размерных цепей, то есть контуры размеров в направлении координатных осей. При этом проверяется наличие связей между поверхностями, перечисленными в Таблице 1.

Таблица 2. Графы размерных цепей

| Тип поверхности                                    | Контуры размеров в направлении координатных осей |   |   |
|--|--|---|---|
|  | x  | y | z |
| Базы конструкторские основные                      |  |   |   |
| Базы конструкторские вспомогательные               |  |   |   |
| Поверхности, не являющиеся конструкторскими базами |  |   |   |

**Примечание.** В таблице используются следующие обозначения:  
 ○ - механически обрабатываемые поверхности (чистые);  
 □ - поверхности, не подвергаемые механической обработке (черные);  
 — - линейные размеры;  
 △ - размерная связь между механически обрабатываемыми и необрабатываемыми поверхностями;  
 --- - условная связь между поверхностями.

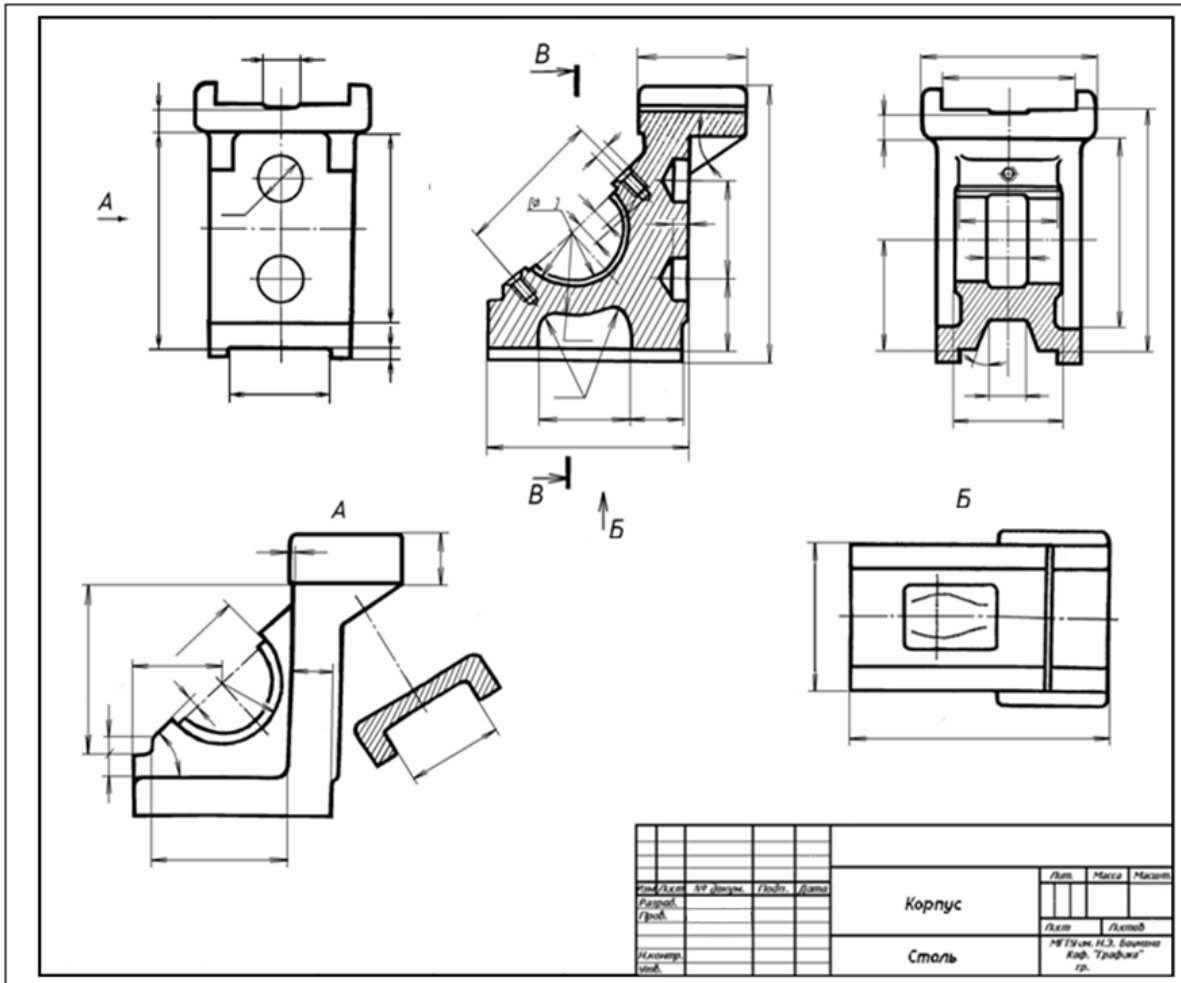


Рисунок 4. Чертеж корпуса с размерами

Графы позволяют проверять соблюдение положения ГОСТ 2.307-68 (п. 1.16), требующего связывать между собой механически обрабатываемые и механически необрабатываемые поверхности деталей, изготовленных литьем, ковкой и другими способами, установить наличие не более одного размера, связывающего механически обрабатываемую и механически необрабатываемую поверхности в каждом координатном направлении.

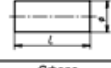



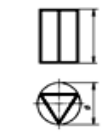

Таким образом, с помощью графов удастся контролировать процесс нанесения размеров и проверять их достаточность на чертеже, сверяя две таблицы. Разработанные учебные карты позволяют студентам более самостоятельно наносить размеры и сделать этот процесс в некоторой степени даже увлекательным.

Приложение

Учебная карта № 1

| Задание  | Исходные данные   |   |  | Последовательность действий  | Образец выполнения (см. рис.10)  |  |
|--|---|---|--|--|--|--|
| Построить плоский контур и нанести его размеры   | <p>1. Элементами плоского контура (ПК) являются отрезки прямых, окружности, дуги окружностей, прямоугольники и др. Сопрягаемые элементы, положение которых на чертеже задано. Сопрягающие элементы, с помощью которых соединяются сопрягаемые элементы. Положение их определяется построением. Отдельные элементы – элементы, не являющиеся ни сопрягаемыми, ни сопрягающими.</p> |   |  | <p>1. Выделить элементы из которых состоит ПК. Определить сопрягаемые и сопрягающие элементы</p> | <p>Построить сопрягаемые элементы: прямые: а, b, с, d, е; дуги: а, b. Сопрягающие элементы: прямая f дуги: с, d, е. Отдельные элементы: окружность l, квадрат П (см. рис.9).</p> |  |
|  | <p>2. Размеры, определяющие параметры формы, наиболее часто встречающихся элементов ПК</p>  |   |  | <p>2. Определить параметры формы каждого элемента ПК и нанести соответствующие размеры</p>       | <p>Наносятся размеры: 1 2 4 6 9 11 13 16</p>   |  |
|  | Вид элемента ПК   | Окружность  | Дуга   | Отрезок  |  |  |
|  | Параметры формы   | $\phi$ - диаметр<br> | R - радиус<br>                | l - длина<br>   |  |  |
|  | Вид элемента ПК   | Прямоугольник   | Квадрат  | Вырез  |  |  |
| Параметры формы  | l - длина<br>h - ширина<br>  | h - сторона<br>    | l - длина<br>h - ширина<br> |  |  |  |
| <p>3. Базовыми линиями ПК называются две произвольные прямые линии, принадлежащие ПК и являющиеся осями координат, от которых ведется отсчет параметров положения.</p>       |   |   | <p>3. Выделить базовые линии ПК</p>  | <p>3. Линии Oх и Oу</p>  |  |  |
| <p>4. Положение сопрягаемых и отдельных элементов ПК задается координатами относительно выбранных базовых линий. Положение сопрягающих элементов на чертеже не задается.</p> |   |   | <p>4. Установить параметры положения каждого элемента</p>  | <p>4. Нанести размеры: 3 5 6 7 10 12 14 15</p>   |  |  |
| <p>5. Наибольшие размеры ПК в направлении осей координат – габаритные размеры.</p>   |   |   | <p>5. Нанести габаритные размеры.</p>  | <p>Нанести размеры: 17 18</p>  |  |  |

Учебная карта № 2

| Задание  | Исходные данные   |  | Последовательность действий  | Образец выполнения  |  |
|--|---|--|--|---|--|
| Нанести размеры на чертеже объемной фигуры   | <p>1. Объемная фигура - это геометрическое тело, ограниченное одной или несколькими поверхностями. Элемент объемной фигуры - это часть объемной фигуры, представляющая собой простейшее геометрическое тело, например, призма, пирамида, цилиндр, конус.</p>                          |  | <p>1. Определить вид всех поверхностей, ограничивающих объемную фигуру. Выделить элементы объемной фигуры.</p> | <p>1. Объемная фигура ограничена следующими поверхностями: цилиндрической, конической, сферической, плоскостями, являющимися гранями призмы и пирамиды.</p> |  |
|  | <p>2. Размеры, наносимые на чертеже объемной фигуры, включают в себя размеры, определяющие параметры формы и параметры положения каждого ее элемента, относительно выбран. Ниже приводятся примеры параметров формы наиболее часто встречающихся простейших геометрических фигур.</p> |  | <p>2. Нанести размеры, определяющие параметры формы элементов объемной фигуры.</p>                             | <p>2. Наносятся размеры: 1 3 4 5 6 7 8 10 11</p>  |  |
|  | Элемент   | Цилиндр  | Конус, усеченный конус   |   |  |
|  | Параметры формы   |   |                             |   |  |
|  | Элемент   | Сфера  | Тор  |   |  |
| Параметры формы  | $\phi$<br>   |   |  |   |  |
| Элемент  | Призма  | Пирамида   |  |   |  |
| Параметры формы  |    |   |  |   |  |
| <p>3. Размеры, определяющие параметры положения элементов объемной фигуры, наносятся в направлении трех координатных осей x, y, z от трех выбранных базовых плоскостей. Одной из них, как правило является плоскость основания объемной фигуры. При наличии у объемной фигуры оси симметрии, общей для всех элементов, отпадает необходимость в двух других базовых плоскостях. Допускается задавать положение элемента не от базовой плоскости, а от другого элемента, положение которого уже определено.</p> |   | <p>3. Определить положение базовых плоскостей и нанести размеры, определяющие параметры положения элементов объемной фигуры.</p> | <p>3. Наносятся размеры 2 9</p>  |   |  |
| <p>4. Наибольшие размеры объемной фигуры в направлении трех координатных осей будем называть габаритными размерами.</p>  |   | <p>4. Нанести габаритные размеры.</p>  | <p>4. Наносятся размеры 1 2</p>  |   |  |

Учебная карта № 3

| Задание                           | Исходные данные  | Последовательность действий  | Образец выполнения  |
|-----------------------------------|--|--|---|
| Нанести размеры на чертеже детали | 1. Основной конструкторской базой называется поверхность детали, определяющая ее положение в сборочной единице по какому-либо координатному направлению. Вспомогательной конструкторской базой называется поверхность детали, определяющая положение других деталей относительно данной. Основные и вспомогательные конструкторские базы устанавливаются по чертежу сборочной единицы. Все базовые поверхности обрабатываются резанием.        | 1. Прочитать чертеж детали, т.е. выделить элементы в виде объемных фигур и определить поверхности, их ограничивающие. Каждой поверхности присвоить порядковый номер. Составить таблицу 1. Установить основные и вспомогательные конструкторские базы | 1. См. таблицу 1 и рис. 8.41. За основные конструкторские базы приняты поверхности:<br>⑦ – по оси x<br>⑧ – по оси y<br>⑨ – по оси z |
|                                   | 2. Заготовки для корпусных или других деталей сложной формы получают, литьем, ковки, сваркой и другими методами. Для обработки резанием как прашко, конструкторских баз должны быть подготовлены, т.е. так же обработаны резанием, технологические базы, по которым производится установка (базирование) детали на станке. Для повышения точности обработки основные конструкторские и технологические базы сводят, по возможности, совмещать. | 2. Определить технологический процесс обработки детали. Выделить базы, с которых начинается обработка детали (технологические базы).   | 2. За технологические базы приняты поверхности:<br>⑦ ⑧ ⑨  |
|                                   | 3. При нанесении размеров отдельных элементов детали, т.е. при определении параметров формы и положения, нужно руководствоваться технологическим процессом обработки и т. 2 и 3 учебной карты №2.  | 3. Нанести размеры механически обрабатываемых и необрабатываемых элементов детали и построить соответствующие части графов.  | 3. Размеры, определяющие параметры формы и положения элементов детали, наносятся параллельно с построением графов (таблица 2).      |
|                                   | 4. Размеры, связывающие "чистые" (механически обрабатываемые) и "черные" (механически необрабатываемые) поверхности в каждом координатном направлении, должны встречаться на чертеже не более одного раза (ГОСТ 2.307-68, п. 1.16).  | 4. Установить три размера, связывающие "чистые" и "черные" поверхности по трем координатным осям. Отразить это в графах.   | 4. Связи между "чистыми" и "черными" поверхностями отмечены знаком Δ.   |
|                                   | 5. Наибольшие размеры в направлении трех координатных осей будем называть габаритными размерами.   | 5. Нанести габаритные размеры.   | 5. Наносятся размеры<br>⑦—Δ—②② — по оси x<br>②②—②② — по оси y<br>②②—②② — по оси z   |
|                                   | 6. Если полученный граф имеет вид "дерева", т.е. в его структуре отсутствуют замкнутые контуры и имеются все отмеченные в таблице 1 поверхности, то размеры нанесены верно.  | 6. Проверить правильность нанесения размеров (наличие оптимального их количества) с помощью графов и таблицы 1.  | 6. Равенство кол-ва поверхностей в графах и на рис. 8.41 свидетельствует о правильности нанесения размеров                          |

Список источников

1. Бурлай В. В., Юренкова Л. Р. Справочное пособие по машиностроительному черчению: учеб. пособие. М.: Изд-во Российского нового университета, 2007. 212 с.
2. Бурлай В. В., Юренкова Л. Р. Учитесь чертить, или Первый шаг в машиностроительное черчение: учеб. пособие. М.: Изд-во МГОУ, 2008. 188 с.
3. Харари Ф. Теория графов / пер. с англ. М.: Мир, 1973. 301 с.

METHODS OF DIMENSIONING ON DRAWINGS USING GRAPHS

Yurenkova Lyubov' Romanovna, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor  
 Bauman Moscow State Technical University  
 (National Research University)  
 julia-nebova@mail.ru

The article describes methods of dimensioning on drawings of elements of complex geometrical form. For the students, who began to study the discipline "Engineering Graphics" during the first two years, the dimensioning stage presents serious difficulties as deep knowledge of elements processing technique is necessary for successful fulfillment of this work. Graph theory can help, which allows working out an algorithm, and three-axis graphs prevent partial dimensioning.

Key words and phrases: element; geometrical form; technology; dimensions; graphs.