### УДК 621.83

## ПОСТРОЕНИЕ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ФОРМ

#### © 2018 Д.В. Неснов

#### Самарский государственный технический университет

#### Статья поступила в редакцию 25.06.2018

В статье представлена разработка аналитической модели конгруэнции координатных линий нормальной цилиндрической системы, которая образуется при замене одного из семейств координатной сетки опорного цилиндра на семью винтовых линий постоянного шага. Рассмотрены варианты замены одного из двух семейств координатных линий на опорном цилиндре нормальной цилиндрической системы координат на семью винтовых линий. Показаны возможные варианты координатных сеток – когда координатная сетка на опорном цилиндре, вместо окружностей и прямолинейных образующих будет состоять из множества прямолинейных образующих винтовых линий пересекающих их под постоянным углом и вариант, когда сетка состоит из однопараметрического множества прямых геликоидов соосных с осью опорного цилиндра и конгруэнции винтовых линий. На конкретных примерах исследованы свойства линий, которые во время движения располагаются как в плоскости, которая проходит через ось опорного цилиндра, так и в плоскости перпендикулярной оси опорного цилиндра. Представлены уравнения поверхности, образованную левым винтовым движением окружности, которая находится в плоскости, проходящей через ось вращения. Проанализирована возможность построения винтовой поверхности с различным направлением перемещения образующей Подобную поверхность в технике могут иметь пружины, змеевики, винты многие другие изделия. В приведенной статье показана возможность моделирования теоретической боковой поверхности цилиндрического косозубого колеса эвольвентного профиля путем создания внутреннего уравнения на основе цилиндрической системы координат. При этом на поверхности опорного цилиндра семейства линий t, u, v заменяется конгруэнцией винтовых линий. В результате чего в значительной мере облегчается моделирование сложного эвольвентного профиля зубьев. Приведено внутреннее уравнение эвольвентного геликоида, показано изображение боковой поверхности зуба вместе с основным цилиндром цилиндрического косозубого колеса. Даны рекомендации по выбору возможной координации пространства в зависимости от схемы образования винтовой поверхности.

*Ключевые слова:* специальная система координат, конгруэнция, координатная сетка, опорный цилиндр, нормальные координаты, эвольвента, зубчатое колесо.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Большое количество машиностроительных форм, в том числе и металлорежущего инструмента (метчики, фрезы, сверла, зенкеры и пр.) имеют в своей основе винтовые поверхности. Эти поверхности применяются для формирования режущих кромок, размещения стружки и смазочно-охлаждающих жидкостей. Кроме того, винтовые поверхности в различных вариантах зубчатых колес, червяков, валов участвуют в передаче механического движения. Качественное изготовление винтовых поверхностей в большой степени зависит от специальной теории, которая рассматривает различные способы образования винтовых поверхностей.

Винтовая поверхность получается в результате винтового перемещения образующей. Точки образующей во время винтового движения описывают винтовые линии, каждая из которых может служить направляющей винтовой поверхности. Полученные лини называют винтовыми параллелями. В представленной статье показано два варианта получения винтовых параллелей в зависимости от варианта выбора координации пространства. Одним из свойств винтовых поверхностей является возможность «сдвига», т. е. перемещение вдоль оси винтовой поверхности во время винтового перемещения. Благодаря этому винтовые поверхности находят широкое применение в машиностроении: шнеки горнопроходческих, снегоуборочных и сельскохозяйственных машин, винтовые лестницы, сверла, винты, пружины, змеевики и многие другие варианты применения винтовых поверхностей.

Развитие способов формообразования поверхностей в специальных координатах требует применения к такой координации пространства уже известных конструктивных схем и способов. Одними из наиболее распространенных в технике являются винтовые поверхности, которые образуются винтовым движением представленной образующей линии. Такие поверхности можно получить путем изъятия из конгруэнции,

Неснов Дмитрий Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная графика». E-mail: soft73@mail.ru

цилиндрических винтовых линий, имеющих общую ось и постоянный шаг.

Для формообразования винтовых поверхностей применяют различные криволинейные координаты. И выбор этих координат зависит от конкретных условий формообразования винтовых поверхностей. В случае необходимости создания общего для винтовых поверхностей метода профилирования инструментов, его создание возможно в случае, когда профили винтовых поверхностей будут заданы одними и теми же параметрами криволинейных координат. Так как винтовые поверхности обладают возможностью «сдвига» в направлении винтовой линии, то за первую координату обычно принимают винтовую линию, а второй координатой может быть произвольная линия, находящаяся на винтовой поверхности. В данной статье рассматриваются варианты замены нормальной цилиндрической координации пространства путем ввода новой конгруэнции координатных линий. Делается это путем замены одной из двух семей координатных линий на опорном цилиндре на семью винтовых линий.

Одним из вариантов применения винтовых поверхностей являются цилиндрические косозубые колеса эвольвентного профиля. Зубчатые колеса используют для передачи движения и усилия с одного вала на другой. Передача этого усилия происходит за счет сцепления рабочих поверхностей зубьев. Поэтому к зубчатым передачам применяют различные кинематические и прочностные требования, которые обеспечивают их качественное функционирование. Работа зубчатых колес в значительной мере зависит от геометрических параметров зубьев, находящихся в зацеплении, размеров самих колес и параметров зуборезных станков. В настоящее время наиболее распространенные зубчатые передачи имеют поверхности зубьев эвольвертного профиля, которые имеют достоинства по сравнению с другими поверхностями зубьев зубчатых колес. В приведенной статье показана возможность моделирования теоретической боковой поверхности цилиндрического косозубого колеса эвольвентного профиля путем создания внутреннего уравнения на основе цилиндрической системы координат. При этом на поверхности опорного цилиндра семейства линий t, u, v заменяются конгруэнцией винтовых линий. В результате в значительной мере облегчается моделирование сложного эвольвентного профиля зубьев.

Основной целью являлась разработка аналитической модели конгруэнции координатных линий нормальной цилиндрической системы, которая образуется при замене одного из семейств координатной сетки опорного цилиндра на семью винтовых линий постоянного шага. В работе [1] были рассмотрены конгруэнции координатных линий нормальных систем, которые образуются за счет изменения одного из двух семейств линий координатной сетки опорной поверхности.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ



**Рис. 1.** Опорный цилиндр нормальной цилиндрической системы координат

Система нормальных цилиндрических координат (рис. 1) в классическом виде записывается в виде функций:

$$x = (a + v)\cos t,$$
  

$$y = (a + v)\sin t,$$
 (1)  

$$z = u,$$

где: *t* – угловая координата, отсчет которой осуществляется в направлении против хода часовой стрелки от плоскости XOZ до полуплоскости расположения текущей точки;

 и – расстояние от плоскости z=0 до текущей точки на поверхности цилиндра (координата и может быть положительной либо отрицательной);

*v* – расстояние от текущей поверхности опорного цилиндра до точки пространства вдоль нормали;

а – радиус опорного цилиндра.

Следует отметить, что координаты  $\rho$  и *u* образуют прямоугольную декартову систему координат на плоскости с осью *Oz* при условии

*t=const*, а соответственно координаты p=a+v и *t* в совокупности будут образовывать полярную систему координат в плоскости *xOy* (при *u=const*).

Поверхности *v*=*const* являются цилиндрами, которые будут соосны с опорным цилиндром. Если рассмотреть координатные поверхности систем: *t*=*const* и *u*=*const*, то они будут представлять собой плоскости, которые перпендикулярны к оси  $\partial z$  и проходят через ось опорного цилиндра.

При определении конгруэнций линий необходимо выделить следующие:

- конгруэнция *v* - линий, образуется при помощи нормалей опорного цилиндра;

- конгруэнция *u* - линий, образуется совокупностью прямых, которые будут параллельны оси опорного цилиндра;

- конгруэнция *t* – представляет собой множество окружностей, центры которых расположены на оси опорного цилиндра и будут пересекаться плоскостями расположенными перпендикулярно к опорному цилиндру.

Поменяем заданную нормальную цилиндрическую координацию пространства (1) путем ввода новой конгруэнции координатных линий. Сделать эту замену можно следующим способом: поменяем одну из двух семей координатных линий на опорном цилиндре на семью винтовых линий. В результате этой замены будут получены два варианта новой координации.

В первом варианте координатная сетка на опорном цилиндре, вместо окружностей и прямолинейных образующих будет состоять из множества прямолинейных образующих винтовых линий пересекающих их под постоянным углом – β. Для получения данного семейства линий, необходимо заменим параметр *и*. Сделать это можно при помощи непрерывной дифференцированной функции [2] двух переменных:

$$u = u(t, w), \tag{2}$$

где *w* – параметр семьи линий винтовых линий, которые располагаются на поверхности определителе.

Если воспользоваться уравнением для нахождения угла между двумя направлениями на поверхности, то получим выражение функции (2)

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{Edu^2 + 2Fdudt + Gdt^2}} \times \frac{Edu\partial u + F(du\partial u + dt\partial t) + Gdt\partial t}{\sqrt{E\partial u^2 + 2F\partial u\partial t + G\partial t^2}}, \quad (3)$$

где E = 1, F = 0,  $G = a^2 -$ коэффициенты первой квадратичной формы опорного цилиндра.

Направление прямолинейных образующих опорного цилиндра [3] можно определить выражением  $\partial u = 1$ ,  $\partial t = 0$ . Учитывая эти выражения и значения коэффициентов Е, F и G уравнение

(3) будет выглядеть следующим образом:

$$\cos\beta = \frac{du}{\sqrt{du^2 + a^2 dt^2}}.$$

Если в данном уравнении разделить переменные получим следующее выражение:

$$du = \pm a \operatorname{ctg} \beta \, dt \,. \tag{4}$$

Решая данное уравнение получим:  
$$u = \pm a \operatorname{ctg} \beta t + w$$
. (5)

Знаку ± в данном выражении будут соответствовать: правое направление винтовой линии – знак «+», левое направление винтовой линии – знак «-».

При подстановке правой части выражения (5) в выражение (1) вместо значения *и* получаем следующие функции:

$$x = (a + v) \cos t,$$
  

$$y = (a + v) \sin t,$$
 (6)  

$$z = \pm a \operatorname{ctg} \beta t + w.$$

В результате получены уравнения, которые определяют новую нормальную цилиндрическую координацию пространства. В результате этой замены семья *u*=*const*, которая представляет собой совокупность прямых, параллельных оси опорного цилиндра, заменена семьей прямых геликоидов (*w*=*const*). Эта семья образуется нормалями опорного цилиндра вдоль винтовых линий. Конгруэнцию *t* – линий в новой координации пространства опорным цилиндром образуют пары поверхностей *w*=*const* и *v*=*const*. Эти пары поверхностей определяют множество винтовых линий, которые в соответствии с выражением (6) будут иметь постоянный шаг *b*=*a*ctgβ.

Связав параметры *w* и *v* с помощью непрерывной дифференцируемой функции, получим внутренние уравнения поверхности новой конгруэнции координатных линий:

$$v = v(w), t = t$$
, или  $w = w(v), t = t$ .

Если в уравнение (6) подставить правую часть уравнения (7) можно получить параметрические уравнения поверхности конгруэнции. Так как каждому значению параметра t в функциях (6) соответствует полуплоскость пучка с осью *Оz*, то функции w=w(v) или v=v(w) при этом определяют некоторую плоскую линию, которая лежит в этой полуплоскости.

Во втором варианте на опорном цилиндре координатная сетка будет состоять из семьи окружностей с центрами на оси цилиндра, которые принадлежат плоскостям перпендикулярным к ней, и семьи винтовых линий, которые образуют постоянный угол  $\gamma = \pi/2-\beta$  с этими плоскостями.

Если записать уравнение (4) относительно dt, при этом учитывая значение угла наклона винтовых линий  $\gamma$  получим:

$$dt = \pm \frac{du}{a \operatorname{tg} \gamma}$$

Решением этого выражения будет:

$$t = \pm \frac{u}{a \operatorname{tg} \gamma} + w.$$
(8)

При подстановке уравнения (8) в функции (1) вместо значения *t* получаем:

$$x = (a + v)\cos(\pm \frac{u}{a \operatorname{tg} \gamma} + w),$$
  

$$y = (a + v)\sin(\pm \frac{u}{a \operatorname{tg} \gamma} + w),$$
(9)

В отличие от первого варианта в данном случае в параметризации опорного цилиндра сохранено семью плоскостей *u=const*. Конгруэнции *w=const* будет соответствовать однопараметрическое множество прямых геликоидов соосных с осью опорного цилиндра, а семейство *u* – линии, образует конгруэнцию винтовых линий.

Функции, которые будут определять внутренние уравнения поверхности конгруэнции винтовых линий, будут записаны в виде:

$$v = v(w), u = u$$
, или  $w = w(v), u = u$ . (10)

При этом стоит обратить внимание, что приданной координации пространства [4] на поверхности опорного цилиндра можно выделить два семейства линий:

- винтовые линии, находящиеся на поверхности опорного цилиндра;

- плоские линии, находящиеся в плоскостях перпендикулярных оси опорного цилиндра и соответствующие текущему значению параметра *u*.

Полученные результаты позволяют связывать с выражениями (6) и (9) возможность погружать в конгруэнцию винтовых линий некоторую плоскую линию. Погруженная линия, совершая движение вдоль оси опорного цилиндра, будет находиться:

 в плоскости перпендикулярной оси опорного цилиндра, если применяется координация пространства в соответствии с функциями (9);

 в плоскости, которая проходит через ось опорного цилиндра, если применяется координация пространства в соответствии с функциями (6).

Исследуем эти свойства, рассмотрев конкретные примеры в области машиностроения.

Пример 1. Составить уравнение поверхности, образованной левым винтовым движением окружности, которая находится в плоскости, проходящей через ось вращения.

Искомую поверхность получим, погружая окружности в конгруэнции (6) винтовых линий [5]. Пусть плоскость окружности определяется значением параметра  $t=t_0$  [6, 7]. Параметрические уравнения (6) будут иметь вид

$$x = (a + v)\cos t_0,$$
  

$$y = (a + v)\sin t_0,$$
  

$$z = -a\operatorname{ctg}\beta t_0 + w$$
(11)

и будут определять плоскую систему прямоугольных координат, оси которой v, w параллельны осям системы  $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$ , z с началом в точке O', которая имеет координаты  $r_0=a$ , z=-actgb.

Подставляя в уравнение заданной окружности

$$\begin{cases} y/x = tgt_0; \\ (\rho - \rho_c)^2 + (z - z_c)^2 = R^2, \end{cases}$$

вместо *x, y, z* правую часть выражений (11) и учитывая, что *r=a*+v, преобразуем эти уравнения в

$$t = t_0;$$
  

$$(a + v - \rho_c)^2 +$$
  

$$+ (-actg\beta t_0 + w - z_c)^2 = R^2.$$

Решая последнее из уравнений системы относительно *w* получим:

$$w = z_c \pm \sqrt{R^2 - (a + v - \rho_c)^2} + a \operatorname{ctg} \beta t_0$$

внутреннее уравнение поверхности. На рис. 2 изображена поверхность, построенная по полученному внутреннему уравнению.



**Рис. 2.** Поверхность к примеру 1  $(0 \le t \le 3\pi/2, -\rho_c - R \le v \le \rho_c + R)$ 

Пример 2. Составить внутреннее уравнение теоретической боковой поверхности цилиндрического косозубого колеса эвольвентного профиля.

Эвольвента является траекторией точки, принадлежащей прямой линии (производящей прямой), которая перекатывается без скольжения по окружности. В цилиндрических зубчатых передачах именно передачи с эвольвентным зацеплением распространены наиболее широко. Это является следствием их достоинств – нечувствительность передаточного отношения передачи к изменению межосевого расстояния, простота инструмента для обработки эвольвентных зубьев методом обкатки [8, 9, 10].

Уравнение эвольвенты и ее свойства обычно описывают в полярной системе координат. Ось 0 проводят через начальную точку эвольвенты. Положение точки на эвольвенте в полярной системе координат задают с помощью двух параметров – радиус-вектора и угла между радиусвектором и полярной осью.

Уравнение эвольвенты

$$r_{y} = \frac{r_{b}}{\cos a_{y}},$$
$$inva_{y} = tga_{y} - a$$

где  $r_y$  – радиус-вектор текущей точки эвольвенты;  $a_y$  – угол между радиус-вектором и полярной осью;

 $r_{b}$  – радиус основной окружности;

*inva<sub>y</sub>* – полярный угол текущей точки эвольветы (инвалюта угла профиля).

Эвольвента обладает двумя важными свойствами:

1. Прямая, образующая эвольвенту, нормальна (перпендикулярна) к эвольвенте (и касательна к основной окружности по условию образования эвольвенты).

2. Радиус кривизны эвольвенты равен отрезку нормали от точки эвольвенты до точки касания нормали с основной окружностью.

Теоретической поверхностью косозубого эвольвентного колеса является поверхность, касательная к винтовой линии. Сечением такой поверхности плоскостью, перпендикулярной к оси цилиндра винтовой линии, будет эвольвента окружности сечения цилиндра этой плоскостью. Следовательно, такую поверхность можно получить винтовым движением эвольвенты относительно оси цилиндра, или погружением эвольвенты в конгруэнцию винтовых линий постоянного шага. Рассмотрим этот случай образования поверхности.

Совместим одну из торцевых плоскостей колеса с плоскостью xOy пространственной системы, ось основного цилиндра направим вдоль оси *Oz*. Тогда уравнениями конгруэнции винтовых линий, являющихся траекториями движения точек эвольвентного профиля, будут уравнения (9). Точки профиля, которые находятся в плоскости xOy, определяются значением параметра  $u=u_0$  и полярными координатами r=a+v, w с полярной осью *Ox*. Следовательно, внутреннему уравнению искомой поверхности будет со-

ответствовать полярное уравнение эвольвенты окружности основного цилиндра, которое возможно получить из общих параметрических уравнений эвольвенты окружности радиуса *a*:

$$x = a(\cos \varphi + (\varphi - \varphi_0) \sin \varphi),$$
  

$$y = a(\sin \varphi - (\varphi - \varphi_0) \cos \varphi),$$
(12)

где:  $\phi$ ,  $\phi_0$  – соответственно угловой параметр текущей точки окружности, которая поворачивается, и угловой параметр начальной точки эвольвенты. Подставим правую часть уравнений (12) в формулы перехода от прямоугольной к полярной системе

$$\rho = \pm \sqrt{x^2 + y^2} = \pm a \sqrt{(\varphi - \varphi_0)^2 + 1}$$
$$w = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} =$$
$$= \operatorname{arctg} \left( \frac{\sin \varphi - (\varphi - \varphi_0) \cos \varphi}{\cos \varphi + (\varphi - \varphi_0) \sin \varphi} \right).$$

Решив первое из уравнений относительно  $\phi$ , учитывая, что *r*=*a*+*v*, и подставив его во второе уравнение, получим:

$$v = \arctan\left(\frac{\sin(\varphi_0 \pm \sqrt{\frac{(v+a)^2}{a^2} - 1}) \mp \sqrt{\frac{(v+a)^2}{a^2} - 1}\cos(\varphi_0 \pm \sqrt{\frac{(v+a)^2}{a^2} - 1})}{\cos(\varphi_0 \pm \sqrt{\frac{(v+a)^2}{a^2} - 1})_0 \pm \sqrt{\frac{(v+a)^2}{a^2} - 1}\sin(\varphi_0 \pm \sqrt{\frac{(v+a)^2}{a^2} - 1})}\right)$$

внутреннее уравнениt эвольвентного геликоида. Положительное или отрицательное значение двойного знака определяет направление развертывания окружности. На рисунке 2 дано изображение боковой поверхности зуба вместе с основным цилиндром.





Как видно из рисунка 3, винтовые лиинии располагаются параллельно линии зуба, что несомненно является положительным результатом исследований, которое можно рассматривать с точки профилирования зубчатых колес.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты указывают на то, что выбор первого или второго варианта координации пространства влияет на схему образования винтовой поверхности: уравнениями (6) удобнее пользоваться при винтовом движении плоской линии, плоскость которой проходит через ось движения, уравнениями (9) – когда ее плоскость перпендикулярна к этой оси.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Неснов Д. В. Теория поля в нормальных конических координатах // Труды Таврийской государственной агротехнической академии 2001, Вып. 4. Прикладная геометрия и инженерная графика. Т.14. С. 91-98.
- 2. *Норден А. П.* Дифференциальная геометрия. М.: Учпедгиз, 1948. 245 с.
- Котов И.И., Николаевский Г.К., Рыжов Н.Н., Халдеев И.М. Прикладная геометрия поверхностей // Сб. работ конференции «Вопросы начертательной геометрии и ее приложения». Харьков ХАДИ.

1963. Вып.3. С. 15-19.

- Pidgorny O.L. From the Theory to Geometrical Modeling of Objects, Phenomena and Processes // The Applied Geometry and Engineering Graphics. Kiev: 2002. Issue № 70. P. 32-38.
- 5. *Нигора В.Н.* Моделирование винтового движения жидкости в цилиндрическом канале // Прикладная геометрия та инженерная графика. Киев. КДТУБА. 1996. Вип.60. С. 117-119.
- 6. *Четверухин Н.Ф., Яцкевич Л.А.* Параметризация и ее применение в геометрии. М.: Математика в школе, 1964. 348 с.
- Рыжов Н.Н. Общие вопросы задания и параметризации поверхностей // Тезисы докладов Второй всесоюзной геометрической конференции. Харьков: 1964. С. 22-24.
- Лашнев С.И. Профилирование инструментов для обработки винтовых поверхностей. М.: Машиностроение, 1965. 150 с.
- Люкшин В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов. М.: Машиностроение, 1968. 370 с.
- 10. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. М.: Наука, 1968. 584 с.

# CONSTRUCTION OF HELICAL SURFACES IN SPECIAL COORDINATES

## © 2018 D.V. Nesnov

# Samara State Technical University

A large number of machine-building forms, including metal cutting tools (taps, cutters, drills, countersinks, etc.) have helical surfaces. These surfaces are used for the formation of cutting edges, the placement of chips and lubricating-cooling liquids. In addition, the helical surfaces in various variants of gears, worms, shafts participate in the transmission of mechanical motion. The qualitative manufacturing of helical surfaces depends on a special theory, which considers various ways of forming helical surfaces. The helical surface is obtained as a result of the helical motion of the generator. The points forming, during the helical motion, describe the helical lines, each of which can serve as a guide for the helical surface. In the presented article two variants of obtaining helical parallels are shown depending on the choice of space coordination. One of the properties of helical surfaces is the possibility of a "shear", i.e., displacement along the axis of the helical surface during the helical movement. Due to this, helical surfaces are widely used in mechanical engineering: augers of mining, snow and agricultural machinery, spiral staircases, drills, helical, springs, coils and many other applications of helical surfaces. The development of methods for shaping surfaces in special coordinates requires the application of such well-known design schemes and methods to such coordination. One of the most common, in engineering, is the helical surfaces, which are formed by the helical motion of the represented generator. To form the helical surfaces different curvilinear coordinates are used. The choice of these coordinates depends on the specific conditions for shaping the helical surfaces. In this article, we consider options for replacing the normal cylindrical coordination of space by introducing a new congruence of coordinate lines. This is done by replacing one of the two families of coordinate lines on the reference cylinder by a family of helical lines. One of the variants of using helical surfaces are cylindrical helical wheels in volute profile. Gear wheels are used to transfer movement and force from one shaft to another. Transmission of this effort is due to the adhesion of the working surfaces of the teeth. Therefore, to gear drives, various kinematic and strength requirements are applied, which ensure their qualitative functioning. The operation of the gears depends to a large extent on the geometrical parameters of the teeth in engagement, the dimensions of the wheels and the parameters of the gear cutting machines. In the present article, the possibility of modeling the theoretical lateral surface of a cylindrical helical gear of an in volute profile by creating an internal equation based on a cylindrical coordinate system is shown. The main objective of the article is to develop an analytical model of the congruence of the coordinate lines of a normal cylindrical system, which is formed by replacing one of the families of the coordinate grid of the reference cylinder by a family of permanent-pitch helical lines. Keywords: special coordinate system, congruence, coordinate grid, support cylinder, normal coordinates, gear.

Dmitry Nesnov, Candidate of Technics, Associate Professor at the Engineering Graphics Department. E-mail: soft73@mail.ru