

# Развитие графического интерфейса и топологических задач AutoCAD Map и Land Development Desktop для инженерной геоинформационной системы предприятия

Татьяна Н. Томчинская, Сергей В. Голубь, Вадим Е. Турлапов  
Нижегородский государственный технический университет (НГТУ)  
Н.Новгород, Россия

## Аннотация

Для геоинформационной системы предприятия, построенной в среде AutoCAD Map или Land Development Desktop, предложен и реализован на VBA новый удобный и доступный прикладному пользователю-инженеру интерфейс управления сложной моделью территории, строений и коммуникаций. Предложен также способ решения задачи о кратчайшем пути на комбинации 2D и 3D моделей, актуальной для инженерных систем, сочетающих в себе трехмерные и плоские модели.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, управление предприятием, интерфейс, топологические задачи, трехмерные модели.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Инструментальные геоинформационные системы AutoCAD Map и Land Development Desktop (LDD) [1] хорошо известны как профессиональный инструмент для создания инженерных прикладных ГИС [2,3]. Они позволяют использовать в прикладной геоинформационной системе не только двумерные, но и трехмерные модели объектов, а также их комбинации. Однако, использованию этих достоинств, в условиях реальной инженерной геоинформационной системы предприятия, мешают следующие два обстоятельства: количество слоев очень сильно затрудняет пользование системой; аппарат решения топологических задач не рассчитан на комбинирование 2D и 3D моделей.

Проблема была осмыслена и решена в процессе создания геоинформационной системы НГТУ, включающей сегодня более 400 слоев. Система создается с целью автоматизации труда инженерно-технического персонала, включая решение задач на рельефе и трехмерных линиях коммуникаций территории и корпусов НГТУ. Проект геоинформационной системы включает в себя три группы объектов:

- 1) модель рельефа территории городка НГТУ;
- 2) трехмерные линии инженерных коммуникаций территории, двух- и трехмерные линии инженерных коммуникаций пяти корпусов, приборы инженерных коммуникаций;
- 3) каркасные модели зданий и сооружений городка НГТУ и плоские модели их поэтажных планов, плоские модели обстановки помещений.

Модели рельефа, двух- и трехмерных линий коммуникаций позволяют средствами LDD решать следующие практические задачи:

- 1) построение профиля рельефа вдоль линий коммуникаций;
- 2) построение линий водораздела для территории;
- 3) нахождение объема земляных работ для ремонта/замены участков трубопроводов.

## 2. РАЗВИТИЕ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Сложность работы с большим количеством слоев представляет на наш взгляд самую большую долю в сложностях пользователей инженерных инструментальных ГИС Land Development Desktop и AutoCAD Map, как основы для LDD. Далее предлагается структура и реализация в среде LDD на Visual Basic for Applications (VBA) окна управления отображением сложной многослойной моделью.

VBA проект автоматически загружается вместе с загрузкой Land Development Desktop, активизируется панель инструментов созданная для инженера-пользователя ГИС НГТУ (рис.1).



Рис.1. Панель инструментов пользователя прикладной ГИС

```
Public Sub SG_Toolbar()  
On Error Resume Next  
Dim MenuGroupCurrent As AcadMenuGroup  
Set MenuGroupCurrent = ThisDrawing.Application.MenuGroups.Item(0)  
MenuGroupCurrent.Toolbars.Item("ГИС НГТУ").Delete  
Dim SG_Toolbar As AcadToolbar  
Set SG_Toolbar = MenuGroupCurrent.Toolbars.Add("ГИС НГТУ")  
Set SG_Toolbar = MenuGroupCurrent.Toolbars.Item("ГИС НГТУ")  
Dim SG_OpenMacro As String  
Dim SG_ButtonPath As AcadToolbarItem  
...  
SG_OpenMacro = ""_dist" + Chr(32)  
Set SG_ButtonDistance = SG_Toolbar.AddToolbarButton("",  
"Расстояние", "Находим расстояния", SG_OpenMacro)  
SG_ButtonDistance.SetBitmaps "ngtu_distance.bmp",  
"ngtu_distance.bmp"  
...  
SG_Toolbar.AddSeparator (1)  
End Sub
```

Табл. 1. Из программы создания панели инструментов

Щелчек на первой кнопке панели открывает окно с несколькими вкладками. Первая вкладка – «Территория» (рис.2), позволяет выбрать объекты территории НГТУ для отображения их в пространстве модели. Системы коммуникаций представлены принятыми обозначениями.

Другие вкладки относятся к корпусам (рис.3) и позволяют скрыть или показать планы этажей, инженерные коммуникации и их стояки. Однако, до тех пор, пока корпус в целом не выделен на вкладке «Территория», его планы не будут показаны в пространстве модели.

Структура вкладок, особенно по корпусам, напоминает матрицу.



Рис.2. Закладка управления объектами территории

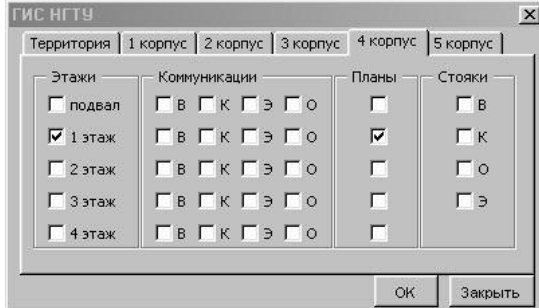


Рис.3. Матричная структура окна управления

Причем строки и столбцы матрицы имеют ясный прикладной смысл. Поэтому предлагаемая структура окон особенно компактна, наглядна и эффективна для управления в прикладной системе. Программная реализация окна достаточно проста и иллюстрируется ниже (табл.2) двумя короткими фрагментами:

```

'Программная реализация окна управления
Public Sub SG_ViewLayers()
Dim SG_L As AcadLayers, SG_Str As String, SG_StrCut As String
Set SG_L = ThisDrawing.Layers
On Error Resume Next
'Tерритория
If GISNGTUMENU.terr_r10000.Value Then
SG_L.Item("R_3D-GRID-RELIEF").LayerOn = True
Else
SG_L.Item("R_3D-GRID-RELIEF").LayerOn = False
End If
...
If GISNGTUMENU.terr_v.Value Then
SG_L.Item("R_trubs_vodop").LayerOn = True
SG_L.Item("R_col_vodop").LayerOn = True
Else
SG_L.Item("R_trubs_vodop").LayerOn = False
SG_L.Item("R_col_vodop").LayerOn = False
End If
...

```

Табл.2

Щелчок по кнопке «Кратчайший путь» вызывает окно с краткой инструкцией и, затем, модуль определения кратчайшего пути для сетей, представленных комбинацией 2D и 3D моделей. Это второе важное расширение возможностей LDD, представленное в данной работе.

### 3. ЗАДАЧА О КРАТЧАЙШЕМ ПУТИ НА КОМБИНАЦИИ 2D И 3D МОДЕЛЕЙ

LDD и AutoCAD Map имеют встроенные средства определения кратчайшего пути между узлами созданной сетевой топологии. Но величина пути вычисляется правильно только в том случае, если базовые элементы топологии были созданы с помощью либо только 2D-полилиний, либо только 3D-полилиний. Реально же, для моделирования инженерных коммуникаций приходится использовать сочетание и тех и других: двумерные полилинии - на планах этажей зданий, трехмерные - для

стоянков коммуникаций в зданиях и коммуникаций территории на рельефе. Предлагаемая ниже реализация алгоритма Дейкстры для смешанных 2D-3D моделей инженерных коммуникаций позволила сохранить необходимую эффективность работы с коммуникациями.

Алгоритм Дейкстры является одним из признанных алгоритмов решения задачи о кратчайшем расстоянии. Сегодня в учебниках по дискретной математике можно встретить даже примеры его программной реализации [4].

Задача здесь более широкая: следует построить на основе одновременно 2D и 3D полилиний и смоделировать сетевую топологию в среде AutoCAD Map – LDD, а затем уже правильно рассчитать минимальный путь между узлами выбранными пользователем. Структурно задача распадается на 5 последовательных блоков: 1)назначение совокупности объектов (SelectionSet), для которых следует построить единую сетевую топологию; 2)формирование сетевой топологии из совокупности объектов (отрезков 2D и 3D полилиний) в виде взвешенной матрицы смежности; 3)ввод узлов начала и конца пути; 4)поиск кратчайшего пути по алгоритму Дейкстры; 5)моделирование найденного кратчайшего пути на отдельном слое.

Первый блок достаточно прост. Однако приведем его (табл.3) для лучшего понимания следующего блока:

```

Public Sub SG_FindPath()
'Создание SelectionSet, в который входят 2D и 3D полилинии:
Dim ssetObj As AcadSelectionSet
Dim i As Integer, j As Integer, C_ssetObj As Integer, ar As Integer
Dim Coords1 As Variant, Coords2 As Variant, Coords As Variant
Dim SG_Point As AcadPoint, SG_polyline As AcadLWPolyline
Dim SG_Entity As AcadEntity, SG_3Dpolyline As Acad3Dpolyline
...
On Error GoTo The_End
Set ssetObj = ThisDrawing.SelectionSets.Add("SET")
ssetObj.SelectOnScreen
C_ssetObj = ssetObj.Count

```

Табл.3.

Задача второго блока является наиболее сложной. В табл.4 приведены его основные фрагменты:

```

'Формирование матрицы SG_Graf(ar,ar), моделирующей сеть:
ar = 0
Dim SG_BckUp() As Variant, SG_Graf_BckUp() As Single
ReDim SG_P(ar, 3) As Variant, SG_Graf(ar, ar) As Single

For j = 0 To ssetObj.Count - 1
SG_EntityFlag = 0
Set SG_Entity = ssetObj.Item(j)
If SG_Entity.ObjectName = "AcDbPolyline" Then SG_EntityFlag = 1
If SG_Entity.ObjectName = "AcDb3dPolyline" Then SG_EntityFlag = 2

'Если тип j дуги – polyline:
If SG_EntityFlag = 1 Then
Set SG_polyline = ssetObj.Item(j)
Coords = SG_polyline.Coordinates
SG_Zcoord = SG_polyline.Elevation

Z = 0
For Each d In Coords
Z = Z + 1
Next d

SG_start = -1: SG_end = -1: SG_flag = 0

For i = 0 To ar - 1
If SG_P(i, 0) = Coords(0) And SG_P(i, 1) = Coords(1) _
And SG_P(i, 2) = SG_Zcoord Then
SG_start = i
End If
If SG_P(i, 0) = Coords(Z - 2) And SG_P(i, 1) = Coords(Z - 1) _
And SG_P(i, 2) = SG_Zcoord Then
SG_end = i
End If
Next i

If SG_start = -1 Then
ar = ar + 1

```

```

SG_BckUp = SG_P
ReDim SG_P(ar, 3)
For ij = 0 To ar - 2
  For ji = 0 To 2
    SG_P(ij, ji) = SG_BckUp(ij, ji)
  Next ji
Next ij
Next ij
SG_P(ar - 1, 0) = Coords(0)
SG_P(ar - 1, 1) = Coords(1)
SG_P(ar - 1, 2) = SG_Zcoord
SG_flag = SG_flag + 1
SG_start = ar - 1
End If

<Блок для SG_end = -1 аналогичный блоку для SG_start = -1>

If SG_flag = 1 Then ra = 2
If SG_flag = 2 Then ra = 3
If SG_flag <> 0 Then
  SG_Graf_BckUp = SG_Graf
  ReDim SG_Graf(ar, ar)
  For ij = 0 To ar - ra
    For ji = 0 To ar - ra
      SG_Graf(ij, ji) = SG_Graf_BckUp(ij, ji)
    Next ji
  Next ij
End If

SG_length = 0
For il = 0 To Z - 3 Step 2
  SG_length = SG_length + Sqr((Coords(il) - Coords(il + 2))^2 +
    (Coords(il + 1) - Coords(il + 3))^2)
Next il

SG_Graf(SG_start, SG_end) = SG_length
SG_Graf(SG_end, SG_start) = SG_length

End If
<Если тип участка 3DPolyline, то блок аналогичен блоку Polyline,
но .Elevation заносить не надо>
...
Next j

```

Табл.4. Формирование матрицы взвешенного графа сети

Блок №3, ввода начальной и конечной вершины искомого кратчайшего пути, укладывается в логику применения встроенной утилиты ThisDrawing.Utility.GetPoint и проверки того, что указан узел, принадлежащий сети. Реализация алгоритма Дейкстры, в блоке №4, практически не отличается по объему и сложности от приводимого в литературе [4] и поэтому здесь не приводится. Блок №5 функционально во многом симметричен блоку №2. Моделирование найденного кратчайшего пути на отдельном слое выполняется путем копирования на этот слой отрезков полилиний из исходных слоев. Результат работы расширения показан на рис.4.

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новый интерфейс значительно ускорил и качественно упростил работу с объектами прикладной геоинформационной системы, созданной в среде Autodesk Land Development Desktop, и обеспечил возможность работы с системой силами инженерного персонала. Благодаря реализации в среде AutoCAD Map алгоритма Дейкстры для комбинированной 2D-3D-модели, пользователи системы получили возможность определять длину трубопроводов в любом месте разветвленной сети инженерных коммуникаций на реальном рельефе и в корпусах.

рованной 2D-3D-модели, пользователи системы получили возможность определять длину трубопроводов в любом месте разветвленной сети инженерных коммуникаций на реальном рельефе и в корпусах.

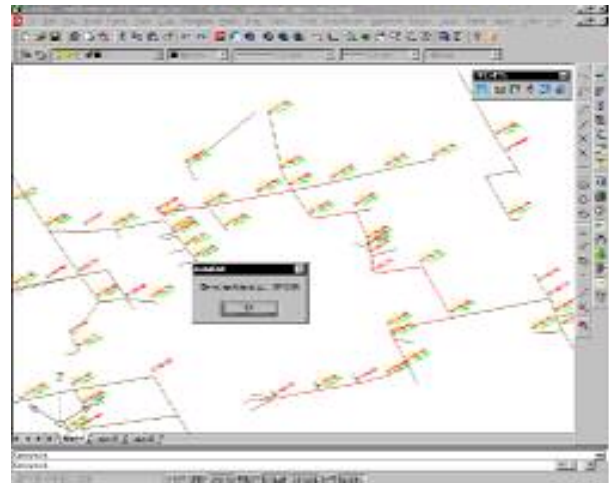


Рис.4. Расчет кратчайшего расстояния в смешанной 2D-3D модели инженерных коммуникаций

## 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сайт системы Autodesk Land Development Desktop. (<http://www.autodesk.com/landdesktop>)
- [2] В.Сомов и др. Опыт использования AutoCAD Map 2000 // CADmaster, 2000, №1, с.26-29
- [3] И.Орельяна. Land-омания или взгляд профессионала на профессиональный инструмент // CADmaster, 2002, №1, с.49-53
- [4] Ф.А.Новиков. Дискретная математика для программистов. – СПб.: Питер, 2001. –304с.

## Об авторах

Татьяна Николаевна Томчинская – доцент НГТУ, кафедра: «Графические информационные системы», т.(8312)603041, E-mail: [tom@mail.nnov.ru](mailto:tom@mail.nnov.ru)

Сергей Владимирович Голубь – студент-дипломник НГТУ 2001/02 уч.г. по специальности «информационные системы», каф. Графические информационные системы, E-mail: [urchin\\_sg@mail.ru](mailto:urchin_sg@mail.ru)

Вадим Евгеньевич Турлапов – кандидат технических наук, доцент НГТУ, каф. Компьютерные технологии в проектировании и производстве, E-mail: [turve@pent.sci-nnov.ru](mailto:turve@pent.sci-nnov.ru)