ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 62.624.04

DOI: 10.35803/1694-5298.2019.3.396-403

А. Т. Маруфий Ошский технологический университет Ош, Кыргызская Республика
oshtu-marufi@rambler.ru

A.T. Marufiy Osh Technological University Osh, Kyrgyz Republic

А.С.Калыков Государственный институт сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования Бишкек, Кыргызская Республика
dzhalil_8@mail.ru

A.S.Kalykov State Institute of Earthquake Engineering and engineering design Bishkek, Kyrgyz Republic

СОЗДАНИЕ ТОПОЛОГИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ЭФФЕКТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

CREATION OF TOPOLOGIES OF BUILDINGS AND STRUCTURES AND METHODS FOR THEIR EFFECTIVE PROCESSING AT THE DESIGN STAGE

Бул макалада имараттар топологиясын (эсептөө схемаларын) түзүүнү жакшыртуу ыкмалары каралган. Имараттар жана курулмалардын топологиясын түзүүдө AutoLISP жана BlackBox подпрограммаларын пайдалануу толук каралган. Маселени чечүү усулу сунушталат.

Өзөк сөздөр: топология, жылытуу, желдетүү, суу менен камсыз кылуу, тазалоо системасы, электр энергиясы, жабдуулар, AutoLISP, BlackBox, компиляция.

В статье рассмотрена методика по усовершенствованию создания топологии (расчетных схем) зданий и сооружений. Детально рассмотрены использование подпрограмм AutoLISP и BlackBox в создании топологии зданий и сооружений. Предлагается методика реализации поставленной задачи.

Ключевые слова: топология, отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация, электроснабжение, оборудование, AutoLISP, BlackBox, компиляция.

The scientific article describes the methodology for improving the creation of topology (design schemes) of buildings and structures. Considered in detail the use of routines AutoLISP and BlackBox in creating the topology of buildings and structures. The proposed method of implementing the task.

Key words: topology, heating, ventilation, water supply, sewerage, power supply, equipment, AutoLISP, BlackBox, compilation.

Введение. В практике проектирования зданий и сооружений конструкторы и расчетчики сталкиваются с задачами согласования вопросов со смежными разделами инженерного проектирования, методами их решения и реализации в стадии проектирования.

Цель исследования. Разработка подпрограмм для введения их в расчетный процесс создания топологий зданий и сооружений.

Здания и сооружения по техническому заданию Заказчика проектируются архитекторами и дизайнерами с соблюдением действующих норм и правил на стадии

эскизного проекта, с маркой «ЭП». При этом необходимо отметить, что как правило, сроки проектирования и строительства объектов всегда ограничены и минимальны.

По выданным архитекторами объемно-планировочным решениям конструкторы и расчетчики ведут разработку соответствующих расчетных схем – топологий, с их обработкой на таких расчетных программах как ЛИРА, ЛИРА САПР, SCAD, «COMSOL_Multiphysics» и т.п. В результате выполненных соответствующих расчетов и анализа полученных данных, выдаются допустимые сечения несущих конструкций зданий и сооружений. Информация с жесткостными характеристиками несущих элементов обратно передается архитекторам для их окончательной коррекции объемно-планировочных решений зданий и сооружений. Как указано выше, этот процесс корректировки и согласования может занимать при некоторых обстоятельствах большой промежуток времени. Также после согласования объемно-планировочных решений зданий и сооружений выдаются задания смежным отделам по инженерии: раздел «ОВ» - отопление и вентиляция, «ВК» - водоснабжение и канализация, «ЭО» - электроснабжение и оборудование и т.д. Каждый отдел по инженерным сетям обратно выдают задания по своим необходимым инженерным проемам, согласно требуемым нормам. К примеру: инженерные отверстия под системы отопления и вентиляции, иногда в высотных зданиях достигают огромных размеров ($a \times b = 600 \text{ мм} \times 4400 \text{ мм}$), что приводит к существенному изменению конструктивной схемы.

По полученным уточненным данным конструктора и расчетчики обратно вводят необходимые данные в расчетные схемы (топологию) зданий и сооружений для получения конкретных реальных данных мозаик армирования и допустимых сечений. По полученным данным ведется анализ и дальнейшее проектирование чертежей марки «КЖ» - конструкции железобетонные, «КМ» - конструкции металлические, «КД» - конструкции деревянные.

Процесс проектирования как сказано выше, требует зачастую сжатых сроков завершения и включение любых автоматизированных систем и подпрограмм является необходимостью в конкурентно способности проектных организаций.

Предлагаемые нами решения и подпрограммы намного повышают эффективность работы проектировщиков и по затратам времени и по обработке окончательной информации.

Предлагаемая нами методика усовершенствования в целом можно пошагово разбить на четыре поэтапные части.

Шаг первый: Практически полностью инженерное проектирование, а именно архитектурные и конструктивные чертежи, а также все типы инженерных сетей в области архитектуры и строительства проектируются в программном комплексе AutoCAD. Указанный комплекс предоставляет использовать широкий круг элементарных графических примитивов для получения более сложных объектов, кроме того, программа предоставляет весьма обширные возможности работы со слоями. Также комплекс предоставляет построение сложных объектов путем обработки последних математическими формулами [1]:

- 1) Расстояние d между двумя точками $A_1(x_1; y_1)$ и $A_2(x_2; y_2)$ выражается формулой:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}; \quad (1)$$

- 2) Условием перпендикулярности между двумя прямыми, заданными уравнениями:

$$y = a_1 * x + b_1, \quad (2)$$

$$y = a_2 * x + b_2, \quad (3)$$

$$\text{служит соотношение: } a_1 * a_2 = -1; \quad (4)$$

- 3) Эллипсоид можно задать уравнением поверхности:

$$x^2 / a^2 + y^2 / b^2 + z^2 / c^2 = 1; \quad (5)$$

- 4) Однополостный гиперboloид можно задать уравнением поверхности:

$$x^2 / a^2 + y^2 / b^2 - z^2 / c^2 = 1; \quad (6)$$

- 5) Эллиптический цилиндр можно задать уравнением поверхности:

$$x^2 / a^2 - y^2 / b^2 = 1; \quad (7)$$

При этом указанное взаимодействие может быть реализовано с помощью AutoLISP [2,3] –программным продуктом совмещающий с командной строкой AutoCAD [4].

Разработка топологии здания в системе AutoCAD должна вестись следующим образом:

Каждый конечный элемент должен лежать на определенном слое, с соответствующим обозначением:

Все типы стержневых элементов с индексом T02_...

- Колонны – с обозначением T02_kolumn_ (индексация в зависимости от жесткостных характеристик рассматриваемой колонны: от 1....n типов);

- Ригеля - с обозначением T02_rigel_ (индексация в зависимости от жесткостных характеристик рассматриваемых балок: от 1....n типов);

- Стержни фермы - с обозначением T02_N_poyas_fermy_1 (индексация в зависимости от жесткостных характеристик рассматриваемой фермы: от 1....n типов);

Все типы площадных четырехугольных элементов с индексом T04_...

- Плиты перекрытия – с обозначением T04_plit_ (индексация в зависимости от жесткостных характеристик рассматриваемой плиты перекрытия: от 1....n типов);

Все типы площадных треугольных элементов с индексом T03_...

- Плиты перекрытия – с обозначением T03_plit_ (индексация в зависимости от жесткостных характеристик рассматриваемой плиты перекрытия: от 1....n типов);

Каждая определенная нагрузка должна лежать на определенном слое, с соответствующим обозначением:

- Площадные – с обозначением L04_ (индексация в зависимости от наименования рассматриваемой площадной нагрузки: от 1....n типов);

- Линейные – с обозначением L02_ (индексация в зависимости от наименования рассматриваемой линейной нагрузки: от 1....n типов);

- Линейные балочные – с обозначением BL02_ (индексация в зависимости от наименования рассматриваемой линейной нагрузки над балкой: от 1....n типов);

При этом необходимо для удобного последующего рассмотрения и анализа каждому слою давать определенные разные окраски.

К примеру:

Рис. 1. Обозначение соответствующих слоев в Автокаде

Шаг второй: после окончательного составления расчетной схемы запускаем приложения AutoLISP, которые составлены нами для получения соответствующих данных с AutoCADa. К примеру:

Рис. 2. Загружаемые подпрограммы с Автолиспа в среде Автокад

Рис. 3. Блок схема обработки информации для расчетных программ.

Подпрограмма: «aptamat21». Функция оцифровки «dwg» формата в формат

«.txt»

(В данной статье показана часть подпрограммы)

```

(defun c:a20 ()
  (setq j01 1)
  (setq j02 1)
  (setq j03 1)
  (setq j04 1)
  (setq j05 1)
  (setq j06 1)
  (setq j07 1)
  (setq j08 1)
  (setq j09 1)
  (setq j10 1)
  (setq j11 1)
  (setvar "cmdecho" 0)
  (setq namefile (getvar "dwgname"))
  (setq namefileDWG (getvar "DWGPREFIX"))
  (defun atkar_T01 (layer_name output_file / entData)
    (setq POINT_sel (ssget "_x" (list '(0 . "POINT") (cons 8 slooy))))
    (if (/= POINT_sel nil)
      (progn
        (setq TOTAL_point (sslength POINT_sel))

```

```
(write-line "" output_file)
(write-line (strcat "          n." layer_name ";") output_file)
(write-line (strcat "          (*Total_Points-" (rtos TOTAL_point 2 0) "-Shtuk*)" ) output_file)
(setq xxP (rtos (nth 1 hrr) 2 3))
(setq yyP (rtos (nth 2 hrr) 2 3))
(setq zzP (rtos (nth 3 hrr) 2 3))
(write-line (strcat "          s.acad_dln1( " xxP " , " yyP " , " zzP " );") output_file)
(regapp "APPTAMAT")
(if (/= nil sloyy)
  (write-line "" ffl)
  (setq anda (ssget "_X" '((8 . "D01_*"))))
  (if (/= anda nil)
    (progn
      (write-line "PROCEDURE DynaMasses*;" ffl)
      (write-line "BEGIN" ffl)
      (write-line "" ffl)
      (setq sloj (tblnext "layer" t)) ;
      (setq i 1)
      (while sloj
        (setq sloj1 (nth (- i 1) listOfLayers))
        (setq sloyy sloj1)
        (if (/= nil sloyy)
          (progn
            (setq tnil (wcmatch sloyy "D01*"))
            (if (= tnil T)
              (atkar_D01 sloyy ffl)
              (write-line "END BuldozerAptamat." ffl)
              (close ffl)
              (acet-ui-progress)
            )
          )
        )
      )
    )
  )
);defun
```

Подпрограмма «DOC53». Функция - для выдачи номеров конечных элементов по типам жесткостей

```
(defun C:d53 ()
  .....
  (defun atkarDOC53 ()
    (setq selection (ssget "_x" (list (cons 8 sloyy)(list -3 (list "apptamat")))))
    (setq iii (sslenght selection))
    (setq i 0)
    (while (< i iii)
      (if (= i 0)
        (progn
          (setq ssn (ssname selection i))
          (setq tat (entget ssn ("apptamat")))
          (setq irki (assoc -3 tat))
          (setq asa (nth 1 irki))
          (setq basa (nth 2 asa))
        )
      )
      (ceder2))
      (if (= equal_ceder T)
        (progn
          (setq ceder3(itoa ceder2))
          (setq arhiv (strcat str_ceder "-" ceder3 ))
        )
      )
    )
  )
);defun
```

```
)
  (progn
    (setq ceder3(itoa ceder2))
    (write-line arhiv open_file_name)
  )
);if
(setq i (1+ i))
(setq ceder0 ceder2)
);progn
);if
(if (= i iii)( write-line arhiv open_file_name))
);while
(princ)
);defun atkar
  (progn (setq tnil (wcmatch sloyy "T0[3 4]_*"))
    (if (= tnil T)
      (atkarDOC53))
  ); progn 1
); if 2
(setq sloyy (1+ sloyy))
(if (= sloyy nil)(setq sloyy 0))
);while
(close open_file_name)
(setq arhiv nil)
);defun
```

Шаг третий: Эти данные мы импортируем в расчетный процессор BlackBox [5].
К примеру:

```
(Buldozer)Values_OSH_MONUEVA_136

(*TY_OSH_MONUEVA_136*)

MODULE BuldozerValues;
IMPORT
  s := BuldozerProcessor,
  o := StdLog,
  g := BuldozerGruzovik,
  Out := BuldozerWriteIn;

VAR N: REAL;

CONST
  full=0; part=1;
  mode=full (*part*) ;

(* НОМЕРА ЖЕСТКОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ *)

J_T04_fynd*= 1; (*фундамент плита *)
J_T02_kolumn_1*= 2; (*колонна железобет.*)
J_T02_kolumn_2*= 3; (*колонна железобет.*)
J_T02_kolumn_3*= 4; (*колонна железобет.*)
J_T02_stoika*= 5; (*колонна железобет.*)
J_T02_rigel_1*= 6; (*ригель железобет.*)
J_T02_rigel_2*= 7; (*ригель железобет.*)
J_T04_sten*= 8; (*стена подвала*)
J_T04_djm_1*= 9; (*ж/б диафрагма*)
J_T04_djm_2*= 10; (*ж/б диафрагма*)
J_T04_djm_3*= 11; (*ж/б диафрагма*)
J_T04_djm_4*= 12; (*ж/б диафрагма*)
```

Рис. 4. Выдача жесткостных характеристик

Выдача собственного веса с учетом нормируемых коэффициентов по действующим нормам СНиП «Нагрузки и воздействия» в указанном расчетном комплексе:

```

PROCEDURE T04_fynd*;
BEGIN
  s.SetElemBlock(44, J_T04_fynd);
  IF mode = full THEN
    N :=
      (*tolshina pliti- V*)          1.3
      (*plotnost*)                  * 2.5
      (*koef.nadejn.*)              * 1.1;
    s.d7(0, N, 0, 0, 0);
    s.default_doc6_vid := 16;
    s.default_doc6_dir := 3;
    s.default_doc6_rsu := SV;
    o.String('T04_fynd='); o.Real(N); o.Ln
  END;
END T04_fynd;

PROCEDURE T02_kolumn_1*;
BEGIN
  s.SetElemBlock(5, J_T02_kolumn_1);
  IF mode=full THEN
    N:= 0.6*0.60*2.5*1.1;
    s.d7(0,N,0,0,0);
    s.default_doc6_vid:=16;
    s.default_doc6_dir:=3;
    s.default_doc6_rsu:=SV;
    o.String('T02_kolumn_1=');
    o.Real(N); o.Ln
  END;
END T02_kolumn_1;

```

Рис. 5. Нагрузка от собственного веса колонн и фундамента

```

PROCEDURE L04_pol_1*;
BEGIN

  g.default_N1:=
    (*стяжка из легкого бетона*)      0.05*0.8*1.3+
    (*клеящая мастика*)               0.01*1.6*1.3+
    (*керам.плитка*)                 0.012*1.8*1.2;

  g.default_N2:=0;
  g.default_doc6_rsu1 := Pol;
  g.default_doc6_rsu2 :=0;
  g.default_Dir:=3;
  INC(g.Newlayer);
  o.String('L04_pol_1=');
  o.Real(g.default_N1); o.Ln;
END L04_pol_1;

```

Рис. 6. Нагрузка от пола разных типов

```

BEGIN
  g.default_N1:=
    (* керамзитобетон *)              0.1*1.2*1.2+
    (* стяжка цем.песч. *)            0.02*2.5*1.3+
    (* 2-х слойный кров.ковер *)      0.005*1.8*1.3+
    (* защитный слой керамзита *)      0.025*1.2*1.2;

  g.default_N2:=0;
  g.default_Dir := 3;
  g.default_doc6_rsu1 := Pol;
  g.default_doc6_rsu2 :=0;
  INC(g.Newlayer);
  o.String('L04_krovlya=');
  o.Real(g.default_N1); o.Ln;
END L04_krovlya;

```

Рис. 7. К примеру от кровли, перегородок и засыпки

Шаг четвертый: После компиляции в BlackBoxe получаем необходимую информацию в формате .txt, который и импортируем в расчетные программные комплексы SCAD, ЛИРА, ЛИРА САПР по методу конечных элементов [6, 7, 8].

Вывод: как показывает практика проектирования, предлагаемая в статье методика использования указанных подпрограмм намного повышает качество обработки числовых данных и уменьшает время анализа, чем обработка той же информации в визуальных окнах программ SCAD, ЛИРА, ЛИРА САПР и сокращает время корректировок и согласований со смежными отделами инженерии.

Список литературы

1. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике [Текст] / М.Я. Выгодский. - М.: АСТ:Астрель, 2006. - с.27, 28, 241, 244, 250.
2. Рыжиков Р.К. Введение в АВТОЛИСП [Текст] / Р.К. Рыжиков. - М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2001. - С. 44-75.
3. Полещук Н. «Visual LISP и секреты адаптации AvtoCAD [Текст] Н.Полещук. – Спб.: БХВ-Петербург, 2001.–576 с.
4. Соколов Т.Ю. AutoCAD- 2008 [Текст] / Т.Ю. Соколов. – Питер: 2008. - 174 с.
5. Языки программирования и технологии «Оберон» [Электронный ресурс] Режим доступа:
https://oberoncore.ru/_media/library/yazy_ki_programmirovaniya_i_tehnologii_oberon_perspektivy_dlya_industrii_i_obrazovaniya.pdf
6. Секулович М. Метод конечных элементов [Текст] /М. Секулович. - М.: Стройиздат, 1993. – 664 с.
7. Mraskova, M. Vyprocet deser na pruznem podkladu metodom konechnyh purku[Текст]/М. Mraskova//Steveben,cas.-1972.-Vol.20, №7.-p.543-545.
8. Маруфий А.Т. Методы анализа результатов расчетов строительных конструкций с применение метода конечных элементов, нормативных форм и процедур [Текст] /А.Т. Маруфий, Э.С. Рысбекова // Известия ОшТУ. - 2010. - №1. - с.37-42.