Студент: Моисеенков И. П.
Группа: М8О-208Б-19
Номер по списку: 21

«СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ»
Курсовая работа 2021.
Часть 2.

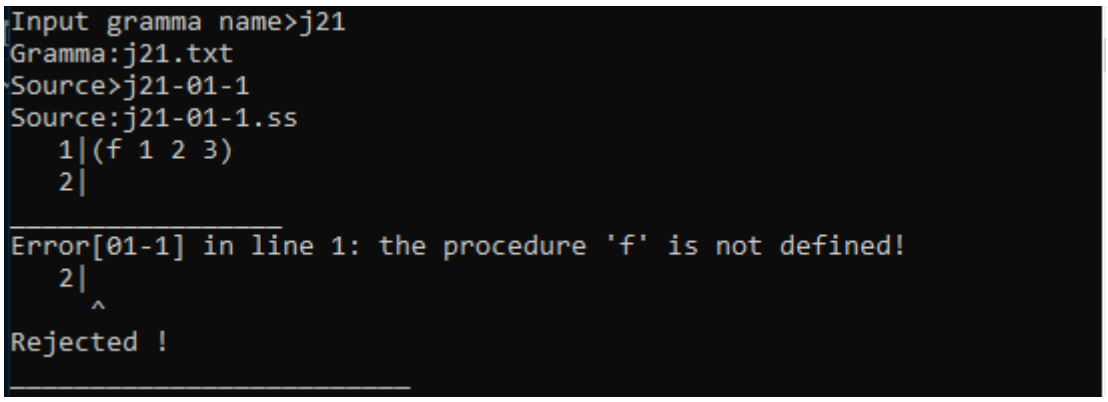
Для заданного в Лабораторной №8 диалекта языка МИКРОЛИСП разработайте семантический анализатор, применяя методику Лабораторной №10, Правила SemanticRules.rtf и MessageForms.rtf

Шаблон файла semantics.cpp создайте с помощью приложения Make-semantics.cpp .

Разработайте сценарии тестирования алгоритмов анализа.

Перечень документов в отчете.
Вариант грамматики: j21

Скриншоты всех тестов, упорядоченные по номерам продукций и сообщений.



```
Source>j21-01-2
Source:j21-01-2.ss
   1|(set! f 1)
   2|f
   3|
________________
Error[01-2] in line 1: the variable 'f' is not defined!
   3|
     ^
Rejected !
_________________________
Source>j21-01-3
Source:j21-01-3.ss
   1|(define (f a b) (+ a b))
   2|
________________
Warning[01-3] in line 1: unused procedure 'f'!
Accepted !
_________________________
Source>j21-01-4
Source:j21-01-4.ss
   1|(define f 10)
   2|
________________
Warning[01-4] in line 1: unused variable 'f'!
Accepted !
_________________________
Source>j21-05-1
Source:j21-05-1.ss
   1|(cos abs)
   2|
________________
Error[05-1] in line 1: the built-in 'abs' procedure
                       cannot be used as a variable!
   1|(cos abs)
             ^
Rejected !
_________________________
Source>j21-05-2
Source:j21-05-2.ss
   1|(define (f a) (cos a))
   2|(sin f)
   3|
________________
Error[05-2] in line 2: the name 'f' cannot be used to refer to a variable;
                       it was previously declared as a procedure in line 1 !

   2|(sin f)
         ^
Rejected !
```

```
Source>j21-11-1
Source:j21-11-1.ss
   1|(define (f a)(let((cos a))(cos 1)))
   2|
Error[11-1] in line 1: the local variable 'cos' overrides the global
 procedure with the same id!
   1|(define (f a)(let((cos a))(cos 1)))
                                  ^
Rejected !
```

```
Source>j21-11-2
Source:j21-11-2.ss
   1|(define (f cos) (cos 1))
   2|
Error[11-2] in line 1: the parameter 'cos' overrides the global procedure
 with the same id!
   1|(define (f cos) (cos 1))
                     ^
Rejected !
```

```
Source>j21-11-3
Source:j21-11-3.ss
   1|(define a 5)
   2|(a 10)
   3|
Error[11-3] in line 2: 'a' is not a procedure!
   3|
     ^
Rejected !
```

```
Source>j21-11-4
Source:j21-11-4.ss
   1|(define (f a b) (+ a b))
   2|(f 1 2 3)
   3|
Error[11-4] in line 2: the procedure 'f' takes 2 parameter(s),
                       passed: 3 !
   3|
     ^
Rejected !
```

```
Source>j21-36-1
Source:j21-36-1.ss
   1|(define (f? a? b?) (and a? b?))
   2|(f? 1 0 1)
   3|
Error[36-1] in line 2: the predicate 'f?' takes 2 parameter(s),
                       passed: 3 !
   3|
     ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-36-2
Source:j21-36-2.ss
   1|(define(NOT? x?)(= 0(cond(x? 1)(#t 0))))
   2|(NOT? 100)
   3|
_____________
Error[36-2] in line 2: argument 1 of the predicate 'NOT?' must be boolean,

                       recieved: numeric!
   3|
     ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-50-1
Source:j21-50-1.ss
   1|(set! e 10)
   2|
_____________
Error[50-1] in line 1: the global constant 'e' cannot be overridden!
   1|(set! e 10)
             ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-50-2
Source:j21-50-2.ss
   1|(define (f a b) (+ a b))
   2|(set! f 10)
   3|
_____________
Error[50-2] in line 2: the procedure 'f' cannot be overridden as a variable!
   2|(set! f 10)
            ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-69-1
Source:j21-69-1.ss
   1|(define(NOT? x?)(= 0(cond(x? 1)(#t 0))))
   2|(define(NOT? x?) #t)
   3|
_____________
Error[69-1] in line 2: predicate 'NOT?', described in line 1 cannot be overridden!
   3|
     ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-69-2
Source:j21-69-2.ss
   1|(define(f)(cond((g?) 1)(#t 0)))
   2|(define(g? a)(< 0 a))
   3|
_____________
Error[69-2] in line 2: the predicate 'g?' was called with 0 parameter(s),
                       passed: 1 !
   3|
     ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-69-3
Source:j21-69-3.ss
   1|(define(f a)(cond((g? a) 1)(#t 0)))
   2|(define(g? a?)a?)
   3|
_____________
Error[69-3] in line 2: argument 1 of the predicate 'g?' when called was numeric,
                       recieved: boolean!
   3|
     ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-72-1
Source:j21-72-1.ss
   1|(define (f? x? x?) #t)
   2|
_____________
Error[72-1] in line 1: the parameter 'x?' is duplicated in the
                       predicate 'f?'!
   1|(define (f? x? x?) #t)
                       ^
Rejected !
```

```
_____________________
Source>j21-72-2
Source:j21-72-2.ss
   1|(define (f? f?) #t)
   2|
_____________
Warning[72-2] in line 1: predicate 'f?'has the same name
                         as its parameter!
Warning[01-3] in line 1: unused procedure 'f?'!
Accepted !
_____________________
```

```
_____________________
Source>j21-73-1
Source:j21-73-1.ss
   1|(define (f? x x) #t)
   2|
_____________
Error[73-1] in line 1: the parameter 'x' is duplicated in the
                       predicate 'f?'!
   1|(define (f? x x) #t)
                     ^
Rejected !
```

```
Source>j21-75-1
Source:j21-75-1.ss
   1|(define (f a b) (+ a b))
   2|(define f 10)
   3|
_____________
Error[75-1] in line 2: the variable 'f' overrides the global procedure with the same name,
                       defined in line 1 !
   2|(define f 10)
             ^
Rejected !
```

```
Source>j21-75-2
Source:j21-75-2.ss
   1|(define a 10)
   2|(define a 100)
   3|
_________________
Error[75-2] in line 2: the global variable 'a', defined in line 1,
                              cannot be overridden!
   2|(define a 100)
                ^
Rejected !
```

```
Source>j21-76-1
Source:j21-76-1.ss
   1|(define f 10)
   2|(define (f a b)(let((c 100))(+ a b)))
   3|
_________________
Error[76-1] in line 2: procedure 'f' overrides the global variable of the same name,
                        defined in line 1!
   3|
    ^
Rejected !
```

```
Source>j21-76-2
Source:j21-76-2.ss
   1|(define (f a b)(+ a b))
   2|(define (f a b)(let((c 100))(+ a b)))
   3|
_________________
Error[76-2] in line 2: procedure 'f', described in line 1 cannot be overridden!
   3|
    ^
Rejected !
```

```
Source>j21-76-3
Source:j21-76-3.ss
   1|(define(f a)(g a))
   2|(define (g a b)(let((c 100))(+ a b)))
   3|
_________________
Error[76-3] in line 2: the procedure 'g' was called with 1 parameter(s),
                           passed: 2 !
   3|
    ^
Rejected !
```

```
Source>j21-77-1
Source:j21-77-1.ss
   1|(define f 10)
   2|(define (f a b)(+ a b))
   3|
_________________
Error[77-1] in line 2: procedure 'f'overrides the global variable of the same name,
                        defined in line 1!
   3|
    ^
Rejected !
```

```
Source>j21-77-2
Source:j21-77-2.ss
   1|(define (f a b)(+ a b))
   2|(define (f a b)(- a b))
   3|
Error[77-2] in line 2: procedure 'f', described in line 1 cannot be overridden!
   3|
     ^
Rejected !
```

```
Source>j21-77-3
Source:j21-77-3.ss
   1|(define(f a)(g a))
   2|(define (g a b)(+ a b))
   3|
Error[77-3] in line 2: the procedure 'g' was called with 1 parameter(s),
                       passed: 2 !
   3|
     ^
Rejected !
```

```
Source>j21-81-1
Source:j21-81-1.ss
   1|(define (f a a) 1)
   2|
Error[81-1] in line 1: the parameter 'a' is duplicated in the
                       procedure 'f'!
   1|(define (f a a) 1)
                    ^
Rejected !
```

```
Source>j21-81-2
Source:j21-81-2.ss
   1|(define (f f) 1)
   2|
Warning[81-2] in line 1: procedure 'f'has the same name
                         as its parameter!
Warning[01-3] in line 1: unused procedure 'f'!
Accepted !
```

```
Source>j21-86-1
Source:j21-86-1.ss
   1|(define (f) (let((a 1)(b 2)(a 3)) 10))
   2|
Error[86-1] in line 1: the local variable 'a' cannot be overridden!
   1|(define (f) (let((a 1)(b 2)(a 3)) 10))
                                      ^
Rejected !
```

Полные скриншоты анализа своих вариантов программ golden21 и coin21

```
Source>golden21
Source:golden21.ss
  1|;golden21
  2|(define a 2)(define b 6)
  3|(define (fun x)
  4| (set! x (- x (/ 21 22)))
  5| (-(expt(- x 3) 4) (expt(atan x) 3) 2)
  6|)
  7|(define (golden-section-search a b)
  8| (let(
  9|      (xmin(cond((< a b)(golden-start a b))(#t(golden-start b a ))))
 10|     )
 11|     (newline)
 12|     xmin
 13| )
 14|)
 15|(define (golden-start a b)
 16| (set! total-iterations 0)
 17| (let(
 18|      (xa (+ a (* mphi(- b a))))
 19|      (xb (+ b (-(* mphi(- b a)))))
 20|     )
 21|     (try a b xa (fun xa) xb (fun xb))
 22| )
 23|)
 24|(define mphi (* (- 3(sqrt 5))(/ 2e+0)))
 25|(define (try a b xa ya xb yb)
 26| (cond((close-enough? a b)
 27|      (* (+ a b)5e-1))
 28|      (#t(display "+")
 29|             (set! total-iterations (+ total-iterations 1))
 30|             (cond((< ya yb)(set! b xb)
 31|                           (set! xb xa)
 32|                           (set! yb ya)
 33|                           (set! xa (+ a (* mphi(- b a))))
 34|                           (try a b xa (fun xa) xb yb)
 35|                 )
 36|                 (#t    (set! a xa)
 37|                           (set! xa xb)
 38|                           (set! ya yb)
 39|                           (set! xb (- b (* mphi(- b a))))
 40|                           (try a b xa ya xb (fun xb))
 41|                  )
 42|             );cond...
 43|        )
 44| )
 45|)
 46|(define (close-enough? x y)
 47|  (<(abs (- x y))tolerance))
 48|(define tolerance 1e-3)
 49|(define total-iterations 0)
 50|(define xmin 0)
 51|(set! xmin(golden-section-search a b))
 52|  (display"Interval=\t[")
 53|  (display a)
```

```
  54|  (display" , ")
  55|  (display b)
  56|  (display"]\n")
  57|  (display"Total number of iteranions=")
  58|total-iterations
  59|  (display"xmin=\t\t")
  60|xmin
  61|  (display"f(xmin)=\t")
  62|(fun xmin)
  63|
_________________
Accepted !
```

```
Source>coin21
Source:coin21.ss
   1|;coin21.ss
   2|(define VARIANT 21)
   3|(define LAST-DIGIT-OF-GROUP-NUMBER 8)
   4|(define KINDS-OF-COINS 5)
   5|
   6|(define (first-denomination kinds-of-coins)
   7|  (cond((= kinds-of-coins 1) 1)
   8|       ((= kinds-of-coins 2) 3)
   9|       ((= kinds-of-coins 3) 10)
  10|       ((= kinds-of-coins 4) 20)
  11|       ((= kinds-of-coins 5) 50)
  12|       (#t 0)
  13|  )
  14|)
  15|
  16|(define (count-change amount)
  17|  (display "______\n amount: ")
  18|  (display amount)
  19|  (newline)
  20|  (display "KINDS-OF-COINS: ")
  21|  (display KINDS-OF-COINS)
  22|  (newline)
  23|  (let(
  24|      (largest-coin (first-denomination KINDS-OF-COINS))
  25|      )
  26|    (display "largest-coin: ")
  27|    (display largest-coin)
  28|    (newline)
  29|    (cond((and (< 0 amount)(< 0 KINDS-OF-COINS)(< 0 largest-coin))
  30|          (display "List of coin denominations: ")
  31|            (denomination-list KINDS-OF-COINS)
  32|            (display "count-change= ")
  33|            (cc amount KINDS-OF-COINS)
  34|            )
  35|          (#t (display "Improper parameter value!\ncount-change= ") -1)
  36|    )
  37|  )
  38|)
  39|
  40|(define(NOT? x?)(= 0(cond(x? 1)(#t 0))))
  41|
  42|(define (pier? x? y?)
  43|  (NOT? (or x? y?))
  44|)
  45|
```

```
 46|(define (cc amount kinds-of-coins)
 47|  (cond((= amount 0) 1)
 48|       ((pier? (< amount 0)(= kinds-of-coins 0))
 49|        (+ (cc amount (- kinds-of-coins 1))
 50|           (cc (- amount (first-denomination kinds-of-coins)) kinds-of-coins))
 51|       )
 52|       (#t 0)
 53|  )
 54|)
 55|
 56|(define (denomination-list kinds-of-coins)
 57|  (cond((= kinds-of-coins 0) (newline) 0)
 58|       (#t (display (first-denomination kinds-of-coins))
 59|             (display " ")
 60|             (denomination-list (- kinds-of-coins 1))
 61|       )
 62|  )
 63|)
 64|
 65|(define (GR-AMOUNT)
 66|  (remainder (+ (* 100 LAST-DIGIT-OF-GROUP-NUMBER) VARIANT) 231)
 67|)
 68|
 69|(display "Variant ")
 70|(display VARIANT)
 71|(newline)
 72|(newline)
 73|(display (count-change 100)) (newline)
 74|(display (count-change(GR-AMOUNT))) (newline)
 75|(set! KINDS-OF-COINS 13)
 76|(display (count-change 100)) (newline)
 77|(display "(c) Moiseenkov I.P. 2021\n")
 78|
 79|
 80|
 81|

_________________
Accepted !
```

Распечатка файла semantics.cpp.

```
/* $j21 */
#include "semantics.h"
using namespace std;
void tSM::init(){
   globals.clear();
   locals.clear();
   params.clear();
   scope = 0;

   // константы:
   globals["e"] = tgName(VAR | DEFINED | BUILT);
   globals["pi"] = tgName(VAR | DEFINED | BUILT);

   // предопределенные процедуры:
```

```
   globals["abs"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "",
1);
   globals["atan"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "",
1);
   globals["cos"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "",
1);
   globals["exp"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "",
1);
   globals["expt"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "",
2);
   globals["log"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "", 1);
   globals["quotient"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT,
"", 2);
   globals["remainder"] = tgName(PROC | DEFINED |
BUILT, "", 2);
   globals["sin"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "", 1);
   globals["sqrt"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "",
1);
   globals["tan"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT, "", 1);
   globals["display"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT,
"", 1);
   globals["newline"] = tgName(PROC | DEFINED | BUILT,
"", 1);
}
int tSM::p01(){ // S -> PROG
   bool error = false;
   for (auto it = globals.begin(); it != globals.end(); ++it) {
      if (it->second.test(PROC) && it->second.test(USED)
&& !it->second.test(DEFINED)) {
         ferror_message += "Error[01-1] in line " + it-
>second.line + ": the procedure '" +
               it->first + "' is not defined!\n";
         // процедура 'f' не определена
         // the procedure 'f' is not defined
         error = true;
      }
      else if (it->second.test(VAR) && it->second.test(USED)
&& !it->second.test(DEFINED)) {
         ferror_message += "Error[01-2] in line " + it-
>second.line + ": the variable '" +
                     it->first + "' is not defined!\n";
         // переменная 'f' не определена
```

```
         // the variable 'f' is not defined
         error = true;
      }
      else if (it->second.test(PROC) && !it-
>second.test(USED)
                  && it->second.test(DEFINED) && !it-
>second.test(BUILT)) {
         ferror_message += "Warning[01-3] in line " + it-
>second.line + ": unused procedure '" +
               it->first + "'!\n";
         // неиспользуемая процедура 'f'
         // unused procedure 'f'
      }
      else if (it->second.test(VAR) && !it-
>second.test(USED)
                  && it->second.test(DEFINED) && !it-
>second.test(BUILT)) {
         ferror_message += "Warning[01-4] in line " + it-
>second.line + ": unused variable '" +
                     it->first + "'!\n";
         // неиспользуемая переменная 'f'
         // unused variable 'f'
      }
   }
   if (error) {
      return 1;
   }
  return 0;
}
int tSM::p02(){ // PROG -> CALCS
  return 0;}
int tSM::p03(){ // PROG -> DEFS
  return 0;}
int tSM::p04(){ // PROG -> DEFS CALCS
  return 0;}
int tSM::p05(){ // E -> $id
   string name = S1->name;
   switch (scope) {
      case 2:
         if (locals.count(name)) {
            // переменная есть в локальной области
видимости -> все ок
```

```
            break;
         }
      case 1:
         if (params.count(name)) {
            // переменная есть среди параметров функции -
> все ок
            break;
         }
      default:
         tgName &ref = globals[name];
         if (ref.empty()) {
            // переменная встретилась впервые -> создаем
ее и помечаем как использованную
            ref = tgName(VAR | USED, S1->line);
            break;
         }
         if (ref.test(VAR)) {
            // переменная уже встречалась до этого ->
помечаем как использованную
            ref.set(USED);
            break;
         }
         // это не переменная
         if (ref.test(BUILT)) {
            ferror_message +=
                  "Error[05-1] in line " + S1->line + ": the
built-in '"
                  + name +
                  "' procedure \n\t\t\t cannot be used as a
variable!\n";
            // встроенную процедуру 'abs' нельзя
использовать в качестве переменной
            // the built-in 'abs' procedure cannot be used as a
variable
            return 1;
         }

         ferror_message +=
               "Error[05-2] in line " + S1->line + ": the name
'"
               + name +
               "' cannot be used to refer to a variable;\n" +
```

```
                "\t\t\tit was previously declared as a procedure
in line " + ref.line + " !\n";
          // имя 'f' нельзя использовать для ссылки на
переменную, в строке 1 оно ранее объявлено как
процедура
          // the name 'f' cannot be used to refer to a variable;
it was previously declared as a procedure in line 1
          return 1;
    }
   return 0;
}
int tSM::p06(){ // E -> $int
   return 0;}
int tSM::p07(){ // E -> $dec
   return 0;}
int tSM::p08(){ // E -> AREX
   return 0;}
int tSM::p09(){ // E -> COND
   return 0;}
int tSM::p10() { // E -> CPROC
   return 0;}
int tSM::p11() { // CPROC -> HCPROC )
    string name = S1->name;
    switch (scope) {
       case 2:
          if (locals.count(name)) {
             // в локальной области видимости есть
переменная с таким же именем -> ошибка
             ferror_message +=
                   "Error[11-1] in line " + S1->line + ": the local
variable '"
                   + name +
                   "' overrides the global procedure with the
same id!\n";
             // локальная переменная 'f' перекрывает
глобальную процедуру с тем же идентификатором
             // the local variable 'f' overrides the global
procedure with the same id
             return 1;
          }
       case 1:
          if (params.count(name)) {
```

```
            // среди параметров функции есть переменная
с таким же именем -> ошибка
            ferror_message +=
                  "Error[11-2] in line " + S1->line + ": the
parameter '"
                  + name +
                  "' overrides the global procedure with the
same id!\n";
            // параметр 'f' перекрывает глобальную
процедуру с тем же идентификатором
            // the parameter 'f' overrides the global
procedure with the same id
            return 1;
         }
      default:
         tgName &ref = globals[name];
         if (ref.empty()) {
            // процедура встретилась впервые ->
добавляем и помечаем как использованную
            ref = tgName(PROC | USED, S1->line, S1->count);
         }
         if (ref.test(VAR)) {
            // встретили переменную вместо процедуры ->
ошибка
            ferror_message +=
                  "Error[11-3] in line " + S1->line + ": '" +
name +
                  "' is not a procedure!\n";
            // 'f' не является процедурой
            // 'f' is not a procedure
            return 1;
         }
         if (ref.arity != S1->count) {
            // количество аргументов не совпадает с
количеством переданных параметров -> ошибка
            ferror_message +=
                  "Error[11-4] in line " + S1->line + ": the
procedure '"
                  + name + "' takes " + Uint_to_str(ref.arity) +
" parameter(s),\n\t\t\tpassed: " +
                  Uint_to_str(S1->count) + " !\n";
            // процедура 'f' принимает 2 параметра,
```

```
передано: 3
            // the procedure 'f' takes 2 parameters, passed: 3
            return 1;
         }
         // помечаем как использованную
         ref.set(USED);
   }
   return 0;
}
int tSM::p12(){ // HCPROC -> ( $id
   S1->types = 0;
   S1->name = S2->name;
   S1->count = 0;
  return 0;
}
int tSM::p13(){ // HCPROC -> HCPROC E
   ++S1->count;
  return 0;
}
int tSM::p14(){ // AREX -> HAREX E )
  return 0;}
int tSM::p15(){ // HAREX -> ( AROP
  return 0;}
int tSM::p16(){ // HAREX -> HAREX E
  return 0;}
int tSM::p17(){ // AROP -> +
  return 0;}
int tSM::p18(){ // AROP -> -
  return 0;}
int tSM::p19(){ // AROP -> *
  return 0;}
int tSM::p20(){ // AROP -> /
  return 0;}
int tSM::p21(){ // COND -> ( cond BRANCHES )
  return 0;}
int tSM::p22(){ // BRANCHES -> CLAUS
  return 0;}
int tSM::p23(){ // BRANCHES -> CLAUS BRANCHES
  return 0;}
int tSM::p24(){ // CLAUS -> ( BOOL CLAUSB )
  return 0;}
int tSM::p25(){ // CLAUSB -> E
```

```
  return 0;}
int tSM::p26(){ // CLAUSB -> INTER CLAUSB
  return 0;}
int tSM::p27(){ // STR -> $str
  return 0;}
int tSM::p28(){ // STR -> SIF
  return 0;}
int tSM::p29(){ // SIF -> ( if BOOL STR STR )
  return 0;}
int tSM::p30(){ // BOOL -> $bool
  return 0;}
int tSM::p31(){ // BOOL -> $idq
  return 0;}
int tSM::p32(){ // BOOL -> REL
  return 0;}
int tSM::p33(){ // BOOL -> OR
  return 0;}
int tSM::p34(){ // BOOL -> AND
  return 0;}
int tSM::p35(){ // BOOL -> CPRED
  return 0;}
int tSM::p36() { // CPRED -> HCPRED )
   string name = S1->name;
   tgName &ref = globals[name];
   if (ref.empty()) {
      // предикат встретился впервые -> добавляем и
помечаем как использованный
      ref = tgName(PROC | USED, S1->line, S1->count);
      return 0;
   }
   if (ref.arity != S1->count) {
      // количество аргументов не совпадает с
количеством переданных параметров -> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[36-1] in line " + S1->line + ": the predicate
'"
            + name + "' takes " + Uint_to_str(ref.arity) + "
parameter(s),\n\t\t\tpassed: " +
            Uint_to_str(S1->count) + " !\n";
      // предикат 'f?' принимает 2 параметра, передано: 3
      // the predicate 'f?' takes 2 parameters, passed: 3
      return 1;
```

```
   }
   if (ref.types != S1->types) {
      // типы аргументов не совпадают с типами
переднаных параметров -> ошибка
      int bad_param_num = -1;
      for (int i = 0; i < S1->count; ++i) {
         int type1 = ref.types & (1 << i);
         int type2 = S1->types & (1 << i);
         if (type1 != type2) {
            bad_param_num = i;
            break;
         }
      }
      ferror_message +=
            "Error[36-2] in line " + S1->line + ": argument " +
Uint_to_str(bad_param_num + 1) +
            " of the predicate '" + name + "' must be " +
            ((ref.types & (1 << bad_param_num)) == 0 ?
"numeric" : "boolean") + ",\n\t\t\trecieved: " +
            ((S1->types & (1 << bad_param_num)) == 0 ?
"numeric" : "boolean") + "!\n";
      // аргумент 3 предиката 'f?' должен быть числовым,
получен: булевский
      // argument 3 of the predicate 'f?' must be numeric,
received: boolean
      return 1;
   }
   // помечаем как использованный
   globals[S1->name].set(USED);
   return 0;
}
int tSM::p37(){ // HCPRED -> ( $idq
   S1->name = S2->name;
   S1->count = 0;
  return 0;
}
int tSM::p38(){ // HCPRED -> HCPRED ARG
   S1->types |= S2->types << S1->count;
   ++S1->count;
  return 0;
}
int tSM::p39(){ // ARG -> E
```

```
   S1->types = 0;
  return 0;
}
int tSM::p40(){ // ARG -> BOOL
   S1->types = 1;
  return 0;
}
int tSM::p41(){ // REL -> ( = E E )
  return 0;}
int tSM::p42(){ // REL -> ( < E E )
  return 0;}
int tSM::p43(){ // OR -> HOR BOOL )
  return 0;}
int tSM::p44(){ // HOR -> ( or
  return 0;}
int tSM::p45(){ // HOR -> HOR BOOL
  return 0;}
int tSM::p46(){ // AND -> HAND BOOL )
  return 0;}
int tSM::p47(){ // HAND -> ( and
  return 0;}
int tSM::p48(){ // HAND -> HAND BOOL
  return 0;}
int tSM::p49(){ // SET -> HSET E )
  return 0;}
int tSM::p50(){ // HSET -> ( set! $id
   string name = S3->name;
   switch (scope) {
      case 2:
         if (locals.count(name)) {
            // переменная есть в локальной области
видимости -> все ок
            break;
         }
      case 1:
         if (params.count(name)) {
            // переменная есть среди параметров -> все ок
            break;
         }
      default:
         tgName &ref = globals[name];
         if (ref.empty()) {
```

```
            // переменная встретилась впервые -> создаем
и помечаем как использованную
            ref = tgName(VAR | USED, S1->line);
            break;
         }
         if (ref.test(VAR) && ref.test(BUILT)) {
            // пытаемся переопределить глобальную
константу -> ошибка
            ferror_message +=
                  "Error[50-1] in line " + S1->line + ": the
global constant '" +
                  name +
                  "' cannot be overridden!\n";
            // глобальную константу 'pi' нельзя
переопределить
            // the global constant 'pi' cannot be overridden
            return 1;
         }
         if (ref.test(PROC)) {
            // пытаемся присвоить значение процедуре ->
ошибка
            ferror_message +=
                  "Error[50-2] in line " + S1->line + ": the
procedure '" +
                  name +
                  "' cannot be overridden as a variable!\n";
            // процедура 'f' не может быть переопределена
как переменная
            // the procedure 'f' cannot be overridden as a
variable
            return 1;
         }
   }
   // помечаем переменную, как использованную
   globals[name].set(USED);
  return 0;
}
int tSM::p51(){ // DISPSET -> ( display E )
  return 0;}
int tSM::p52(){ // DISPSET -> ( display BOOL )
  return 0;}
```

```
int tSM::p53(){ // DISPSET -> ( display STR )
  return 0;}
int tSM::p54(){ // DISPSET -> ( newline )
  return 0;}
int tSM::p55(){ // DISPSET -> SET
  return 0;}
int tSM::p56(){ // INTER -> DISPSET
  return 0;}
int tSM::p57(){ // INTER -> E
  return 0;}
int tSM::p58(){ // CALCS -> CALC
  return 0;}
int tSM::p59(){ // CALCS -> CALCS CALC
  return 0;}
int tSM::p60(){ // CALC -> E
  return 0;}
int tSM::p61(){ // CALC -> BOOL
  return 0;}
int tSM::p62(){ // CALC -> STR
  return 0;}
int tSM::p63(){ // CALC -> DISPSET
  return 0;}
int tSM::p64(){ // DEFS -> DEF
  return 0;}
int tSM::p65(){ // DEFS -> DEFS DEF
  return 0;}
int tSM::p66(){ // DEF -> PRED
  return 0;}
int tSM::p67(){ // DEF -> VAR
  return 0;}
int tSM::p68(){ // DEF -> PROC
  return 0;}
int tSM::p69(){ // PRED -> HPRED BOOL )
   string name = S1->name;
   tgName& ref = globals[name];
   if (ref.empty()) {
      // предикат определяется впервые -> создаем
учетную запись
      ref = tgName(PROC | DEFINED, S1->line, S1->count,
S1->types);
      // и возвращаемся обратно в глобальную область
видимости
```

```
      scope = 0;
      params.clear();
      return 0;
   }
   if (ref.test(DEFINED)) {
      // предикат уже был определен -> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[69-1] in line " + S1->line + ": predicate '"
+
            name +
            "', described in line " + ref.line + " cannot be
overridden!\n";
      // предикат 'f?', описанный в строке 1, не может
быть переопределен
      // predicate 'f?', described in line 1, cannot be
overridden
      return 1;
   }
   if (ref.test(USED) && ref.arity != S1->count) {
      // количество аргументов не совпадает с
количеством переданных параметров -> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[69-2] in line " + S1->line + ": the predicate
'"
            + name + "' was called with " +
Uint_to_str(ref.arity) + " parameter(s),\n\t\t\tpassed: " +
            Uint_to_str(S1->count) + " !\n";
      // предикат 'f?' был вызван с 2 параметрами,
передано: 3
      // predicate 'f?' was called with 2 parameters, passed:
3
      return 1;
   }
   if (ref.test(USED) && ref.types != S1->types) {
      // типы аргументов не совпадают с типами
переднаных параметров -> ошибка
      int bad_param_num = -1;
      for (int i = 0; i < S1->count; ++i) {
         int type1 = ref.types & (1 << i);
         int type2 = S1->types & (1 << i);
         if (type1 != type2) {
            bad_param_num = i;
```

```
            break;
          }
      }
      ferror_message +=
            "Error[69-3] in line " + S1->line + ": argument " +
Uint_to_str(bad_param_num + 1) +
            " of the predicate '" + name + "' when called was "
+
            ((ref.types & (1 << bad_param_num)) == 0 ?
"numeric" : "boolean") + ",\n\t\t\trecieved: " +
            ((S1->types & (1 << bad_param_num)) == 0 ?
"numeric" : "boolean") + "!\n";
      // аргумент 3 предиката 'f?' при вызове был
числовым, получен: булевский
      // argument 3 of the predicate 'f?' when called was
numeric, received: boolean
      return 1;
   }
   // помечаем предикат как определенный
   ref.set(DEFINED);
   // и меняем область видимости
   scope = 0;
   params.clear();
  return 0;
}
int tSM::p70(){ // HPRED -> PDPAR )
   scope = 1;
  return 0;
}
int tSM::p71(){ // PDPAR -> ( define ( $idq
   S1->name = S4->name;
   S1->count = 0;
  return 0;
}
int tSM::p72(){ // PDPAR -> PDPAR $idq
   if (params.count(S2->name)) {
      ferror_message +=
            "Error[72-1] in line " + S2->line + ": the
parameter '"
            + S2->name +
            "' is duplicated in the\n\t\t\tpredicate '"
            + S1->name + "'!\n";
```

```
      // в предикате 'f?' дублируется параметр 'x?'
      // the parameter 'x?' is duplicated in the predicate 'f?'
      return 1;
   }

   if (S2->name == S1->name) {
      ferror_message +=
            "Warning[72-2] in line " + S2->line + ": predicate
'"
            + S1->name +
            "'has the same name \n"
            "\t\t\tas its parameter!\n";
      // у предиката 'f?' такое же имя, как у его параметра
      // predicate 'f?' has the same name as its parameter
   }
   // добавляем параметр в список
   S1->types |= 1 << S1->count;
   params.insert(S2->name);
   ++S1->count;
  return 0;
}

int tSM::p73(){ // PDPAR -> PDPAR $id
   if (params.count(S2->name)) {
      ferror_message +=
            "Error[73-1] in line " + S2->line + ": the
parameter '"
            + S2->name +
            "' is duplicated in the\n\t\t\tpredicate '"
            + S1->name + "'!\n";
      // в предикате 'f?' дублируется параметр 'x'
      // the parameter 'x' is duplicated in the predicate 'f'
      return 1;
   }
   // добавляем параметр в список
   S1->types |= 0 << S1->count;
   params.insert(S2->name);
   ++S1->count;
  return 0;
}
int tSM::p74(){ // VAR -> VARDCL E )
  return 0;}
```

```
int tSM::p75() { // VARDCL -> ( define $id
   string name = S3->name;
   tgName& ref = globals[name];
   if (ref.empty()) {
      // переменная до этого не была определена ->
создаем новую учетную запись
      ref = tgName(VAR | DEFINED, S3->line);
      return 0;
   }
   if (ref.test(PROC)) {
      // уже есть процедура с таким идентификатором ->
ошибка
      ferror_message +=
            "Error[75-1] in line " + S3->line + ": the variable
'"
            + S3->name +
            "' overrides the global procedure with the same
name, \n\t\t\tdefined in line "
            + ref.line + " !\n";
      // переменная 'x' перекрывает глобальную
процедуру с таким же названием, определенную в строке
2
      // the variable 'x' overrides the global procedure with
the same name, defined in line 2
      return 1;
   }
   if (ref.test(DEFINED)) {
      // переменная с таким именем уже определена ->
ошибка
      ferror_message +=
            "Error[75-2] in line " + S3->line + ": the global
variable '"
            + S3->name +
            "', defined in line " + ref.line + ", \n\t\t\tcannot
be overridden!\n";
      // глобальная переменная 'x', определенная в
строке 1, не может быть переопределена
      // the global variable 'x', defined in line 1, cannot be
overridden
      return 1;
   }
   // помечаем как определенную
```

```
   ref.set(DEFINED);
   return 0;
}
int tSM::p76(){ // PROC -> HPROC BLOCK )
   string name = S1->name;
   tgName& ref = globals[name];
   if (ref.empty()) {
      // процедура определяется впервые -> создаем
учетную запись
      ref = tgName(PROC | DEFINED, S1->line, S1->count,
S1->types);
      // и возвращаемся обратно в глобальную область
видимости
      scope = 0;
      params.clear();
      return 0;
   }
   if (ref.test(VAR)) {
      // определена переменная с таким идентификатором
-> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[76-1] in line " + S1->line + ": procedure '"
+
            name +
            "' overrides the global variable of the same
name,\n\t\t\tdefined in line "
            + ref.line + "!\n";
      // процедура 'f' перекрывает глобальную
переменную с тем же именем, определенную в строке 1
      // procedure 'f' overrides the global variable of the
same name, defined in line 1
      return 1;
   }
   if (ref.test(DEFINED)) {
      // процедура уже была определена -> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[76-2] in line " + S1->line + ": procedure '"
+
            name +
            "', described in line " + ref.line + " cannot be
overridden!\n";
      // процедура 'f', описанная в строке 1, не может
```

```
быть переопределена
      // procedure 'f', described in line 1, cannot be
overridden
      return 1;
   }
   if (ref.test(USED) && ref.arity != S1->count) {
      // количество аргументов не совпадает с
количеством переданных параметров -> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[76-3] in line " + S1->line + ": the
procedure '"
            + name + "' was called with " +
Uint_to_str(ref.arity) + " parameter(s),\n\t\t\tpassed: " +
            Uint_to_str(S1->count) + " !\n";
      // процедура 'f' была вызвана с 2 параметрами,
передано: 3
      // procedure 'f' was called with 2 parameters, passed:
3
      return 1;
   }
   // помечаем предикат как определенный
   ref.set(DEFINED);
   // и меняем область видимости
   scope = 0;
   params.clear();
   return 0;
}
int tSM::p77(){ // PROC -> HPROC E )
   string name = S1->name;
   tgName& ref = globals[name];
   if (ref.empty()) {
      // процедура определяется впервые -> создаем
учетную запись
      ref = tgName(PROC | DEFINED, S1->line, S1->count,
S1->types);
      // и возвращаемся обратно в глобальную область
видимости
      scope = 0;
      params.clear();
      return 0;
   }
   if (ref.test(VAR)) {
```

```
      // определена переменная с таким идентификатором
-> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[77-1] in line " + S1->line + ": procedure '"
+
            name +
            "'overrides the global variable of the same
name,\n\t\t\tdefined in line "
            + ref.line + "!\n";
      // процедура 'f' перекрывает глобальную
переменную с тем же именем, определенную в строке 1
      // procedure 'f' overrides the global variable of the
same name, defined in line 1
      return 1;
   }
   if (ref.test(DEFINED)) {
      // процедура уже была определена -> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[77-2] in line " + S1->line + ": procedure '"
+
            name +
            "', described in line " + ref.line + " cannot be
overridden!\n";
      // процедура 'f', описанная в строке 1, не может
быть переопределена
      // procedure 'f', described in line 1, cannot be
overridden
      return 1;
   }
   if (ref.test(USED) && ref.arity != S1->count) {
      // количество аргументов не совпадает с
количеством переданных параметров -> ошибка
      ferror_message +=
            "Error[77-3] in line " + S1->line + ": the
procedure '"
            + name + "' was called with " +
Uint_to_str(ref.arity) + " parameter(s),\n\t\t\tpassed: " +
            Uint_to_str(S1->count) + " !\n";
      // процедура 'f' была вызвана с 2 параметрами,
передано: 3
      // procedure 'f' was called with 2 parameters, passed:
3
```

```
      return 1;
   }
   // помечаем предикат как определенный
   ref.set(DEFINED);
   // и меняем область видимости
   scope = 0;
   params.clear();
   return 0;
}
int tSM::p78(){ // HPROC -> PCPAR )
   // точка анализа входит в тело процедуры
   scope = 1;
  return 0;
}
int tSM::p79(){ // HPROC -> HPROC INTER
  return 0;}
int tSM::p80(){ // PCPAR -> ( define ( $id
   S1->name = S4->name;
   S1->count = 0;
  return 0;
}
int tSM::p81(){ // PCPAR -> PCPAR $id
   if (params.count(S2->name)) {
      ferror_message +=
            "Error[81-1] in line " + S2->line + ": the
parameter '"
            + S2->name +
            "' is duplicated in the\n\t\t\tprocedure '"
            + S1->name + "'!\n";
      // в процедуре 'f' дублируется параметр 'x'
      // the parameter 'x?' is duplicated in the procedure 'f?'
      return 1;
   }

   if (S2->name == S1->name) {
      ferror_message +=
            "Warning[81-2] in line " + S2->line + ": procedure
'"
            + S1->name +
            "'has the same name \n"
            "\t\t\tas its parameter!\n";
      // у процедуры 'f' такое же имя, как у ее параметра
```

```
      // procedure 'f' has the same name as its parameter
    }
    // добавляем параметр в список
    S1->types |= 0 << S1->count;
    params.insert(S2->name);
    ++S1->count;
   return 0;
}
int tSM::p82(){ // BLOCK -> HBLOCK E )
    locals.clear();
   return 0;
}
int tSM::p83(){ // HBLOCK -> BLVAR )
    scope = 2;
   return 0;
}
int tSM::p84(){ // HBLOCK -> HBLOCK INTER
   return 0;}
int tSM::p85(){ // BLVAR -> ( let ( LOCDEF
    // встретили первую локальную переменную
    S1->count = 1;
    S1->name = S4->name;
    locals.insert(S4->name);
    return 0;
}
int tSM::p86(){ // BLVAR -> BLVAR LOCDEF
    string name = S2->name;
    if (locals.count(name)) {
       // уже есть локальная переменая с таким
идентификатором -> ошибка
       ferror_message +=
             "Error[86-1] in line " + S2->line + ": the local
variable '"
             + S1->name +
             "' cannot be overridden!\n";
       // локальная переменная 'x' не может быть
переопределена
       // the local variable 'x' cannot be overridden
       return 1;
    }
    locals.insert(name);
    ++S1->count;
```

```
  return 0;
}
int tSM::p87(){ // LOCDEF -> ( $id E )
   S1->name = S2->name;
  return 0;
}
//_____________________________
int tSM::p88(){return 0;} int tSM::p89(){return 0;}
int tSM::p90(){return 0;} int tSM::p91(){return 0;}
int tSM::p92(){return 0;} int tSM::p93(){return 0;}
int tSM::p94(){return 0;} int tSM::p95(){return 0;}
int tSM::p96(){return 0;} int tSM::p97(){return 0;}
int tSM::p98(){return 0;} int tSM::p99(){return 0;}
int tSM::p100(){return 0;} int tSM::p101(){return 0;}
int tSM::p102(){return 0;} int tSM::p103(){return 0;}
int tSM::p104(){return 0;} int tSM::p105(){return 0;}
int tSM::p106(){return 0;} int tSM::p107(){return 0;}
int tSM::p108(){return 0;} int tSM::p109(){return 0;}
int tSM::p110(){return 0;}
```