

Образовательные ресурсы и технологии



Информационные технологии в образовании
и научных исследованиях

№ 3' 2015 (11)

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
СРЕДА

ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ





ISSN 2312-5500

Эл №ФС77-50278 от 21.06.2012

РИНЦ №594 – 12/2012

Сетевой научно-практический рецензируемый журнал
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ
№3(11)'2015

Учредитель: ЧОУВО «МУ им. С. Ю. Витте»

Главный редактор: Парфёнова Мария Яковлевна

Зам. гл. редактора: Журавлёв Владимир Захарович

Члены редколлегии:

Бородин В.А. (ЭЗАН), Колин К.К. (ИПИ РАН), Курейчик В.М.(ЮФУ),
Зацаринный А.А.(ИПИ РАН), Нечаев В.В.(МИРЭА), Сергеев С.Ф.(СпбГУ),
Сухомлин В.А.(МГУ), Курейчик В.В.(ЮФУ), Яцкив И.С. (Рига)

Журнал издаётся с 2012 года. и зарегистрирован в РОСКОНАДЗОРЕ (Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций) и в системе Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и в Международном центре ISSN (Париж).

Все права на материалы, опубликованные в номере, принадлежат Издательству. Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, без разрешения Издательства запрещена.

Журнал включён в систему РИНЦ (НЭБ)

Адрес редакции: 115432, г. Москва, 2-ой Кожуховский проезд, д. 12, стр. 1

Издательство журнала:

Журавлёв В.З., Зайцева Д.В.

vuvitte@muiv.ru, u.vitte@gmail.com

www.muiv.ru/vestnik



СОДЕРЖАНИЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

Методика быстрого обучения программированию на основе изучения классов задач (6-7) <i>Аляев Ю.А.</i>	3
Роль инфокоммуникационных технологий в повышении квалификации <i>Добаткина Н.В.</i>	21
Паритетная коперация при сетевом взаимодействии в образовательной деятельности университетов <i>Цибульский Г.М., Попов А.М., Иванилова Т.Н., Доррер Г.А.</i>	26
Формирование в вятгу центра компетенций бережливого производства. <i>Пугач В.Н., Фомин С.В., Доррер М.Г.</i>	34
Формирование календарных графиков мультипроектного планирования <i>Клеванский Н.Н., Красников А.А.</i>	39
Дополнительное профессиональное образование в сфере транспорта <i>Розенберг И.Н.</i>	60

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Информационно – измерительная система для гравитационной терапии <i>Белоглазова М.В., Акулов В.А.</i>	66
Процедура применения методологии анализа рисков OCTAVE в соответствии со стандартами серии ИСО/МЭК 27000–27005 <i>Баранова Е.К., Забродоцкий А.С.</i>	77
Интегрированные методы одномерной упаковки <i>Курейчик В.М., Курейчик Л.В.</i>	80
Информационные технологии в управлении банковской деятельностью <i>Александров А. В.</i>	89

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Космическая сфера военных действий <i>Савиных В.П.</i>	96
---	----

ПРИКЛАДНАЯ ГЕОИНФОРМАТИКА

Интеграция геодезического образования <i>Майоров Андрей Александрович.</i>	103
Обновления пространственной информации <i>Цветков В.Я.</i>	110

CONTENT

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Method of rapid learning programming through the study of classes of problems (6-7) <i>Alyaeв Yu.A.</i>	3
The role of information and communication technologies in advanced training <i>Dobatkina N.V.</i>	21
Parity koperatsiya when networking in the educational activities of universities <i>Cybulskiy G.M., Popov A.M., Ivanilova T.N., Dorrer G.A.</i>	26
Formation of Vyatka State University Competence Center in lean manufacturing <i>Pugach V.N., Fomin S.V., Dorrer M.G.</i>	34
Formation of multi-project planning schedule <i>Klevansky N.N., Krasnikov A.A.</i>	39
Professional education in the field of transport <i>Rosenberg I.N.</i>	60

INFORMATION TECHNOLOGY

Information - measuring system for gravitational therapy <i>Beloglazova M.V., Akulov V.A.</i>	66
The procedure for applying risk analysis methodology OCTAVE in accordance with the standards of ISO / IEC 27000-27005 <i>Baranova E.K., Zabrodotsky A.S.</i>	77
Integrated methods of one-dimensional packaging <i>Kureichik V.M., Kureichik L.V.</i>	80
Information technologies in the management of banking activities <i>Alexandrov A.V.</i>	89

RESEARCH METHODOLOGY

Space area of hostilities <i>Savinykh V.P.</i>	96
---	----

APPLIED GEOINFORMATICS

Integration of geodetic education <i>Mayorov A.A.</i>	103
Updates spatial information <i>Tsvetkov V.Ya.</i>	110

МЕТОДИКА БЫСТРОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ КЛАССОВ ЗАДАЧ (6–7)

*Юрий Александрович Аляев, доц., доц. кафедры математики
и естественно-научных дисциплин,*

E-mail: alyr1@yandex.ru,

*Российская академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте РФ (Пермский филиал),*

<http://perm.ranepa.ru>

Предлагается методика быстрого обучения программированию на основе изучения классов задач, разработанная и применяющаяся на практике в процессе обучения программированию студентов вузов.

Ключевые слова: алгоритм, программа, язык программирования Паскаль, массив, ветвящиеся Паскаль-программы, циклические Паскаль-программы.

Введение

Разделы курса «Информатика» – алгоритмизация и программирование – остаются наиболее важными для формирования алгоритмического мышления. Поскольку в школах данные разделы преподаются в недостаточном объеме, в вузе возникает необходимость начинать обучение с нуля и достичь хорошего уровня программирования при ограниченном количестве часов преподавания.



Ю.А. Аляев

Этого удается добиться за счет применения рациональных методов обучения, прежде всего, последовательно проводя идеи обучения на основе выделения элементарных операций деятельности по построению алгоритмов и программ; выявления структуры алгоритма и форм ее записи на алгоритмическом языке; одинаковой формы алгоритма для решения задач с одинаковой структурой исходных данных [1–2]. Благодаря этим идеям, задачи по программированию удается разбить на ряд классов и типизировать методы решения задач каждого класса.

Предлагаемая методика быстрого обучения программированию на основе изучения классов задач, появилась и применяется на протяжении многих лет в процессе обучения программированию студентов пермских вузов благодаря В.П. Гладкову [2]. В статье рассматриваются методики решения по двум (6–7) из девятнадцати выделенных классов задач (1–5 классы задач рассмотрены в [3–4]).

6 Ветвящиеся Паскаль-программы

Задача 1. Написать программу по следующему алгоритму:

1. Начало;
2. Список данных: x , y , p , a , b – вещ.;
3. Ввод(x, y, p);
4. Вывод(x, y, p);
5. Если $x \leq y \cdot p$ То
 - 5.1. $a := y/p$;
 - 5.2. $b := x \cdot y$;
- Иначе
 - 5.3. $a := e^{(y-x)/2}$;
 - 5.4. $b := \ln(y+p)$;
6. Конец-Если 5;

7. Вывод(a,b);

8. Конец.

Решение. Для написания программы используйте таблицу перевода алгоритмических конструкций в конструкции языка Паскаль [1]. Тогда оператор «Начало» алгоритма следует заменить в программе оператором заголовка программы:

program z1; Здесь z1 – имя программы.

Второй оператор алгоритма заменяется оператором описания переменных: var x,y,p,a,b:real;

За разделом описания переменных размещается раздел операторов, начинающийся со слова: begin.

Первым оператором этого раздела является оператор ввода, который на языке Паскаль записывается следующим образом:

read(x,y,p);

Оператор вывода в Паскаль-программе будет выглядеть так:

writeln(x,y,p);

Оператор ветвления, расположенный в предписании 5 алгоритма, в каждой ветви содержит по два оператора. Эти операторы в Паскаль-программе должны быть заключены в операторные скобки begin...end. Оператор ветвления, соответствующий предписанию 5 алгоритма, будет иметь вид:

```
if x<=y+p then
begin
a:=y/p;
b:=x*y;
end
else
begin
a:=exp((y-x)/2;
b:=ln(abs(y+p));
end;
```

Конструкция «Конец-Если 5» алгоритма на язык Паскаль не переводится.

Оператор вывода, расположенный в предписании 7 алгоритма, на языке Паскаль записывается следующим образом:

writeln(a,b);

Этот оператор является последним в разделе операторов, поэтому после него нужно поставить оператор end. Вся программа будет выглядеть следующим образом:

```
program z1;
var x,y,p,a,b:real; {раздел описания переменных}
begin { раздел операторов}
read(x,y,p);
writeln(x,y,p);
if x<=y+p then
begin
a:=y/p;
b:=x*y;
end
else
begin
a:=exp((y-x)/2;
b:=ln(abs(y+p));
end;
writeln(a,b);
end.
```

Задача 2. Написать программу, позволяющую вычислить площадь треугольника, если заданы длины его сторон.

Решение. Математическая модель решаемой задачи имеет следующий вид:

Ввод: a, b, c – длины сторон треугольника.

Треугольник может быть построен по трем сторонам, если выполняются следующие условия, записанные в виде логического выражения: $a > 0$ и $b > 0$ и $c > 0$ и $a + b > c$ и $b + c > a$ и $a + c > b$.

Проверка этого логического выражения позволяет «отфильтровать» все варианты неверных исходных данных.

После проверки логического выражения рассчитываются следующие переменные:

$$p = (a + b + c) / 2;$$

$$s = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}.$$

Вывод: s .

Алгоритм решения этой задачи в виде псевдокодов можно представить следующим образом:

1. Начало;
2. Список данных: a, b, c, p, s – вещ.;
3. Ввод(a, b, c);
4. Вывод(a, b, c);
5. Если $(a > 0)$ и $(b > 0)$ и $(c > 0)$ и $(a + b > c)$ и $(b + c > a)$ и $(a + c > b)$ То
 - 5.1. $p := (a + b + c) / 2$;
 - 5.2. $s = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}$;
 - 5.3. Вывод(s);
- Иначе
- 5.4. Вывод(«Неверные исходные данные»);
6. Конец-Если 5;
7. Конец.

Pascal-программа решения этой задачи имеет вид:

```

program z2;
var a,b,c,p,s:real;
begin
  read(a,b,c);
  writeln('a=',a,' b=',b,' c=',c);
  if (a>0) and (b>0) and (c>0) and (a+b>c)
    and (b+c>a) and (a+c>b) then
  begin
    p:=(a+b+c)/2;
    s:=sqrt(p*(p-a)*(p-b)*(p-c));
    writeln('s=',s);
  end
  else
    writeln('неверные исходные данные');
  end.

```

Задача 3 [5]. Написать фрагмент программы, проверяющей, попадет ли точка $M(x, y)$ в заштрихованную область (рисунок 1). Считать, что границы принадлежат области.

Решение. Точка принадлежит области, если она принадлежит части области, расположенной в I квадранте, или принадлежит части области, расположенной во II квадранте, или – в III квадранте, или в IV квадранте.

Обозначим условие, что точка лежит в части области в I квадранте через K1, во II квадранте – через K2, в III квадранте – через K3, в IV квадранте – через K4.

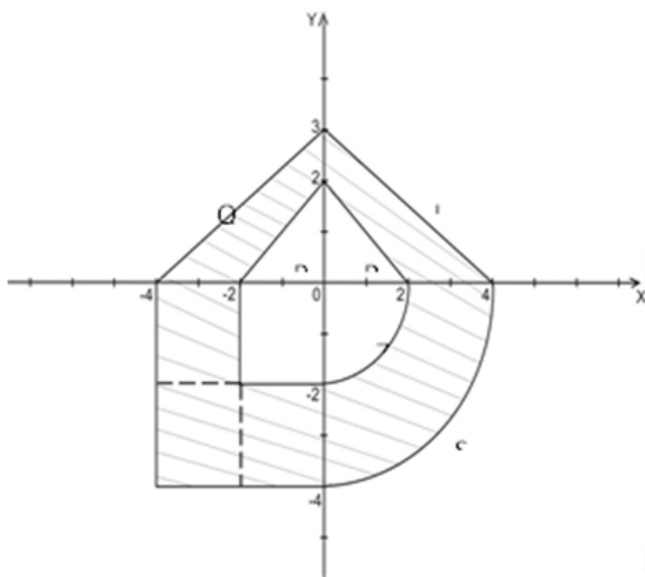


Рисунок 1 – Заданная область

Тогда, если логическое выражение K1 or K2 or K3 or K4 будет истинным, то точка M лежит в приведенной области, иначе – нет.

Раскроем условие K1. Координаты точки удовлетворяют условию K1, если $x \geq 0$ и $y \geq 0$, и лежат они ниже или на прямой, обозначенной L, и выше или на прямой, обозначенной R.

Будем искать уравнение прямой L в виде $y = a \cdot x + b$. Так как эта прямая проходит через точки (0,3) и (4,0), то коэффициенты можно найти из системы уравнений:

$$\begin{cases} 3 = a \cdot 0 + b; \\ 0 = a \cdot 4 + b. \end{cases}$$

Отсюда $b = 3$, $a = -3/4$. Уравнение

прямой L имеет вид: $y = -3/4 \cdot x + 3$.

Уравнение прямой R находится аналогично, с учетом того, что она проходит через точки (0,2) и (2,0). Уравнение прямой R имеет вид: $y = -x + 2$.

Исходя из вышесказанного, условие K1 записывается в виде:

$$K1 = (y \leq -3/4 \cdot x + 3) \text{ and } (y \geq -x + 2) \text{ and } (y \geq 0) \text{ and } (x \geq 0).$$

Раскроем условие K2. Условие K2 находится аналогично, так как область представляет собой промежуток между парой прямых Q и R.

Прямая Q проходит через точки (0,3) и (-4,0) и имеет уравнение: $y = 3/4 \cdot x + 3$.

Прямая R проходит через точки (0,2) и (-2,0) и имеет уравнение: $y = x + 2$.

Условие K2 записывается в виде:

$$K2 = (y \leq 3/4 \cdot x + 3) \text{ and } (y \geq x + 2) \text{ and } (y \geq 0) \text{ and } (x \leq 0).$$

Раскроем условие K3. Часть области в III квадранте представляет собой объединение двух прямоугольников. Первый прямоугольник имеет вершины в точках с координатами (-4,0), (-2,0), (-2,-4), (-4,-4). Чтобы точка попала в этот прямоугольник, необходимо выполнение условия:

$$(-4 < y < 0) \text{ and } (-4 < x < -2).$$

Второй прямоугольник имеет вершины в точках с координатами (-4,-2), (0,-2), (0,-4), (-4,-4). Чтобы точка попала в этот прямоугольник, необходимо выполнение условия:

$$(-4 < y < -2) \text{ and } (-4 < x < 0).$$

Чтобы точка попала в часть области, расположенную в III квадранте, необходимо и достаточно, чтобы она попала в 1-й или 2-й прямоугольники. Условие этого попадания записывается так:

$$K3 = ((-4 < y < 0) \text{ and } (-4 < x < -2)) \text{ or } ((-4 < y < -2) \text{ and } (-4 < x < 0)).$$

Раскроем условие K4.

Часть области, расположенная в IV квадранте, представляет собой часть кольца, ограниченного окружностями S и Z. Уравнение окружности S: $x^2 + y^2 = 16$. Уравнение окружности Z: $x^2 + y^2 = 4$.

Условие K4 запишется следующим образом:

$$K4 = (x \geq 0) \text{ and } (y \leq 0) \text{ and } (x^2 + y^2 \leq 16) \text{ and } (x^2 + y^2 \geq 4).$$

Таким образом, общее условие попадания точки в выделенную область, выглядит так:

$((y \leq -3/4 * x + 3) \text{ and } (y \geq -x + 2) \text{ and } (y \geq 0) \text{ and } (x \geq 0)) \text{ or}$
 $((y \leq 3/4 * x + 3) \text{ and } (y \geq x + 2) \text{ and } (y \geq 0) \text{ and } (x \leq 0)) \text{ or}$
 $((-4 < y < 0) \text{ and } (-4 < x < -2)) \text{ or } ((-4 < y < -2) \text{ and } (-4 < x < 0))) \text{ or}$
 $((x \geq 0) \text{ and } (y \leq 0) \text{ and } (x^2 + y^2 \leq 16) \text{ and } (x^2 + y^2 \geq 4)).$

7 Циклические Паскаль-программы

Циклическим (циклом) называется такой алгоритм, в котором некоторая группа действий повторяется неоднократно. Группа действий, повторяемая в цикле, называется *телом цикла*. Однократное выполнение тела цикла называется *шагом*. Для того чтобы алгоритм не заиклился (не стал бесконечным), циклом надо управлять. Для этого используется специальная величина – параметр цикла. *Параметр (переменная) цикла* – это такая величина, которая изменяется от шага к шагу и по значению которой определяется, продолжать исполнение цикла или его закончить.

Для правильной организации цикла необходимо выполнить следующие шаги.

Сначала определим действия, которые повторяются в цикле, т.е. его тело. Затем ответим на вопрос: «Сколько раз повторяется тело цикла?». Если на этот вопрос можно ответить, то цикл является *арифметическим* и его параметром служит счетчик. Если ответ отрицательный, то отвечаем на вопрос: «Сколько причин окончания цикла имеется?». Если имеется только одна причина окончания, то цикл *итерационный*. В качестве параметра здесь чаще всего выбирается величина, сравниваемая с заданной точностью вычислений или преобразований. Если существует больше одной причины окончания цикла, то он *поисковый*. У такого цикла условие окончания задается сложным логическим выражением, содержащим конъюнкцию или дизъюнкцию.

На последнем шаге организации цикла необходимо правильно установить начальные значения для всех переменных, которые используются или изменяются в цикле. Эти переменные, как правило, находятся в условиях или в правых частях операторов присваивания. Для этого можно провести трассировку первоначального входа в цикл и определить, какие значения должны быть у используемых или изменяемых переменных.

Следует различать реальный циклический алгоритм (арифметический, итерационный, поисковый) и способ записи его в алгоритмическом языке. (Сравните ситуацию с числом и способами его записи в какой-нибудь системе счисления.)

В алгоритмическом языке Паскаль реальные циклы могут быть записаны с помощью следующих операторов:

```

while логическое_выражение do оператор;
repeat операторы_тела_цикла until логическое_выражение;
for параметр:=выражение_1 to выражение_2 do оператор;
for параметр:=выражение_1 downto выражение_2 do оператор;
M3: if логическое_выражение then goto M1 else goto M2;
M1: тело_цикла goto M3; M2:...

```

С помощью любого из перечисленных операторов можно записать цикл каждого из установленных нами типов.

Арифметический цикл. Для арифметического цикла заранее известно количество раз выполнения тела цикла, поэтому в качестве переменной используется счетчик.

Задача 1. Написать программу для вычисления суммы N первых натуральных чисел.

Решение. Требуется вычислить: $1+2+3+\dots+N$. Понятно, что для нахождения суммы нужно каждый раз прибавлять очередное слагаемое; таким образом, для решения задачи необходимо организовать цикл. Исходным данным для решения является N .

Выясним, что повторяется в теле цикла. Для этого попробуем вычислять сумму вручную. Начинаем суммировать с нуля. Тогда

$$s_0=0,$$

$$\begin{aligned}s_1 &= 0+1, \\ s_2 &= 0+1+2, \\ s_3 &= 0+1+2+3.\end{aligned}$$

Найдем, чем каждый шаг отличается от соседнего. Для этого подсчитаем разности: $s_1 - s_0 = 0+1-0=1$,

$$\begin{aligned}s_2 - s_1 &= 0+1+2-(0+1)=2, \\ s_3 - s_2 &= 0+1+2+3-(0+1+2)=3.\end{aligned}$$

Отсюда

$$\begin{aligned}s_1 &= s_0+1, \\ s_2 &= s_1+2, \\ s_3 &= s_2+3.\end{aligned}$$

Рассуждая аналогично, можем заключить, что в общем случае для нахождения следующего значения суммы нужно к ее предыдущему значению прибавить очередное слагаемое. Обозначим очередное слагаемое через i , а номер шага – через j . Тогда $s_j = s_{j-1} + i$ повторяется в цикле. Здесь индексы указывают, что это одна и та же величина (сумма), но в разные моменты времени. При программировании эти индексы указывать не нужно, так как оператор присваивания выполняется в два этапа. На первом этапе выбираются значения всех указанных справа переменных, вычисляется значение выражения, стоящего справа. Затем вычисленное значение пересылается в переменную, указанную слева. Формулы, в которых новое значение вычисляется на основе одного или нескольких старых значений, называются рекуррентными. Полученная нами формула является рекуррентной формулой первого порядка, так как для вычисления нового значения достаточно одного предыдущего значения.

Известно, что для вычисления всей суммы нужно выполнить полученную формулу N раз. Следовательно, необходимо организовать арифметический цикл с параметром-счетчиком, обеспечивающим N отсчетов. Приводим далее программу на языке Паскаль:

```
program pr1;
{вычисление суммы натуральных чисел от 1 до N – вариант 1}
var   N:integer;   {последнее число суммы – исходное данное}
      s:integer;   {сумма – результат}
      i:integer;   {очередное слагаемое}
      j:integer;   {счетчик цикла}
begin write('Введите последнее число суммы ');
      readln(N);   {Ввод исходного данного}
      s:=0;        {Начинаем суммирование с нуля}
      i:=1;        {Первое слагаемое известно заранее}
      j:=0;        {Начальное значение счетчика}
      while j<N do {Нужно выполнить цикл N раз}
      begin s:=s+i; {Добавили слагаемое к сумме}
            i:=i+1; {Перешли к следующему слагаемому}
            j:=j+1; {Увеличили счетчик на единицу}
      end;          {Закончилось тело цикла}
      write('Сумма чисел от 1 до ',N,' равна ',s);
            {Вывод результата}

end.
```

Анализируя программу, можно заметить, что переменные i и j изменяются синхронно (т.е. по значению i можно установить значение j и наоборот), поэтому в данном случае переменная, изображающая слагаемое, может играть и роль счетчика. Тогда программа примет вид:

```
program pr2;
{вычисление суммы натуральных чисел от 1 до N – вариант 2}
```

```

var    N:integer;    {последнее число суммы – исходное данное}
      s:integer;      {сумма – результат}
      i:integer;      {счетчик цикла и слагаемое}
begin write('Введите последнее число суммы ');
      readln(N);      {Ввод исходного данного}
      s:=0;           {Начинаем суммирование с нуля}
      i:=1;           {Начальное значение счетчика и слагаемого}
      while i<=N do {Нужно выполнить цикл N раз}
      begin s:=s+i; {Добавили слагаемое к сумме}
            i:=i+1; {Увеличили счетчик и слагаемое на единицу}
      end;             {Закончилось тело цикла}
      write('Сумма чисел от 1 до ',N,' равна ',s);
            {Вывод результата}

end.

```

После написания программы ее нужно протестировать. Прежде убедимся, что цикл завершится. Это действительно так в случае, если $N \geq 1$, поскольку переменная i на каждом шаге цикла увеличивается от 1 до N . Если N – не положительно, то цикл не будет выполнен ни разу и будет выдан ответ 0, что соответствует нашим ожиданиям от правильно работающей программы.

Теперь проверим работу программы для такого N , ответ для которого заранее известен. Рассматриваемая программа предназначена только для иллюстрации методов построения алгоритмов, результат ее работы просто получить, воспользовавшись формулой $s = N \cdot (N+1)/2$. Например, для $N=10$ получаем $s=55$. Выполнив программу для $N=10$, получаем тот же ответ.

Программа позволяет вводить только целое значение N , отвергнув данные других типов, например, вещественные, строковые и т.д.

Теперь проверим работу программы для $N=300$, получим $s=-20386$. Почему получено отрицательное число, ведь складывались положительные числа? Выполним программу для $N=200$, получим $s=20100$. Для $N=400$, получим $s=14662$. Почему сумма для меньшего значения N превосходит сумму для большего значения N ? Оказывается, все дело в переполнении. Значения суммы для $N=300$ и $N=400$ больше максимально допустимого для типа `integer` (здесь $\text{maxint}=32767$), поэтому для этих значений программу использовать нельзя. Установим максимальное значение N , для которого ответ корректен. Решим неравенство $N \cdot (N+1)/2 \leq 32767$. Данное неравенство сводится к квадратному: $N^2 + N - 65534 \leq 0$. Решением этого неравенства будет интервал $-256.5 \leq N \leq 255.5$. Следовательно, разработанная программа верна для всех N от 1 до 255. Если необходимо получать суммы для больших значений N , то следует перейти к другим типам данных, например, `longint` или `real`, и внести соответствующие исправления в программу.

Установив границы применимости программы, можно закончить тестирование.

Заметим, что тот же цикл можно было записать с помощью оператора `for`:

```

s:=0;
for i:=1 to N do s:=s+i;

```

или

```

s:=0;
for i:=N downto 1 do s:=s+i;.

```

Записи в этом случае получились более короткими, потому что оператор `for` специально предназначен для записи арифметических циклов. Запись с помощью цикла `repeat until` может быть такой:

```

s:=0;
i:=1;

```



```
repeat s:=s+i;
  i:=i+1
until i>N;
```

Задача 2. Написать программу, рисующую клеточное поле 8×8 .

Решение. Рисунок состоит из линий: девяти вертикальных и девяти горизонтальных. Линии отстоят друг от друга на величину h . За исходную точку рисунка можно примем левый верхний угол, задав его координаты: x, y . В теле цикла будут повторяться операторы, рисующие одну горизонтальную и одну вертикальную линии. Цикл выполнится девять раз. Установим, как вычисляются координаты начала каждой линии. Каждая линия имеет свой номер (в программе он называется i) и отстоит от первой линии на расстоянии, которое можно вычислить как $(i-1)*h$: вторая линия отстоит от первой на $1*h$, третья – на $2*h$ и т.д. По другой координате длина линии должна быть равна $8*h$.

```
readln(x,y,h); {вводим исходные данные}
i:=1;
while i<=9 do
begin line(x+(i-1)*h,y,x+(i-1)*h,y+8*h);
  {вертикальные прямые}
  line(x,y+(i-1)*h,x+8*h,y+(i-1)*h);
  {горизонтальные прямые}
end.
```

Итерационный цикл

Задача 3. Написать программу для нахождения наибольшего общего делителя двух натуральных чисел.

Решение. Используя идею Евклида, будем вычитать из большего числа меньшее до тех пор, пока числа не сравняются. Получим цикл, счетчик для которого неизвестен заранее, но причина окончания у него одна – числа сравнялись. Цикл этот обязательно завершится, потому что уменьшаются натуральные числа, разность между двумя соседними натуральными числами и наименьшее натуральное число – единица. Такой цикл называется итерационным. Ниже приводится программа, реализующая решение задачи на языке Паскаль:

```
{вычисление НОД двух натуральных чисел}
var a,b:integer; {исходные натуральные числа}
  x,y:integer; {переменные, используемые для поиска НОД}
begin write('Введите два натуральных числа ');
  readln(a,b);
  x:=a; y:=b;
  while x<>y do
  if x>y
  then x:=x-y
  else y:=y-x;
  write(x);
end.
```

Поисковый цикл

Задача 4. Последовательность элементов задана формулой общего члена $a_i = \sin(i + i/n)$, где i изменяется от 1 до n (n – натуральное число). Написать программу нахождения первого элемента последовательности, большего заданного числа Z .

Решение. Исходными данными для решения задачи являются элементы последовательности: $a_1=\sin(1+1/n)$, $a_2=\sin(2+2/n)$,..., $a_n=\sin(n+n/n)$. В результате получаем либо номер элемента, большего заданного Z , либо ответ: «Такого элемента нет».

Решения задачи существуют два: первое – перебрали все элементы последовательности и не нашли нужного; второе – в процессе перебора обнаружился элемент, больший Z . В этом случае перебор прекращается и формируется ответ. Когда будет найден ответ, неизвестно, следовательно, это поисковый цикл.

Согласно первому решению проверим условие: $i > n$, где i – текущий элемент последовательности, а n – количество элементов в ней. Второе решение имеет два значения: «найдено» или «не найдено», логический эквивалент: $true$ – найдено, а $false$ – не найдено. Таким образом, условие окончания поиска может быть записано в виде $(i > n)$ or f , что соответствует фразе: «Просмотрены все элементы или найдено». Просмотр элементов последовательности в цикле будет выполняться в случае ложности приведенного условия. Найдем его отрицание, воспользовавшись законом де Моргана: отрицание дизъюнкции равно конъюнкции отрицаний.

$$\text{not}((i > n) \text{ or } f) = \text{not}(i > n) \text{ and } \text{not } f = (i \leq n) \text{ and } \text{not } f.$$

Программа на языке Паскаль:

```
{поиск первого элемента последовательности, заданной формулой общего члена
a(i)=sin(i+1/n), где i=1,2,...,n, большего заданного Z}
var n:integer; {количество элементов в последовательности}
    z:real; {заданное число}
    i:integer; {номер очередного элемента последовательности}
    f:boolean; {true, если найден искомый элемент}
begin
  write('Введите n и z ');
  readln(n,z);
  i:=1; f:=false;
  while (i<=n) and not f do {пока есть элементы и не найдено}
    if sin(i+1/n)>z
    then f:=true {искомый элемент найден}
    else i:=i+1; {переходим к следующему элементу}
  if f
  then writeln('Первый элемент больший ',z,' имеет номер ',i)
  else writeln('Среди элементов последовательности нет больших ',z);
end.
```

Способы определения действий, составляющих тело цикла. Наибольшую сложность представляет определение действий, повторяющихся в цикле. Рассмотрим некоторые приемы.

Задача 5. Написать программу для вычисления выражения: $y=k(k+1)(k+2)...2k$.

Решение. Выражение представляет собой произведение. Перепишем его так, чтобы все сомножители имели одинаковую форму: $(k+0)(k+1)(k+2)...(k+k)$. Исходя из этого, установим, что отыскивается произведение сомножителей. Каждый сомножитель содержит переменную k , к которой прибавляется некоторое натуральное число. Это число меняется от сомножителя к сомножителю, поэтому обозначим его переменной i . Тогда общий вид сомножителя: $(k+i)$, где i – изменяется от 0 до k . В теле цикла повторяется оператор вида $y:=y*(k+i)$. Известно, что тело цикла должно выполняться k раз, следовательно, нужно построить арифметический цикл.

```
y:=1; {начальное значение произведения}
for i:=0 to k do y:=y*(k+i);
```

В данной задаче использовался прием нахождения формулы общего члена на основе анализа структуры сомножителей.

Задача 6. Одним из способов построения тела цикла является сведение новой задачи к ранее решенной. Например, на основе методики решения предыдущей задачи, получим решение следующей.

Написать программы для вычисления значения по заданным формулам:

- 1) $k(k+m)(k+2m)\dots(k+m^2)$;
- 2) $(k+3)(2k+6)(3k+9)\dots$, всего в этой формуле должно быть n сомножителей;
- 3) $k+2k+3k+\dots+k^2$.

Решение.

- 1) $y:=1$; {начальное значение произведения}
for $i:=0$ to m do $y:=y*(k+i*m)$;
- 2) $y:=1$; {начальное значение произведения}
for $i:=1$ to n do $y:=y*(i*k+3*i)$;
- 3) $y:=1$; {начальное значение произведения}
for $i:=1$ to k do $y:=y+k*i$;

Задача 7. Написать программу для вычисления выражения: $\cos(1+\cos(2+\dots+\cos(n-1+\cos(n)\dots)))$.

Решение. Для начала запишем заданное выражение при различных значениях n и поместим ответ в переменную y .

Для $n=3$ получим $y=\cos(1+\cos(2+\cos(3)))$.

Для $n=5$ получим $y=\cos(1+\cos(2+\cos(3+\cos(4+\cos(5)))))$.

Заметим, что в данном выражении используются натуральные числа. Обозначим их переменной i , которая изменяется от n до 1. Для того чтобы вычислить это выражение вручную, начнем вычисления с самых вложенных скобок:

- 1) $y_1=\cos(5)$;
- 2) $y_2=\cos(4+\cos(5))$ или с учетом первого шага $\cos(4+y_1)$,
аналогично
- 3) $y_3=\cos(3+y_2)$;
- 4) $y_4=\cos(2+y_3)$;
- 5) $y_5=\cos(1+y_4)$.

Перепишем первый шаг как $y_1=\cos(5+y_0)$, где $y_0=0$; в теле цикла будет повторяться оператор $y=\cos(i+y)$. Количество повторений известно заранее и равно n , следовательно, цикл – арифметический. Здесь в качестве счетчика можно использовать переменную i .

$y:=0$;
for $i:=n$ downto 1 do $y:=\cos(i+y)$;

При решении этой задачи использовалась методика вычисления заданного значения вручную, наблюдение за процессом вычисления и обобщение выполняемых действий.

Задача 8. Написать программу для вычисления выражения

$$y = \sqrt{n + \sqrt{n-1 + \dots + \sqrt{2 + \sqrt{1}}}}, \text{ при произвольном натуральном } n.$$

Решение. Структура задач 7 и 8 одинакова, поэтому они обе должны иметь одинаковые по структуре алгоритмы решения. Отсюда получаем фрагмент программы.

$y:=0$;
for $i:=1$ to n do $y:=\sqrt{i+y}$;

Используя решения задач 7.1.7 и 7.1.8, легко решить им подобные:

- 1) $S1=\sin(1+\sin(2+\sin(3+\dots+\sin(n)\dots)))$;
- 2) $S2=|1+|2+|3+\dots+|n|\dots|$;

$$3) S3 = \sqrt{1 + \sqrt{2 + \sqrt{3 + \dots + \sqrt{n}}}};$$

$$4) S4 = \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{3 + \dots \frac{1}{n-1 + \frac{1}{n}}}}}.$$

Задача 9. Написать программу для вычисления выражения n умножений. Например, для $n=5$: $y = (((((x+a)x+a)x+a)x+a)x+a)x+a$.

Решение. Задача аналогична предыдущим, но здесь используется функция умножения, а вместо отрезка натурального ряда – константа a . Однако обнаружить это сходство довольно трудно, поэтому установим оператор, повторяющийся в теле цикла, рассмотрев любые два соседних значения y , вычисленные вручную.

$$y_1 = x + a.$$

$$y_2 = (x+a)x+a \text{ или } y_2 = y_1x+a.$$

По аналогии делаем вывод, что в теле цикла для получения нового значения нужно предыдущее умножить на x и прибавить a . Если $y_0=1$, $y_1=y_0x+a$, то тело цикла будет выполняться $n+1$ раз.

$$y:=1;$$

$$\text{for } i:=1 \text{ to } n+1 \text{ do } y:=y*x+a;$$

Другое решение получаем, если $y_0=x$, $y_1=(y_0+a)x$. В этом случае тело цикла выполняется n раз и после завершения цикла нужно прибавить a .

$$y:=x;$$

$$\text{for } i:=1 \text{ to } n \text{ do } y:=(y+a)*x;$$

$$y:=y+a;$$

Задача 10. Написать программу для вычисления суммы n слагаемых $\frac{1}{3} + \frac{1}{8} + \frac{1}{15} + \frac{1}{24} + \frac{1}{35} + \dots$.

Решение. Поставим в соответствие каждому слагаемому его порядковый номер – i . Тогда легко заметить, что знаменатель вычисляется по формуле $(i+1)^2-1$. Здесь в цикле к сумме прибавляется очередное слагаемое. Цикл выполняется n раз, т.е. является арифметическим.

$$s:=0;$$

$$\text{for } i:=1 \text{ to } n \text{ do } s:=s+1/(\text{sqr}(i+1)-1);$$

Задача 11. Часто для определения тела цикла используют пошаговую детализацию.

Последовательность a_n задается так: a_1 – некоторое натуральное число, a_{n+1} – сумма квадратов цифр числа a_n , $n \geq 1$. Написать программу для нахождения m -го члена последовательности.

Решение. Для решения задачи нужно m раз выполнить вычисление очередного члена последовательности. Решение можно представить так:

{фрагмент 1}

readln(a,m);

for i:=2 to m do

begin {вычислить i -й член последовательности}

end;

Сосредоточимся на определении члена последовательности. Необходим цикл, в котором цифры просматриваются по одной, начиная с единиц, и находится сумма их квадратов. Поскольку количество цифр заранее не известно, организуем итерационный цикл.

```
{фрагмент 2}
{находим сумму квадратов цифр}
s:=0;
while a>0 do
begin s:=s+sqr(a mod 10); {цифру единиц возводим в квадрат и прибавляем к сум-
ме}
  a:=a div 10 {отбрасываем цифру единиц}
end;
a:=s; {запоминаем полученную сумму как очередной член последовательности}
```

Подставив фрагмент 2 в фрагмент 1, получим искомую программу, содержащую вложенный цикл.

```
var a, {член последовательности}
s:integer; {сумма квадратов цифр предыдущего члена последовательности}
i, {счетчик}
m:integer; {номер последнего члена последовательности}
begin
write('Введите 1-ый член последовательности и m ');
readln(a,m);
for i:=2 to m do
begin s:=0;
  while a>0 do
  begin s:=s+sqr(a mod 10);
    a:=a div 10
  end;
  a:=s;
end;
end.
```

Задача 12. Написать программу для вычисления $s=1 \cdot 2 + 2 \cdot 3 \cdot 4 + 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 + \dots + n(n-1) \dots 2 \cdot n$.

Решение. Действуя по аналогии с задачей 7.1.11, получим решение, содержащее вложенные циклы:

```
s:=0;
i:=1;
while i<=n do
begin
  p:=1;
  j:=i; { переменная цикла вычисления произведения }
  while j<=2*i do
  begin
    p:=p*j;
    j:=j+1;
  end;
  s:=s+p;
  i:=i+1;
end.
```

Использование вложенных циклов упрощает программирование, но увеличивает время решения задачи. Наличие вложенного цикла – недостаток предложенного реше-

ния. От него можно избавиться, если при вычислении следующего слагаемого выполняется часть работы, которая уже была выполнена для предыдущего слагаемого. Выпишем i -ое слагаемое: $u_i = i(i+1) \dots (2i-1)2i$. $(i-1)$ -ое слагаемое равно: $u_{i-1} = (i-1)i(i+1) \dots 2(i-1)$. Найдем их отношение:

$$\frac{u_i}{u_{i-1}} = \frac{i(i+1)(i+2) \dots (2i-2)(2i-1)2i}{(i-1)i(i+1) \dots (2i-2)} = \frac{(2i-1)2i}{i-1}.$$

Отсюда $u_i = u_{i-1} \cdot (2i-1)2i/(i-1)$. Это соотношение называется *рекуррентным*. Используя его, получаем другое решение:

```
s:=0;
u:=2; {первое слагаемое}
i:=2; {номер очередного слагаемого}
while i<=n do
begin
  s:=s+u;
  u:=u*(2*i-1)*2*i/(i-1);
  i:=i+1;
end.
```

Задача 13. Определим операторы тела цикла, анализируя структуру входных или выходных данных.

Написать программу, печатающую квадрат со стороной из n звездочек ($n > 2$), причем звездочки должны располагаться по периметру квадрата. Например, для $n=4$:

```

* * * *
*   *
*   *
*   *
* * * *
```

Решение. Вначале разберемся со структурой (строением) выходной информации с учетом последовательной печати. С этой точки зрения квадрат состоит из трех частей. Первая и последняя строки одинаковы и состоят из n звездочек. $n-2$ средних строки также имеют одинаковую структуру и начинаются, и кончаются звездочками, разделенными $n-2$ пробелами. Установленная структура определяет структуру алгоритма вывода квадрата:

1 Вывод строки из n звездочек.

2 Вывод $n-2$ строк.

3 Вывод строки из n звездочек.

Второй пункт детализируется также с учетом структуры выводимых строк:

2 Цикл повторить $n-2$ раза:

2.1 Вывод звездочки.

2.2 Вывод $n-2$ пробелов.

2.3 Вывод звездочки.

Подставив детализацию второго пункта в исходную структуру алгоритма и заменив словесную интерпретацию операторами языка Паскаль, получим программу.

```
{1} writeln; for i:=1 to n do write('*');
```

```
{2} for i:=1 to n-2 do
```

```
begin
```

```
  {2.1} writeln; write('*');
```

```
  {2.2} for j:=1 to n-2 do write(' ');
```

```
  {2.3} write('*');
```

```
end;
```

```
{3} writeln; for i:=1 to n do write('*');
```

Задача 14. Задано натуральное n и ряд $1+2-3+4+5-6+....$ Напечатать вычисляемый ряд, знак равно и ответ, если в ряде используется n слагаемых.

Решение. Если каждому слагаемому поставить в соответствие его номер, то легко заметить, что элементы с номерами, кратными трем, вычитаются из суммы. При выводе элементов ряда следует учесть, что перед первым элементом знак «+» печатать не надо. Решение будет представлять собой арифметический цикл, тело которого содержит условный оператор. Этот оператор прибавляет элемент к сумме, если его номер кратен трем, в противном случае – элемент вычитается из суммы.

```
var i, {очередной член ряда}
    n, {количество членов ряда}
    s:integer; {сумма}
begin
  write('Введите n ');
  readln(n);
  s:=0; {начальное значение суммы}
  for i:=1 to n do
    if i mod 3=0 {если очередной член кратен 3,}
    then begin s:=s-i; write('-',i); end {то вычтем его и напечатаем со знаком минус}
    else   begin s:=s+i; if i=1 {иначе прибавим}
              then write(i) {если член первый, то знак не
                             печатаем}
              else write('+',i); {иначе печатаем плюс}
            end;
    write('=',s);
  end.
```

Задача 15. Для определения тела цикла используем метод модификаций, когда тело построенной ранее программы изменяется (модифицируется).

Натуральные числа в произвольном порядке вводятся с клавиатуры. Признаком окончания ввода является число нуль. Написать программу, определяющую наибольшее введенное число и его номер.

Решение. Для решения задачи сравним числа друг с другом, причем для следующего сравнения отбирается максимальное из уже просмотренных чисел. Поскольку счетчик цикла заранее не известен, то используем итерационный цикл.

```
read(a); {Ввели первое число}
na:=1; {Его же рассматриваем в качестве первого кандидата на максимум}
if a<>0
then begin read(b); {Вводим следующее число}
          i:=2; {номер введенного числа}
          while b<>0 do
            begin if a<b then begin a:=b; na:=i; end;
                  {Если a<b, то b – новый кандидат на максимум}
            read(b); {Вводим следующее число}
            i:=i+1;
            end;
          write(a, ' ', i);
        end
else write('нет чисел для ввода');
```

Модификация 1. Если условный оператор в теле цикла заменить оператором `if a<=b then begin a:=b; na:=i; end;`, то модифицированная программа отыщет номер последнего по порядку максимального числа, если среди чисел есть несколько, совпадающих по величине с максимальным.

Модификация 2. Если условный оператор в теле цикла заменить оператором if $a > b$ then begin $a := b$; $na := i$; end;, то модифицированная программа отыщет номер первого по порядку минимального числа, если среди чисел есть несколько, совпадающих по величине с минимальным.

Модификация 3. Если условный оператор в теле цикла заменить оператором if $a \geq b$ then begin $a := b$; $na := i$; end;, то модифицированная программа отыщет номер последнего по порядку минимального числа, если среди чисел есть несколько, совпадающих по величине с минимальным.

Модификация 4. Если условный оператор в теле цикла заменить оператором if $a < b$ then begin $a := b$; $na := i$; $s := 1$; end else if $a = b$ then $s := s + 1$; и в самом начале программы добавить оператор $s := 1$, то модифицированная программа будет отыскивать количество элементов, совпадающих по величине с максимальным.

Задача 16. Задана неубывающая последовательность натуральных чисел. Проверить, действительно ли она является неубывающей.

Будем считать, что элементы последовательности хранятся в одномерном массиве. В массиве – n элементов.

Последовательность является неубывающей, если для любой пары рядом стоящих элементов левый элемент не больше правого. Имеем две эквивалентные записи определения неубывающей последовательности:

- 1) $\forall i(a[i] \leq a[i+1])$ для $1 \leq i \leq n-1$;
- 2) $\forall i(a[i-1] \leq a[i])$ для $2 \leq i \leq n$.

Отрицание любого из этих определений означает, что последовательность НЕ является неубывающей: $\text{not } (\forall i(a[i] \leq a[i+1]))$ для $1 \leq i \leq n-1$ или $\exists i(a[i] > a[i+1])$ для $1 \leq i \leq n-1$. Полученная формула указывает на необходимость поиска в последовательности элементов, для которых выполняется условие: $a[i] > a[i+1]$. Получим алгоритм:

```
f:=true; {первоначально считаем, что искомого условия в последовательности нет}
i:=1;
while (i<=n-1)and f do
  if a[i]>a[i+1]
    then f:=false
    else i:=i+1;
if f
then write('последовательность упорядочена')
else write('последовательность НЕ упорядочена');
```

Задача 17. Дано натуральное число n . Выяснить, входит ли цифра 2 в запись этого числа.

Решение. В теле цикла повторяются те же операции (найти и проанализировать последнюю цифру, отбросить ее). Имеем два решения: цифра 2 входит в запись числа n и цифра 2 не входит в запись этого числа. Следовательно, данный цикл должен быть построен как поисковый с проверкой каждого решения.

```
f:=false;
while (n>0) and not f do
  if n mod 10 = 2 then f:=true else n:=n div 10;
if f then write('цифра 2 входит в число ')
else write('цифра 2 НЕ входит в запись числа');
```

Задача 18. Числа Фибоначчи определяются так: два первых числа равны 1, каждое следующее равно сумме двух предыдущих. В частности: $u_3 = u_2 + u_1 = 1 + 1 = 2$;

```
u4 = u3 + u2 = 1 + 2 = 3;
u5 = u4 + u3 = 2 + 3 = 5;
```

$u_6 = u_5 + u_4 = 3 + 5 = 8$ и т.д.

Найти n -е число Фибоначчи.

Решение. Для получения очередного числа достаточно хранить два предыдущих, т.е. в программе постоянно используются три соседних числа Фибоначчи. Введем три переменные: A хранит u_k , B хранит u_{k-1} , C хранит u_{k-2} . Для вычисления следующего числа Фибоначчи необходимо провести сдвиг, т.е. переписать содержимое переменной B в C , а содержимое переменной A в B .

```
c:=1; {значение первого числа известно}
b:=1; {значение второго числа тоже известно}
k:=3; {начинаем вычисление с третьего числа}
while k<=n do {цикл, пока не найдено n-е число}
begin a:=b+c; {вычисляем следующее число как сумму двух предыдущих}
  c:=b; {сдвигаем b в c для нахождения следующего числа}
  b:=a; {сдвигаем a в b для нахождения следующего числа}
  k:=k+1 {увеличиваем счетчик найденных чисел}
end;
write(a); {печатаем найденное число}
```

Задача 19. Разработать алгоритм быстрого вычисления a^n , где n – целое, a – вещественное. Разрешается использовать операции сложения и умножения.

Решение.

$$a^n = \begin{cases} a * a * \dots * a, & \text{повторенное } n \text{ раз, } n > 0, \\ 1, & n = 0, \\ 1/(a * a * \dots * a), & \text{повторенное } |n| \text{ раз, } n < 0. \end{cases}$$

Произведение повторяется дважды. Вычислим его один раз, а затем проверим n и вычислим степень. Схематически эту работу можно записать так:

- 1) вычислить $a * a * \dots * a$, повторенное $|n|$ раз;
- 2) если $n < 0$, то ответ: $1/(a * a * \dots * a)$.

Для вычисления $a * a * \dots * a$ воспользуемся тривиальным алгоритмом. Соответствующая программа на языке Паскаль приведена ниже. При $n=0$ программа выдает корректный ответ $y=1$, потому что тело цикла не выполнится ни разу (или выполнится 0 раз).

```
y:=1;
for i:=1 to abs(n) do y:=y*a;
if n<0 then y:=1/y;
```

В построенном алгоритме цикл выполняется $|n|$ раз. Ускорим его работу.

Опыт 1. Найти a^7

```
a2:=a*a;
a4:=a2*a2;
a7:=a4*a2*a;
```

Опыт 2. Найти a^9

```
a2:=a*a;
a4:=a2*a2;
a8:=a4*a4;
a9:=a8*a;
```

Опыт 3. Найти a^{15}

```
a2:=a*a;
a4:=a2*a2;
a8:=a4*a4;
a15:=a8*a4*a2*a;
```


Заметим, что в каждом из проведенных опытов количество операций умножения меньше n , однако используются дополнительные переменные, от которых можно сразу избавиться, учитывая вычисленные значения в результате. Продолжим опыты. Будем применять следующие обозначения: a – исходное данное и переменная для промежуточных степеней, y – ответ.

Опыт 4. Найти a^7

```
y:=a; {a}
a:=a*a; {a2}
y:=y*a; {a3}
a:=a*a; {a4}
y:=y*a; {a7}.
```

Опыт 5. Найти a^9

```
y:=a; {a}
a:=a*a; {a2}
a:=a*a; {a4}
a:=a*a; {a8}
y:=y*a; {a9}.
```

Опыт 6. Найти a^{15}

```
y:=a; {a}
a:=a*a; {a2}
y:=y*a; {a3}
a:=a*a; {a4}
y:=y*a; {a7}
a:=a*a; {a8}
y:=y*a; {a15}.
```

В опытах 4–6 повторяются либо два оператора: $y:=y*a$; $a:=a*a$;, либо один – $a:=a*a$;. Для того чтобы установить условия, при которых выполняются два оператора, заметим, что $7=4+2+1$, $9=8+1$, $15=8+4+2+1$. Для вычисления седьмой степени перемножим четвертую, вторую и первую степени основания. Аналогично для девятой и пятнадцатой степеней. Проведя дополнительные опыты, определим, что оператор $y:=y*a$;, когда остаток от деления показателя степени на два равен 1, или оператор $y:=y*a$;, выполняется для тех степеней, у которых соответствующие им разряды двоичного представления показателя степени равны 1. Сравнить: $7=111_2$, $9=1001_2$, $15=1111_2$.

Используя вышесказанное, получим:

```
y:=1;
p:=0; {знак показателя степени}
if n<0 then begin p:=1; n:=-n end;
while n>0 do
begin if n mod 2 =1 then y:=y*a;
a:=a*a;
n:=n div 2;
end;
if p=1 then y:=1/y;
```

Задачи, которые имеют такую же структуру исходных данных, это прежде всего, нахождение произведения, которое определяется как: $y=a*b=a+a+\dots+a$, повторенное b раз. Заменяя в предыдущем алгоритме операцию умножения сложением, получим:

```
y:=0; {начальное значение для сложения}
while b>0 do
begin if b mod 2 =1 then y:=y+a;
a:=a+a;
b:=b div 2;
```

end.

Аналогичный алгоритм применяется в следующей задаче: задана строка и целое число n . Получить строку, состоящую из n повторений исходной строки. Например, задано $x='pas'$ и $n=4$. Должно получиться $y='paspaspas'$. С этой работой легко справляется приведенный ниже фрагмент.

```
y:=''; {начальное значение для сцепления}
while n>0 do
begin if n mod 2 =1
then y:=y+a; {здесь '+' задает операцию сцепления}
a:=a+a;
n:=n div 2;
end.
```

Таким образом, представлены методики решения по двум из девятнадцати выделенных классов задач:

6 Ветвящиеся Паскаль-программы.

7 Циклические Паскаль-программы.

В следующей статье мы продолжим знакомство с методикой быстрого обучения программированию на основе изучения классов задач. Будут рассмотрены методики по следующим трем из девятнадцати выделенных классов задач:

8 Задачи, решаемые методом перебора.

9 Одномерные массивы.

10 Двухмерные массивы.

Литература

1. *Аляев Ю.А.* Алгоритмизация и языки программирования Pascal, C++, Visual Basic / Ю.А. Аляев, О.А. Козлов. М.: Финансы и статистика, 2002, 2004, 2007. 320 с.
2. *Аляев Ю.А.* Практикум по алгоритмизации и программированию на языке Паскаль / Ю.А. Аляев, В.П. Гладков, О.А. Козлов. М.: Финансы и статистика, 2004, 2007. 528 с.
3. *Аляев Ю.А.* Методика быстрого обучения программированию на основе изучения классов задач (1–3) // Образовательные ресурсы и технологии. 2015'1(9). С. 3–14. URL: http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot_2015_1_3-14.pdf
4. *Аляев Ю.А.* Методика быстрого обучения программированию на основе изучения классов задач (4–5) // Образовательные ресурсы и технологии. 2015'2(10). С. 3–16. URL: http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot_2015_2_3-16.pdf
5. *Гладков В.П.* Методика синтеза разветвляющихся алгоритмов на примере задачи определения попадания точки в заданную область / В.П. Гладков, Ю.А. Аляев // Рождественские чтения: материалы XVIII Региональной научно-методической конференции по вопросам применения ИКТ в образовании 16 января 2015 г. / отв. за вып. Ю.А. Аляев, С.В. Русаков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. Вып. 18. С. 13–15.

Methods of the quick education to programming on base of the study of the classes of the problems (6–7)

Yuri Alexandrovich Alyaev, assistant professor, assistant professor of the pulpit mathematicians and naturally-scientific discipline, the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Permskiy branch)

Is offered methods of the quick education to programming on base of the study of the classes of the problems, designed and using in practice in process of the education to programming student high school.

The Keywords: algorithm, program, programming language Pascal, array, branching and looping Pascal-programs.

РОЛЬ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ

Нина Валентиновна Добаткина, канд. техн. наук, доц.,
научный руководитель Московского
Учебного Центра Бизнеса и Телекоммуникации,
E-mail: mbttc@mtuci2.ru,
Московский технический университет связи и информатики,
<http://www.mtuci.2.ru>

В статье анализируется опыт и значимость использования инфокоммуникационных технологий в курсах повышения квалификации.

Ключевые слова: повышение квалификации, тренинг-центр, инфокоммуникационные технологии.



Н.В. Добаткина

В современном информационном обществе обучение и переобучение постепенно становится не только способом усвоения готовых знаний, но и инструментом получения новой информации в процессе информационного обмена. Российская высшая школа старается откликнуться на новые потребности общества – и в области фундаментальной подготовки ей это удастся. Переподготовка же специалистов в области быстроменяющихся инфокоммуникационных технологий традиционной вузовской системе не под силу как в силу отсутствия серьезного оборудования для практических работ, так и в силу большой инерционности этой системы, при которой учебные планы и курсы разрабатываются с прицелом на несколько лет, а не месяцев, как того требует темп обновления технологий и мобильного тренинга персонала. Именно тренинга, так как все больше и больше в спросе наблюдается крен от чисто теоретических курсов к практическому тренингу, где наряду с получением знаний важную роль играет получение и наработка навыков. Откликом на эту потребность современного общества является тенденция создания сети самофинансируемых тренинг-центров на базе технических университетов СНГ с использованием финансовой поддержки Международных фондов и программ [1].

Опыт использования инфокоммуникационных технологий в данной статье рассматривается на примере Московского Учебного Центра Бизнеса и Телекоммуникаций (Moscow Business & Telecommunications Training Centre – MBTTC), созданном в 1994 году на базе Московского Технического Университета Связи и Информатики (МТУСИ) при финансовой поддержке программы Tacis Комиссии Европейского Союза [2].

Специализация MBTTC: передовые инфокоммуникационные технологии. Объем каждого курса 72 академических часа, из них 38 – аудиторные часы, 34 – самостоятельная работа слушателей. Курсы собраны в 3 тематические цикла: телекоммуникационные технологии, информационные технологии, бизнес-технологии. Ниже приведен тематический план работы Центра на 2016 год.

Цикл 1: Телекоммуникационные технологии

Название курса	Сроки обучения 2016
Программа «Современные системы и сети связи»	
Системы широкополосного и сверхширокополосного радиодоступа	21.03–25.03 21.11–25.11

Современные мобильные сети связи: технологии, планирование, строительство, эксплуатация	11.04–15.04 07.11–11.11
Введение в телекоммуникации [для сотрудников телекоммуникационных компаний, не имеющих профильного образования] Часть I – Системы связи (структура, основные понятия и характеристики, информация, сигналы и их преобразования в каналах связи)	18.04–22.04 07.11–11.11
Введение в телекоммуникации [для сотрудников телекоммуникационных компаний, не имеющих профильного образования] Часть II – Сети связи (принципы, технологии и услуги современных сетей связи)	25.05–29.04 14.11–18.11
Качество услуг в современных сетях связи (нормативы и механизмы обеспечения качества услуг, классы и показатели качества, измерение и мониторинг качества услуг, соглашения об уровне обслуживания)	15.02–19.02 19.09–23.09
IP-телефония: теория, практика, приложения (принципы, протоколы, шлюзы, системы администрирования)	08.02–12.02 26.09–30.09
Синхронизация в пакетных телекоммуникационных сетях нового поколения (имитационное моделирование сетей синхронизации, технологии RTP RFC1588, SyncE, GNSS, GPS, NTP, mobile backhaul, системы управления, проектирование, измерения, способы синхронизации в условиях изменений нормативной базы)	18.04–22.04 21.11–25.11
Программно-конфигурируемые сети – SDN (software designed networks – SDN: принципы, архитектура, протоколы, интерфейсы, стандарты, услуги, оборудование)	14.03–18.03 07.11–11.11
Мультисервисные сети провайдерского класса (Carrier Ethernet)	15.02–19.02 12.12–16.12
Программа «Передовые телекоммуникационные технологии»	
Сети нового поколения NGN – Часть I (услуги, протоколы, шлюзы IP-телефонии, Call-центры)	14.03–18.03 10.10–14.10
Сети нового поколения NGN – Часть II (качество, транспорт, абонентский доступ, коммутация и измерения в сетях NGN)	21.03–25.03 17.10.–21.10
Распределение информации в сетях NGN (программный коммутатор Softswitch, подсистема мультимедийной связи IMS)	29.02–04.03 03.10–07.10
Реализация технологии IP/MPLS для сетей NGN (сети связи MPLS на базе IP-технологии и Ethernet, физическая среда и транспортные технологии для IP/MPLS)	28.03–01.04 07.11–11.11
Технологии доступа в сетях NGN (xDSL, Ethernet, GPON, Wi-Fi, WiMax, WUSB, LTE)	18.04–22.04 17.10–21.10
Технологии транспорта в сетях NGN (Сети SDH, Ethernet, WDM, синхронизация, сетевое управление, измерения)	28.03–01.04 26.09–30.09
Транспортные сети III поколения (технологии WDM, Ethernet, сети G-MPLS, тактовая сетевая синхронизация)	01.02–05.02 14.11–18.11
Транспортные сети IV поколения (технологии LCAS WDM, 10 GBE, OTN, ASON)	23.05–27.05
Активное и пассивное оборудование сетей PON и FTTx (технологии, проектирование, эксплуатация, строительство)	29.02–04.03 10.10–14.10
LTE/LTE-Advanced – новое поколение мобильной связи	29.02–04.03 30.05–03.06 05.12–09.12

Программа «Волоконно-оптические/электрические линии связи и системы передачи»	
Волоконно-оптические системы передачи и линейные сооружения (принципы, типы, характеристики, конструкции, методы строительства, компоненты аппаратуры)	16.05–20.05
Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛС (конструкция, характеристики, монтаж и эксплуатация)	12.09–16.09
Структурированные кабельные системы (стандарты, основы проектирования и монтаж)	18.01–22.01
Проектирование структурированных кабельных систем (структура СКС, фазы проектирования, схемы расчета, оформление проектной документации)	05.09–09.09
Электрические кабели связи и распределительное оборудование (перспективы, конструкции, монтаж и эксплуатация)	21.03–25.03 03.10–07.10
Структурированные кабельные системы EXALAN+ (обучение и сертификация экспертов и проектировщиков оптических и медных СКС)	08.02–12.02 06.06–10.06

Цикл 2: Информационные технологии

Название курса	Сроки обучения 2016
Программа «Инновационные информационные технологии»	
Инновационные технологии в информационных системах (виртуализация, сервис-ориентированная и сетевая архитектура информационных систем, облачные вычисления)	15.02–19.02 12.12–16.12
Программное обеспечение для анализа задач маркетинга и менеджмента (Project Expert, Marketing Analytic, Expert Choice)	01.02–05.02 28.11–02.12
Создание, сопровождение и оптимизация интернет-сайтов (на основе технологий HTML, PHP, MySQL)	11.04–15.04
Практическая работа с таблицами в Word-Excel-Access-Internet (оформление документов с помощью таблиц в Word, расчеты и анализ данных в таблицах Excel, проектирование баз данных Access, работа с базами данных через Internet)	16.05–20.05 05.12–09.12
Программная инженерия для управления IT-проектами	21.03–25.03 10.10–14.10
Создание мобильных приложений для Android: разработка, распространение	30.05–03.06 28.11–02.12
Программа «Администрирование и проектирование информационных систем на базе СУБД»	
Информационные системы на основе компьютерных баз данных (Microsoft Access: таблицы, запросы, формы, отчеты, автоматизация)	05.09–09.09
Основы проектирования и администрирования баз данных (Microsoft SQL Server: архитектура, управление базами данных, схемы данных, основы системы безопасности)	11.01–15.01
Администрирование баз данных Oracle Часть I (создание баз данных, управление экземпляром, памятью и структурами БД Oracle)	18.01–22.01 12.09–16.09
Администрирование баз данных Oracle Часть II (резервирование, архивирование и восстановление БД Oracle)	25.01–29.01 19.09–23.09

Современные технологии и программные средства управления базами данных (создание приложений в Delphi и C++Builder)	26.09–30.09
Программа «Информационная безопасность»	
Информационная безопасность компьютерных сетей (механизмы обеспечения информационной безопасности, анализ рисков, борьба с вирусами, системы обнаружения атак и контроля целостности, криптография, информационные угрозы, защита персональных данных)	24.10–28.10
Защита информации с использованием криптографических методов и средств обеспечения информационной безопасности (правовые аспекты, угрозы ИБ, борьба с инсайдерами, криптографические методы защиты, сетевая безопасность, безопасность ОС Windows, защита от утечек по техническим каналам)	30.05–03.06
Обеспечение информационной безопасности при работе с системой межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ). Работа с Порталом государственных услуг	11.01–15.01
Безопасность сетевых сервисов и противодействие атакам (DNS, HTTP, FTP, SMTP, NTP)	04.04–08.04

**Цикл 3: Бизнес-технологии
(организация и управление бизнесом)**

Название курса	Сроки обучения 2016
Программа «Бизнес-технологии развития компании навстречу клиенту»	
Ориентация компании на клиента (включая изучение рынка, рекламу, методы привлечения и обслуживания клиентов)	08.02–12.02 24.10–28.10
Современные технологии продаж и работы с клиентами (этапы и технологии продаж, планирование и организация продаж корпоративным и индивидуальным клиентам, навыки презентаций, коммуникативный тренинг, виды сервиса)	28.03–01.04 10.10–14.10
Конкурентные тактики продаж (психология продаж, тактики результативных переговоров, управление взаимоотношениями с клиентами, получение обратной связи)	14.03–18.03 14.11–18.11
Программа «Современные технологии бизнес-планирования, маркетинга и продвижения услуг на рынке»	
Облачные технологии: новая стратегия бизнеса (предоставление инновационных сервисов через Интернет, платформы и технологии)	04.04–08.04 24.10–28.10
Теория и практика ведения деловых переговоров (эффективные техники и приемы ведения переговоров, аргументирование, выход из спорных ситуаций, стратегии и техники воздействия)	06.06–10.06 17.10–21.10
Разработка маркетингового и бизнес-планов (с применением систем Marketing Analytic и Project Expert)	23.05–27.05 17.10–21.10
Управление продажами [для руководителей подразделений и организаций] (мотивация персонала служб продаж; планирование, стратегии и тактики продаж; укрепление отношений с клиентами; коммуникативный тренинг; управление тендерными продажами)	04.04–08.04 12.09–16.09
Коммерческие переговоры с организациями: от первого звонка до успешного результата	11.04–15.04 12.09–16.09

Программа «Эффективный менеджмент»	
Управление бюджетом и управление персоналом (технологии управления, финансовые отчеты, показатели, анализ, психология личности и коллектива)	14.03–18.03
Финансовый менеджмент (включая управленческий учет, финансовый анализ и основные изменения в бухучете и налоговом законодательстве)	15.02–19.02 07.11–11.11
Анализ финансовой отчетности и экономическое обоснование управленческих решений [для менеджеров] (информационная база АФО, бухгалтерская отчетность, оценка компании, инвестиционный анализ)	25.01–29.01 03.10–07.10
Система менеджмента качества в организации на основе стандартов ISO 9001:2008 (Принципы стандартов ISO серии 9000, этапы разработки и внедрения, управление документацией, сертификация СМК)	28.11–02.12
Эффективное управление бизнес-процессами предприятия на основе стандарта eTOM (стратегия, инфраструктура и продукт, операционные процессы, управление предприятием)	23.05–27.05 21.11–25.11
Антикризисное управление (снижение операционных издержек, оптимизация бизнес-процессов, антикризисная кадровая политика)	25.04–29.04 19.12–23.12

В MBTTC и подобных ему центрах для разработки каждого курса и ведения занятий привлекается смешанная команда, состоящая как из теоретиков-профессоров вузов, задающих высокий методический уровень преподавания, так и из практиков – ведущих специалистов телекоммуникационных компаний и информационных центров, обеспечивающих современность курса и его ориентированность на потребность общества. К настоящему времени в MBTTC разработано более 80 курсов, читают лекции 80 перво-классных специалистов из ведущих вузов, информационных центров и телекоммуникационных компаний. В стоимость курсов MBTTC входит стоимость обучения, кофе-брейков и объемных раздаточных методических материалов.

Сочетание обзорных лекций с практическим тренингом позволяет уйти как от поверхностности, так и от узкой специализации, обеспечивая тем самым глубокое и качественное обучение в широком спектре тем и направлений. Центр практикует разные формы сотрудничества. Обучение специалистов ведется как в рамках открытых семинаров, темы которых приведены выше, так и в рамках специальных курсов, разработанных по заказам организаций с учетом специфики потребностей заказчика. Темы курсов и раздаточные материалы обновляются каждый год.

Основной особенностью современных хорошо оснащенных центров повышения квалификации является использование инфокоммуникационных технологий как в качестве предмета, так и в качестве инструмента обучения [3]. Так, в центре MBTTC в информационных курсах, связанных с изучением интернет-технологий, баз данных, информационной безопасности инструментом является сама локальная компьютерная сеть, имеющая выход в сеть интернет. Каждый слушатель на своем рабочем месте следует за действиями преподавателя, повторяя действия, высвечиваемые проектором на большом экране. Продуктом тренинга в зависимости от темы курса может являться разработанный информационный сайт, база данных, бизнес-план, IT-проект и т.д.

В коммуникативных бизнес-курсах, таких как «Ориентация компании на клиента», «Современные технологии продаж и работы с клиентами», «Антикризисное управление», «Теория и практика ведения деловых переговоров» [4] на первом этапе ведется видео съемка презентаций и деловых игр участников тренингов; на втором этапе – читаются лекции и проводятся непосредственно коммуникативные тренинги; на третьем этапе обученные слушатели отсматривают вместе с преподавателем видеоматериалы и проводят разбор ошибок.

Еще одним показательным примером эффективного использования инфокоммуникационных технологий являются практические занятия в курсах телекоммуникаци-

онного цикла. Например, в курсе «Введение в телекоммуникации» практические занятия по теме «Модуляция и детектирование» проходят с использованием программного обеспечения Matlab/Simulink, моделирующего работу реальных устройств, а например, в курсе «Технологии доступа в сетях NGN» практические занятия на оборудовании Alcatel-Lucent ведутся по интернету из компьютерного класса центра МВТТС, из которого организован удаленный доступ в центр Alcatel-Lucent.

Новизна подходов, изложенных в настоящей статье, обусловлена тем, что в настоящее время по существу происходит информационная революция, связанная с широким внедрением инфокоммуникационных сетей, выражающаяся в совершенно новых и чрезвычайно эффективных способах организации научного и учебного процессов. Их стараются использовать для подтягивания до необходимого профессионального уровня те компании, которые уже сейчас работают на достаточно высоком уровне и готовы к новому скачку в предоставлении широкого спектра услуг. Для таких компаний, желающих идти в ногу со временем, эффективная переподготовка кадров становится первостепенной задачей, а ведущая роль в ней, безусловно, отводится инфокоммуникационным технологиям.

Литература

1. Добаткина Н.В. Тенденции и опыт международного сотрудничества в области переподготовки кадров в телекоммуникациях // сб.: Новые информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе. 2004.
2. Добаткина Н.В. Переподготовка кадров в телекоммуникационном бизнесе // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 4. С. 49–54.
3. Добаткина Н.В. Информационные технологии как предмет и инструмент обучения // сб.: Новые информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе. 2003.
4. Добаткина Н.В. Коммуникативные техники деловых переговоров // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 4. С. 40–42.

Infocommunication technologies role in postgraduate education

Nina Valentinovna Dobatkina, PhD, Prof. Scientific chief of the Moscow Business & Telecommunications Training Centre, Moscow Technical University of Telecommunications and Informatics

The article is dedicated to the infocommunication technologies role and the experience of their use in postgraduate courses.

Keywords: postgraduate education, training center; infocommunication technologies.

УДК 004.81

ПАРИТЕТНАЯ КОПЕРАЦИЯ ПРИ СЕТЕВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТОВ г. КРАСНОЯРСКА

*Геннадий Михайлович Цибульский, д-р техн. наук, профессор,
директор Института космических и информационных технологий,*

E-mail: GTsybulsky@sfu-kras.ru,

*ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (СФУ),
<http://ikit.sfu-kras.ru>,*

*Алексей Михайлович Попов, д-р физ.-мат. наук, профессор,
директор Института информатики и телекоммуникаций,*

E-mail: vm_popov@sibsau.ru,

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический
университет имени академика М.Ф. Решетнева»,
<http://www.iitk.sibsau.ru>,*

Татьяна Николаевна Иванилова, канд. техн. наук, профессор,
декан Факультета автоматизации и информационных технологий,
E-mail: ivanilova.tn@gmail.com,

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет»,
<http://www.sibgtu.ru>,

Георгий Алексеевич Доррер, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Системно-
техники Сибирского государственного технологического университета,

E-mail: g_a_dorrer@mail.ru,
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет»,
<http://www.sibgtu.ru>

Описана система сетевого взаимодействия в образовательной деятельности трех университетов г. Красноярска – Сибирского федерального университета, Сибирского государственного технологического университета и Сибирского государственного аэрокосмического университета, реализованная в форме паритетной кооперации. Рассмотрена организационная структура системы сетевого взаимодействия, описаны методические особенности образовательной деятельности в данной системе, ее техническое обеспечение. Сделаны выводы об успешности данного проекта и намечены дальнейшие шаги развития системы сетевого взаимодействия.

Ключевые слова: дистанционное образование, сетевое взаимодействие вузов, методическое и техническое обеспечение.

Работа поддержана КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности», протокол № 37 от 16.09.2014 г.

Введение

Сетевая форма реализации образовательных программ является одним из направлений повышения качества образования и академической мобильности в высшей школе.

В соответствии со статьей 15 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [1], сетевая форма реализации образовательных программ обеспечивает возможность освоения обучающимся образовательной программы с использованием ресурсов нескольких организаций, осуществляющих



Г.М. Цибульский

образовательную деятельность, в том числе иностранных, а также, при необходимости, с использованием ресурсов иных организаций. В реализации образовательных программ с использованием сетевой формы наряду с организациями, осуществляющими образовательную деятельность, также могут участвовать научные организации, медицинские организации, организации культуры, физкультурно-спортивные и



А.М. Попов

иные организации, обладающие ресурсами, необходимыми для осуществления обучения, проведения учебной и производственной практики и осуществления иных видов учебной деятельности, предусмотренных соответствующей образовательной программой.

Принятая Министерством образования РФ в 2002 г. Концепция профильного обучения [2] исходит из многообразия форм его реализации на практике, в частности, рассматривает сетевое взаимодействие образовательных учреждений как одно из наиболее перспективных направлений организации профильного обучения.

Опыт реализации нескольких образовательных программ в течение последних лет в ряде вузовских центров показал заинтересованность всех сторон этого процесса: студентов, преподавателей, вузов и работодателей. В качестве примера можно привести опыт Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (СПбГЭТУ – ЛЭТИ) [3], а также других вузов России.



Т.Н. Иванилова



Г.А. Дорпер

Определяющими факторами эффективности программ сетевого взаимодействия и академической мобильности являются:

- использование лучшего опыта вузов;
- концентрация в одной программе ресурсов многих вузов и предприятий;
- привлечение лучших преподавателей для реализации соответствующих модулей.

В то же время, сетевая форма реализации образовательных программ на всех уровнях сопряжена очевидными проблемами, главными из которых являются [4]:

- методическое, информационное, организационное и технологическое обеспечение процесса сетевого взаимодействия;
- конвертируемость результатов сетевого образования в зачет общего образования;
- нормативно-правовое обеспечение этого процесса;
- стандарты сетевых образовательных программ;
- механизмы интерпретации образовательных результатов, полученных в рамках сетевого взаимодействия, как результатов общего образования;
- поиск организационно-правовых форм, отражающих сетевой принцип организации образовательного процесса;
- механизмы поддержки сетевых групп и их деятельности со стороны администраций вузов, муниципальных и региональных органов власти.

Сетевое взаимодействие может строиться в следующих основных организационных формах [5].

Форма организации – ресурсный центр. Создаётся крупным, высокоресурсным образовательным учреждением – провайдером образовательных услуг. Эту форму характеризуют жёсткие иерархические связи с подчинёнными образовательными учреждениями низшего уровня, функционирующими под контролем центра на основе договорных отношений, определяющих разделение кадровых, материальных и образовательных ресурсов.

Форма организации – паритетная кооперация. Участники такой сети независимы и равноправны, кооперируются на региональной основе или на основе специализации образования для сопровождения учебных курсов, предоставляемых разными участниками сети.

Из сказанного следует, что сетевое взаимодействие по принципу паритетной кооперации можно рассматривать как реализацию в образовательной сфере идей стратегического управления, когда создается структура, представляющая собой связанную гибкую горизонтально организованную сеть равноправных независимых партнеров, взаимодействие которых позволяет достичь синергетического эффекта за счет специфического вклада каждой организации в достижении результатов, отвечающих интересам всех партнеров.

Среди вузов г. Красноярска первый опыт сетевого взаимодействия образовательных программ в форме паритетной кооперации осуществлен сотрудниками трех вузов:

- Сибирский федеральный университет (СФУ), Институт космических и информационных технологий (ИКИТ);
- Сибирский государственный технологический университет (СибГТУ), факультет автоматизации и информационных технологий (ФАИТ);
- Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.С. Решетнева (СибГАУ), Институт информационных технологий (ИИТ).

Проект был поддержан Красноярским краевым научным фондом (протокол № 37 от 16.09.2014 г.)

В настоящей статье кратко излагаются результаты проделанной работы, отмечаются нерешенные проблемы и намечаются дальнейшие шаги по совершенствованию данной деятельности.

Структура системы сетевого взаимодействия

Системы сетевого взаимодействия в рассматриваемом проекте основана на концепции паритетной кооперации, ее структура представлена на рисунке 1.

Целью проекта явилось улучшение качества профессиональной подготовки студентов вузов-участников по направлению 230400.62 (09.03.02) «Информационные системы и технологии» посредством создания технологии дистанционного предоставления студентам этих вузов лучших в регионе образовательных ресурсов. Кроме того, ставилась задача приобретения опыта сетевого взаимодействия вузов путем:

- унификации учебных планов и объединения учебно-методических материалов, наработанных специалистами указанных учебных заведений;

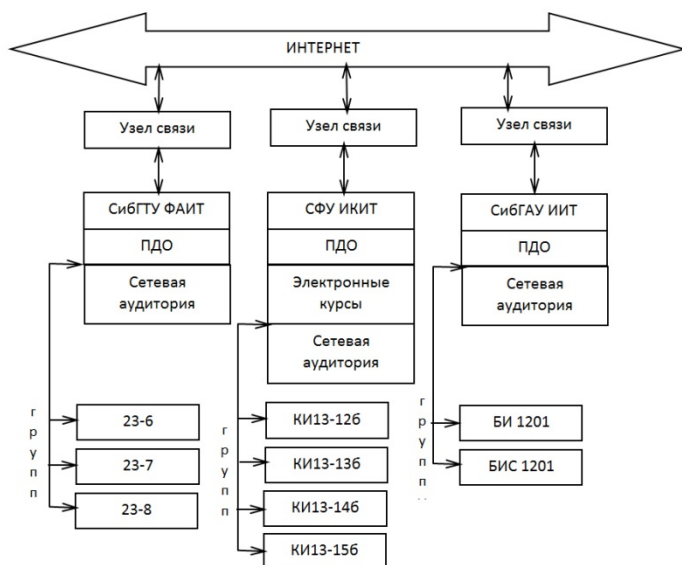


Рисунок 1 – Структура системы сетевого взаимодействия в 2015 году.

ПДО – портал дистанционного образования

СибГТУ.

В качестве дисциплин, при изучении которых отрабатывалась методика и организация сетевого взаимодействия, первоначально были выбраны курсы «Операционные системы» и «Информационная безопасность и защита информации». В 2015 году к этим дисциплинам была добавлена дисциплина «Базы данных».

Выбор указанных дисциплин обусловлен как их важностью для подготовки будущих специалистов и приобретения ими требуемых общекультурных и профессиональных компетенций, так и совпадением времени их изучения в соответствии с учебными планами всех трех вузов – в 6-м семестре.

- привлечения к преподаванию наиболее квалифицированных специалистов вузов;

- развития технических средств обучения и технологий сетевого обмена.

Правовой основой проекта явилось соглашение об обучении в режиме сетевого взаимодействия, заключенного между участниками проекта.

В качестве контингента, с которым работали участники проекта, были выбраны студенты старших курсов, обучающиеся по направлению 230400.62 (09.03.02) «Информационные системы и технологии». Это направление открыто во всех вузах – СФУ, СибГАУ и

В СибГТУ перечисленные дисциплины изучаются студентами направления 230400.62 (09.03.02) в одном потоке со студентами направлений 230100.62 (09.03.01) «Информатика и вычислительная техника» и 231000.62 (09.03.04) «Программная инженерия», поэтому в сетевом обучении участвовал весь поток.

Для выполнения проекта была создана рабочая группа, в которую вошли представители всех трех вузов: ведущие преподаватели, работники подразделений, осуществляющих дистанционное обучение, технические специалисты по сетевым технологиям.

Эта группа работала в течение 2013/2014 и 2014/2015 учебных годов, регулярно собираясь на совещания в ИКИТе под председательством Г.М. Цибульского, где осуществлялось планирование работы, рассматривался ход подготовки учебных материалов участниками проекта, и проведения учебного процесса, определялись возникающие проблемы и намечались пути их решения.

Основные результаты проекта

Участниками проекта в 2013–2015 годах выполнена следующая работа:

- согласованы учебные планы СибГАУ, СФУ и СибГТУ по направлению подготовки бакалавров 230400.62 (09.03.02) – «Информационные системы и технологии» в части преподавания дисциплин «Операционные системы», «Информационная безопасность и защита информации», «Базы данных»;
- разработаны единые для СибГАУ, СФУ и СибГТУ рабочие программы указанных дисциплин;
- созданы электронные курсы всех указанных дисциплин в системе Moodle;
- проделана работа по созданию во всех вузах-участниках проекта технической базы для сетевого обучения;
- сетевое взаимодействие реализовано в режиме опытной эксплуатации в весенних семестрах 2013/2014 и 2014/2015 учебных годов. В 2014/2015 учебном году в обучении по проекту сетевого взаимодействия, как видно из рисунка 1, участвовали студенты 9 групп, общее количество которых составляет 191 человек;
- преподавание указанных дисциплин осуществляется следующим образом: в каждом вузе-участнике проекта проводятся лекционные и лабораторные занятия по согласованным программам с выполнением заданий сетевых курсов в интерактивном режиме. Кроме того, по каждой дисциплине в течение семестра поочередно представителями всех вузов читаются сетевые лекции, которые слушают студенты всех вузов. Темы сетевых лекций, как правило, посвящены либо наиболее сложным разделам курсов, либо излагают новый оригинальный материал;
- в течение семестра осуществлялся мониторинг и анализ активности посещения студентами всех вузов учебного портала и выполнения ими заданий в течение семестра;
- проведен анализ результатов сетевого обучения и сделаны выводы об его эффективности. На рисунке 2 приведена диаграмма, показывающая оценки, данные студентами всех вузов качеству и полезности данного проекта в 2014 году. Как видно из диаграммы, обучение по сетевой технологии достаточно высоко оценили студенты всех вузов-участников проекта. По отзывам студентов основной эффект сетевого взаимодействия заключается в расширении кругозора – студентам интересно знакомство с новым современным материалом, новыми преподавателями, с иным содержанием курсов и стилем изложения;
- подготовлен проект долгосрочного договора о совместной работе вузов-участников проекта в режиме сетевого взаимодействия;
- в СибГТУ вне рамок проекта, но с использованием имеющихся наработок читается дистанционный курс лекций по дисциплине «Информационная безопасность и защита информации» в режиме видеоконференции для студентов направления 230100.62 (09.03.01) «Информатика и вычислительная техника», обучающихся в Лесосибирском филиале СибГТУ.

Методические особенности обучения в режиме сетевого взаимодействия

Обучение студентов в режиме сетевого взаимодействия между вузами – сравнительно новая форма организации учебного процесса, которая имеет свои особенности. Поэтому большое внимание было уделено вопросам методического и организационного обеспечения сетевого учебного процесса.

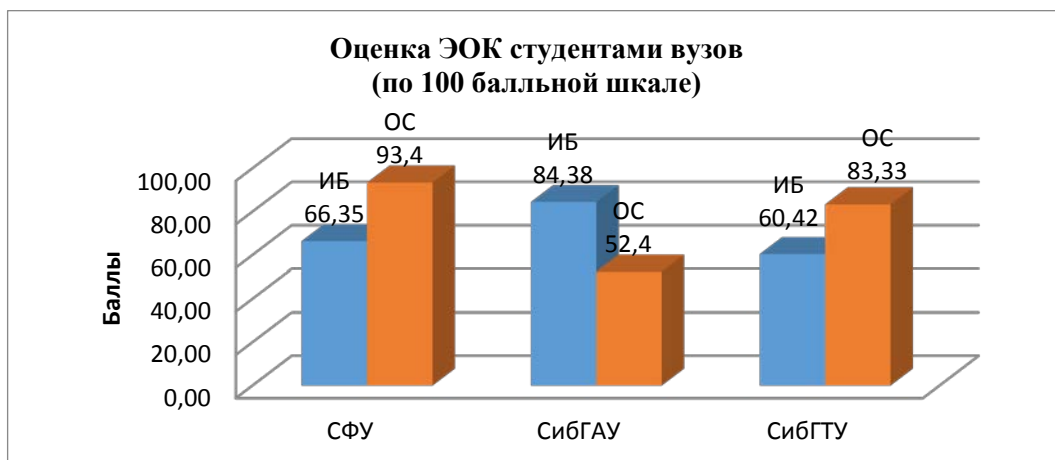


Рисунок 2 – Рейтинг дисциплин по результатам анкетирования студентов о качестве электронных обучающих курсов (ЭОК) «Информационная безопасность» (ИБ) и «Операционные системы» (ОС) за 2013/2014 учебный год

Участники проекта солидарны в том, что электронное обучение – это переход на другую парадигму передачи учебных материалов обучаемым и в значительной мере отказ от традиционных форм занятий, в частности, отказ от традиционных «порций» учебного материала.

При электронном обучении актуально понятие «учебный объект», которое представляет собой совокупность учебных и контрольно-измерительных материалов, относящихся к некоторому понятию предметной области изучаемой дисциплины. Дидактические особенности такого подхода заключаются в многоуровневом и многовариантном представлении учебных материалов. Как показывают исследования, количество уровней детализации понятий, с учетом психофизиологических особенностей обучаемых, может достигать четырех и более. Структурирование каждого варианта изложения учебных материалов осуществлялось в соответствии с логической структурой понятий (онтологией) предметной области изучаемой дисциплины.

В рамках реализации описанного подхода по отдельным разделам курсов разработан проект древовидной многоуровневой гиперструктуры (таксономии) опорных понятий. Для первого и второго уровня гиперструктуры выполнено текстовое описание понятий.

Учебный материал, описывающий каждое понятие на данном уровне иерархии, должен быть представлен в следующем виде:

- краткое описание содержание понятия;
- выделение и описание существенных признаков, характеризующих понятие;
- описание подпонятий к данному понятию.

Выделенные понятия формируют таксономию, которая показывает иерархическую упорядоченность понятий предметной области изучаемых дисциплин. Проект такой многоуровневой таксономии опорных понятий формируется по отдельным разделам курсов. В качестве примера на рисунке 3 приведена структура понятий одного из разделов курса «Информационная безопасность и защита информации».

Однако в рамках рассматриваемого проекта реализовать новую парадигму в полной мере не удалось, поскольку это потребовало бы значительной переквалификации преподавателей, а также коренной и весьма трудоемкой переработки всех учебно-

методических материалов. Поэтому авторы рабочих учебных программ дисциплин в основном придерживались традиционного дидактического подхода.

В рамках проекта была выполнена следующая методическая работа.

Разработаны в среде Moodle и размещены в портале дистанционного обучения СФУ по адресу <http://ms.sfu-kras.ru/course/view.php?id=665> электронные курсы «Сетевое обучение. Информационная безопасность» и «Сетевое обучение. Операционные системы», «Сетевое обучение. Базы данных».

1 Защита информации

1.1 Организационно-правовые методы обеспечения защиты информации

1.1.1 Правовое обеспечение информационной безопасности и законодательство РФ в области информационной безопасности

1.1.1.1 Конституция Российской Федерации

1.1.1.2 Гражданский кодекс РФ об охране интеллектуальной собственности

1.1.1.3 Федеральные законы в области защиты информации

1.1.1.3.2 Федеральный закон №5485-1 «О государственной тайне».

1.2.1.3.3 Федеральный закон №63 «Об электронной подписи»

1.1.1.4 Уголовный Кодекс РФ о преступлениях в сфере компьютерных технологий

1.1.1.4.1 Статья 272. Неправомерный доступ к компьютерной информации.

1.1.1.4.2 Статья 273. Создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ.

1.1.1.4.3 Статья 274. Нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи компьютерной информации и информационно-телекоммуникационных сетей

Рисунок 3 – Фрагмент пятиуровневой древовидной структуры понятий дисциплины «Информационная безопасность и защита информации»

Эти курсы содержат:

- конспекты лекций по разделам рабочих программ;
- набор контрольно-измерительных материалов для каждой из лекций;
- глоссарии, включающие в себя термины из разработанных разделов;
- презентации к лекциям.

Подготовлен текстовый материал к лабораторным работам в формате тренажера, пригодном для удаленного интерактивного пошагового выполнения заданий в компьютерной сети.

Техническая поддержка процесса сетевого взаимодействия

Сетевое обучение как разновидность интерактивного обучения требует создания у организаций-участников полного набора технических и программных средств, обеспечивающих образовательный процесс. При сетевом взаимодействии одним из ключевых элементов учебного процесса является проведение видео лекций. Для этого в каждом вузе оборудована аудитория, снабженная необходимыми техническими и программными средствами.

Это оборудование должно удовлетворять ряду условий:

- 1 Надежность и качество – оборудование должно работать непрерывно продолжительное время и иметь длительное время безотказной работы.
- 2 Простота использования и обслуживания, дружественный интуитивно понятный интерфейс пользователя.
- 3 Высокое качество изображения и звука.
- 4 Возможность устойчивой работы независимо от качества канала передачи данных.
- 5 Возможность модернизации программного и аппаратного обеспечения.

Исходя из вышеперечисленных требований, был составлен список оборудования, утвержденный руководством вузов-участников проекта. Оборудование стоимостью до 1 миллиона рублей было приобретено и установлено всеми тремя вузами и использова-

лось для реализации проекта сетевого взаимодействия, в том числе, для проведения видео лекций.

Заключение

Опыт, приобретенный вузами-участниками пилотного проекта по созданию системы сетевого взаимодействия между СФУ, СибГТУ и СибГАУ позволяет сделать следующие выводы:

1 Образовательная технология сетевого межвузовского взаимодействия, позволяющая интегрировать интеллектуальные и технические возможности вузов и достигать синергетического эффекта, является эффективным средством повышения качества подготовки специалистов и требует дальнейшего развития.

2 Развитие и совершенствование системы сетевого взаимодействия должно идти в следующих направлениях:

- повышение заинтересованности студентов вузов-участников проекта в результатах сетевой формы обучения, повышение учебной дисциплины студентов;
- уточнение перечня дисциплин, для которых наиболее эффективна эта технология;
- расширение направлений подготовки специалистов, обучаемых с использованием технологии сетевого межвузовского взаимодействия;
- совершенствование всех видов обеспечения сетевого взаимодействия: организационного, методического, технического;
- переход к новой образовательной парадигме, основанной на многоуровневом и многовариантном представлении учебных материалов;
- подготовка кадров преподавателей и технического персонала, обеспечивающего проведение обучения студентов при сетевом взаимодействии;
- возможное расширение числа вузов-участников данного проекта, в том числе, путем привлечения к сотрудничеству вузов из других городов России.

3 Долгосрочные отношения по совместной деятельности вузов-участников проекта по сетевому взаимодействию, оформленные в виде «Договора о Сетевой форме реализации образовательных программ (в рамках совместной деятельности)» необходимо развивать, по мере накопления опыта работы, внося поправки и дополнения в текст договора

Литература

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Концепция сетевого взаимодействия учреждений общего, профессионального и дополнительного образования по обеспечению элективных и профильных курсов в системе профильного обучения. URL: <http://www.isiorao.ru/Progest/experience/profil/concepcija.php/concepcija.php>
3. Круглый стол «Возможности сетевой формы реализации образовательных программ» / СПб.: СПбГЭТУ. URL: <http://eltech.ru/ru/universitet/novosti-i-obyavleniya/kruglyy-stol1>
4. Третьяк Т.М. Организация сетевого взаимодействия на основе веб-сервиса / Т.М. Третьяк // Открытое образования. 2012. № 1.
5. Жуковицкая Н.Н. Модели сетевого взаимодействия образовательных учреждений в региональной образовательной системе / Н.Н. Жуковицкая. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/modeli-setevogo-vzaimodeystviya-obrazovatelnyh-uchrezhdeniy-v-regionalnoy-obrazovatelnoy-sisteme>

Parity cooperation in net interaction of krasnoyarsk universities educational activity

Gennady Mihaylovich Tsibulskiy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Space and Information Technology at Siberian Federal University,

Aleksei Mihaylovich Popov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Director of Institute of Computer Science and Telecommunications, Siberian State Aerospace University named academician M.F. Reshetnev

Tatiana Nikolaevna Ivanilova, Candidate of Technical Sciences, Professor, Dean of Automaton and Information Technologies Faculty
Siberian State Technological University

Georgy Alexeevich Dorrer, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of System Technics Department
Siberian State Technological University

The system of three Krasnoyarsk universities net interaction – Siberian federal university, Siberian state technological university and Siberian state aerospace university – is described. The interaction was realized in the form of parity cooperation. The organization structure of this system is described, the methodical peculiarity of educational process and its technical support are discussed. The conclusion about this project success is given and next steps of the net interaction are discussed.

Key words: distance education, net interaction of universities, methodical and technical support.

УДК 378.1

ФОРМИРОВАНИЕ В ВятГУ ЦЕНТРА КОМПЕТЕНЦИЙ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Валентин Николаевич Пугач, канд. экон. наук, ректор,

E-mail: rector@vyatsu.ru,

Сергей Валерьевич Фомин, канд. техн. наук,

проректор по учебно-методической работе,

E-mail: rubber@vyatsu.ru,

Михаил Георгиевич Доррер, канд. техн. наук,

советник при ректорате,

E-mail: mg_dorrer@vyatsu.ru,

Вятский государственный университет,

<http://www.vyatsu.ru>

В статье предложен подход к системному улучшению деятельности университета (на примере ВятГУ) на принципах бережливого производства (Lean Production). Системное улучшение должно выражаться как в повышении ценности оказываемых образовательных услуг для экономики в целом и для обучаемых, так и в системном повышении эффективности работы университета. Решение задачи достигается путем трансформации работы университета на основе принципов непрерывного совершенствования (Кайдзен) при одновременном внедрении в образовательный процесс предметов, обеспечивающих формирование у студентов компетенций бережливого производства.

Ключевые слова: управление университетом, бережливое производство, повышение эффективности.

Предпосылки

Перед экономикой России в современных экономических и внешнеполитических условиях стоят серьезные вызовы. В их числе низкая конкурентоспособность предприятий, производительность труда на них, кратно (от 3,5 до 10 раз) уступающая наиболее передовым экономикам мира, проблемы с качеством продукции.

Конечной целью образовательной деятельности университета является выпускник. Очевидно, что в условиях стремительного и все ускоряющегося развития технологий, соответствующей им трансформации производственных отношений столь же быстро меняются и требования экономики к выпускникам. Исходя из этого факта стратегия Вятского государственного университета (ВятГУ)



В.Н. Пугач

строится исходя из того, что Университет должен формировать специалистов нового типа. Основная характеристика таких специалистов заключается в том, что они должны не только отвечать текущим требованиям рынка труда, но и быть способны к самостоятельному развитию, быстрой адаптации к меняющимся условиям. Специалисты такого типа не только «успевают» за переменами в экономике и обществе, но и сами способны стать драйвером улучшения предприятий, на которые он приходят в качестве работников.

А значит, в условиях непростой ситуации в экономике, необходима трансформация образования, в основе которой – отказ от современной модели «выпускника-пользователя» и переход к модели «выпускника-созидателя».

Что же препятствует достижению этих целей? Для выяснения таких факторов было проведено несколько стратегических сессий высшего руководства Университета. Среди прочих были названы следующие факторы:

- перегруженность сотрудников «текучкой» – учебным процессом (высокие нормы нагрузки), административными процедурами;
- отсутствие у сотрудников мотивации – слабая связь оплаты с результативностью труда, как преподавательского, так и научного, невозможность повлиять на организацию работы;
- слабый корпоративный дух, недостаточная вовлеченность сотрудников в работу Университета.



С.В. Фомин



М.Г. Доррер

Рассмотрев возможные варианты решения проблемы, руководство университета обратило внимание на комплекс подходов к организации производства и управления предприятиями, носящий собирательное название «бережливое производство».

В основе этих подходов лежат принципы всеобщего управления качеством, заложенные Э. Демингом и философия непрерывного улучшения «Кайдзен», задуманная и реализованная в рамках системы управления «Тойота» (TPS – Toyota Production System) [6].

Философия бережливого производства выражается двумя тезисами: «Тщательное и последовательное исключение потерь» и «Уважение к человеку». Организация производственных систем на основе Lean Production включает несколько подсистем, наиболее важные из которых: Всеобщее управление качеством (TQM), Всеобщее управление производительностью оборудования (TPM), Минимизация производственных запасов на основе подхода «Точно вовремя» (JIT) и методов рациональной организации рабочих мест (5S). Важным элементом Lean Production является философия непрерывного улучшения Кайдзен, связывающая подсистемы в единый подход.

В чем преимущества подхода? В том, что с его использованием можно и решить внутренние проблемы Университета – неэффективность, слабую мотивацию, и повысить ценность университета для экономики в целом и для выпускников в частности, сформировав из них специалистов, нацеленных на непрерывное улучшение. Таким образом, было принято следующие решения:

- переформатировать ВятГУ в «бережливый университет», запустить в нем непрерывное совершенствование собственной работы на принципах «Кайдзен»;
- создать из университета центр компетенций бережливого производства, поставляющий предприятиям специалистов, обладающих «бережливым мышлением» (Lean Thinking).

Центр компетенции в подготовке «бережливых» кадров

Несмотря на разнообразие требований, предъявляемых на предприятиях к выпускникам, можно выделить целый ряд тех, что будут интересны любому работодателю. В их числе: готовность к обучению и развитию, вовлеченность в работу, клиентоориентированность, умение работать в команде [3, 4].

С учетом этих требований и ориентируясь на лозунг «Мы должны подготовить выпускника, способного не только обеспечить потребность предприятия, но и предвосхитить ожидания работодателя» руководство университета взяло курс на внедрение в подготовку студентов философии, знаний и навыков бережливого производства.

В настоящий момент некоторые элементы методологии бережливого производства включены в содержание курсов по экономике и менеджменту. Однако целостного представления о бережливом производстве у выпускников университета не формируется, а главное, не происходит погружения в соответствующую философию, формирования собственно «бережливого мышления».

Идеи непрерывного повышения эффективности должны стать неотъемлемой частью ОП, пройти через структуру и содержание «красной нити». Эта задача будет решаться в двух направлениях:

- выделение отдельного модуля в ОП, направленного на формирование мировоззренческой позиции (Lean-thinking) и обеспечение базовыми знаниями для уровня Lean-практик;
- включение вопросов содержания бережливого производства (TQM, TPM, 5S, SMED, VSM, SOP) в профильные дисциплины.

В процессе подготовки планируется получать образовательные результаты в пяти магистральных направлениях – мировоззренческом, технологическом, экономическом, управленческом, менеджерском и предпринимательском (рисунок 1).

В подготовку будет введен комплекс компетенций, формирующих три уровня подготовки «бережливых специалистов» с возможностью формировать высшие уровни на базе низших в соответствии со стандартом сертификации Кайдзен-специалистов, подготовленным российским филиалом Института Кайдзен (Kaizen Institute) [1].

Дисциплины, формирующие компетенции бережливого производства, объединены в рамках модуля, включенного в шаблон учебного плана по всем инженерным специальностям. Название модуля – «Непрерывное повышение деятельности организаций», он включает в себя следующие дисциплины:

- Экономика;
- Менеджмент;
- Развитие производственных систем.



Рисунок 1 – Магистральные направления получения образовательных результатов

Тематические планы классических курсов экономики и менеджмента трансформированы таким образом, чтобы дать студентам базовые представления о терминологии и подходах бережливого производства.

Финализация подготовки в области бережливого производства будет производиться в рамках специализированного курса, в ходе которого студенты должны сформировать целостное представление о применении методов бережливого производства. Данный курс предлагается строить как последовательность тренингов с максимальным выносом занятий на рабочие площадки в соответствии с будущим профилем работы студентов.

Также требования о применении методов бережливого производства предлагается включить в задания на производственные и преддипломные практики.

Бережливый университет

Как говорил Альберт Эйнштейн, «Нельзя надеяться на решение своих самых сложных проблем с таким же образом мышления, с которым они создавались». Исходя из этого постулата, руководством ВятГУ было осознано, что невозможно учить «бережливому мышлению» студентов силами преподавателей, которые сами не обладают таким мышлением, живым опытом работы в среде нетерпимости к потерям, в среде непрерывных улучшений своей работы. Очевидно, что несколько неудобно учить студентов правилам жизни и работы, которым не следуешь сам, ведь в этом случае существует риск недоуменных замечаний в духе поговорки «Врачу, исцелися сам».

Кроме того, «бережливое производство», особенно его базовые компетенции – в большей степени практические навыки, чем теоретические знания, преподавать их в учебных аудиториях – дело более или менее бесполезное, преподавание здесь должно подкрепляться практикой в обстановке, максимально приближенной к реальному производству. Не зря же мэтр «бережливого производства» Масааки Имаи назвал свою книгу «Гемба Кайдзен», то есть «Непрерывное улучшение на рабочих площадках» [5].

И, наконец, и коренное – пусть не моментальное – улучшение работы университета также невозможно без изменения подхода к организации работы, к мотивации сотрудников.

Такая организация должна строиться на принципах философии Кайдзен (изложены в работе [5]) – в их числе клиенториентированность, стремление к непрерывному улучшению, открытое признание проблем и т.п.

Для того чтобы эти принципы стали основой жизни Университета планируется выполнить программу повышения эффективности – последовательность проектов повышения эффективности по факультетам. Методологическую основу программы составил подход компании Маккинзи «Total Operational Performance» (TOP) [2].

Проекты выполняются на основании набора основополагающих принципов, в числе которых переосмысление деятельности и устранение потерь в процессе создания ценности, ориентация всех изменений на повышение эффективности, ориентация на трансформацию ценностей сотрудников на нетерпимость к потерям и т.п.

Одной из важных задач программы является органичное соединение «быстрых» улучшений в повседневной работе с «системными» улучшениями в управлении Университетом – в распределении ответственности и полномочий, в методах и правилах контроля и мотивации. Улучшения в рамках проектов будут проводиться в двух направлениях:

- снизу-вверх – оптимизация операций учебного процесса, методической работы и научной работы непосредственно на рабочих местах профессорско-преподавательского и учебно-научного состава;
- сверху-вниз – перепроектирование процессов, систем, структур университета.

В результате проекта для каждого из факультетов планируется решить следующие задачи:

- уточнить систему показателей эффективности пилотного факультета так, чтобы она стимулировала к работе на конечный результат;
- уточнить распределение ответственности в рамках учебной и научной работы факультета;
- поставить цели по повышению эффективности факультета;
- сформировать пакет мероприятий по повышению эффективности оказания образовательных услуг и выполнения НИР/НИОКР факультета, подготовить план их внедрения;
- подготовить предложения по совершенствованию организационной структуры и распределению полномочий внутри пилотного факультета;
- подготовить предложения по совершенствованию распределения полномочий и ответственности между пилотным факультетом и ректоратом;
- подготовить предложения по внедрению механизмов, обеспечивающих эффективное оказание услуг и постоянное повышение эффективности основных процессов пилотного факультета;
- подготовить персонал, готовый к сопровождению проектов на других факультетах.

Для поддержки решения этих задач создаются специализированные проектные структуры – Управляющий комитет университета, во главе с ректором и Управляющие комитеты факультетов, во главе с деканами. Задача этих структур – поддержка процесса улучшений, согласование к внедрению мероприятий по сокращению потерь.

Для поддержки вовлеченности в проект привлекаемых сотрудников создается система мотивации, основанная на принципах вовлечения возможно большего числа сотрудников университета в проект и ориентации на конечный результат улучшений. Система мотивации оформляется путем разработки положения о стимулировании процесса подачи и оценки идей повышения эффективности работниками университета, а также за счет выделения фонда материального стимулирования за достижение результатов проекта.

Важным глобальным результатом программы должен стать запуск в Университете последовательного, структурированного процесса улучшений. В результате запуска такого процесса должно измениться поведение людей, организация деятельности, система управления. Конечная цель программы – трансформация ВятГУ в бережливый университет – к этому моменту должны сформироваться новые ценности, измениться структура, интегрироваться между собой информационные системы.

Заключение

Таким образом, планируемый комплекс мероприятий по формированию из ВятГУ «бережливого университета» и центра подготовки специалистов, обладающих «бережливым мышлением», позволит решить следующие важные задачи:

Для университета в целом – повысить (пусть, не моментально, но зато надежно и на длительный период) показатели эффективности.

Для сотрудников университета – создать возможность гордиться своей работой – делать только то, что нужно для студентов и заказчиков, делать это наилучшим образом и не делать ничего лишнего, сформировать инструмент влияния сотрудников на ситуацию в Университете через инструменты рационализаторской работы.

Для студентов – повысить их ценность и востребованность в экономике за счет формирования у них «бережливого мышления» – готовности с полной отдачей и постоянно улучшать свою работу на пользу работодателя и для собственной востребованности и успешности.

Для экономики региона и страны в целом – обеспечить приток специалистов, способных повышать эффективность предприятий, на которые они придут, настроенных работать с полной отдачей и на конечный результат.

Литература

1. URL: <http://ru.kaizen.com/index.php?id=551>
2. URL: <http://www.vestnikmckinsey.ru/manager-toolkit/top-total-naya-optimizaciya-proizvodstva>
3. Аврамова Е.М., Верпаховская Ю.Б. Работодатели и выпускники вузов на рынке труда: взаимные ожидания // Социологические исследования. 2006. № 4. С. 37–46.
4. Добрынина Е. Научи ученого // Российская газета. Федеральный выпуск № 4521 от 17 ноября 2007 г.
5. Имаи М. Гемба кайдзен. Путь к снижению затрат и повышению качества. М.: Альпина Паблишер, 2014.
6. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005.

The formation of the Vyatka state university of the competence Centre of lean manufacturing

Valentin Nikolaevich Pugach, Cand. Econ. of Sciences, rector, Vyatka state University

Sergey Valeryevich Fomin, Cand. of technical Sciences, Vice-rector on educational-methodical work, Vyatka state University

Michael Georgievich Dorrer, Cand. tech. Sciences, adviser to the rector's office, Vyatka state University

This paper proposes a systematic approach to improving the effectiveness of the university (for example, Vyatka State University) on the principles of the Lean Production. System improvements should be expressed not only in enhancing the value of the educational services provided to the economy in general and for the trainees, but and in the improving the effectiveness of the working processes of the university. Solution of the problem is achieved by transforming the working process of University on the principles of continuous improvement (Kaizen) with simultaneous implementation of lean manufacturing training in the educational process of the University.

University management, lean manufacturing, increasing efficiency

УДК 007:004.02

ФОРМИРОВАНИЕ КАЛЕНДАРНЫХ ГРАФИКОВ МУЛЬТИПРОЕКТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Николай Николаевич Клеванский, канд. техн. наук, профессор СГАУ,
E-mail: nklevansky@yandex.ru,

Андрей Алексеевич Красников, аспирант,
E-mail: nklevansky@yandex.ru,

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова.
<http://sgau.ru>

В статье представлены основные концепции и подходы в реализации задач формирования календарных планов мультипроектного планирования для набора заданий библиотеки PSPlib. Предложены основные критерии в задачах выбора при формировании и оптимизации календарных планов.

Ключевые слова: расписание, заявка, событие, календарный план, жадный алгоритм, методы ранжирования.

Введение

Мультипроектное планирование включает две взаимосвязанные задачи – формирование календарного графика [1, 2] и распределение ресурсов [3, 4]. Календарные графики мультипроектного планирования (рисунок 1) относятся к расписаниям иерархических или сетевых структур действий [5–7]. Проекты могут быть технологически независимыми, но объединенными по потребляемым ресурсам, прежде всего по возобновляемым.



Н.Н. Клеванский

Для полного описания комплекса работ каждого проекта необходимо наличие описание каждой работы. Трудоемкость (продолжительность) работ измеряется в тактах планирования. Потребности отдельных работ в ресурсах измеряются условными единицами на такт планирования. Все работы проектов будут выполняться с постоянной интенсивностью [1], то есть количество единиц требуемых ресурсов на каждом такте планирования в процессе выполнения работы не меняется. Каждый тип ресурса однороден.

Отношение предшествования в сетевых моделях не является строгим – последующая деятельность не может начинаться раньше окончания предшествующей деятельности. Представляя заявки вершинами, а отношения следования – ребрами, получаем ациклические ориентированные графы, в которых хотя бы одна вершина является начальной (источник), а следующие за ней вершины с ребрами образуют сеть с хотя бы одной конечной вершиной (сток) (рисунок 1, 3).



А.А. Красников

Задачи расписания являются задачами формирования и оптимизации процесса обслуживания конечного множества требований (заявок) на осуществление действий (работ, событий, операций) в системе с ограниченными ресурсами. Для каждого требования в качестве исходных данных указываются допустимые наборы ресурсов и, при необходимости, требуемые объемы каждого ресурса. Расписание обслуживания требований – это однозначное отображение, в котором каждому требованию в определенный промежуток времени ставится действие с задаваемым или определяемым набором ресурсов.

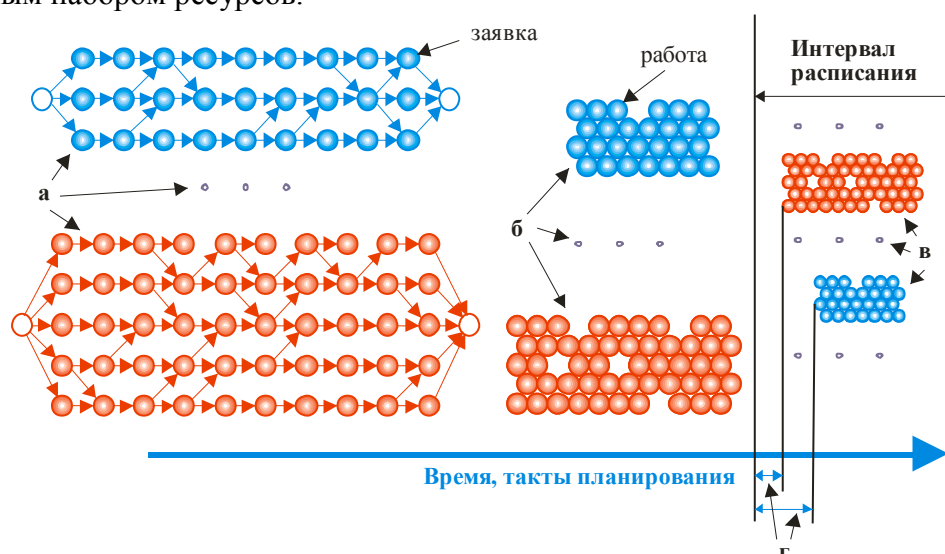


Рисунок 1 – Схема формирования расписания (календарного графика) для сетей заявок/работ: а – графы сетей проектов, проекты; б – агрегации проектов; в – календарные графики проектов в календарном графике мультипроектного планирования; г – времена начала выполнения проектов

Отличие заявок от работ определяется только одним атрибутом – временем начала выполнения работы. То же самое относится к различиям между заявкой проекта и проектом. Включение времени начала выполнения проекта превращает заявку проекта в проект.

Формирование расписания – это определение времен начала выполнения всех действий или их совокупностей в интервале расписания [8]. Для мультипроектного планирования необходимо последовательное решение двух задач:

- определение относительных начальных времен выполнения каждой работы в пределах интервала расписания (длительности календарного графика) проекта (в большинстве случаев, длительности критического пути графа проекта, или задаваемой/переопределяемой длительности);

- определение относительных начальных времен выполнения агрегаций заявок проектов в пределах задаваемого или определяемого интервала расписания (длительности календарного графика мультипроектного планирования).

Первая задача – агрегирования, в статье рассматриваться не будет, так как имеет самостоятельное значение и, в большей степени с некоторыми отличиями, является задачей управления одним проектом. Будет полагаться, что агрегации всех проектов мультипроекта известны. В пределах каждой агрегации заявки становятся работами с не определенными временами начала в календарном графике мультипроекта. В дальнейшем, термин «проект» будет применяться вместо термина «агрегация заявки проекта».

Статья посвящена решению второй задачи, а ее целями являются:

- представление подходов к программному формированию расписания (календарного графика) для произвольного количества сетей заявок (агрегаций заявок проектов) в системе с однородными ресурсами;

- разработка инструмента (информационной системы) для решения практических задач мультипроектного планирования.

1 Общие подходы

В процессе алгоритмизации и разработки программного обеспечения для формирования календарных графиков мультипроектного планирования использовались следующие концепции [5]:

- программное решение задачи в рамках СУБД;
- двухэтапный процесс решения;
- идеология жадного алгоритма;
- концепция загрузки;
- концепция равномерности [9];
- использование методов ранжирования теории принятия решений [10, 11].

Двухэтапный процесс решения задачи формирования календарного графика [4, 6, 7, 11] включает формирование начального календарного графика и последующую его оптимизацию (рисунок 2). Под начальным календарным графиком будет пониматься программно сформированный календарный график выполнения проектов при соблюдении обязательных ограничений и максимальном учете желательных ограничений. Методы обоих этапов цикличны и завершаются либо после включения всех проектов в начальный календарный график, либо при невозможности дальнейшего улучшения календарного графика.

Задача формирования начального календарного графика решается последовательным выбором очередного проекта и последующим его включением в календарный график в определяемое время начала выполнения проекта (рисунок 1). Выбор проекта базируется на концепции загрузки, то есть на каждом шаге определяется наиболее загруженный по требуемым ресурсам проект. Выбор времени включения этого проекта базируется на концепции равномерности использования ресурсов системы. То есть, на

каждом шаге решения задачи формирования начального календарного графика присутствуют две операции выбора, после каждой из которых принимаются некоторые решения.

Для реализации концепции равномерности в мультипроектном планировании принята следующая посылка: для заданного объема ресурса V мерой равномерности его потребления на интервале t будет максимальное значение удельного потребления ресурса $V_{\max} \rightarrow \frac{V}{t}$.

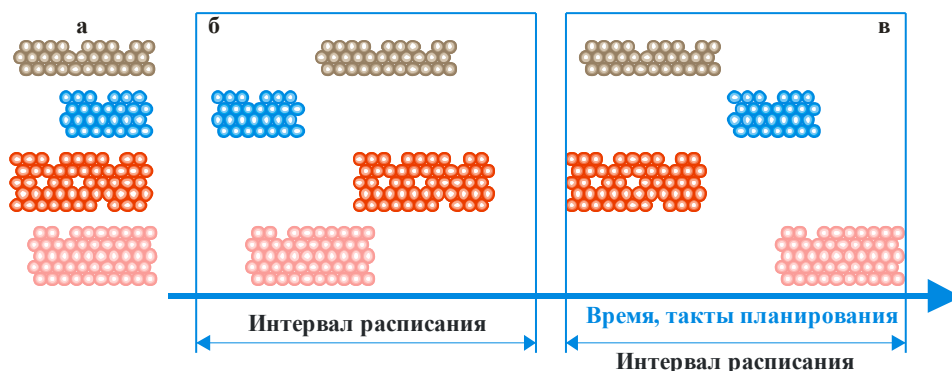


Рисунок 2 – Этапы формирования календарного графика:
а – агрегации проектов; б – начальный календарный график;
в – оптимизированный календарный график

Задача оптимизации начального календарного графика решается последовательным выбором наиболее неравномерного проекта и последующей его перестановкой в расписании в выбираемое время начала выполнения проекта. Перестановка проекта в календарном графике мультипроекта также базируется на концепции равномерности. То есть, выбираемое время перестановки, по крайней мере, не ухудшает показатели равномерности всего мультипроекта. На каждом шаге решения задачи оптимизации календарного графика также присутствуют две операции выбора и необходимость принятия некоторых решений.

Такой подход на обоих этапах характерен для жадных алгоритмов и применим для задач формирования расписаний и связанных с этим задач распределения ресурсов [4, 12, 13].

Жадный подход строит решение посредством последовательности шагов, на каждом из которых получается частичное решение поставленной задачи, пока не будет получено полное решение. Использование идеологии жадных алгоритмов предполагает цикличность алгоритмов для обоих этапов решения задачи формирования расписания [12, 13]. Использование подходов GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) [14] не представляется возможным в связи использованием ранжированного представления исходных данных в соответствии с последней из используемых концепций.

Операции выбора в представляемых алгоритмах являются многокритериальными [15, 16] и для их реализации привлечен аппарат методов ранжирования. В [11] применен метод анализа иерархий [17]. Операции выбора в представляемом методе формирования календарных графиков мультипроектного планирования использованы методы Сафронова В.В. [18, 19, 20, 21]. В основе этих методов лежит метод многокритериального ранжирования, одна из разновидностей которого – метод «жесткого» ранжирования был принят для формализации алгоритмов и реализации программного обеспечения. В дальнейшем под термином многокритериальное ранжирование будет пониматься «жесткое» ранжирование. Будет различаться прямое и обратное многокритериальное ранжирование. В прямом ранжировании исходные данные ранжируются по «возрастанию», в обратном – по «убыванию».

2 Постановка и формализация задачи

Введем необходимые в дальнейшем обозначения.

Исходные данные задачи:

I – количество проектов мультипроектного планирования;

$P = \{p_i, \quad i = \overline{1, I}\}$ – множество проектов мультипроекта;

индекс проекта $i = \overline{1, I}$ имеет различный характер в зависимости от решаемой задачи:

–идентификатор проекта в соответствующей таблице БД;

–порядковый номер проекта при его включении в начальный календарный график;

–порядковый номер проекта при оптимизации начального календарного графика;

ne_i – количество работ проекта p_i ;

$E_i = \{e_{j,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad i = \overline{1, I}\}$ – множество работ проекта p_i ($j=1$ – источник, $j = ne_i$ – сток);

индекс работы $j = \overline{1, ne_i}$ также имеет различный характер в зависимости от решаемой задачи:

–идентификатор работы в соответствующей таблице БД;

–идентификатор работы в множестве работ проекта;

–идентификатор работы во множестве работ пути графа проекта;

u – количество типов возобновляемых ресурсов;

$K = \{k_m, \quad m = \overline{1, u}\}$ – множество типов возобновляемых ресурсов;

$R_{m,i}, \quad m = \overline{1, u}, \quad i = \overline{1, I}$ – объем ресурса типа k_m , выделяемый проекту p_i во время его выполнения на каждом такте планирования;

$r_{m,j,i}, \quad m = \overline{1, u}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad i = \overline{1, I}$ – объем ресурса типа k_m , требуемый работе $e_{j,i}$ проекта p_i во время ее выполнения на каждом такте планирования;

$d_{j,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad i = \overline{1, I}$ – длительность (трудоемкость) выполнения работы $e_{j,i}$ проекта p_i ;

Int – интервал расписания – заданная длительность календарного графика в тактах планирования.

Исходные расчетные данные задачи:

$np_i, \quad i = \overline{1, I}$ – количество путей графа сети проекта p_i ;

$PT_i = \{pt_{j,i}, \quad j = \overline{1, np_i}, \quad i = \overline{1, I}\}$ – множество путей графа сети проекта p_i ;

$Cp_i, \quad i = \overline{1, I}$ – критический путь проекта p_i , такты планирования;

$per_{j,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad i = \overline{1, I}$ – количество работ пути $p_{i,j}$ графа сети проекта p_i ;

$PE_{p,i} = \{e_{p,i}, \quad p = \overline{1, per_{j,i}}, \quad i = \overline{1, I}\}, \quad PE_{i,p} \in E_i$ – множество работ пути $pt_{j,i}$ графа сети проекта p_i ;

D_i – длительность (трудоемкость) выполнения проекта p_i в тактах планирования. В предлагаемом решении принято $D_i = Cp_i, \quad i = \overline{1, I}$;

Переменные задачи:

$ni, \quad ni = \overline{1, I}$ – количество:

–включенных в начальный календарный график проектов;

–оптимизированных (переставленных) проектов в календарном графике;

nr , $nr = \overline{1, I}$ – количество:

– не включенных в начальный календарный график проектов;

– не оптимизированных проектов в календарном графике;

на любом шаге формирования начального календарного графика $ni + nr \equiv I$;

$R\max_m$, $m = \overline{1, u}$ – максимальный тактовый объем потребляемого ресурса типа k_m в календарном графике;

TI_i – начальный такт планирования для выполнения проекта p_i в календарном графике;

$TF_i = TI_i + D_i$ – финальный такт планирования для выполнения проекта p_i в календарном графике;

$rp_{m,j,i}$, $m = \overline{1, u}$, $j = \overline{TI_i, TF_i}$, $i = \overline{1, I}$ – объем ресурса типа k_m , потребляемый проектом p_i на j -ом такте интервала расписания;

$RS_{m,j}$, $m = \overline{1, u}$, $j = \overline{0, Int-1}$ – объем ресурса типа k_m , потребляемый календарным графиком на j -ом такте интервала расписания;

$$RM_m = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{ne_i} r_{m,j,i} \times d_{j,i}}{Int}, \quad m = \overline{1, u}, \quad j = \overline{TI_i, TF_i}, \quad i = \overline{1, I} \text{ – средний объем ресурса}$$

типа k_m , потребляемый работами проектов календарного графика на каждом такте интервала расписания;

$RP_{m,j,i}$, $m = \overline{1, u}$, $j = \overline{TI_i, TF_i}$, $i = \overline{1, nr}$ – оценка равномерности j -го такта проекта p_i по ресурсу типа k_m ;

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{Int} \sum_{j=0}^{Int-1} (RM_m - RS_{m,j})^2}, \quad m = \overline{1, u} \text{ – среднее квадратичное отклонение потреб-$$

ления ресурса типа k_m на всех тактах интервала расписания от среднего значения потребления этого ресурса в расписании.

2.1 Задача формирования начального календарного графика состоит в пошаговом выборе очередного проекта и формировании расписания $S = \{TI_i, \quad i = \overline{1, ni}\}$, которое минимизирует вектор максимальных тактовых объемов потребляемых ресурсов внутри задаваемого интервала расписания

$$\min(R\max_1, R\max_2, \dots, R\max_u), \quad (1)$$

при обязательных ограничениях

$$\forall i \quad TI_i \geq 0, \quad i = \overline{1, ni}; \quad \forall i \quad TF_i \leq Int, \quad i = \overline{1, ni}. \quad (2)$$

Целевая функция (1) обеспечивает минимизацию верхнего ограничения отклонений, что достаточно для формирования начального календарного графика при включении очередного проекта в график. Целевая функция связана с необходимостью многокритериального ранжирования получаемых векторов (1). Завершение процесса формирования начального календарного графика обусловлено исчерпанием списка не включенных в график проектов ($nr=0$). Неравенства ограничений (2) отражают безусловность нахождения проектов внутри интервала расписания.

Введем следующие выражения для этапа формирования начального календарного графика.

Оценка загруженности $c_{j,m,i}$ работы $e_{j,i}$ не включенного в календарный проекта p_i на очередном шаге формирования начального календарного графика определяется объемом требуемого в период выполнения работы ресурса

$$c_{j,m,i} = r_{j,m,i} * d_{j,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad m = \overline{1, u} \quad i = \overline{1, nr}. \quad (3)$$

Значения оценок загруженности $c_{j,m,i}$ находятся в интервале $[0, 100]$. Чем больше величина оценки (3), тем более соответствующая работа $e_{j,i}$ проекта p_i загружена по ресурсу типа k_m . Оценки загруженности работ (3) формируют множество векторов (критериев загруженности) работ на очередном шаге формирования начального календарного графика

$$\left\{ (c_{j,m,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad m = \overline{1, u}, \quad i = \overline{1, nr}) \right\}. \quad (4)$$

Обратное многокритериальное ранжирование векторов (4) порождает множество рангов работ

$$\left\{ rank1_{j,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad i = \overline{1, nr} \right\}. \quad (5)$$

Ранги работ (5) формируют множество векторов (критериев загруженности) путей графов сетей проектов

$$\left\{ (rank1_{i,1}, rank1_{i,2}, \dots, rank1_{i, ne_i}), \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad i = \overline{1, nr} \right\}. \quad (6)$$

Обратное многокритериальное ранжирование всех векторов (6) порождает множество рангов векторов (критериев загруженности) путей графов сетей проектов

$$\left\{ rank2_{j,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}, \quad i = \overline{1, nr} \right\}. \quad (7)$$

Ранги векторов (7) формируют множество векторов (критериев загруженности) проектов

$$\left\{ RP_i = (rank2_{i,1}, rank2_{i,2}, \dots, rank2_{i, ne_i}), \quad i = \overline{1, nr} \right\}. \quad (8)$$

Старший по рангу проект, полученный прямым многокритериальным ранжированием векторов (8), является самым загруженным при принятых оценках и критериях загруженности. Он становится очередным кандидатом p_{ni+1} на включение в начальный календарный график.

Для определения начального времени включения TI_{ni+1} проект p_{ni+1} последовательно, по одному такту перемещается с учетом ограничений (2) внутри интервала расписания Int , формируя множество векторов:

$$\left\{ (Rmax_{1,j}, Rmax_{2,j}, \dots, Rmax_{u,j}), \quad j = \overline{0, (Int - Cp_{ni+1} - 1)} \right\}. \quad (9)$$

Прямое многокритериальное ранжирование векторов (9) определяет доминирующий вектор, индекс j которого определяет искомое начальное время включения проекта p_{ni+1} в начальный календарный график $TI_{ni+1} = j$.

2.2 Задача оптимизации начального календарного графика состоит в изменении начального расписания для формирования расписания $S = \{TI_i, i = \overline{1, ni}\}$, которое минимизирует вектор среднеквадратичных отклонений потребления ресурсов $(\sigma_m, \quad m = \overline{1, u})$ на всех тактах интервала расписания от средних значений потребления ресурсов расписания

$$\min(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_u), \quad (10)$$

при обязательных ограничениях (2).

Целевая функция (10), являясь интегральной оценкой календарного графика, минимизирует все отклонения. Целевая функция связана с необходимостью многокритериального ранжирования получаемых на ее основе векторов (10). Завершение процесса оптимизации начального календарного графика обусловлено принимаемой стратегией действий.

Оценка равномерности j -го такта проекта p_i по ресурсу k_m на очередном шаге оптимизации начального календарного графика определяется следующим выражением

$$RP_{m,j,i} = \frac{rp_{m,j,i} * RS_{m,j}}{RM_m * RM_m}, \quad m = \overline{1, u}, \quad j = \overline{TI_i, TF_i}, \quad i = \overline{1, I}. \quad (11)$$

Значения тактовых оценок равномерности находятся в интервале $[0, 1]$. Чем больше величина оценки (11), тем неравномернее соответствующий проект на данном такте интервала расписания по данному ресурсу. Оценки равномерности проектов (11) формируют u множеств векторов (критериев равномерности) проектов по каждому ресурсу.

$$PR_m = \left\{ (RP_{m,j,i}, \quad j = \overline{1, ne_i}), \quad i = \overline{1, I} \right\}, \quad m = \overline{1, u}. \quad (12)$$

Прямое многокритериальное ранжирование векторов (12) проектов расписания порождает множества рангов векторов проектов по каждому ресурсу

$$Rank3_m = \left\{ rank3_{m,i}, \quad i = \overline{1, I} \right\}, \quad m = \overline{1, u}. \quad (13)$$

Ранги векторов (13) формируют множество векторов (критериев равномерности) неоптимизированных проектов

$$\left\{ RP_i = (rank3_{i,1}, rank3_{i,2}, \dots, rank3_{i,u}), \quad i = \overline{1, nr} \right\}. \quad (14)$$

Старший по рангу проект, полученный прямым многокритериальным ранжированием векторов (14), является самым неравномерным среди неоптимизированных при принятых оценках и критериях равномерности. Он становится очередным кандидатом p_{ni+1} на перестановку в календарном графике.

Для определения начального времени TI_{ni+1} перестановки проект p_{ni+1} последовательно, по одному такту перемещается с учетом ограничений (2) внутри интервала расписания Int , формируя множество векторов:

$$\left\{ (\sigma_{1,j}, \sigma_{2,j}, \dots, \sigma_{u,j}), \quad j = \overline{0, Int-1} \right\}. \quad (15)$$

Прямое многокритериальное ранжирование векторов (15) определяет доминирующий вектор, индекс j которого определяет искомое начальное время для перестановки проекта p_{ni+1} в календарном графике $TI_{ni+1} = j$.

Окончание процесса оптимизации начального календарного графика, как отмечено выше, определяется принятой стратегий:

–однопроходная стратегия – последовательный выбор неоптизированной проекта с переводом его в оптимизированные после определения начального времени перестановки;

–многопроходная стратегия – несколько последовательно применяемых однопроходных стратегий.

3 Реализация и численные результаты

Для численных экспериментов использовалось тестовое задание, включающее $I=15$ проектов, случайно выбранных из библиотеки тестовых задач PSPLib [22]. Проекты включают по ne_i , $i = \overline{1,15}=30$ работ для выполнения. Для своего выполнения проектам требуется 4 типа ресурсов ($u=4$). В таблице 1 представлены характеристики проектов тестового задания.

Таблица 1

Характеристики проектов тестового задания

№ проекта	Обозначение проекта	Код генератора	Выделяемые проекту ресурсы на такт планирования				Критический путь, такты
			R1	R2	R3	R4	
1	j30_28.bas	1350739460	42	39	51	44	47
2	j30_28.bas	1001619525	28	40	43	39	63
3	j30_29.bas	1768635613	19	17	20	19	44
4	j30_29.bas	1037926147	17	15	17	17	51
5	j30_29.bas	401731488	15	14	16	16	48
6	j30_30.bas	677072906	30	28	26	33	34
7	j30_30.bas	712413196	23	23	22	20	44
8	j30_28.bas	890933679	28	25	34	42	46
9	j30_31.bas	1335687044	32	26	25	32	48
10	j30_31.bas	2012720068	23	25	28	30	46
11	j30_31.bas	1594625014	34	41	46	37	48
12	j30_31.bas	670867861	24	30	25	25	56
13	j30_32.bas	1264544214	29	39	51	43	48
14	j30_41.bas	377662011	18	13	16	14	45
15	j30_41.bas	1980474781	13	14	12	13	48

Информация тестового задания вносится в базу данных (БД) информационной системы (ИС) формирования календарных графиков мультипроектного планирования.

Информация таблицы 1 находится в 15 записях соответствующей таблицы ПРОЕКТ (рисунок 3). Информация о 450 работах агрегированных проектов размещена в таблице ЗАЯВКА (рисунок 3). Отношения следования/предшествования работ проектов представлены в таблице ИЕРАРХИЯ_ЗАЯВОК (рисунок 3). Помимо 3 указанных таблиц с исходной информацией в БД находится 19 служебных таблиц для размещения в них расчетной информации, с которой работает комплекс из 27 программ на встроенном Visual Basic.

Первичная обработка исходной информации помощью инструкций SQL включает в себя:

- определение всех векторов путей графов сетей проектов с находящимися на них работами;
- установление критических путей графов.

Полученная информация размещается в соответствующих таблицах БД.

На рисунке 4 представлен граф сети одного из проектов тестового задания. Красным цветом выделены работы, находящиеся на критическом пути графа сети проекта.

Левая часть формы для «ручного» агрегирования (рисунок 5) представляет работы выбранного проекта в форме диаграммы Ганта. Работы критического пути выделены красным цветом. Оставшиеся работы размещены внутри интервалов их возможного перемещения.

В правой части (рисунок 5) представлены агрегации проекта по каждому из четырех ресурсов. Для каждого ресурса красной линией с цифровым обозначением показаны уровни выделяемых проекту объемов каждого такта. Превышение этих уровней в трех агрегациях связано с тем, что в расчетах используются начальные, не оптимизированные агрегации проектов.

На рисунке 6 в координатах длительность – тактовая потребность в ресурсе представлены последовательно снизу вверх все работы со 02-ой по 31-ую агрегированного представления рассматриваемого проекта. Вертикальное суммирование по каждому такту планирования дает агрегации проекта по ресурсам (рисунок 5).

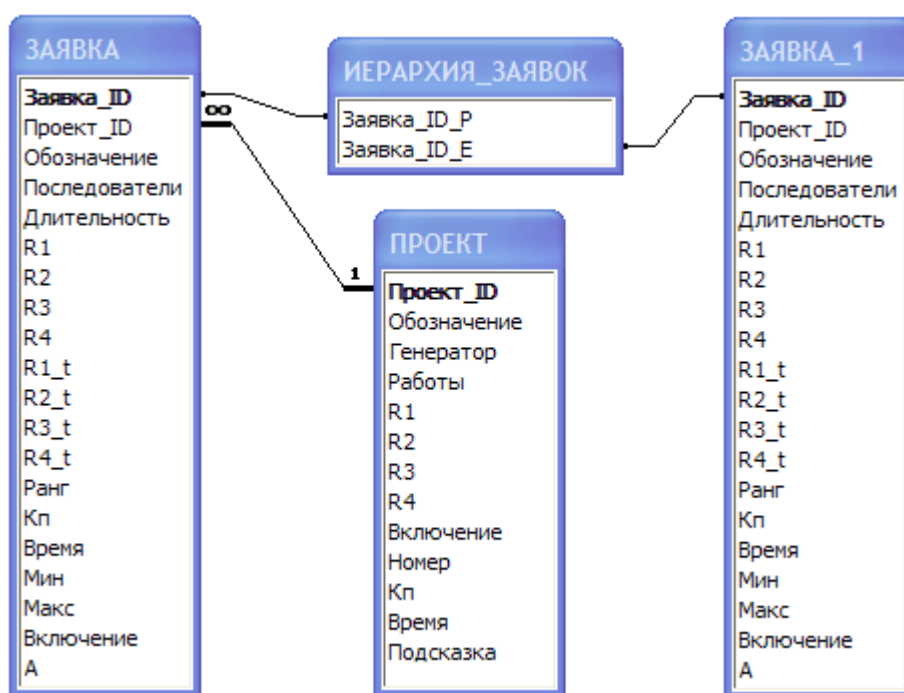


Рисунок 3 – Таблицы исходных данных ИС

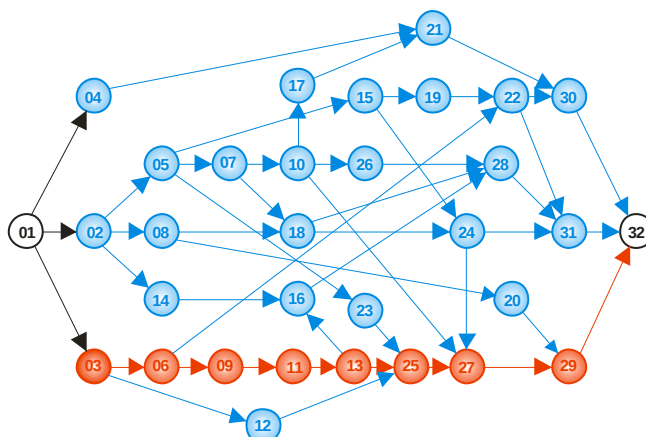


Рисунок 4 – Граф сети проекта № 12

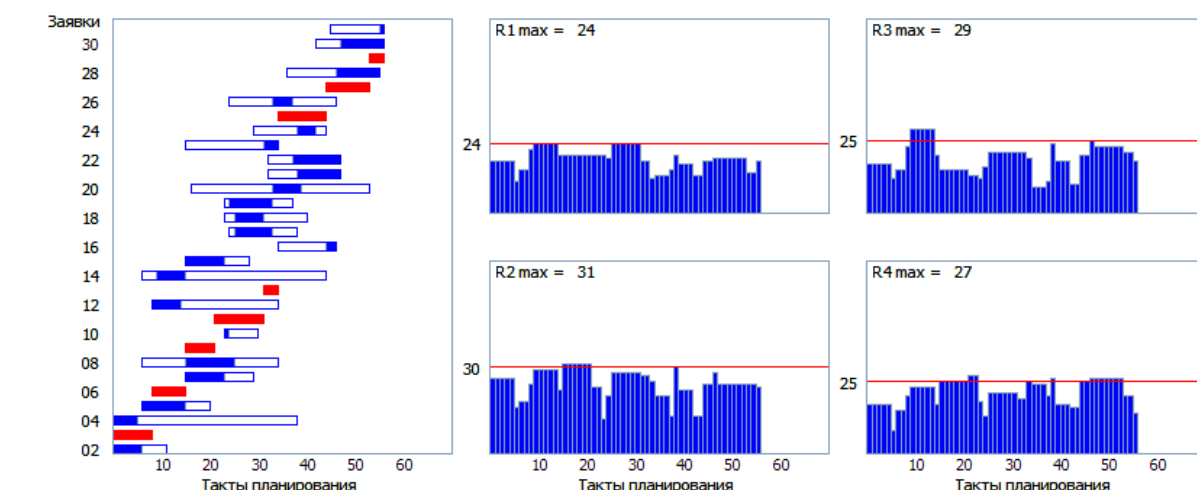


Рисунок 5 – Агрегирование проекта № 12

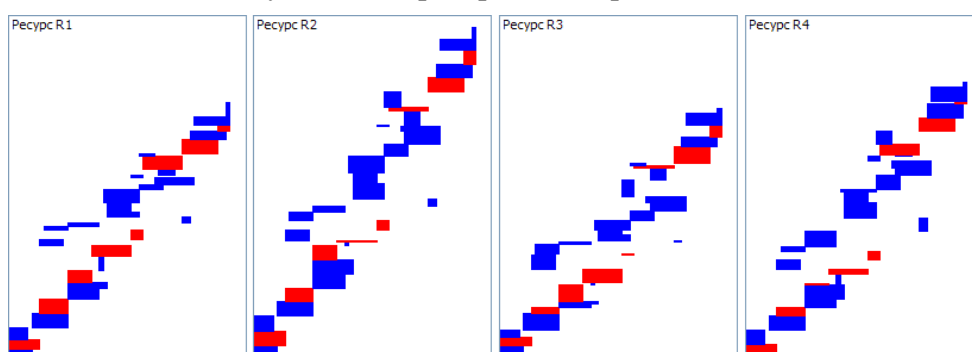


Рисунок 6 – Визуализация требуемых ресурсов для заявок/работ проекта № 12

3.1 Формирование начального календарного графика

Выбор проекта в начале каждого шага формирования начального расписания основан на концепции загруженности ресурсов. Критерии загруженности проектов имеют сложную структуру (рисунок 7) и формируются из скалярных оценок загруженности заявок проектов по каждому из четырех ресурсов.

Операция выбора проекта использует гипервекторный метод ранжирования [19, 20] критериев загруженности не включенных в начальный календарный график проектов (рисунок 8). Гипервекторное ранжирование является комбинацией последовательно проводимых многокритериальных и многовекторных ранжирований, что предопределило структуру критерия загруженности проекта (рисунок 7).

Алгоритм выбора наиболее загруженного проекта на каждом шаге формирования начального календарного графика используется в следующем виде (таблица 2).

Таблица 2

Алгоритм 1

- Для не включенных в начальный календарный график проектов (рисунок 5, а) выполняют следующие действия:
- 1) расчет оценок загруженности работ (3) проектов, не включенных в календарный график (рисунок 4, а);
 - 2) обратное многокритериальное ранжирование векторов загруженности работ (4) (рисунок 4, б);
 - 3) обратное многокритериальное ранжирование векторов загруженности путей графов (6) всех не включенных в календарный график проектов по рангам работ (5), находящихся на этих путях (рисунок 4, г);
 - 4) прямое многокритериальное ранжирование векторов загруженности проектов (8) по рангам векторов путей графов проектов (7) (рисунок 4, е). Первым будет определен самый загруженный проект среди оставшихся.

В таблицах 3–5 представлены выборочные результаты последовательных ранжирований в одном из циклов формирования начального календарного графика мультипроектного планирования. В таблице 5 определен наиболее загруженный проект. Голубым цветом в таблицах показаны скалярные компоненты ранжируемых векторов. Красным цветом представлены ранги векторов. Необходимо отметить, что в таблице 3 ранжируемые векторы имеют одинаковую размерность по количеству скалярных компонент, что позволяет прямое использование многокритериального ранжирования.

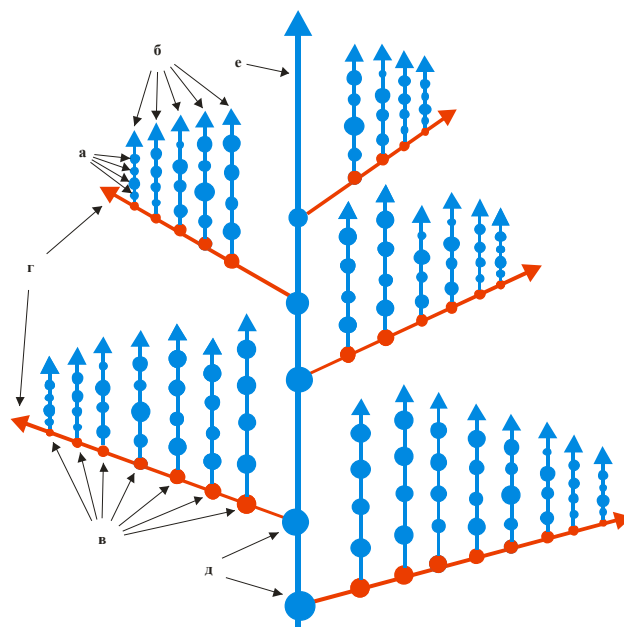


Рисунок 7 – Структура критерия загруженности проекта:

а – оценки загруженности работы по четырем ресурсам (2); б – критерии (векторы) загруженности работ (3); в – ранги работ (4); г – критерии (векторы) загруженности путей графа проекта (5); д – ранги векторов загруженности путей графа проекта (6); е – критерий (вектор) загруженности проекта (7)

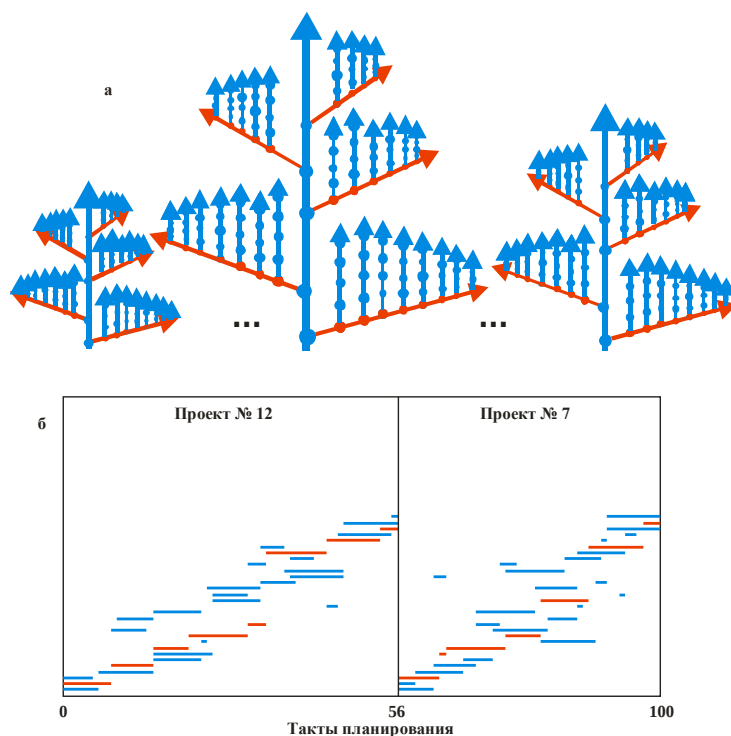


Рисунок 8 – Включенные и не включенные в начальный календарный график проекты:

а – критерии загруженности проектов, не включенных в начальный календарный график; б – диаграммы Ганта двух первых включенных в начальный календарный график проектов в интервале расписания

Таблица 3

Результаты ранжирования для 10 наиболее загруженных заявок проектов

№ проекта	Заявка	Тактовая потребность заявки в ресурсах				Длительность, такты планирования	Скалярные компоненты вектора загруженности заявки				Ранг заявки
		R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4	
2	30	10	10	5	10	10	100	100	50	100	1
9	02	10	7	8	10	10	100	70	80	100	2
10	31	9	5	10	9	10	90	50	100	90	3
3	03	9	9	9	8	10	90	90	90	80	4
12	05	9	5	9	8	10	90	50	90	80	5
9	25	8	10	4	9	10	80	100	40	90	6
4	02	6	9	7	10	10	60	90	70	100	7
12	07	6	10	10	7	9	54	90	90	63	8
1	10	9	3	9	9	9	81	27	81	81	9
5	13	5	7	8	10	10	50	70	80	100	10

Векторы таблицы 4 имеют разную размерность [23], поэтому для их многокритериального ранжирования значениям недостающих скалярных компонент необходимо присвоение фиктивных значений. В зависимости от решаемой задачи в качестве таких значений присваиваются:

- минимально возможное значение при определении «максимального» вектора;
- максимально возможное значение при определении «минимального» вектора.

Так как проекты тестового задания имеют 356 векторов путей, то для их ранжирования значениям недостающих скалярных компонент присваивается значение 1000.

Таблица 4

Результаты ранжирования для 10 наиболее загруженных путей графов проектов

№ проекта	Путь ID	Отсортированные по возрастанию ранги заявок путей графов проектов									Ранг пути
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9	162	2	6	21	94	176	263	273	296	318	1
9	161	2	6	21	86	179	263	273	296	318	1
5	84	8	12	26	43	103	115				2
11	204	40	44	63	78	88	177	261			3
13	248	14	35	77	82	168	234	254			4
5	86	8	25	26	115	148	274	322	358		5
13	251	14	35	36	77	204	283				6
13	250	48	60	82	106	234	237	254	333		7
13	249	48	60	89	106	225	237	254	333		8
13	252	14	35	77	204	234	254	283			9
10	182	3	59	62	121	185	297	306			10

Результаты ранжирования проектов по критерию загруженности

№ проекта	Отсортированные по убыванию ранги первых восьми наиболее загруженных векторов путей в графах проектов								Ранги проектов
12	202	201	200	187	146	141	130	97	1
7	285	251	222	204	186	174	156	153	2
5	310	282	259	257	211	190	182	181	3
13	324	285	268	216	213	209	205	197	4
11	264	263	242	231	228	225	219	218	5
3	316	273	272	250	235	221	220	208	6
4	317	292	261	253	251	244	232	230	7
6	303	279	258	247	245	239	237	192	8
2	332	289	284	256	255	229	194	188	9
9	325	298	280	271	249	241	214	212	10
10	332	301	299	277	266	248	206	196	11
8	331	328	294	278	270	246	236	210	12
1	321	311	310	306	302	295	293	291	13
14	327	326	323	318	315	313	312	308	14
15	330	329	322	320	319	314	309	300	15

Для очередного наиболее загруженного проекта p_{ni+1} определяются все возможные в соответствии с обязательными ограничениями (2) начальные времена включения проекта в начальный календарный график. Определение начального времени включения проекта в начальный календарный график осуществляется прямым многокритериальным ранжированием векторов (9) для возможных начальных времен включения (рисунок 9). Использование выражения (9) прежде всего определяется формой представления проекта в календарном графике мультипроектного планирования, то есть его агрегированным представлением.

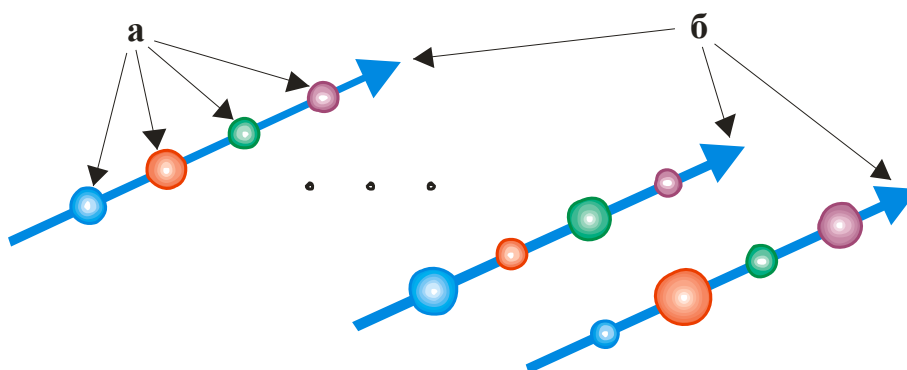


Рисунок 9 – Векторы календарного графика (9) для начальных тактов включения:
а – максимальные тактовые объемы потребляемых ресурсов в календарном графике; б – векторы календарного графика

Алгоритм выбора начального времени TI_{ni+1} включения проекта p_{ni+1} предлагается в следующем виде.

Алгоритм 2

- 5) для наиболее загруженного проекта определение набора возможных начальных времен (начальных тактов планирования при потактовом смещении проекта внутри интервала расписания) для включения проекта в начальный календарный график с учетом ограничений (2);
- 6) для всех времен включения заявок проекта определение максимальных значений каждого ресурса в текущем календарном графике с формированием множества векторов (9);
- 7) прямое многокритериальное ранжирование векторов (9). Индекс j доминирующего вектора определяет начальное время включения проекта к календарный график;
- 8) включение проекта в начальный календарный график в выбранное начальное время – замена значений атрибутов «Время» (рисунок 3) таблиц ПРОЕКТ и ЗАЯВКА для включаемого проекта.

В таблице 7 представлены результаты многокритериального ранжирования векторов равномерности начальных тактов очередного наиболее загруженного проекта № 5, включаемого третьим в текущий календарный график (рисунок 8, б).

Таблица 7

Результаты ранжирования начальных тактов включения проекта

Начальный такт включения	Максимальные значения ресурсов – вектор равномерности такта				Ранг начального такта	Начальный такт включения	Максимальные значения ресурсов – вектор равномерности такта				Ранг начального такта
	R1	R2	R3	R4			R1	R2	R3	R4	
6	59	57	53	59	1	39	65	58	51	60	19
14	61	57	52	59	2	23	61	59	55	60	20
7	57	57	56	60	3	20	60	59	57	60	21
18	56	57	57	60	4	40	70	58	51	60	22
4	59	60	53	59	5	35	64	60	48	60	23
5	59	60	53	59	5	34	64	60	50	60	24
30	60	58	49	60	6	33	64	60	50	60	25
29	60	58	50	60	7	36	65	60	48	60	26
31	60	59	50	60	8	37	65	60	48	60	26
8	60	57	56	60	9	41	74	59	51	60	27
9	60	57	56	60	9	42	74	59	51	60	27
13	61	57	53	60	10	26	64	59	55	60	28
16	61	56	57	60	11	52	64	61	52	60	29
17	61	56	57	60	11	28	65	60	53	60	30
24	61	58	55	60	12	27	65	60	53	60	30
25	61	58	55	60	12	3	62	60	53	61	31
21	60	59	55	60	13	2	62	60	53	61	31
22	60	59	55	60	13	51	66	61	52	60	32
12	61	57	56	60	14	46	78	59	57	60	33

10	61	57	56	60	14	50	72	61	54	60	34
11	61	57	56	60	14	43	74	60	57	60	35
19	60	58	57	60	15	44	74	60	57	60	35
32	61	60	50	60	16	49	72	61	57	60	36
15	61	57	57	60	17	45	78	60	57	60	37
0	58	60	53	61	18	47	78	63	57	60	38
1	58	60	53	61	18	48	78	64	57	60	39
38	65	58	51	60	19						

Таким образом, окончательный вариант алгоритма формирования начального календарного графика мультипроектного планирования имеет следующий вид.

Таблица 8

Алгоритм формирования начального календарного графика

До тех пор пока не все проекты включены в расписание цикличное выполнение следующих действий: 1. расчет оценок загруженности работ (3) проектов, не включенных в календарный график (рисунок 4, а); 2. обратное многокритериальное ранжирование векторов загруженности работ (4) (рисунок 4, б); 3. обратное многокритериальное ранжирование векторов загруженности путей графов (6) всех не включенных в календарный график проектов по рангам работ (5), находящихся на этих путях (рисунок 4, г); 4. прямое многокритериальное ранжирование векторов загруженности проектов (8) по рангам векторов путей графов проектов (7) (рисунок 4, е). Первым будет определен самый загруженный проект среди оставшихся. 5. для наиболее загруженного проекта определение набора возможных начальных времен (начальных тактов планирования при потактовом смещении проекта внутри интервала расписания) для включения проекта в начальный календарный график с учетом ограничений (2); 6. для всех времен включения заявок проекта определение максимальных значений каждого ресурса в текущем календарном графике с формированием множества векторов (9); 7. прямое многокритериальное ранжирование векторов (9). Индекс j доминирующего вектора определяет начальное время включения проекта к календарный график; 8. включение проекта в начальный календарный график в выбранное начальное время – замена значений атрибутов «Время» таблиц ПРОЕКТ и ЗАЯВКА для включаемого проекта.
--

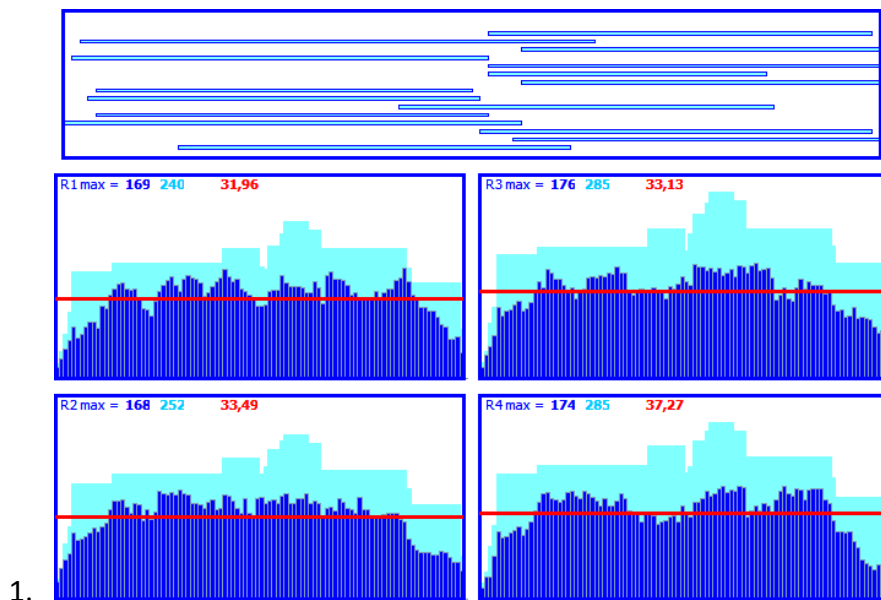
На рисунке 10 представлены визуализированные результаты формирования начального календарного графика мультипроектного планирования как расписания для сетевых структур заявок при принятом интервале расписания и принятых агрегациях проектов.

В верхней части рисунка представлена диаграмма Ганта для 15 проектов (таблица 1) тестового задания при принятом интервале расписания в 100 тактов планирования. В нижней части рисунка 10 показаны диаграммы потребления (синий цвет) и выделения (голубой цвет) каждого из четырех ресурсов на каждом такте планирования. Цифрами в диаграммах ресурсов представлены максимальные значения тактового потребления и выделения ресурса. Третья цифра показывает среднеквадратичное отклонение от среднего значения (показано красной линией). Все результаты и их визуализация получены информационной системой под управлением СУБД, что соответствует первой из используемых концепций.

Ступенчатый характер диаграммы выделяемых ресурсов (рисунок 10) связан с выделением заданных объемов ресурсов только в пределах выполнения каждого проекта. Очевидно, что для задач мультипроектного планирования необходимо выделение

ресурсов на весь мультипроект. Как следствие, появляются две задачи мультипроектного планирования [24], имеющие экономический характер:

- 1) нахождение оптимального интервала расписания (длительности календарного графика) при заданных объемах выделяемых ресурсов;
- 2) нахождение оптимальных объемов выделяемых ресурсов при заданном интервале расписания.



1.

Рисунок 10 – Начальный календарный график в форме диаграммы Ганта и потактовых диаграмм выделяемых (голубой) и потребляемых (синий) ресурсов

3.2 Оптимизация начального календарного графика

Выбор наиболее неравномерного проекта в методе оптимизации начального календарного графика основан на оценках и критериях равномерности (11–15) всех проектов текущего графика. Так как критерии (векторы) равномерности проектов зависят от текущего календарного графика, то необходим расчет оценок равномерности и формирование критериев равномерности проектов в начале каждого шага оптимизации. На каждом шаге оптимизации осуществляется выбор наиболее неравномерного проекта.

Оценки равномерности проекта рассчитываются для каждого такта планирования в пределах критического пути проекта с учетом других проектов календарного графика. На рисунок 11 представлены результаты расчета тактовых оценок равномерности (11) для всех 15 проектов в текущем календарном графике в пределах интервала расписания по одному из четырех ресурсов.

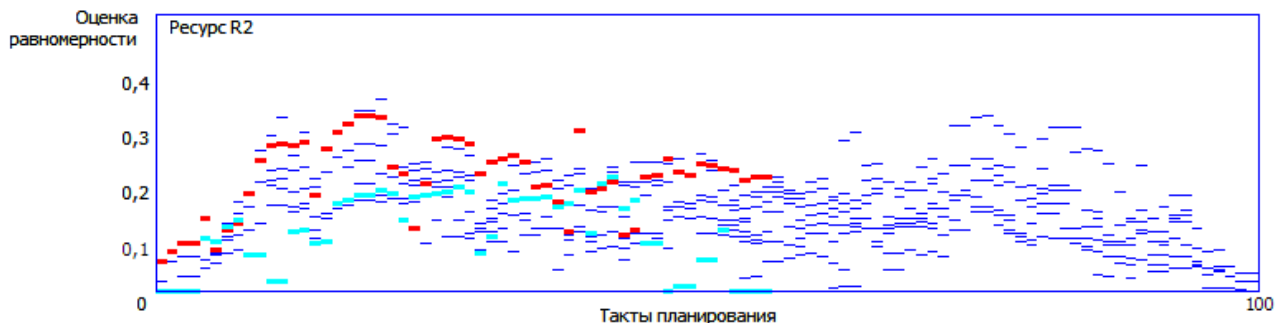


Рисунок 11 – Тактовые оценки равномерности проектов календарного графика по второму ресурсу: красным цветом выделены оценки самого неравномерного проекта; зеленым – самого равномерного

Полученные значения тактовых оценок равномерности формируют критерии (векторы) равномерности по каждому ресурсу, то есть проект будет характеризоваться четырьмя векторами. Для выбора наиболее неравномерного проекта календарного гра-

фика использован метод многовекторного ранжирования [18], в соответствии с которым разработана структура критерия равномерности проекта (рисунок 12).

Алгоритм выбора наиболее неравномерного проекта календарного графика предлагается в следующем виде.

Таблица 9

Алгоритм 3

- Для всех проектов календарного графика (рисунок 13) выполняются следующие действия:
- 1) расчет оценок равномерности проектов (11) по каждому ресурсу (рисунок 12, а);
 - 2) прямое многокритериальное ранжирование векторов равномерности по каждому ресурсу (12) неоптимизированных проектов по каждому ресурсу (рисунок 12, б);
 - 3) прямое многокритериальное ранжирование векторов равномерности проектов по рангам векторов равномерности (14) по каждому ресурсу (рисунок 12, г).

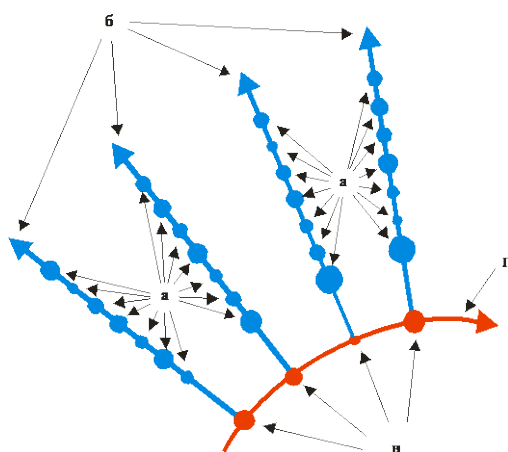


Рисунок 12 – Структура критерия равномерности проекта:

а – оценки равномерности проекта по каждому из четырех ресурсов для каждого такта планирования критического пути; б – критерии (векторы) равномерности проекта по каждому из четырех ресурсов; в – ранги векторов равномерности проекта по каждому из четырех ресурсов; г – критерий (вектор) равномерности проекта

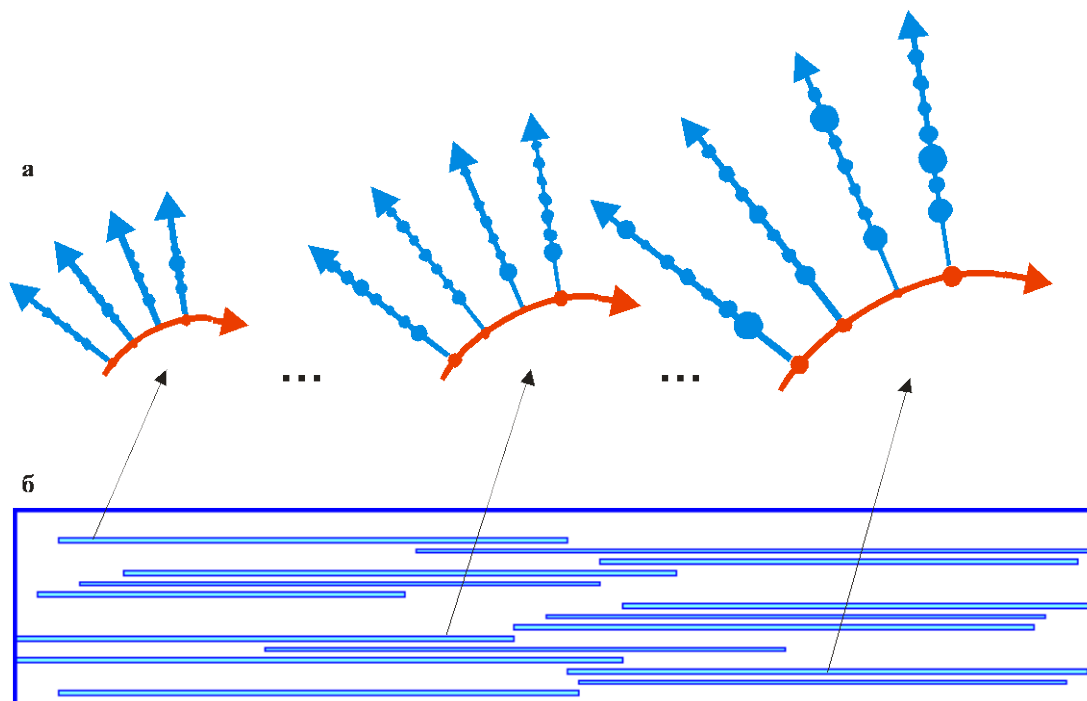


Рисунок 13 – Критерии (векторы) равномерности проектов календарного графика:

а – критерии неравномерности проектов календарного графика;

б – диаграмма Ганта проектов

Результаты первого шага оптимизации начального календарного графика представлены в таблице 10.

Таблица 10

Результаты ранжирования по выбору наиболее неравномерного проекта

№ проекта	Ранги векторов равномерности проектов по ресурсам				Ранги проектов
	R1	R2	R3	R4	
12	1	1	6	1	1
5	2	2	1	2	2
3	4	5	3	11	3
4	3	4	8	6	4
13	5	7	3	7	5
11	6	3	4	12	6
7	9	3	11	13	7
9	8	6	12	3	8
2	11	8	5	10	9
6	12	5	14	4	10
10	10	9	9	9	11
1	14	9	10	5	12
8	15	10	2	8	13
14	7	10	7	15	14
15	13	9	13	14	15

Как показывают данные таблицы 10 наиболее неравномерным проектом начального календарного графика определен проект № 12.

Для очередного наиболее неравномерного проекта p_{ni+1} определяются все возможные в соответствии с обязательными ограничениями (2) начальные времена перестановки проекта в календарном графике. Определение начального времени TI_{ni+1} перестановки проекта p_{ni+1} в календарном графике осуществляется прямым многокритериальным ранжированием векторов (15) для возможных начальных времен включения (рисунок 14).

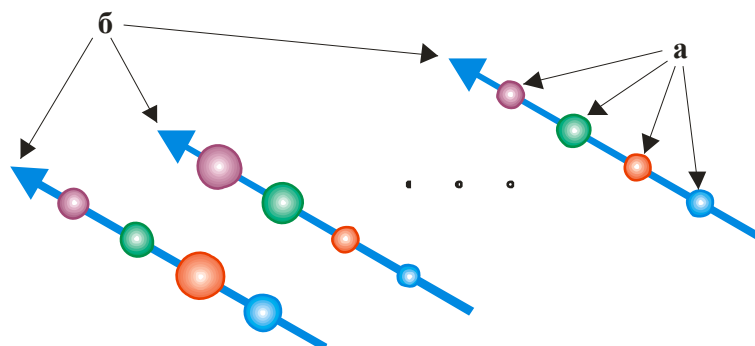


Рисунок 14 – Векторы календарного графика (15) для начальных тактов перестановки проекта: а – среднеквадратичные отклонения потребления ресурсов в календарном графике; б – векторы календарного графика

Алгоритм выбора начального времени TI_{ni+q} перестановки проекта p_{ni+1} предлагается в следующем виде.

Таблица 11

Алгоритм 4

- 4) для наиболее неравномерного проекта определение набора возможных начальных времен (начальных тактов планирования при потактовом смещении проекта внутри интервала расписания) для перестановки проекта в календарном графике с учетом ограничений (2);
- 5) для всех времен перестановки проекта определение среднеквадратичных отклонений потребления ресурсов в календарном графике с формированием множества векторов (15);
- 6) прямое многокритериальное ранжирование векторов (15). Индекс j доминирующего вектора определяет начальное время перестановки проекта в календарном графике;
- 7) перестановка проекта в календарном графике в выбранное начальное время – замена значений атрибутов «Время» (рисунок 3) таблиц ПРОЕКТ и ЗАЯВКА для переставляемого проекта.

Объединение алгоритмов 3 и 4 (таблицы 9, 11) дает алгоритм одного прохода оптимизации календарного графика мультипроектного планирования.

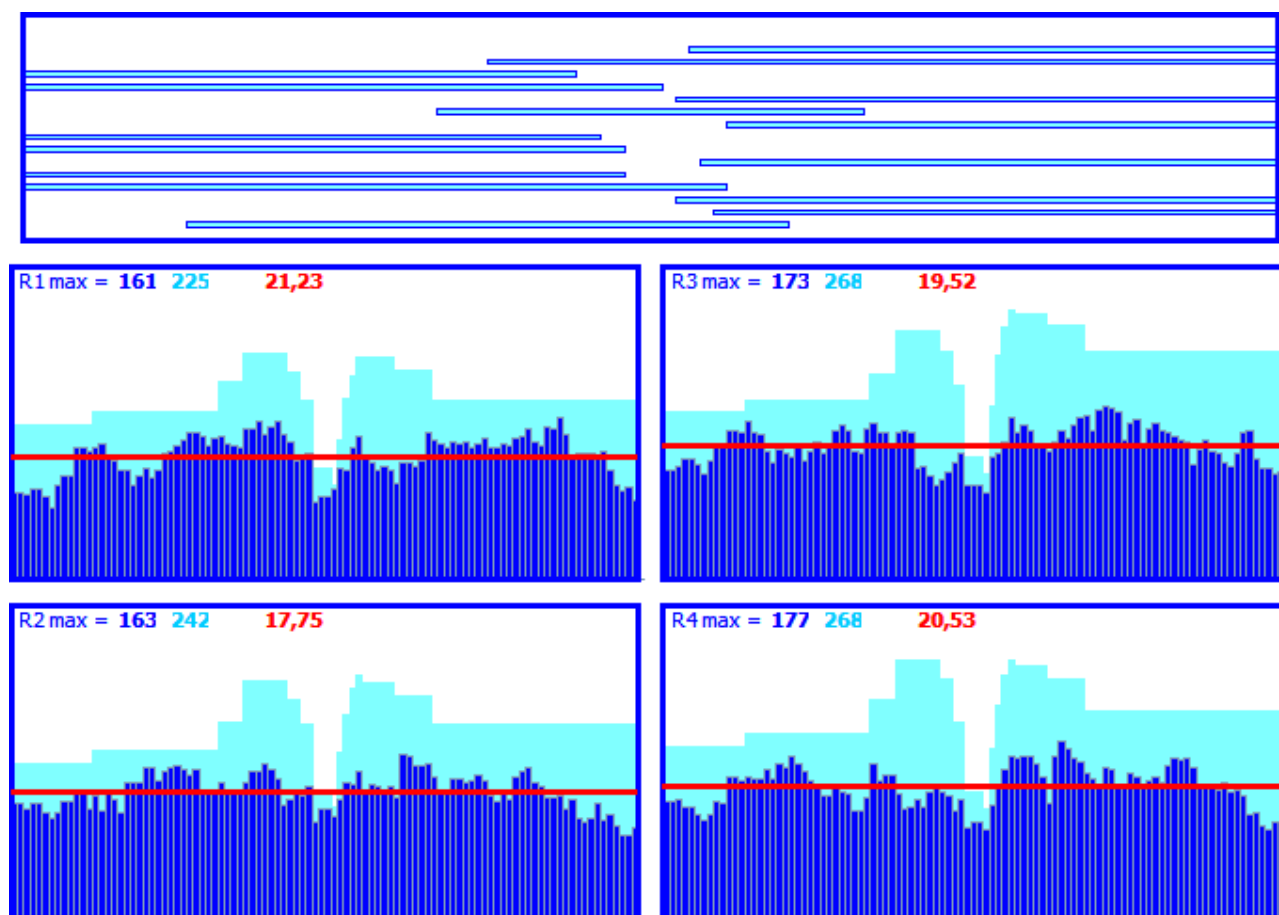


Рисунок 15 – Оптимизированный после трех проходов календарный график в форме диаграммы Ганта и требуемых ресурсов на каждом такте планирования

Анализ начального календарного графика (рисунок 10) и оптимизированного календарного графика (рисунок 15) показывает:

- 1 уменьшение значений среднеквадратичных отклонений в оптимизированном календарном графике;

2 применение неоптимизированных агрегаций проектов не позволило получить еще большее уменьшение значений среднеквадратичных отклонений;

3 использование целевой функции (10) дало побочный эффект – снижение значений максимальных тактовых объемов потребляемых и выделяемых ресурсов;

4 повышение уровня потребления ресурсов у границ интервала расписания и, как следствие, смещение большинства проектов (рисунок 15) к границам интервала расписания;

5 целевую функцию (1), используемую при формировании начального календарного графика, необходимо заменить на (10) с использованием среднего уровня потребляемых ресурсов включенных в начальный календарный график проектов.

Пункты 2 и 5 намечают пути дальнейших исследований.

Заключение

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты:

- осуществлена формализация задач формирования и оптимизации календарного графика для сетевых моделей исходных требований;
- представлены общие подходы и алгоритмы решения задач формирования календарных графиков с использованием методов ранжирования теории принятия решений;
- разработана информационная система формирования календарных графиков для решения с ее помощью различных задач мультипроектного планирования;
- представлены результаты формирования календарных графиков средствами информационной системы;
- намечены пути дальнейших исследований по агрегированию проектов и применению других целевых функций.

Литература

1. Бурков В.Н., Квон О.Ф., Цитович Л.А. Модели и методы мультипроектного управления. М.: Препринт / ИПУ РАН, 1997. 62 с.
2. Kolish R. Serial and parallel resource-constrained project scheduling methods revisited: theory and computation // Eur. J. Oper. Res. 1996. V. 90. № 2. P. 320–333.
3. Баркалов П.С., Буркова И.В., Глаголев А.В. и др. Задачи распределения ресурсов в управлении проектами. М.: ИПУ РАН, 2002. 65 с.
4. Kane H., Tissier A. A resource allocation model for multi-project management // Proc. of MOSIM'12 9^e conference internationale de modelisation, optimisation et simulation Bordeaux, France, 2012. 8 p.
5. Клеванский Н.Н. Основные концепции реализации задач формирования расписаний // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Образовательные ресурсы и технологии, М., 2014. № 2 (5). С. 9–21.
6. Клеванский Н.Н., Михайлова М.М. Подходы к формированию расписаний для иерархий заявок // Доклады Академии Военных наук. 2012. № 5(54). С. 77–82.
7. Клеванский Н.Н., Красников А.А. Задача формирования календарных графиков мультипроектного планирования. Доклады Академии Военных наук. 2013. № 3(58). С. 89–93.
8. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. М.: Физический факультет МГУ, 2011. 222 с.
9. Клеванский Н.Н., Федоров В.В., Кашин С.С. Критерии равномерности в задачах расписаний // Интеллектуальные системы: Труды X межд. симп. М.: РУСАКИ, 2012. С. 394–397.
10. Клеванский Н.Н., Федоров В.В. Методы теории принятия решений в задачах расписаний // Доклады Академии Военных наук. 2011. № 5(49). С. 60–68.
11. Singh A. Resource Constrained Multi-Project Scheduling with Priority Rules & Analytic Hierarchy Process // Proc. of 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2013, Procedia Engineering 69 (2014), pp. 725–734.
12. Кочетов Ю.А., Столяр А.А. Новые жадные эвристики для задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами // Дискретный анализ и исследование операций. Новосибирск, 2005. Сер. 2. Т. 12. № 1. С. 12–36.

13. Прилуцкий М.Х., Власов В.С. Построение оптимальных по быстродействию расписаний в канонических системах «конвейер-сеть» // Информационные технологии. 2011. № 3. С. 26–31.
14. Feo T.A., Resende M.G.C. Greedy randomized adaptive search procedures // Journal of Global Optimization. 1995. Issue 2. P. 109–133.
15. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. 2-е изд., испр. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 256 с.
16. Подиновский В.В. Анализ задач многокритериального выбора методами теории важности критериев при помощи компьютерных систем поддержки принятия решений // Известия РАН. Теория и системы управления. 2008. № 2. С. 64–68.
17. Saaty T. L., Analytical Hierarchy Process, McGraw Hill Company, NY, USA, 1980.
18. Сафронов В. В. Сравнительная оценка методов «жесткого» ранжирования и анализа иерархий в задаче гипервекторного ранжирования систем // Информационные технологии. 2011. № 7. С. 8–13.
19. Сафронов В. В. Гипервекторное ранжирование сложных систем // Информационные технологии. 2003. № 5. С. 23–27.
20. Сафронов В.В. Построение истинных кортежей Парето в задачах гипервекторного ранжирования систем // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4(8). С. 11–18.
21. Сафронов В.В., Ведерников Ю.В. Характеристика метода «жесткого» ранжирования // Информационные технологии. 2007. № 11. С. 17–21.
22. Kolish R., Sprecher A. PSPLIB – A project scheduling library // European Journal of Operational Research. 1996. Vol. 96. P. 205–216.
23. Клеванский Н.Н., Кашин С.С., Кравцов Е.Ф. Ранжирование векторов разной размерности в задачах расписаний // Мехатроника, автоматизация, управление: Материалы VII научно-технической конференции СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2010. С.220–223.
24. Mohring R. H. (). Minimizing costs of resource requirements in project networks subject to a fixed completion time. Operations Research, 1984. № 32. P. 89–120.

Multi-project scheduling problems techniques

Nicolay Nicolaevich Klevansky, professor, Saratov State Agrarian University named by N.I. Vavilov

Andrey Alekseevich Krasnikov, postgraduate, Saratov State Agrarian University named by N.I. Vavilov

In the article basic concepts for multi-project scheduling problem are presented. The realizations are used on set of PSPLib tasks. The basic criteria for choice operations are demanded. Greedy algorithms is presented.

Key words: timetabling, demand, event, multi-project scheduling, greedy algorithm, ranking methods

УДК 519.113.115+681.3

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА

*Игорь Наумович Розенберг, профессор, д-р техн. наук,
заместитель генерального директора,*

E:mail: ig.rozenb2012@yandex.ru,

*НИИ автоматизированных систем на железнодорожном транспорте,
<http://www.vniias.ru>*

В статье излагаются особенности дополнительного образования в сфере транспорта. Показано деление этого обучения на нормативное и креативное. Показана иерархия структуры учебного материала. Раскрыто содержание разных видов тестирования при дополнительном образовании. Показана необходимость учета когнитивных факторов в обучении. Отмечено значение пространственной информации для ситуационного обучения. Показано, что гибкое обучение является наиболее эффективным.

Ключевые слова: образование, железнодорожный транспорт, е, технологии образования.



И.Н. Розенберг

Введение. Основой достижения эффективности в любой отрасли является подготовленность кадров. Эти задачи призвано решать дополнительное профессиональное образование и дополнительная переподготовка специалистов. В сфере РЖД эта проблема решается путем создания и применения образовательного комплекса, использующего методы лекционного и дистанционного обучения [1–3]. По существу речь идет о системе дополнительного профессионального образования учитывающей специфику отрасли и особенности дополнительного обучения.

Принципы дополнительного образования. Накопленный опыт обучения в сфере дополнительного образования показал целесообразность обучения по двум категориям – стереотипному (нормативному) и креативному. Нормативное обучение заключается в информационной накачке и проверке знаний по стереотипным тестам, ответы на которые хорошо известны и определяются нормативами. Креативное обучение заключается в использовании ситуационного моделирования и ситуационного анализа, когда решений может быть множество, но главное в таком обучении формирование способности доказывать наличие решения или его отсутствие.

Построение системы дополнительного образования (СДО) основано на ряде принципов. В первую очередь это когнитивный фактор [4, 5] учитывающий различие между обучением студентов [6] и специалистов [7], направленный на формирование адекватности направления обучения. Еще одним принципом явилось создание обоснованной терминологической базы, как основы информационного образовательного поля [8].

К числу базовых принципов относится обучение с использованием информационных методов и технологий [2, 3, 9]. Технологии профессионального обучения строятся по цепочке

информационные образовательные единицы [10] → информационные образовательные модели [5] → информационные образовательные конструкции информационные образовательные сценарии [11, 12] → нормативное тестирование [13] → креативное обучение → тестирование на логику построения решения [13].

Спецификой обучения является использование пространственной информации для обучения. Она служит для отображения ситуаций и применения динамических визуальных моделей [14].

По мере усложнения транспортных систем, роста уровня их информатизации растет количество трудноформализуемых задач принятия решений. Специалист обращается к информационным (ИС) и геоинформационным ГИС системам, имея зачастую лишь интуитивное представление о ситуации и плане предстоящих действий [15]. Это обуславливается как недостатком исходных данных, так и огромным разнообразием реально складывающихся ситуаций. Полезность пространственной информации, особенно в части визуализации ситуации, высока и тем ценнее, чем больше моделей пространственного ситуационного анализа заложено в ней.

Это дает основание говорить о ситуационном обучении, которое базируется на пространственной информации и ГИС. Ситуационное обучение может быть стереотипным (статическим) и динамическим. Статическое основано на работе с совокупностью сцен. Динамическое основано на работе и создании динамических сценариев. Использование пространственной информации связано с передачей пространственного знания [16–18] в процессе обучения и развития навыков пространственного ситуационного моделирования. Это подразумевает включение в процесс обучения методов геоинформатики и обучение геоинформатике.

При организации информационных ресурсов образовательной системы [19] целесо-

образно применение в процессе обучения образовательного портала и геоинформационных систем [20]. Составной частью системы является образовательный портал. Точкой входа в систему АС ДО является Web-сайт. Применение Web-технологий позволяет обеспечить распределенную архитектуру программного комплекса, централизацию данных и доступ к информации с любых рабочих мест, подключенных к сети. Это расширяет возможности образования.

Функционирование системы СДО поддерживается следующими этапами: создание контента, коммуникация, самотестирование и тестирование, формирование итоговых материалов.

Создание контента. На этом этапе создается набор электронных учебных материалов: учебные материалы, материалы контроля знаний. основой создания контента являются информационные обучающие модели. Информационные модели, применяемые при обучении можно охарактеризовать как человека анализируемые или человека не анализируемые [4, 5]. Эти модели должны отвечать ряду требований: обозримость, воспринимаемость, временная согласованность, ресурсность, ситуационность [21, 22].

Обозримость – свойство информационных обучающих моделей, состоящее в том, что человек в состоянии *обозреть* совокупность параметров и связей, входящих в модель коллекцию и *понять* ее как целое.

Воспринимаемость – свойство информационных обучающих моделей, состоящее в том, что человек в состоянии *воспринять и понять* данную информационную модель как отражение объективной реальности или ее практическое назначение.

Временная согласованность – свойство информационных обучающих моделей, состоящее в том, что человек в состоянии ее *понять и работать* с ней за допустимый в процессе цикла обучения временной интервал.

Ресурсность контента (в аспекте его освоения) – свойство информационных обучающих моделей, состоящее в том, что человек располагает интеллектуальными ресурсами [3] для работы с ним.

Ситуационность – свойство информационных обучающих моделей, состоящее в том, что образовательные сценарии моделируют реальную ситуацию и представляют собой некую информационную ситуацию [22] в образовательном пространстве.

Динамические этапы. *Этап коммуникация.* На этом этапе осуществляется распространение электронного учебного курса. Распространение осуществляется через портал «РЖД».

Этап самотестирование и тестирование. На этом этапе обеспечивается возможность навигации по электронным учебным материалам и возможность проверки собственных знаний (самотестирование) обучающимся. Обратная связь, организуется за счет взаимодействия с моделью обучаемого. На данном этапе выполняется автоматическое тестирование

Этап формирование итоговых материалов. На данном этапе производится заключительная оценка знаний обучаемого, формирование файла, содержащего материалы об успеваемости обучаемого, в течение всего курса.

Основной информационной единицей [12] электронно-обучающих материалов является набор тестов – совокупность графических заданий с вариантами ответа и пояснениями ошибочных действий обучаемого.

В заданиях дается определенная информационная ситуация [9], которая может возникнуть в процессе производственной деятельности работника. Обучающийся должен принять решение, адекватное заданной ситуации в аспекте соответствия нормативным актам и обеспечения безопасности движения.

Моделируются ситуации с отправлением, прохождением поездов на станции, взаимодействие с подчиненными структурами и исполнителями, ведение документации, подача ручных аварийных сигналов.

В случае принятия неправильного решения система выдает обучаемому поясняющий кадр, в котором дается полное разъяснение допущенной ошибки, правильные действия со ссылкой на пункты нормативов и правил и аварийные ситуации, произошедшие при ошибке такого типа. Этим осуществляется наряду с тестированием, автоматизированное обучение специалиста.

Определены основные цели для вовлечения специалистов в различные виды деятельности в обучающей системе. Первая цель – оценивание прогресса обучаемого. Вторая цель – самообучение как средство повышения профессионализма и движения по карьерной лестнице. В инструментарии заложена возможность создания объекта интеллектуальной собственностью каждым обучаемым, в частности возможность нового подхода решения задач.

Нормативное и функциональное обучение. В практике обучения выделяют нормативные и функциональные методы обучения.

Нормативные действия (тесты). Большинство тестов нормативного тестирования используют оппозиционные переменные типа (да/нет) [23]. Вопросы с множественным выбором по существу тоже являются оппозиционными, поскольку в них содержится один правильный (да), а все остальные равнозначно неправильные (нет). Эти тесты создают минимальную нагрузку преподавателю, и большинство из них реализуется в автоматическом (программном) режиме. В этих тестах можно применять алгоритмически метод Краудера [13].

Следующая категория тестирования вопросы с развернутыми ответами созданы для проверки понимания обучаемого и предполагают развитие аналитически поисковых способностей. Ответ может быть разным по форме, но главным является использование тестируемым актуальной современной информации.

Задача локальной проверки знаний выполняется следующим порядком: в каждом сценарии тестируемому ставится конкретный вопрос по нормативному акту и приводится 3–4 альтернативных ответа; тестируемый выбирает один из них и, в зависимости от правильности ответа, программа ставит зачет-незачет. По общим результатам тестирования зачет или незачет определяется также автоматически.

Функциональные действия вовлекают обучаемых в решение сложных задач, разработку или исследование. По существу на этой стадии начинается активное обучение [24] и обучение по гибкой траектории [25].

Обучение строится по циклически адаптивному принципу. Структурно обучение подразделяется на модули, содержащие до 10-ти информационных конструкций-заданий и необходимое количество обучающих информационных конструкций. Первый этап цикла направлен на информирование. Структура обучающего материала формируется согласно следующей иерархической последовательности: информационные ситуации, сценарии, сцены, модели, информационные единицы. Все, что выше уровня моделей можно обозначить термином информационные конструкции. В сценах-заданиях ставятся, как правило, не вопросы, требующие простых ответов, а задается с применением графики определенная ситуация, которая может возникнуть в процессе производственной деятельности работника, и последний должен принять решение, адекватное заданной ситуации в плане соответствия нормативным актам и обеспечения безопасности движения.

Второй этап цикла направлен на информационное взаимодействие. Основная задача формирования обучающих материалов – обеспечение валидности контроля знаний [26]. Это обусловлено тем, что иногда классическая схема тестирования (когда создается массив из вопросов и случайным образом выбирается из них некоторое количество) не является презентабельной по отношению к модели знаний обучаемого. Как правило, поскольку обучаемый, не знающий одну из нескольких тем, имеет шанс не получить ни одного вопроса из указанной темы, либо получить один вопрос, неправильно ответить на него, но в итоге получить положительную оценку.

Если электронный обучающий курс используется как дополнительный материал, этот

недостаток будет устранен преподавателем, поскольку при собеседовании (информационном взаимодействии) незнание обучаемым ряда тем обязательно будет выявлено. При организации дистанционного обучения это является существенным недостатком, поскольку преподаватель только курирует курс и не общается с обучаемыми.

Третий этап цикла направлен на самопроверку и тестирование. Для самопроверки (самотестирования) создается специальный тест с ответами и разъяснениями. Тестирование в большей степени направленно на оценку обучаемого. При тестировании в рамках нормативного обучения тест содержит до 6-ти альтернативных решений. В случае принятия обучаемым правильного решения происходит переход к следующему заданию, а в случае принятия неправильного решения происходит переход в разъясняющий (обучающий) сценарий, в котором разъясняются допущенные ошибки и приводится правильное решение (т.е. происходит процесс автоматизированного обучения без участия преподавателя).

Четвертый этап цикла обучения включает активное обучение на основе деловых игр. В отличие от предыдущих статических сцен, в активном обучении отрабатываются не отдельные фрагменты деятельности специалиста, а проигрывается целая рабочая ситуация. В учебной деловой игре отрабатывается цепь производственных действий, начиная с возникновения проблемы до обнаружения или формирования решения проблемы. По существу сценарий создает обучаемый. Ситуация проигрывается во всех деталях, чем достигается как задача тестирования обучаемых, так и их обучение в плане отработки практических навыков в работе. При анализе пространственной ситуации применяется визуальная модель, построенная с помощью ГИС.

При разработке активного обучения и активного теста преподаватель создает не единый монолит вопросов различных типов (идентификация, выбор, кроссвыбор и т.д.), а несколько групп вопросов, каждая из которых относится к определенной тематике. Если обучаемый неправильно ответил на вопрос, то появляется возможность определить, знает он тему в целом или его пробел в знаниях относится только к одному сегменту тематики, путем формирования дополнительных вопросов по той же тематике. Кроме того, формирование вопросов осуществляется не случайным образом по всему множеству вопросов теста, а из каждого множества, относящегося к определенной тематике. Это позволяет устранить недостаток того, что одна или несколько тем могли быть не охвачены тестом. Таким образом, механизм обучения является нелинейным с обратной связью и множественность выборов ответов и траекторий обучения.

Предлагаемый механизм является совместимым с классическим линейным тестом для которого каждый вопрос является представителем отдельного концепта. Необходимо отметить, что иерархическая модель контроля знаний (каждый вопрос имеет подмножество дополнительных вопросов, и если обучаемый ответил неправильно на поставленный вопрос, то дополнительные вопросы задаются из соответствующего подмножества) требует значительно больших затрат по времени для создания полноценного теста.

Накопленный опыт применения дает основание рекомендовать примененные принципы для организации обучения специалистов.

Заключение. Применение обучения для дополнительного профессионального образования по циклической схеме с включением гибкой траектории позволяет не просто тренировать обучаемого и контролировать его знания, но и по результатам деятельности обучаемого определять, какие знания недостаточны или ошибочны. Гибкость обучения дает возможность возвращать обучаемого на соответствующий раздел теории или практики и давать дополнительные разъяснения. Дополнительное профессиональное образование адаптирует процесс обучения под особенности каждого конкретного обучаемого специалиста с учетом его знаний и опыта. Траектория обучения формируется адаптивно в соответствии с накопленным уровнем знаний. Обучение широко применяет пространственную информацию и виртуальные образовательные модели. В целом такой подход является частью глобальной технологии управления знаниями и дает основание говорить о перспективности такой формы обучения.

Литература

1. Розенберг И.Н. Построение автоматизированной системы дистанционного обучения для специалистов // Дистанционное и виртуальное обучение. 2013. № 2. С. 4–8.
2. Розенберг И.Н. Особенности информационного обучения специалистов // Управление образованием: теория и практика. 2013. № 3. С. 167–172.
3. Зайцева О.В. Информатизация образования и интеллектуальный капитал // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 12. С. 105–109.
4. Цветков В. Я. Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Интеграция образования. 2014. № 3 (76). С. 71–76. DOI: 10.15507/Inted.076.018.201403.071
5. Цветков В.Я. Когнитивные образовательные модели // Управление образованием, теория и практика. 2014. № 1. С. 32–42.
6. Ожерельева Т.А. Особенности тестирования студентов в области наук о Земле // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 5. С. 109–110.
7. Ожерельева Т.А. Особенности тестирования специалистов в области наук о Земле // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 7. С. 135–136.
8. Розенберг И.Н., Цветков В.Я., Вознесенская М.Е. Построение терминологических систем в геоинформатике // Славянский форум. 2012. № 2 (2). С. 46–51.
9. Ожерельева Т.А. Применение информационных технологий для управления образовательными процессами // Управление образованием: теория и практика. 2013. № 4. С. 133–137.
10. Кудж С.А., Цветков В.Я. Информационные образовательные единицы // Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. № 1. С. 24–31.
11. Кужелев П. Д. Сценарии обучения с использованием мультимедиа // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 17–22.
12. Вознесенская М.Е. Моделирование образовательных проектов // Славянский форум. 2012. № 1(1). С. 122–127.
13. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Модели многоуровневого тестирования // Информатизация образования и науки. 2013. № 3. С. 95–101.
14. Цветков В.Я., Вознесенская М.Е. Технология обучения с использованием динамических визуальных моделей // Дистанционное и виртуальное обучение. 2010. № 2. С. 23–33.
15. Розенберг И.Н., Старостина Т.А. Решение задач размещения с нечеткими данными с использованием геоинформационных систем. М.: Научный мир, 2006. 208 с.
16. Цветков В.Я. Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.
17. Benjamin Kuipers. Modeling Spatial Knowledge (1978) // Cognitive Science. № 2. Р. 129–153.
18. Кулагин В. П., Цветков В. Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. 2013. № 12. С. 2–9.
19. Дулин С.К., Репьев А.В., Розенберг И.Н. Организация информационных ресурсов адаптивной обучающей системы // Системы и средства информатики РАН. М.: Наука, 2006. Вып. 16. С. 321–338.
20. Розенберг И.Н., Святов Д.С., Гитис С.А. Геоинформационная система Objectland // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2000. Т. 16. № 2. С. 361–362.
21. Поспелов Д.А. Принципы ситуационного управления // Изв. АН СССР. Техническая Кибернетика. 1971. № 2. С. 10–12.
22. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Информационная ситуация // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 12. С. 126–127.
23. Цветков В.Я. Использование оппозиционных переменных для анализа качества образовательных услуг // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 1. С. 62–64.
24. Цветков В.Я. Технологии активного обучения // Дистанционное и виртуальное обучение. 2015. № 3. С. 14–23.
25. Розенберг И.Н. Обучение по гибкой траектории // Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. 2015. № 1. С. 64–71.
26. Казаринов А.С., Култышева А.Ю., Мирошниченко А.А. Технология адаптивной валидности тестовых заданий: учеб. пособие. Глазов: ГГПИ, 1999. 62 с.

Situational management of transport

Igor Naumovich Rozenberg, Professor, Doctor of Technical Sciences, Deputy general director of the Research Institute of automated systems in railway transport

The article outlines the features of additional education in the field of transport. It is shown that the division of learning normative and creative. It shows the hierarchy of the structure of educational material. The content of different types of testing with additional education. The necessity of taking into account cognitive factors in learning. Noting the importance of spatial information for situational training. It is shown that flexible training is the most effective.

Keywords: rail transport, management, technology management, contingency management

УДК 519.876.5

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ

Мария Владимировна Белоглазова, студентка,

E-mail: Maria.wb@rambler.ru,

Владислав Алексеевич Акулов, д-р техн. наук, профессор,

E-mail: vladislav.a.akulov@gmail.com,

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального

образования «Самарский государственный технический университет»,
<http://samgtu.ru>

Представлены результаты исследований скрытых закономерностей кровообращения человека в условиях искусственной и естественной силы тяжести. Разработана информационно-измерительная система, состоящая из модели вида «человек-центрифуга» и дистанционно управляемой системы измерения. Впервые в СНГ выполнено моделирование гравитации Луны и Марса с оценкой состояний человека в условиях пониженной гравитации.

Ключевые слова: медицинская центрифуга, гравитационная терапия, система измерений, радиоуправление, лодыжечно-плечевой индекс.

1 ПРОБЛЕМАТИКА

К числу новых и высокоэффективных технологий восстановительной медицины относится гравитационная терапия (ГТ). Под ГТ понимаются физиотерапевтические процедуры, заключающиеся в воздействии на организм человека управляемым центробежным ускорением, создаваемым короткорadiусной центрифугой (ЦКР) в направлении «голова-ноги». Такое воздействие приводит к усилению и/или восстановлению кровообращения в конечностях, утраченного в связи с заболеваниями, травмами и длительным пребыванием в состоянии гипокинезии и гиподинамии (постельный режим) [1]. ГТ показала высокую эффективность при лечении ряда тяжелых заболеваний (ишемии). Накоплен значительный экспериментальный и теоретический материал. В то же время, остается нерешенным ряд задач, которые относятся, прежде всего, к сравнению параметров регионального периферического кровообращения в условиях земной и искусственной силы тяжести. Речь идет об установлении скрытых закономерностей кровообращения при вариации величины и направления воздействия гравитационной нагрузки в широких пределах и их применении для повышения эффективности ГТ за счет индивидуализации процедур.



М.В. Белоглазова

Одной из проблем ГТ является информационное обеспечение. Необходимы портативные, недорогие и удобные в эксплуатации измерительные приборы, приспособленные к длительному (многочасовому) применению в неоднородной гравитационной среде, существенно отличающейся от земной. К сожалению, как отечественная, так и зарубежная аппаратура, отвечающая в полной мере предъявляемым требованиям, практически отсутствует, а имеющиеся образцы недоступны для учреждений восстановительной медицины. В свою очередь, отсутствие аппаратуры исключает саму возможность получения информации, имеющей принципиальное значение, о реакции организма на гравитационную нагрузку, отличающуюся от земной как по направлению, так и интенсивности воздействия. Это существенно ограничивает масштабы исследований и номенклатуру решаемых задач. Прежде всего, состояние человека во вращающейся среде приходится оценивать косвенно, по результатам измерений до и после вращения. Такой подход является малоинформативным, так как показатели системы кровообращения быстро, в течение нескольких минут после окончания сеанса, возвращаются к исходным значениям.



В.А. Акулов

Исследования, выполненные в Самарском государственном медицинском университете, показали, что для оценки состояния и выявления закономерностей периферического кровообращения в условиях искусственной силы тяжести необходимы измерения перепада артериального давления (АД) по двухточечной схеме «сердце – лодыжка». В результате сравнительного анализа различных схем двухточечного измерения АД выбран вариант, характеризующийся следующими показателями:

- Измерители АД: два автоматических портативных тонометра со встроенной памятью увеличенного объема (до шестидесяти последовательных измерений) и астрономическими часами, фиксирующими моменты регистрации АД и выполняющими функции синхронизаторов показаний.
- Одновременный запуск тонометров по команде врача, передаваемой по радиоканалу. Канал обеспечивает высокую помехозащищенность и отвечает требованиям, предъявляемым к гражданским средствам связи (уровень мощности сигнала, частотный диапазон и т. п.).
- Аппаратура не требует программирования. Строгие ограничения на количество и время включения аппаратуры отсутствуют.
- Единый «бортовой» источник питания повышенной емкости, обеспечивающий многочасовую эксплуатацию всего комплекса аппаратных средств: тонометры, радиоприемник, согласующие устройства.
- Быстросъемный контейнер для размещения бортовой аппаратуры, обеспечивающий высокую технологичность подготовки/демонтажа, защиту от перегрузок и удобство снятия показаний после остановки ЦКР.

Следует отметить, что приоритет применения ЦКР принадлежит космической медицине (КМ), которая накопила значительный теоретический и экспериментальный материал о состоянии человека в среде искусственной гравитации [2], [3]. Вместе с тем, остается нерешенным ряд задач, связанных, прежде всего, с перспективными направлениями космонавтики, в числе которых длительные экспедиции на Луну и Марс. АД на ЦКР оценивается косвенными методами, а двухточечная схема доступа не применялась. Проблематичным является оценка состояния человека при многосуточном пребывании в условиях пониженной гравитации Луны и Марса (до 20–30 суток). Для решения указанных задач двухточечная схема доступа к артериям предоставляет широкие возможности, причем не только в наземных, но и в космических условиях, например на МКС.

2 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Выявление скрытых закономерностей системы кровообращения человека в условиях искусственной (ЦКР) и естественной силы тяжести; разработка, отладка и апробация модернизированной информационно – аналитической системы, ориентированной на решение проблем восстановительной (ГТ) и космической медицины.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований: периферическая система кровообращения человека (СК) в условиях естественной и искусственной силы тяжести (ЕСТ, ИСТ).

Предмет исследований: закономерности отклика параметров системы кровообращения на величину и направление действия центробежного ускорения.

Методы исследования: компьютерное моделирование систем «человек-ЦКР» (планирование экспериментов) в сочетании с экспериментами на ЦКР.

В качестве основного параметра, характеризующего динамику периферического кровообращения, выбран лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), который представляет собой отношение вида:

$$ЛПИ = \frac{Sist\ HK}{Sist\ BK} \quad (1)$$

Здесь *Sist HK* – систолическое артериальное давление, измеренное в нижней трети голени, *Sist BK* – системное АД, измеренное на плече.

Знание ЛПИ необходимо для оценки степени ишемического поражения артерий конечностей, повышения эффективности профилактики заболеваний, лечения и выполнения научных исследований. К числу задач, находящихся в стадии решения, относится сравнительная оценка отклика СК на вариацию интенсивности и направления действия гравитационной нагрузки. Речь идет об оценке адекватности искусственной и естественной сил тяжести, выявлении имеющихся отличий, установлении общих закономерностей. Как следует из (1), для определения значения ЛПИ необходимо синхронное измерение АД в двух точках доступа, причем как в условиях ЕСТ, так и ИСТ. С целью сравнительной оценки параметров СК на центрифуге и в условиях Земли (медицинская статистика) регистрировалось также диастолическое давление (*Diast HK*, *Diast BK*) и пульс (ЧСС).

3.1 Методологические основы исследований

Как показали предварительные проработки, для достижения поставленных целей необходима проблемно-ориентированная методология. Ее построение осуществили специалисты СамГМУ, СГАУ и СамГТУ. Методология предусматривает поэтапную схему реализации.

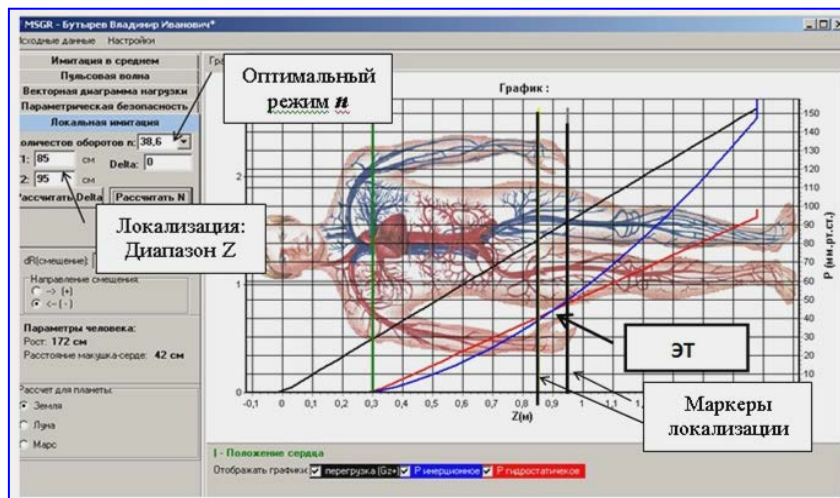
Этап 1: Планирование экспериментов и обеспечение параметрической безопасности (предотвращение чрезмерной нагрузки на организм). В качестве технического средства врача была применена специализированная информационно-аналитическая система (ИАС) (рисунок 1). В ИАС реализованы модели системы «человек-ЦКР», разработанные одним из авторов [4]–[6]. Так как гравитационная нагрузка зависит от роста пациента, а также напряженности гравитационного поля планет (Земля, Луна, Марс), частоты вращения определялись в индивидуальном порядке (см. область в левом нижнем углу рисунка 1).

Этап 2. Измерение исходных показателей периферического кровообращения перед сеансом вращения в позах «ортостаз» и «клиностастика» (*SistHK*, *SistBK*, ЛПИ, *Diast HK*, *Diast BK*, ЧСС).

Этап 3. Измерение показателей периферического кровообращения (*SistHK*, *SistBK*, ЛПИ, ЧСС) в сеансах ГТ при пяти уровнях гравитационной нагрузки: номинальный режим (минимум отличий по интенсивности воздействия от ЕСТ (Земля)),

умеренная гипогравитация (– 20 % от режима номинала), умеренная гипергравитация (+ 20 % от режима номинала), гравитация Марса, гравитация Луны.

Этап 4. Контрольный тест в позе «клиностастика» после завершения сеанса ГТ (частичное повторение этапа 2).



Назначение ИАС

- выработка управляющей информации (индивидуальные режимы вращения), исходя из задач космической и восстановительной медицины;
- планирование экспериментов;
- параметрическая безопасность.

Рисунок 1 – Главный экран ИАС

Этап 5. Постобработка результатов исследований с применением методов сжатия, построение таблиц, графиков в абсолютных и относительных единицах.

3.2 Краткие сведения о системе измерений

Для выполнения синхронных измерений АД в двух точках доступа в сеансах вращения разработана и применена система, управляемая по радиоканалу. Структурная схема системы приведена на рисунке 2.

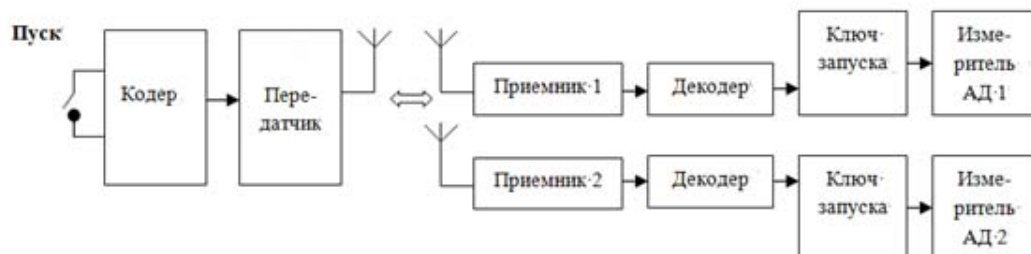


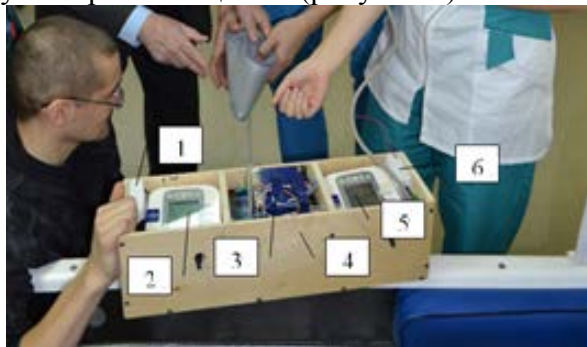
Рисунок 2 – Структурная схема системы измерений ЛПИ в сеансах гравитационной терапии

Запуск тонометров (измерители 1, 2) производится нажатием кнопки «Пуск», расположенной на столе врача ГТ. Для передачи управляющей команды применена приемопередающая система мощностью 10 мВт, работающая в частотном диапазоне 315 – 433 МГц $\pm 0,2$ % в режиме амплитудной телеграфии. Для увеличения помехоустойчивости и предотвращения ложного срабатывания используется помехоустойчивое кодирование. Событию нажатия кнопки «Пуск» соответствует цифровая посылка в форме последовательности нулей и единиц, формируемая кодирующим устройством. В качестве кодера используется микросхема DD1 CIR226BM, позволяющая формировать до 256 кодовых последовательностей.

Прием излучаемого сигнала и его детектирование осуществляется сверхрегенеративными транзисторными приемниками. Согласование уровней сигналов с цифровым входом декодера осуществляется цепочкой усилителей-формирователей. Усиленный сигнал передается на вход микросхемы-декодера, в которой происходит проверка принятой последовательности. В случае совпадения кодов формируется ступенчатый импульс для активации ключа. Коммутирующее устройство собрано по схеме транзисторного ключа КТ 315 и реле РЭС 55, которое замыкает контакты, активирующие запуск тонометров. Для синхронного включения двух измерителей АД (рисунок 2) использу-

ются идентичные схемы приемников с декодерами, настроенными на одинаковую последовательность радиоимпульсов. К числу достоинств такой системы относятся открытость (максимальное число каналов 256), не требуется программирование, что в данной предметной области является важным показателем.

В процессе создания системы возникла задача по размещению всего приборного комплекса на ЦКР. В результате сравнительного анализа возможных компоновочных схем был выбран вариант быстросъемного контейнера, выполненного в деревянном корпусе с тремя секциями (рисунок 3).



Обозначения:

- 1 – согласующее устройство;
- 2 – тонометр АД 2 (нижняя конечность);
- 3 – источники питания повышенной емкости;
- 4 – трехсекционный корпус контейнера;
- 5 – тонометр АД 1 (верхняя конечность);
- 6 – радиоприемник с антенной

Рисунок 3 – Общий вид быстросъемного приборного контейнера

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Динамика систолического давления

В исследованиях приняли участие семь здоровых молодых людей обоих полов ростом 158–195 см в возрасте 21–27 лет. Получен значительный объем новых знаний по всем измеряемым параметрам (раздел 3, этапы 2–4). На рисунке 4 в качестве типового примера показана зависимость Sist НК от нормированной частоты вращения ротора ЦКР ($N/N_{ном}$). За единицу принята частота, соответствующая режиму моделирования гравитации Земли в позе «ортостаз».

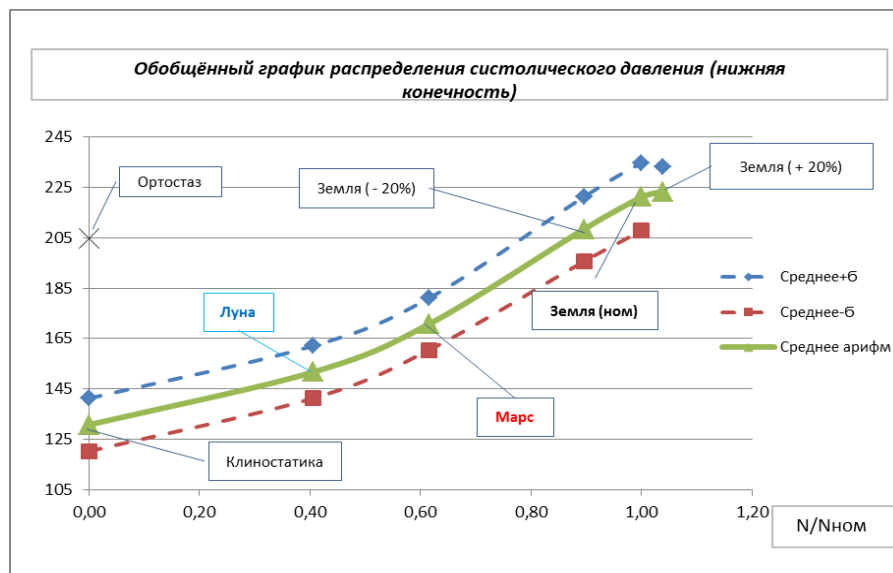


Рисунок 4 – Обобщенный график зависимости систолического давления (нижняя конечность, лодыжка) от нормированной частоты вращения ротора ЦКР ($N/N_{ном}$)

Как следует из рисунка 4, переход из позы «ортостаз», когда действует земная гравитация в направлении «голова-ноги», к позе «клиностастика» (режим $N/N_{ном}=0$), сопровождается существенным, порядка 40 %, падением систолического давления в ногах. Такое снижение является одним из факторов патологических процессов, сопровождающих длительное пребывание человека в постельном режиме или в невесомости.

Представляют особый интерес результаты, полученные при имитации условий Луны и Марса. Как известно, напряженность гравитационного поля Луны составляет примерно 1/6 от земной, а Марса – 1/4. При таких уровнях гравитационной нагрузки SistHK существенно ниже нормы, составляющей порядка 205 мм рт. ст. (ортостаз). При этом приращение давления за счет гравитации Луны составляет порядка 25 мм рт. ст. от уровня «клиностати́ка». Аналогичные зависимости установлены для условий Марса. Совершенно очевидно, что полученные результаты следует учитывать в пилотируемой космонавтике.

4.2 Динамика лодыжечно-плечевого индекса

Обобщенные результаты исследований зависимости ЛПИ от интенсивности и направления действия гравитационного воздействия со стороны ЕСТ и ИСТ представлены на рисунке 5. По горизонтали отложена нормированная частота вращения ротора ЦКР, а по вертикали – значение безразмерного ЛПИ. За единицу приняты значения ЛПИ, зарегистрированное в позе «ортостаз» (норма).

Как следует из представленных данных, основные закономерности отклика ЛПИ на вариацию гравитационной нагрузки состоят в следующем:

1 Снижение ЛПИ при переходе от ортостаза к клиностатике зарегистрировано у всех без исключения испытуемых. Величина снижения индивидуальна и составляет в среднем 40 %, что весьма существенно с точки зрения обмена веществ. Количественное совпадение данных, представленных на рисунках 4 и 5, объясняется действием системы регуляции человека по стабилизации АД на уровне сердца. Поэтому основным фактором, определяющим значение ЛПИ, является SistHK.

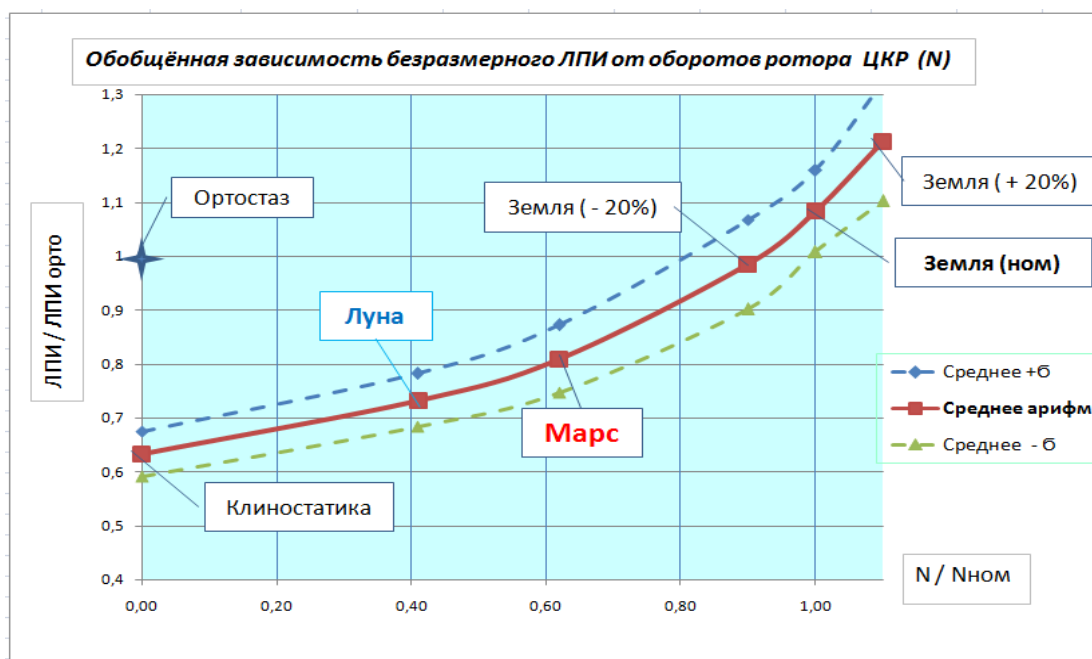


Рисунок 5 – Обобщенная зависимость безразмерного ЛПИ от нормированных оборотов ротора ЦКР ($N/N_{ном}$)

2 Переход от режима «клиностати́ка» к режиму «Луна» сопровождается относительно небольшим приращением ЛПИ. При этом значение ЛПИ составляет примерно 0,75 от нормы.

3 При переходе от режима «Луна» к режиму «Марс» наблюдается увеличение ЛПИ, что объясняется увеличением гравитационной нагрузки. Однако, как и в предыдущем случае, значение ЛПИ существенно, на 20 %, ниже нормы. Указанные закономерности следует учитывать при подготовке и реализации перспективных космических программ.

4 В сеансах вращения зарегистрирован рост ЛПИ при переходе от режима гипогравитации (–20 % от номинального режима) к режиму номинала и от номинального режима к режиму умеренной гипергравитации (+20 %), что также обусловлено увеличением гравитационной нагрузки.

5 При имитации гравитации Земли ($N / N_{\text{ном}}=1$) ЛПИ превышает по величине норму примерно на 10 %. Это расхождение объясняется отличиями в закономерностях распределения АД по длине сосудов. В условиях ЕСТ оно линейное, а в условиях ЦКР – параболическое. Случаю их совпадения соответствует режим умеренной гипогравитации.

Что касается контрольных тестов, выполненных непосредственно после сеансов ГТ, то у всех пациентов ЛПИ возвратился к значениям, близким к исходным и соответствующим позе «клиноостатика».

5 НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТОВ

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты:

1 Впервые в условиях сеансов вращения человека на центрифуге одновременно измерено артериальное давление в двух точках доступа, что необходимо для количественной оценки параметров периферического кровообращения.

2 Впервые в практике ГТ применено планирование экспериментов с привлечением компьютерной модели системы «человек-ЦКР».

3 Получены новые знания, характеризующие отклик системы кровообращения на вариацию гравитационной нагрузки, требующие более глубокого междисциплинарного изучения и расширения объемов экспериментов с применением предлагаемой системы измерения.

4 Впервые в СНГ выполнено моделирование гравитации Луны и Марса с оценкой состояний человека в условиях пониженной гравитации.

ВЫВОДЫ

1 Разработана и успешно апробирована система измерений, предназначенная для сравнительных исследований параметров периферического кровообращения человека, находящегося в условиях земной гравитации и искусственной силы тяжести различной интенсивности, создаваемой короткорADIUSНОЙ центрифугой. Система управляется дистанционно врачом по радиоканалам и не требует программирования.

2 Выполнены исследования скрытых механизмов кровообращения с привлечением методов компьютерного моделирования систем «человек-короткорADIUSНАЯ центрифуга» в сочетании с натурными экспериментами. В качестве основного показателя системы кровообращения выбран лодыжечно-плечевой индекс.

3 Впервые в СНГ на ЦКР выполнено моделирование гравитации Луны и Марса и получены новые знания о закономерностях системы кровообращения человека в условиях пониженной гравитации. Установлено, что ЛПИ в условиях Луны составляет около 0,75 от нормы, а Марса – 0,8. Столь значительные отличия от нормы требуют многосторонних исследований, а полученные данные следует учитывать при подготовке и реализации перспективных программ пилотируемой космонавтики.

4 Целесообразна разработка портативного медицинского прибора, осуществляющего измерение ЛПИ. Имеется перспектива его внедрения в учреждениях восстановительной и космической медицины, станциях скорой помощи, медицине малых городов и сельской местности.

Литература

1. Галкин Р.А., Макаров И.В. Гравитационная терапия в лечении больных облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей. Самара, 2006. 198 с.

2. Котельников Г.П. Повышенная гравитационная нагрузка в системе реабилитационных мероприятий у травматолого-ортопедических больных // VI съезд травматологов-ортопедов России: Тезисы докладов. Н. Новгород, 1997. С. 820.
3. Котовская А.Р., Шипов А.А., Виль-Вильямс И.Ф. Медико-биологические аспекты проблем создания искусственной силы тяжести. М.: Слово, 1996. 203 с.
4. Акулов В.А. Теоретико-множественный анализ сценариев управления перспективными центрифугами космического назначения. Тр. научно-практической конф. «Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий». Инфо 2007. Сочи. 1–10 октября 2007. С. 63–68.
5. Акулов В.А. Мехатронные системы генерации искусственной силы тяжести наземного и космического применения / под ред. Г.П. Аншакова. М.: Машиностроение, 2011. 161 с.
6. Акулов В.А. Анализ и синтез систем медицинского назначения с управляемой искусственной силой тяжести: дисс. ... докт. наук. Самара, 2013. 252 с.

Information – measuring system for gravitational therapy

Maria Vladimirovna Beloglazova, four-year student, Samara State Aerospace University (national research university)

Vladislav Alekseevich Akulov, professor, dr.sci.tech., Samara State Technical University,

The article describes research results of latent mechanism of human blood circulation in artificial and natural gravity conditions. It gives a detailed analysis of development of informational and analytical system consisting of model of the form «human-centrifuge» and remotely controlled measurement system. For the first time in CIS it was modeled the gravity of Mars and the Moon with evaluation of human conditions in low gravity.

Keywords: Medical centrifuge, gravitational therapy, measuring system, radiocontrol, ankle-brachial index.

УДК 004.056.5:002

ПРОЦЕДУРА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА РИСКОВ ОСТАВЕ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТАМИ СЕРИИ ИСО/МЭК 27000-27005

*Елена Константиновна Баранова, доцент кафедры
информационной безопасности,
НИУ ВШЭ,*

*E-mail: ekbaranova@hse.ru,
<http://www.hse.ru>,*

*Александр Степанович Забродоцкий,
E-mail: azabro@yandex.ru*

Рассматривается процедура анализа рисков информационной безопасности на основе методологии OCTAVE и требования международных стандартов серии ИСО/МЭК 27000-27005, предъявляемые к процессу оценки рисков, а также вопросы соответствия предложенной процедуры требованиям вышеуказанных стандартов.

Ключевые слова: информационная безопасность, менеджмент информационной безопасности, анализ риска, оценка риска, методология OCTAVE.

Анализу информационных рисков в нашей стране традиционно не уделяли должного внимания до принятия Доктрины информационной безопасности в 2000 г., однако, в последние годы эта тема активно изучается и внедряется в практику специалистами в области информационной безопасности (ИБ). При этом особое внимание уделяется

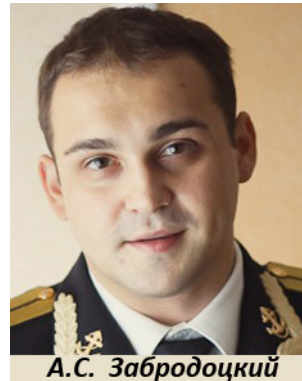
практическому применению существующих методологий анализа рисков и их совершенствованию.



Е.К. Баранова

Также в последние годы ведется работа по разработке и внедрению в систему ИБ организаций международных стандартов серии 27000, определяющих требования к системе менеджмента информационной безопасности (СМИБ).

Большой популярностью в последнее время пользуется методология анализа рисков информационной безопасности OCTAVE, разработанная институтом Software Engineering Institute (SEI) при университете Карнеги Меллона (Carnegie Mellon University).



А.С. Забродецкий

Метод OCTAVE – это метод оперативной оценки критических угроз, активов и уязвимостей. Методика предполагает создание группы анализа рисков ИБ. Группа анализа включает сотрудников бизнес-подразделений, эксплуатирующих систему, и сотрудников информационного отдела.

При этом данная методика не лишена некоторых недостатков. Так методология не предусматривает интеграции анализа риска в СМИБ организации, имеются проблемы с организацией мониторинга рисков и проведением повторных оценок рисков, не предполагает механизмов управления остаточными рисками, не позволяет исключить риски.

Для анализа рисков в методике OCTAVE предлагается подход из восьми шагов, объединенных в четыре фазы (рисунок 1).

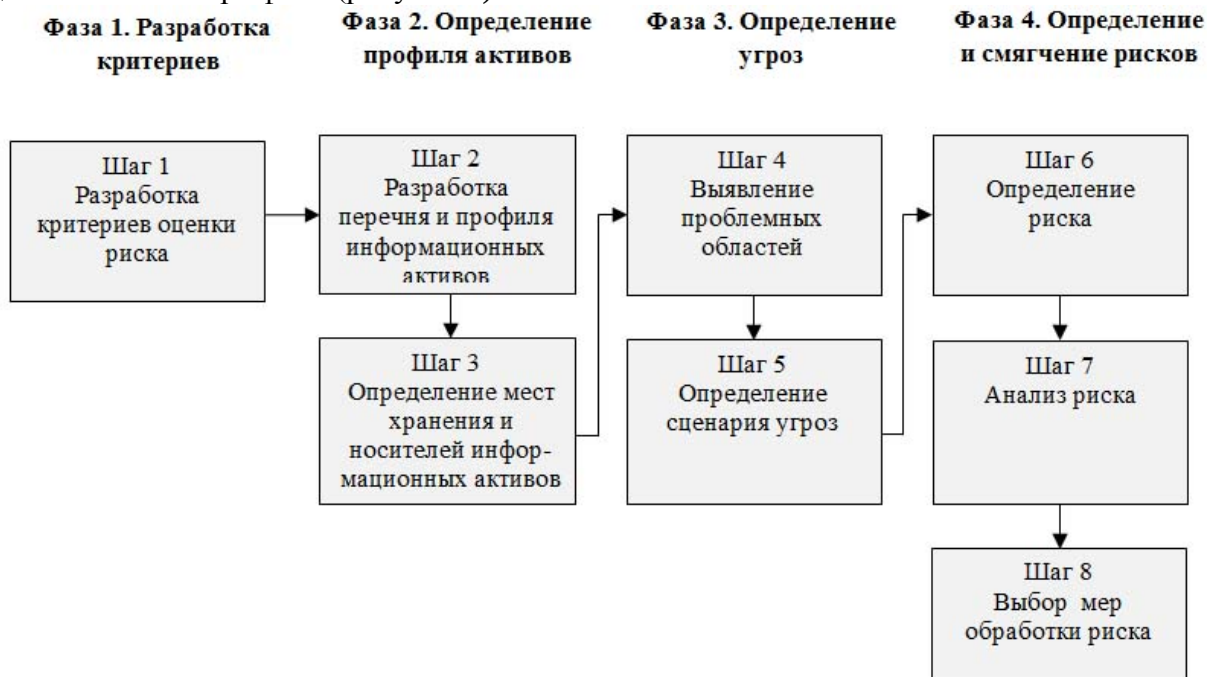


Рисунок 1 – Этапы анализа рисков по методике OCTAVE

Рабочие листы и опросные анкеты, применяемые в процессе анализа рисков, содержатся в англоязычном описании методики «Introducing OCTAVE Allegro: Improving the Information Risk Assessment Process», представленном на сайте www.cert.org.

Рассмотрим общий алгоритм действий группы анализа рисков, основанный на методике OCTAVE, а также рекомендации по внедрению в СМИБ организации оценки рисков на постоянной основе и мониторингу рисков ИБ.

На шаге 1 необходимо определить критерии оценки рисков ИБ, то есть совокупность качественных показателей, которая позволит установить значения оценки риска и последствия реализации риска. Без введения таких критериев невозможно оценить зависимость организации от тех или иных рисков.

В качестве таких критериев могут быть использованы требования безопасности, применяемые на предприятии, уровень инвестиций и затрат на ИБ, стратегическая ценность и критичность затронутых информационных активов и т.п. На первом шаге необходимо установить те воздействия на ИБ, которые наиболее приоритетны и критичны для организации (например, утечка конфиденциальной информации, подрыв авторитета на рынке, дискредитация репутации среди партнеров и клиентов, здоровье и физическая безопасность сотрудников). Критерии оценки рисков должны отражать осознание информационных рисков, существующих в сфере деятельности организации. Критерии устанавливают диапазон последствий реализации риска: низкие, средние и высокие.

Шаг 2 начинается с составления перечня информационных активов и определения их профиля. Профиль – это информация, описывающая актив его уникальными особенностями, качествами, характеристиками, стоимостью. Профилирование позволяет четко определить «границы» актива и требования безопасности к нему. Профиль создается для каждого актива и описывается на отдельном листе. Профиль актива представляет собой входные данные для следующих шагов и основой для выявления угроз и рисков.

Далее выполняется шаг 3. Информационные активы могут храниться не только в самой организации, но и вне ее пределов. Например, организация может допускать к обслуживанию своей инфраструктуры другие организации-поставщики услуг. Если такой поставщик услуг не выполняет требования безопасности активов, к обслуживанию которых он допущен, то это само по себе несет риск. Риск может содержаться в самом факте хранения, передачи или обработке актива в постороннем месте. Это нарушает защиту информационного актива. Еще большую угрозу несет привлечение таким поставщиком услуг субподрядчиков, о которых владелец актива может и не знать.

Таким образом, для получения адекватного профиля актива важно определить все места хранения, передачи и обработки актива – контейнеры, а также находится ли он в зоне прямого управления организацией.

На шаге 3 группа анализа составляет карту актива, где указываются все места его хранения, передачи и обработки, которые могут стать точками уязвимости или, наоборот, точками, которые можно полностью контролировать, гарантируя защищенность актива.

Местом хранения актива может являться техническое средство, программное обеспечение, бумажный носитель или сотрудник организации. Причем, люди здесь особенно важны, так как при получении защищаемой информации они становятся «контейнерами» актива. Такие риски необходимо своевременно выявлять.

На шаге 4 выявляются проблемные области в ИБ организации. Целью шага 4 является не составление полного перечня всех возможных угроз, а оперативное определение тех угроз, которые сразу очевидны для аналитика.

В шаге 5, на основе выявленных проблемных областей, составляются сценарии угроз, которые визуально эффективно представлять в виде дерева, где, с целью более надежного рассмотрения угроз, каждая ветвь рассматривается для каждого информационного актива. Для облегчения определения сценария угроз по каждой ветви необходимо использовать опросные анкеты. Этот шаг также позволяет учесть вероятности реализации угроз, что помогает на более поздних шагах разработать мероприятия по снижению риска. Как правило, в этом случае используется качественная шкала, и вводятся три уровня вероятности реализации угрозы: высокая, средняя и низкая.

На шаге 6 после определения угроз и выявления последствий их реализации, определяют риски ИБ. Необходимо определить, как именно риск будет воздействовать

на организацию или актив, при этом риск определяется для каждого актива, чтобы оценить его критичность для организации или самого актива. Для каждого риска определяется не менее одного последствия, конкретные примеры приведены в таблице 1.

Таблица 1

Примеры определения риска

Сценарий угроз	Следствие
В результате неверной политики доступа к файлам личную информацию о болезни пациента узнал посторонний сотрудник	Раскрыта врачебная тайна в отношении пациента. На медицинскую организацию наложены крупный штраф
Из компании собирается уволиться сотрудник, разрабатывающий новое ПО. Код новой программы, кроме него, никто не знает	Из-за незавершенного проекта компания понесет крупные убытки.
Злоумышленником была исправлена информация в медицинских документах пациента	Резкое ухудшение здоровья или смерть пациента. Уголовное дело против медицинской организации

На шаге 7 определяется количественная мера ущерба, который будет нанесен организации при реализации угрозы. Это относительная оценка, которая позволяет расставить риски по их приоритету. Например, если для компании наиболее важна ее репутация на рынке, то в первую очередь надо смягчать риски именно этой проблемной области.

На заключительном шаге выбираются меры обработки определенных рисков с учетом их приоритета для организации.

Решение о принятии, уменьшении или отложении риска основывается на ряде факторов, основными из которых являются величина воздействия риска и вероятность его реализации. Если риск может серьезно воздействовать на организацию, но при этом маловероятен, то, возможно, его не нужно смягчать. Решение о том, какие риски смягчать, а какие нет, должны принимать аналитики и/или руководство организации.

Выбор стратегии смягчения риска – сложная задача и ее решение может потребовать взаимодействия с другими специалистами организации. Выбранная стратегия должна гарантировать защиту активов в соответствии с критериями безопасности. Необходимо учитывать затраты на смягчение риска, так как они, как минимум, не должны превышать стоимость актива.

Кроме того, не все риски могут быть устранены полностью. Выбранная стратегия может привести к остаточному риску, который необходимо либо принять, либо смягчить.

Оценку рисков ИБ необходимо проводить на постоянной основе, при этом проводить ее рекомендуется не менее чем раз в год. Это связано с быстрым развитием информационных технологий и, как следствие, с возникновением новых рисков ИБ, возможным устареванием и исключением некоторых ранее принятых рисков или потерей эффективности мер, принятых ранее.

Риски ИБ необходимо регулярно отслеживать, для чего необходимо внедрять систему мониторинга рисков. Для этого, помимо ежегодного повторного анализа рисков, необходимы следующие мероприятия.

1 На постоянной основе проводить с работниками разъяснительную работу по угрозам ИБ, которые могут нести те или иные уязвимости, привлекать их к процессу ежегодной оценки рисков, анализировать информацию, полученную от них.

2 Установить единые правила поведения сотрудников на рабочих местах, требовать их выполнения, прививать работникам культуру ИБ. К данному вопросу следует подойти с особым вниманием, чтобы при внедрении таких правил не нарушить права работников.

3 Сравнить результаты работы, фигурирующие в отчетах и докладах, с текущим положением дел, а также с информацией, поступающей от других источников, проводить дополнительные проверки в случае несоответствия.

4 Обмениваться информацией с регулируемыми государственными органами по вопросам соблюдения законодательства и прочим вопросам, которые отражают функционирование процесса управления рисками.

5 Обмениваться информацией с заказчиками и клиентами по вопросам защиты конфиденциальных данных.

6 К процессу оценки рисков привлекать сотрудников организации.

7 При ежегодном анализе рисков частично менять состав группы анализа из числа работников организации, что позволит взглянуть на риски «свежим взглядом», а также усилит культуру ИБ среди сотрудников.

8 Тщательно документировать каждый процесс анализа рисков.

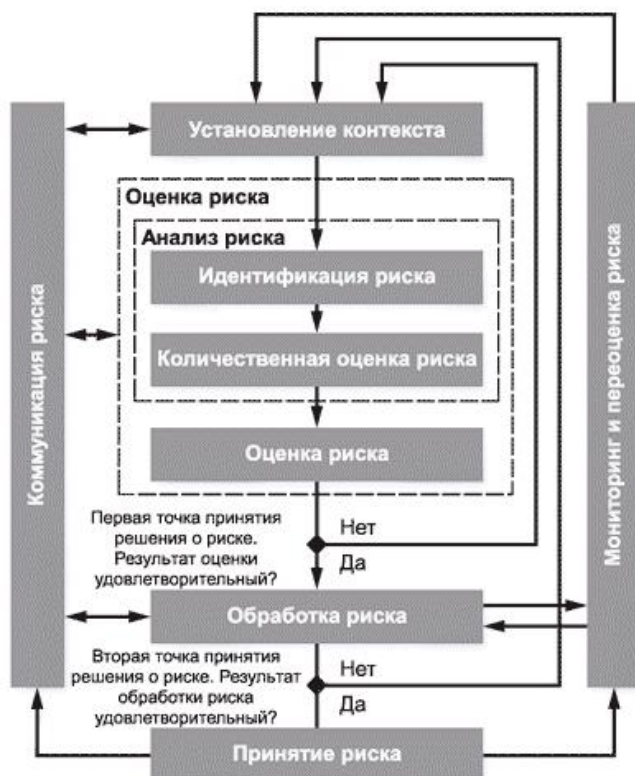
Предлагаемые меры позволят своевременно реагировать на вновь возникающие угрозы, а также отсеивать из рассмотрения те угрозы, которые по тем или иным причинам потеряли свою актуальность.

Далее рассмотрим на сколько предлагаемая процедура анализа рисков соответствует требованиям линейки международных стандартов ИСО/МЭК серии 27000–27005.

Международные стандарты ИСО/МЭК 27000–27005 в общем представляют собой руководство по менеджменту риска ИБ в организации, устанавливая и поддерживая требования к СМИБ.

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 процесс менеджмента ИБ состоит из этапов, показанных на рисунке 2.

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 процесс оценки риска состоит из анализа риска, включающего идентификацию риска и установление значения риска, и собственно оценки риска.



Конец первой или последующих итераций
Рисунок 2 – Процесс менеджмента риска информационной безопасности в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010

Анализ риска включает: идентификацию риска (определение активов, определение угроз, определение существующих мер и средств контроля и управления, выявление уязвимостей, определение последствий) и установление значения риска (оценка последствий, оценка вероятности инцидента, установление значений уровня рисков).

Оценка рисков должна идентифицировать риски, определить количество и приоритеты рисков на основе критериев для принятия риска и целей, значимых для организации.

Следуя рекомендациям ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2012: оценки рисков следует выполнять периодически, чтобы учитывать изменения в требованиях безопасности и в ситуации, связанной с риском, например, в отношении активов, угроз, уязвимостей, воздействий, оценивания рисков.

Прежде чем рассмотреть обра-

ботку некоего риска, организация должна выбрать критерии определения приемлемости или неприемлемости рисков.

В процессе оценки риска устанавливается ценность информационных активов, выявляются потенциальные угрозы и уязвимости, которые существуют или могут существовать, определяются существующие меры и средства контроля и управления и их воздействие на идентифицированные риски, определяются возможные последствия и, наконец, назначаются приоритеты установленным рискам, а также осуществляется их ранжирование по критериям оценки риска, зафиксированным при установлении контекста.

В результате оценки риска согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27003-2012 необходимо:

- определить угрозы и их источники;
- определить существующие и планируемые меры и средства контроля и управления;
- определить уязвимости, которые могут в случае угрозы нанести ущерб активам или организации;
- определить последствия потери конфиденциальности, сохранности, доступности, безотказности или нарушения других требований к безопасности для активов;
- оценить влияние на предприятие, которое может возникнуть в результате предполагаемых или фактических инцидентов информационной безопасности;
- оценить вероятность чрезвычайных сценариев;
- оценить уровень риска;
- сравнить уровни риска с критериями оценки и приемлемости рисков.

Применяемая для оценки риска методология должна предусматривать действия, указанные ниже.

- 1 Определение активов.
- 2 Определение угроз.
- 3 Выявление уязвимостей.
- 4 Определение последствий.

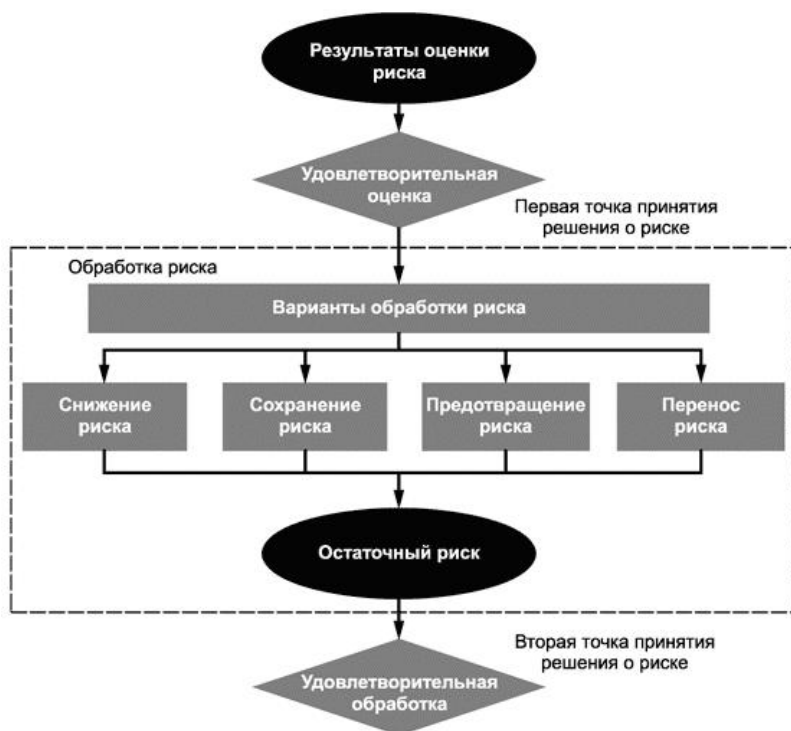


Рисунок 3 – Деятельность по обработке риска в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010

5 Оценка вероятности инцидента.

6 Установление значений уровня рисков.

7 Соотнесение рисков с критериями.

8 Определение мер обработки риска.

Схема деятельности по обработке риска показана на рисунке 3.

Помимо указанных действий в организации должен предусматриваться и мониторинг рисков.

Должны подвергаться мониторингу и переоценке риски и их факторы (т.е. ценность активов, влияние, угрозы, уязвимости, вероятность возникновения) с целью определения любых изменений в контексте ор-

ганизации на ранней стадии, и должно поддерживаться общее представление обо всей картине риска. Процесс менеджмента риска ИБ подлежит постоянному мониторингу, анализу и улучшению.

В общем виде соответствие предлагаемой процедуры применения методологии OCTAVE стандартам серии ИСО/МЭК 27000–27005 отображено в таблице 2.

Таблица 2

Соответствие стандартам серии ИСО/МЭК 27000–27005

Требование	Ссылка на стандарт		Соответствие в процедуре
	стандарт	пункт	
Определение критериев приемлемости или неприемлемости рисков	27001	4.2.1	Шаг 1
	27002	4.1	
	27003	8.1	
	27005	7.2	
Определение активов	27001	4.2.1	Шаги 2 и 3
	27005	8.2.1.2	
Определение угроз и их источников	27001	4.2.1	Шаг 4
	27003	8.1	
	27005	8.2.1.3	
Определение уязвимостей	27001	4.2.1	Шаг 5
	27003	8.1	
	27005	8.2.1.5	
Оценка вероятности сценариев	27001	4.2.1	Шаг 5
	27003	8.1	
	27005	8.2.2.3	
Определение последствий	27001	4.2.1	Шаг 5
	27003	8.1	
	27005	8.2.1.6	
Оценка влияния инцидентов ИБ	27001	4.2.1	Шаг 6
	27003	8.1	
Оценка уровня риска	27001	4.2.1	Шаг 7
	27005	8.2.2.5	
Обработка риска	27001	4.2.1	Шаг 8
	27002	4.2	
	27003	8.1	
	27005	8.2.2	
Мониторинг рисков ИБ	27001	4.2.3	Мониторинг
	27005	12	

Стандарты серии ИСО/МЭК 27000-27005 устанавливают четкие требования к оценке рисков как к процессу в целом, так и к его этапам по отдельности. Предложенные процедуры методологии OCTAVE позволяют соблюсти данные требования.

К сожалению, объемы данной публикации не позволяют в полной мере описать алгоритм действия группы анализа рисков, процесс мониторинга рисков и подробно рассмотреть требования стандартов ИСО/МЭК 27000-27005. Однако авторы статьи надеются, что им удалось привлечь интерес читателя к данной теме.

Литература

1. Баранова Е.К. Методики анализа и оценки рисков информационной безопасности // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Сер. 3: Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 1(9). С. 73–79.
2. Баранова Е.К., Zubrovskiy Г.Б. Управление инцидентами информационной безопасности. Проблемы информационной безопасности / Труды I Международной научно-практической конференции «Проблемы информационной безопасности». Гурзуф, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 26–28 февраля 2015 г. С. 27–33.
3. Introducing OCTAVE Allegro: Improving the Information Risk Assessment Process – Software Engineering Institute, 2007. 154 с.
4. Software Engineering Institute Carnegie Mellon University. URL: <http://www.cert.org>

The procedure of applying the methodology of the OCTAVE risk analysis in accordance with the standards of the series ISO/IEC 27000-27005

Alexander Stepanovich Zabrodotsky

Elena Konstantinovna Baranova, Associate professor of the Information Security Department
HIGHER SCHOOL OF ECONOMICS NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

Examines the process of information security risk analysis based on the methodology OCTAVE and the requirements of the international standards of series ISO/IEC 27000-27005 applicable to the risk assessment process, as well as issues of compliance of the proposed procedure to the requirements of the above standards.

Keywords: information security, management of information security, risk analysis, risk assessment, methodology OCTAVE.

УДК 621.3

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОДНОМЕРНОЙ УПАКОВКИ

Виктор Михайлович Курейчик, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой ДМиМО,
E-mail: Kur@tgn.sfedu.ru,

Лилия Владимировна Курейчик, студентка гр. Ктбо2-7,

E-mail: Kur@tgn.sfedu.ru,
ИКТuБ Южный федеральный университет,
<http://www.sfedu.ru>

В настоящее время при решении задач науки и техники важными являются методы искусственного интеллекта, связанные с решением трудных комбинаторно-логических задач упаковки различной размерности. В работе описываются интегрированные методы локального и биоинспирированного поиска решения задач одномерной упаковки большой размерности. Принципиальным отличием работы является то, что предложена новая архитектура обработки информации в виде «матрешки» и модифицированные алгоритмы упаковки на основе «муравьиных», «пчелиных», алгоритмов «полета кукушки» и «поведения волков». Это позволяет создать комбинированные технологии поиска и адаптировать этот процесс к требованиям внешней среды. Проведены экспериментальные исследования. Выполнено сравнение предложенных алгоритмов с современными стандартами, что показало преимущество и эффективность предложенных методов.

Ключевые слова: комбинированный поиск, упаковка, биоинспирированные и эвристические алгоритмы, пчелиные, муравьиные, алгоритмы полета кукушки, «поведение волков».

*Работа выполнена при финансовой поддержке
гранта РФФИ № 15-07-05523, № 13-07-12-091 офи_м.*

1. Введение

Главный вызов в науке и технике XXI века – это конвергенция наук и технологий. При этом основная технология сегодня это информационная технология (ИТ) – технология нового междисциплинарного уровня. Как отмечено в [1], она является приоритетной в новом мировом бренде научного развития НБИК (нано-, био-, инфо-, когни-). Особенно важно, что здесь объединяются



В.М. Курейчик



Л.В. Курейчик

такие перспективные технологии как информационные и биотехнологии. Когнитивные технологии здесь основаны на изучении сознания, принятия решений и создают базу биоинспирированных алгоритмов (алгоритмов, вдохновленных природой (АВП)). Для практических задач науки и техники большое значение имеют методы, имеющие полиномиальную и линейную оценку сложности. К таким алгоритмам относят эвристические алгоритмы, позволяющие получать необходимые решения за счет снижения точности. В этой связи в работе предлагается интегрированный поиск за счет взаимодействия эвристических (ЭА) и биоинспирированных (БА) [1]. В работе проведен краткий анализ локального поиска при одномерной упаковке. Построена модифицированная архитектура поиска при одномерной упаковке. Такая архитектура позволяет повысить точность решения упаковки. При этом обычно реализуется один из подходов «локальный поиск – эвристический поиск – локальный поиск». Такой поиск предлагается также осуществлять в виде архитектуры «матрешки». Приведены основные принципы, объединяющие основные принципы ЭА и БА. При этом заказчик или лицо, принимающее решение (ЛПР), получает набор квазиоптимальных решений за полиномиальное время (ВСА) $\approx O(n \log n)$, в лучшем случае, $O(n^2)$ в среднем случае и в худшем случае $O(n^3)$, где n – число элементов для упаковки.

2 Описание методов одномерной упаковки

Задача одномерной упаковки блоков описывается следующим образом. Даны n элементов (товара, изделий) и N блоков (рюкзаков, ящиков или блоков) w_j – вес элемента j , c – вместимость (грузоподъемность) каждого блока. Упакуем каждый элемент в один блок так, чтобы общий вес элементов в каждом блоке не превышал наперед заданного значения c , а число использованных блоков было минимально. Математическая формулировка задачи имеет следующий вид [2–6]:

$$\text{минимизировать} \quad z = \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.1)$$

$$\text{при условии, что} \quad \sum_{i=1}^n w_j x_{ij} \leq c y_i, \quad I \in N = \{1, \dots, n\}, \quad (1.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j \in N, \quad (1.3)$$

$$y_i = 0 \text{ или } 1, \quad I \in N, \quad (1.4)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ или } 1, \quad I \in N, \quad j \in N, \quad (1.5)$$

где

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{если блок } i \text{ использован} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases},$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если элемент } j \text{ упакован в блок } i \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}.$$

Наиболее простые эвристические алгоритмы упаковки описаны в работах [2]. Рассмотрим ряд эвристических алгоритмов упаковки.

Алгоритм A_1 (Next-Fit). Основная идея алгоритма *Next-Fit* (NF) состоит в следующем. Дан неотсортированный список элементов для упаковки и задан набор блоков, в которые упаковываются элементы. Отметим, что количество блоков не задано и определяется в процессе работы алгоритма. Задачей алгоритма является определение минимально возможного количества блоков. Первый элемент упаковывается в блок 1. Элементы 2, ..., n рассматриваются в порядке возрастания их индексов: рассматриваемый элемент упаковывается в текущий блок, если не происходит переполнения блока; в

противном случае он упаковывается в новый блок, который становится текущим. Отметим, что блок считается переполненным, если суммарный вес элементов, расположенных в нем, превышает вместимость блока. Известно, что временная сложность алгоритмов такого типа составляет $O(n)$, где n – количество элементов, заданных для упаковки.

Алгоритм случайного поиска (СП) A_2 . Для задач упаковки элементов эффективно применяются алгоритмы СП на основе разбиения [6]. Основная идея – это разделение области поиска на ряд подобластей. Далее выполняется анализ подобластей и выделение перспективных точек для нахождения глобального экстремума.

Алгоритм A_3 на основе «полетов Леви» [5, 6]. Траектория решений представляет собой совокупность небольшого числа пробных шагов и большого числа локальных шагов. Это напоминает операцию Растригина – «взбалтывания» [7]. Такие случайные блуждания помогают выходить из локальных оптимумов. Отметим, что следующее положение в точке решения зависит только от его текущего положения. Алгоритм близок к моделям поведения птиц и насекомых.

Алгоритм A_4 . «Жадный адаптивный» алгоритм упаковки элементов. Здесь для каждого элемента выполняется одномерный поиск, далее вычисляют целевую функцию и формируют список кандидатов альтернативных решений. Из него выбирается кандидат, имеющий лучшее промежуточное решение. Далее процесс продолжается аналогично. Отметим, что можно проводить адаптацию возвращаясь на один–два и т. д. шагов для повышения качества упаковки.

Остальные алгоритмы A_5 – A_{10} подробно описаны в работах [2–7].

Предлагаемая архитектура поиска при упаковке основана на различных стратегиях «эволюция – локальный поиск». Стратегия предполагает, что сначала выполняется один из возможных эвристических алгоритмов. Далее выбираются лучшие решения, и для них выполняется эволюционный поиск, позволяющий, если это возможно, повысить значение целевой функции. В работе предлагается гибридная архитектура локального и эволюционного поиска. Локальный поиск осуществляется на основе эвристических алгоритмов (ЭА), а эволюционный поиск на основе АВП A_1 – A_{10} путем взаимодействия их с экспертной и рекомендующей системами и внешней средой.

Отметим, что набор эвристических алгоритмов (ЭА) позволяет осуществлять локальный поиск наилучшего решения. В качестве внешней среды выступает лицо, принимающее решение (ЛПР). В зависимости от требований заказчика выбирается один из 10 алгоритмов, который отправляется для реализации комплексного метода одномерной упаковки.

В работе строится архитектура взаимодействия БА и ЭА. Здесь ГА – генетический алгоритм, МА – муравьиный, ПА – пчелиный и АПК – алгоритм «поиска кукушки», АВ – алгоритм моделирования поведения «волчьей стаи». Далее по принципу матрешки реализуется взаимодействие локального поиска и биоинспирированного [6, 7]. На рисунке 1 приведена упрощенная схема комплексного алгоритма с миграцией и адаптацией. Логический блок «?» проверяет, получен набор квазиоптимальных решений или нет. В положительном случае этот набор отправляется в блок элитных решений, в противном случае неудовлетворительное решение отправляется в блок адаптации, здесь происходит преобразование этих решений путем селекции и других операторов. «Лучшее» из этих решений мигрирует на другую ветвь параллельной архитектуры. Отметим, что блоки 1, 2 и 3 являются открытыми и в них, возможно, добавлять любое число алгоритмов без ущерба для качества основного комплексного метода. В блоке 2 собираются все элитные решения, из которых ЛПР выбирает приемлемые для решения задач.

При построении архитектуры использованы идеи новой аддитивной технологии. Это позволяет получать решения упаковки из последовательного накопления одинаковых действий. Отметим, что возможность применения аддитивных алгоритмов позво-

лит в дальнейшем выращивать решения требуемых задач упаковки [8–12].

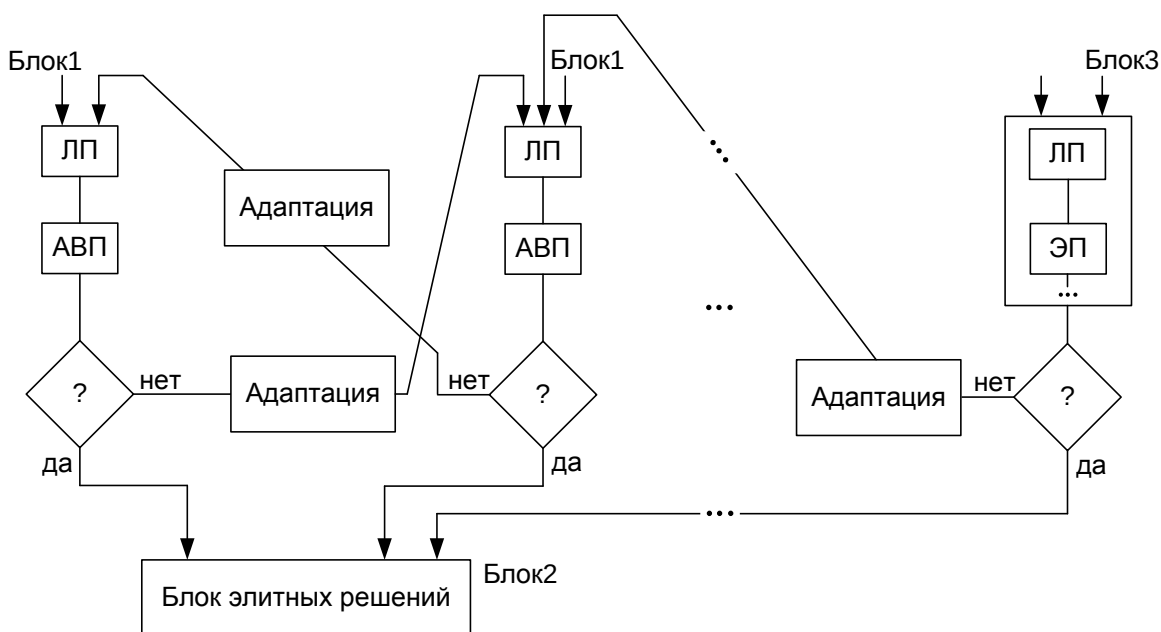


Рисунок 1 – Схема (архитектура) комплексного метода упаковки

Рассмотрим общие положения муравьиного алгоритма. Основной идеей алгоритма является моделирование поведения муравьев. Колония представляет собой систему с простыми правилами автономного поведения особей. Основой поведения муравьиной колонии служит низкоуровневое взаимодействие, благодаря которому, в целом, колония представляет собой разумную многоагентную систему. Взаимодействие определяется через специальное химическое вещество – феромон, откладываемое муравьями на пройденном пути. При выборе направления движения муравей исходит не только из желания пройти кратчайший путь, но и из опыта других муравьев, информацию о котором получает непосредственно через уровень концентрации феромонов на каждом пути. Однако при таком подходе неизбежно попадание в локальный оптимум. Эта проблема решается благодаря испарению феромонов, которое является отрицательной обратной связью.

J. Levine и F. Ducatelle [11] предложили алгоритм оптимизации на основе поведения муравьиной колонии (АОПМК) (Ant Colony Optimization – ACO) для упаковки блоков. Здесь создание новых решений осуществляется при помощи группы «умных» муравьев, использующих эвристическую информацию и след интеллектуального «феромона». Величина следа феромона увеличивается пропорционально качеству решений, созданных муравьями. Кроме простого, авторы разработали гибридный АОПМК алгоритм [2–5]. Он использует мета-эвристику АОПМК с итерационным алгоритмом локального поиска. В гибридном алгоритме колония муравьев используется для «грубого» поиска, обеспечивая получение квазиоптимальных альтернативных решений. Целью локального поиска, в свою очередь, является повышение качества решений, полученных при помощи простого алгоритма. Работа алгоритма локального поиска основывается на использовании критерия доминирования, рассмотренного выше, и локальной оптимизации решений, предложенной Э. Фалкенауэром для гибридного группирующего генетического алгоритма [4, 13–14].

В алгоритме каждое решение, создаваемое муравьем, проходит через фазу локальной оптимизации. На этой фазе n блоков (определяется эмпирически) удаляется из решения, а элементы помещаются в блок частичных решений (БЧР). Для каждого блока в частичном решении выполняется проверка, возможно ли заменить какие-либо из упакованных элементов элементами из БЧР. Переход на следующую итерацию алгоритма

локального поиска зависит от качества решения, полученного на предыдущей итерации. Если значение целевой функции решения после t -ой итерации выше, чем до нее, выполняется переход на $t+1$ итерацию алгоритма.

Рассмотрим пример работы алгоритма локального поиска. Дано альтернативное решение задачи упаковки блоков (рисунок 2). Вместимость блоков – 10. На первом шаге алгоритма удалим блоки 3 и 4, получим недопустимое (частичное) альтернативное решение (рисунок 3). После удаления двух блоков элементы 5, 4, 3, 2 становятся свободными. Они рассматриваются в порядке убывания их веса.

Замены

Шаг 1. Блок 1: 3, 3 $\rightarrow$ 5 2. Неупакованные элементы: 4, 3, 3, 3.

Шаг 2. Блок 2: 2 1 $\rightarrow$ 4. Неупакованные элементы: 3, 3, 3, 2, 1.

Шаг 3. Блок 3: 2 $\rightarrow$ 3. Неупакованные элементы: 3, 3, 2, 2, 1.

Дальнейшее выполнение замен не уменьшит величину ОБ 4-го блока.

Далее эвристика используется для упаковки свободных элементов. Результат изображен на рисунке 4. Полученное решение является оптимальным.

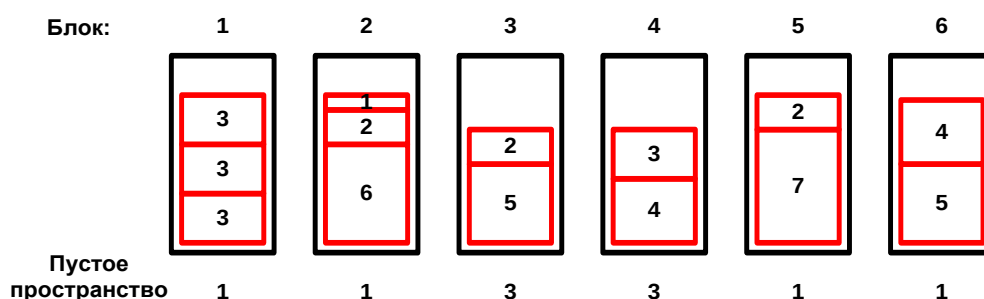


Рисунок 2 – Исходное альтернативное решение

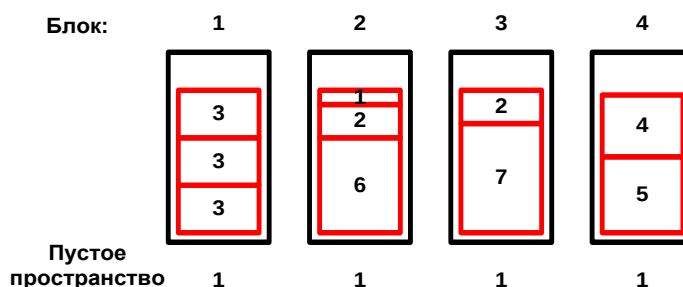


Рисунок 3 – Недопустимое (частичное) альтернативное решение

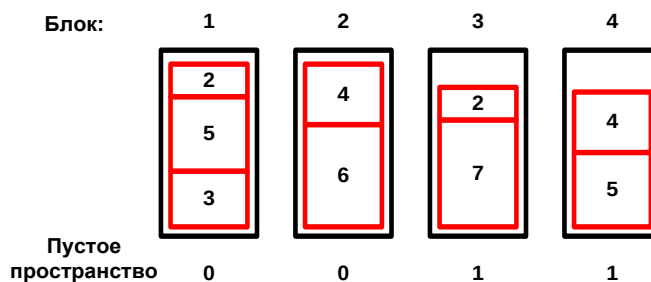


Рисунок 4 – Альтернативное решение после локальной оптимизации с заменами

John Levine и др. [11] протестировали алгоритм АОПМК для контрольных задач наборов U120–U1000, по 20 тестовых задач каждый. Чтобы сравнить результаты тестирования с результатами, полученными Э. Фалкенауэром, простая процедура АОПМК

запускалась фиксированное количество итераций для каждого набора. Среднее время выполнения было такого же порядка, что и среднее время, требуемое для выполнения ГГГА и А1 [2, 5, 10, 12, 14].

Результаты, полученные алгоритмами, приведены в таблице 1. В таблице u120–u1000 – наборы тестовых задач с элементами, сгенерированные с использованием равномерного распределения случайных чисел. Значения в столбце «Блоки» представляют среднее абсолютное отклонение от теоретического оптимума для 20 задач в каждом наборе. В столбце «Время» показано среднее время работы алгоритма, измеренное в секундах. Здесь запись +2 показывает максимальное отклонение от теоретически оптимального решения, в блоках.

Таблица 1

Задача	ГГГА		А9		Простой АОПМК	
	Блоки	Время, сек	Блоки	Время	Блоки	Время
u120	+2	381	+2	370	+2	376
u250	+3	1337	+12	1516	+12	1414
u500	0	1015	+44	1535	+42	1487
u1000	0	7059	+78	9393	+70	9272

Из таблицы ясно, что простой АОПМК алгоритм сравним по производительности с А1. Но он не превосходит ГГГА Фалкенауэра. Для задач относительно малой размерности (120 элементов) он работает одинаково эффективно. Для больших (500 и 1000 элементов), он достигает квазиоптимального решения со средним абсолютным отклонением от оптимальности приблизительно 2 блока.

Рассмотрим общие положения пчелиного алгоритма [5–7, 15]. Данный алгоритм моделирует поведение пчел в естественной среде. Идея пчелиного алгоритма заключается в том, что все пчелы на каждом шаге будут выбирать как элитные участки для исследования, так и участки в окрестности элитных, что позволит, во-первых, разнообразить популяцию решений на последующих итерациях, во-вторых, увеличить вероятность обнаружения решений близких к оптимальным. Приведем основные понятия пчелиного алгоритма: источник нектара (цветок, участок), фуражиры (рабочие пчелы), пчелы-разведчики. Источник нектара характеризуется значимостью, определяемой различными параметрами. Фуражиры закреплены за источниками нектара. Количество всех пчел в этих участках больше, чем на остальных. Среднее количество разведчиков в рое составляет 5–10 %. Вернувшись в улей, пчелы обмениваются информацией посредством танцев на так называемой закрытой площадке для танцев. Ключевой операцией алгоритма пчел является совместное исследование перспективных областей и их окрестностей. В конце работы алгоритма популяция решений будет состоять из двух частей: пчелы с лучшими значениями ЦФ элитных участков, а также группы рабочих пчел со случайными значениями ЦФ. Зависимость временной сложности пчелиного алгоритма от числа вершин – $O(n^2)$.

Рассмотрим общие положения алгоритма «кукушкин поиск» (АПК) или «поиска кукушки», отметим, что этот алгоритм, конечно, является эвристическим, но он основан на моделировании поведения кукушки в процессе размножения, данный алгоритм основан на следующих модифицированных правилах [5]. В статье принципы ориентированы на упаковку элементов в блоке.

ПР. 1. Кукушка откладывает по одному яйцу в случайно выбранное гнездо. Это соответствует реализации любого эвристического алгоритма. Здесь ЛПР случайно выбирает один из элементов из упаковки и помещает его в один из заданных блоков.

ПР. 2. Предварительно в гнездах могут находиться яйца хозяина. Кукушка может выбросить любое ранее размещенное яйцо предыдущего хозяина и разместить свое, это соответствует анализу предварительному результату упаковки и оставлению лучшей части альтернативного решения.

ПР. 3. Хозяин яйца может обнаружить чужое яйцо кукушки и выбросить его или построить новое гнездо. Это соответствует итерационным процедурам в эвристических алгоритмах.

Предложенные правила дают возможность реализовывать процедуру «взбалтывания» алгоритма и любые механизмы случайного и «жадного» выбора.

Кратко опишем идею алгоритма, основанного на моделировании поведения «волчьей стаи». Стайный образ жизни с четко определенной иерархией и сложной внутренней структурой взаимодействия и взаимоотношений свойственна большинству животных с высоко развитой психикой, к которым, в первую очередь, относятся волки. Стаи волков представляют собой семейную группу, состоящую из разновозрастных животных сообща существующих и защищающих от других семейных групп волков и других животных их территорию. Яркое разделение стайных групп на своих и чужих по признаку вида или расы повсеместно наблюдается в природе. Обычно в состав стаи входят несколько взрослых животных (часто пары родителей), приплод (выводок рассматриваемого года) и переярков, не достигших половой зрелости. Биологи отмечают в стае две линии доминирования: отдельно самцов и самок. На вершине иерархии находятся альфа-самец и альфа-самка. Волчата, не достигшие половой зрелости, находятся вне иерархии. В [5] выделены основные принципы статьи, которые хорошо ложатся на создание алгоритма, модулирующего эти принципы: разбиение на «своих» и «чужих» по признаку родства; совместные действия стаи, координируемые вожаком; совместное использование ресурсов своей занимаемой территории; равные вертикали доминирования, отдельно для альфа-самок и самцов; естественный отбор; выживание сильнейших. Алгоритм, реализующий эти принципы совместно с биоинспирированными алгоритмами, позволяет получать набор квазиоптимальных решений задачи упаковки.

Приведем общую процедуру гибридного параллельного генетического алгоритма [2–5, 13]. На первом шаге алгоритма генерируется набор (популяция) решений задачи упаковки блоков. В зависимости от начальных параметров алгоритма решения могут создаваться либо случайным образом, либо при помощи приближенных алгоритмов. Далее популяция разделяется на две равные подпопуляции. Для каждой из подпопуляций выполняется гибридный генетический алгоритм. Проблема сходимости гибридного генетического поиска к локально оптимальному решению частично решается посредством выполнения миграции решений из одной подпопуляции в другую, и наоборот.

АЛГОРИТМ ГПГА

1 Генерация начальной популяции.

2 Разделение начальной популяции на две равные части (подпопуляции).

Для каждой из подпопуляций

{

- 1) оценить хромосомы в соответствии с ЦФ. Если критерий останова достигнут, закончить и перейти к шагу 3;
- 2) выполнить миграцию отобранных хромосом в другую подпопуляцию;
- 3) применить соответствующую модель эволюции ко всем хромосомам в подпопуляции;
- 4) выполнить ОК для хромосом в подпопуляции с вероятностью P_C ;
- 5) применить оператор мутации к случайно выбранным хромосомам с вероятностью P_M ;
- 6) применить оператор случайной транспозиции к худшим хромосомам с вероятностью P_T ;

7) редукция новой подпопуляции (делаем «естественный отбор» – выживают сильнейшие индивидуумы) в соответствии со значениями ЦФ полученных хромосом. На этом шаге одна генерация ГПГА завершена, т.е. новая подпопуляция создана.

}

Пока не достигнут критерий останова. Критерий останова есть фиксированное число генераций или достижение теоретического количества использованных блоков=сумма весов всех элементов/вместимость блока.

3 Конец работы алгоритма.

3 Экспериментальные исследования

Разработку программ биоинспирированных и эвристических алгоритмов и все экспериментальные исследования выполнили к.т.н., Кажаров А.А., Потарусов Р.В. [4, 10]. Проведены серии экспериментов; выполнена статистическая обработка экспериментальных данных. Результаты исследования позволили уточнить теоретические оценки временной и пространственной сложности алгоритмов, по которым можно адекватно оценить разработанные алгоритмы. Эмпирические оценки сложности совпадают с теоретическими. Проведено сравнение экспериментальных данных разработанных алгоритмов и их аналогов. Результаты экспериментов показали, что применение гибридного параллельного генетического алгоритма для решения задачи упаковки позволяет получать квазиоптимальные и оптимальные решения задачи для всех тестовых задач, доступных в литературе; Сложность интегрированного алгоритма составляет $O(n^2 + nL + L^2 + nL^2 + n^2)$ или $O(n^2L^2)$, где n – размер популяции, L – длина хромосомы (альтернативного решения). Временная сложность комплексного метода, составляет $O(kn^2L^2)$, где n – количество элементов, k – константа, $k \ll n$.

Для решения каждой из 1370 тестовых задач, разработанный комплекс гибридных алгоритмов запускался 10 раз. Каждый запуск являлся независимым. Первые два класса контрольных задач, на которых был протестирован разработанный комплекс гибридных алгоритмов, доступны в библиотеке OR-объектов (<http://www.ms.ic.ac.uk/info.html>). Класс задач U состоит из элементов, веса которых равномерно распределены на интервале (20, 100). При этом вместимость блока для этого класса задач составляет 150. Класс U содержит 4 набора тестовых задач: U120, U250, U500 и U1000. Каждый набор состоит из 20 тестовых задач с 120, 250, 500 и 1000 элементами, соответственно. Эксперименты показали перспективность интегрированных методов упаковки.

4. Заключение

Вернадский В.И. говорил [16], что можно брать все живое вещество в целом, т.е. совокупность всех живых организмов без исключения как единую особую область накопления свободной энергии в биосфере, превращения в нее световых излучений солнца. Основной вывод при этом: живые организмы (глобальная их совокупность – живое вещество) активно преобразует природу. В работе описан интегрированный метод упаковки, позволяющий получать квазиоптимальные и оптимальные решения рассматриваемой задачи. Алгоритмы локального поиска позволяют повысить качество решений одномерной упаковки блоков. Моделирование поведения природы дает возможность разрабатывать оптимизационные алгоритмы с заданными границами точности. Использование концепции адаптивного эволюционного моделирования при решении задач упаковки ведет к появлению качественно новой универсальной информации (альтернативным решением) с недостижимыми ранее характеристиками.

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие результаты: локальный поиск на основе эвристических алгоритмов и эволюционный поиск на основе биоинспирированных алгоритмов, параллельно-последовательная архитектура поиска, использующая принципы и механизмы «матрешки». Это позволяет реализовать процесс поиска в реальном масштабе времени и адаптировать процесс управления к

требованиям внешней среды. Разработанный комплекс гибридных алгоритмов рекомендуется к использованию специалистам, работающим в области искусственного интеллекта для решения различных оптимизационных задач. Перспективным представляется разработка самонастраивающихся алгоритмов, что приведет к полной автоматизации процесса упаковки.

Литература

1. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – Прорыв в будущее. Российские нанотехнологии. 2011. № 1–2. С. 1–15.
2. Курейчик В.М., Потарусов Р.В., Гонкалвес Ж. Бионические методы упаковки блоков: монография. Таганрог: изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. 140 с.
3. Потарусов Р.В., Курейчик В.М. Задача одномерной упаковки. Анализ и обзор эвристических алгоритмов. ПИТИС. Таганрог, ТРТУ 2006. С. 37–47.
4. Потарусов Р.В. Разработка и исследование бионических методов упаковки: автореф. дисс. ... на соискание ученой степени канд. техн. наук. Таганрог: изд-во ТТИ ЮФУ, 2009.
5. Курейчик В.М., Курейчик Л.В. Комбинированный поиск при упаковке элементов: материалы XLIV Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании и управлении» IT+SIE15. Гурзуф, 2015. М.: ИНИТ, 2015. С. 433–438.
6. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие. М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 446 с.
7. Курейчик В.В., Курейчик В.М., Родзин С.И. Концепция эволюционных вычислений инспирированных природными вычислениями // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». Таганрог: изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. № 4(93). 256 с.
8. Олейник А.А., Олейник Ал.А., Субботин С.А. Интеллектуальные мультиагентные методы. Часть III.
9. Corne D., Dorigo M., Glover F. New Ideas in Optimization. McGraw-Hill, 1999.
10. Кажаров А.А., Курейчик В.М. Муравьиные алгоритмы для решения транспортных задач // Известия РАН. Теория и системы управления. 2010. № 1. С. 32–45.
11. Luke S. Essentials of Metaheuristics, Lulu, 2009.
12. Levine J. and F. Ducatelle. Ant Colony Optimization and Local Search for Bin Packing and Cutting Stock Problems. Centre for Intelligent Systems and their Applications, School of Informatics, University of Edinburgh, 2003.
13. Goldberg David E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1989.
14. Falkenauer, E. Genetic Algorithms and Grouping Problems, John Wiley & Sons Ltd, 1998.
15. Курейчик В.В., Полупанова Е.Е. Эволюционная оптимизация на основе алгоритма колонии пчел // Известия ЮФУ. Технические науки. Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. № 12. С. 47–54.
16. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Рольф, 2002. 576 с.

The integrated methods of one-dimensional packing

Victor Mikhaylovich Kureychik Dr.Sci.Tech., professor, head of department,

Lilia Vladimirovna Kureychik Student Southern federal university

Now at the decision of different scientific problems the methods of artificial intelligence connected with the decision of difficult combinatorial and logic problems of packing of various dimension are important. The integrated methods of the local and bioinspired search of the decision of one-dimensional packing problems of the big dimension have been described in this paper. Basic difference of work is that the new architecture of the information processing in the form of «nested doll» and the modified algorithms of packing on the basis of «ant», «bee», «a cuckoo flight» and «wolves' behavior» algorithms have been offered. It allows creating the combined technologies of search and to adapt this process for environment requirements. Experimental research has been made. Comparison of the offered algorithms with modern standards has shown the advantages and efficiency of the offered methods.

Keywords. The combined search, the packing bioinspired and heuristic algorithms, bee, ant, algorithms of a cuckoo flight, «wolves' behavior».

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

*Александр Василев Александров, магистр наук по специальности «Инновации и управление проектами», представитель Торгово-промышленной палаты РФ в Болгарии, управляющий директор, компания «New Commercial Systems Ltd. International Marketing & Consulting Company»,
<http://newcs.eu/company.php?lang=en>*

Статья анализирует применение информационных технологий в управлении банковской деятельностью. Показано значение информационных моделей и технологий в управлении. раскрыты особенности информационного управления в банковской сфере. Показано различие между информационным управлением и информационным менеджментом. Описаны методы нечеткой логики и теории предпочтений, которые используются в управленческой деятельности в банковской сфере.

Ключевые слова: управление, информационные технологии, технологии управления, банки.



А.В. Александров

Введение. Информационные модели и технологии используют в разных приложениях, включая управление [1]. Информационные модели служат основой обработки информации в информационных технологиях. Они используются по разному назначению. В одних случаях они выполняют технические функции и служат основой обработки информации в информационных системах [2]. В других случаях они выполняют аналитические функции помогают анализу информационных ситуаций. Кроме того информационные модели могут служить основой выявления скрытых факторов, таких как коррелятивные [3]. С позиций познания окружающего мира информационные модели можно рассматривать как кванты или единицы информационного поля [4]. Информационные модели в общем виде это информационные конструкции, имеющие целевое назначение. Поэтому в управлении применяют специальные управленческие информационные модели [5]. Результатом обработки также являются модели, которые применяют либо для принятия решений, либо для поддержки принятия решений.

Использование информационных технологий в управлении. Информационные технологии в управлении используются дифференцировано. В одних случаях они повышают оперативность и производительность существующих управленческих процессов и управленческих технологий [6]. В этом случае можно говорить о поддержке принятия решений с помощью информационных технологий.

Применение информации и информационных моделей создает специфические трудности при обработке. К числу таких факторов относится: информационная неопределенность, избыточность данных, нечеткость данных, ошибки в данных. В этих случаях информационные технологии уменьшают неопределенность и повышают достоверность информации [7, 8].

Рост информационных объемов и сложности управленческой информации часто исключает обработку и анализ таких информационных коллекций человеком. Одна из причин в том, что когнитивные возможности человека ограничены. Информация или информационные модели могут быть необозримыми и не воспринимаемым для человека [9]. Информационные технологии производят обработку таких сложных и объемных моделей.

Применения информационных технологий в банковской деятельности. Высшим

органом банка является правление, которое осуществляет стратегическое управление: определяет стратегические цели и политику банка на основе данных экономического анализа и данных бухгалтерской отчетности. Правление осуществляет анализ, делает выводы, формирует директивы и доводит их до департаментов для дальнейшей детализации и исполнения. Правление осуществляет общий контроль проводимой банком политики, пересматривает ее при изменении экономической ситуации, а также контролирует состояние банковского портфеля. В зависимости от величины банка и его потребностей создаются комитеты, возглавляемые членами правления: кредитный, ревизионный, исполнительный, доверительных операций и др. Это приводит к необходимости создания таких же специализированных моделей и технологий.

Информационные технологии на прикладном уровне служат инструментом поддержки принятия решений и снижения информационной нагрузки на правление. Однако для решения стереотипных задач, для оперативного анализа банки должны использовать информационно-аналитические информационные системы. В банке, как правило, функционирует одна или несколько информационно-аналитических систем для поддержки подразделений банка. Эти подразделения создает правление в этом случае говорят о предметно-ориентированных информационных системах [10]. Иногда эти системы интегрируют в одну. В этом случае применяют интегрированную банковскую информационную систему.

Интегрированная банковская информационная система (БИС) [10] представляет собой единый программно-технологический комплекс, являющийся средством повышения эффективности банковских служб, возвратности и сбалансированности ресурсов, контролируемых по заданным условиям финансирования и кредитования.

Интегрированная БИС предназначена для решения всей совокупности банковских задач комплексно, отражая всю сложность их взаимосвязей. При разработке интегрированных БИС необходим анализ большого количества факторов. БИС осуществляет поддержку стратегического руководства банком, координирует работу различных отделов и разрозненных информационно – аналитических систем.

Основой обработки информации в БИС служат информационные модели разных уровней. Для совместимости моделей в их основе должны лежать стандартизованные элементы – информационные единицы [11]. Именно они обеспечивают интеграцию технологий в банковской сфере. Интегрированная БИС предназначена для решения всей совокупности банковских задач комплексно, отражая всю сложность их взаимосвязей. При разработке интегрированных БИС необходим анализ большого количества факторов:

- общие характеристики банка;
- ближние и дальние цели и стратегические направления его развития;
- особенности сложившейся структуры управления;
- общие принципы построения банковской технологии;
- ожидаемая архитектура системы;
- состав функций, подлежащих автоматизации;
- объемы входной, промежуточной и выходной информации;
- количество входных документов;
- требования к информационной безопасности.

Все эти факторы определяют содержание моделей в банковской сфере. На основе применения этих моделей вырабатываются тактические и стратегические решения. Применение информационных технологий в БИС основано на применении системного анализа и общей теории систем. Проектирование структур моделей основано на применении структурного анализа и теории моделей на основе анализа функций и задач.

Информационные потоки в управлении банком. В управлении банком важную роль играют информационные потоки, которые влияют на управление. Это обусловлено тем, что в современных банках практически отсутствуют единичные информационные

документы, а имеет место непрерывный поток документов. Эти информационные потоки документальной информации делятся на прямые потоки и обратные потоки. Прямые потоки используются при управлении. Обратные потоки используются при контроле управления и контроле практической деятельности.

Это приводит к понятию информационное управление. Информационное управление связывают с исследованиями В.И. Прангишвили [12]. Информационное управление уходит своими корнями в область управления в технических системах [13, 14]. В настоящее время информационное управление строится на синтезе технического информационного управления и организационного управления [15].

Существует различие между информационным управлением и информационным менеджментом. Информационный менеджмент [16] использует в первую очередь организационные модели, которые слабо формализованы и часто зависят от субъекта их создающего. Парадигма информационного менеджмента: «использование информационных методов и технологий для поддержки организационного управления». Информационный менеджмент строится на создании структуры управления, использующей организационное управление. К этой структуре подбирают, подстраивают информационные технологии и модели. В аспекте проектирования такой подход называется проектированием «сверху-вниз». Информационное управление использует идеи организационного управления, под которые создают: информационные единицы, информационные модели, информационные конструкции, информационные процессы и информационные системы. В аспекте проектирования такой подход называется проектированием «на встречных потоках».

По существу информационное управление связано с анализом и управлением информационными потоками. Если рассматривать БИС как информационную систему, находящуюся в некой среде, можно выделить внешние и внутренние информационные потоки. Часть информационных потоков пропускается через автоматизированную информационную систему. Часть информационных потоков проходит через человека. Это приводит к необходимости разрабатывать и применять когнитивные информационные [9] управленческие модели.

Таким образом, текущее управление банком и применение БИС требуют участия человека и применения когнитивных моделей для снижения нагрузки и повышения оперативной деятельности управленца.

Выделяют следующие информационные потоки, применяемые в управлении банком:

- внешние: международные, экономические, политические, конкурентные, рыночные;
- внутренние: технологические, рыночные, социальные;
- внешние информационные потоки позволяют устанавливать стратегические цели и решать стратегические задачи предприятия;
- внутренние информационные потоки позволяют координировать действия разрозненных подразделений, направляя их усилия на достижение общих поставленных целей.

БИС должна обеспечить возможность комплексного использования всех информационных потоков для решения управленческих задач. Для этого она решений должна использовать концепции внутреннего и внешнего единого информационного пространства [17]. Внешнее информационное пространство создается на основе информационных систем анализа внешней среды, рынка и конкурентов. Внутреннее информационное пространство создается на основе создания его в рамках банка и «электронизации» информационных ресурсов и технологий.

Электронный документооборот как основа внутреннего информационного пространства. Электронный документооборот в аспекте организации является основой создания внутреннего информационного пространства банка. Электронный документооборот в аспекте технологии является одним из разновидностей

информационной технологии поддержки управления и управления. Основой электронного документооборота является компьютерная система управления электронным документооборотом (СУЭД) [10]. СУЭД предназначена для автоматизации документационного обеспечения управления предприятием, включая процессы подготовки, ввода, хранения, поиска и вывода организационно-распорядительных документов и стандартных форм документов, а также для управления делопроизводством (создание, обработка и систематизация архивного хранения документов). Система управления электронным документооборотом предназначена для достижения следующих целей:

- интеграции процессов документационного обеспечения управления предприятием в рамках единой информационной системы;
- повышения информированности руководства и специалистов за счет увеличения объемов информационного хранения, централизованной обработки информации, уменьшения времени поиска документов, подготовки отчетов и докладов, а также за счет повышения полноты и достоверности отчетов;
- уменьшения стоимости документационного обеспечения управления предприятием за счет перехода от бумажного делопроизводства к электронному, снижения стоимости копирования и передачи бумажных документов;
- повышения оперативности делопроизводства;
- интеграции информационных процессов в рамках кооперации предприятий;
- создания качественно новой информационной базы для последующего совершенствования процессов документационного обеспечения управления и технологии работы с документами.

Система должна соответствовать информационно-организационной структуре предприятия и адаптироваться по мере совершенствования этой структуры.

Информационные технологии с использованием методов нечеткой логики. В экономике и банковской деятельности нечеткие методы стали использовать сравнительно недавно. Фундаментальным следует считать работу А.О. Недосекина [18], которая заставила обратить внимание специалистов в области управления на эти технологии.

Традиционное управление основано на четких данных и четкой логике принятия решений. Однако в реальной практике существуют управленческие ситуации, когда данные являются нечеткими, а принимать решение нужно на основе такой информации. Нечеткие множества – неудачный термин, который служит инструментом описания дискретных прерывных множеств. Нечеткая логика (англ. *fuzzylogic*) – инструмент современной науки, который встречается во многих приложениях от учета управления поставками до систем управления вооружениями [18].

Традиционная формальная логика оперирует четкими понятиями типа «истина» – «ложь», «да» – «нет». Принадлежность функции описывается точными значениями «нуль» (не принадлежит) и «единица» (принадлежит). Нечеткая логика имеет дело со значениями, лежащими в вероятностном диапазоне. Функция принадлежности элементов к заданному множеству также представляет собой не четкую объективную определенность «принадлежит – не принадлежит», а субъективную вероятность, «принадлежит с вероятностью», проходящую все значения от нуля до единицы [18].

Многие субъективные понятия повседневной жизни не укладываются в рамки традиционной логики. Например, «хорошая» прибыль для малого предприятия является «плохой» для среднего или крупного предприятия. Нечеткая логика предлагает решение для подобных ситуаций, основанное на теории предпочтений и правилах предпочтительности.

Исследователь должен выделить совокупность объектов или явлений и их признаков. Затем он должен дать набор качественных понятий для конкретной задачи, что такое «большой», «хороший», «значительный» и т.д. Эти понятия формализуются с помощью функции принадлежности, которая позволяет от качественных оценок переходить к

количественным.

Для операций с этими количественными величинами (нечеткими числами) существуют специальные правила. Они позволяют получать более точные результаты и прогнозы, чем использование обычных чисел и операций с ними. Теория нечеткой логики позволяет выполнять над такими величинами весь спектр логических операций – объединение, пересечение, отрицание и др. аппарат теории нечетких множеств продемонстрировал преимущество его применения в некоторых системах управления техническими системами и при прогнозировании решении задач размещения [18]. Нечеткая логика применяется при анализе новых рынков, биржевой игре, оценке политических рейтингов, выборе оптимальной ценовой стратегии и т.п.

Появились и коммерческие системы массового применения. Наиболее мощной и популярной среди них является пакет CubiCalc. Фактически пакет CubiCalc представляет собой своего рода экспертную систему, в которой пользователь задаёт набор правил типа «если..., то...», а система пытается на основе этих правил адекватно реагировать на параметры текущей ситуации. Отличие состоит в том, что вводимые правила содержат нечеткие величины. Аппарат нечеткой логики, заложенный в CubiCalc, дает возможность оперировать этими понятиями как точными и строить на их основе целые логические системы, не заботясь о нечёткой природе исходных определений.

Поддержка принятия решений на основе теории предпочтений. Методы теории предпочтений могут частично быть отнесены к теории нечетких множеств. Они служат для выявления предпочтительности одного объекта в заданной группе и принятия решения на этой основе. Ситуация может быть четкой или нечеткой. Соответственно, оценка предпочтительности может быть четкой или нечеткой.

Оценка предпочтения как результата оценивания может выражаться разными категориями. Например, предпочтительность может выражаться: четкими отношениями «больше», «меньше»; нечеткими отношениями «лучше», «хуже»; вероятностными характеристиками «более значимо», «менее значимо»; дихотомическим четкими переменными «наличие», «отсутствие» и т.д.

В теории предпочтений результатом оценки предпочтения могут быть значения «предпочтительно», «эквивалентно», «не определено». Принятие решений с использованием теории предпочтений основано на использовании прагматической меры и сравнительного метода измерений [19, 20]. Наиболее часто этот метод применяют в двух случаях: 1. Когда сравниваемые объекты имеют равное число сопоставимых параметров. 2. Когда сравниваемые объекты имеют разное число или разные параметры.

Получения оценок предпочтительности в первом случае включает следующие этапы: построение n – матриц размерностью $m \times m$; получение оценок предпочтительности для каждого параметра; введение весовых характеристики, показывающих вес (важность) каждого параметра в общей системе рассматриваемых параметров; сведение результатов оценивания каждого параметра в единую матрицу. Часто параметры объекта могут быть измерены в качественных шкалах, например: цвет, марка, бренд. Оценки этих величин предварительно должна быть составлена система локальная предпочтительности, которая и послужит основой расстановки оценок предпочтительности. Подробно применение данного метода приведено в [19].

Получения оценок предпочтительности во втором случае включает применение метода парных сравнений. Метод парных сравнений заключается в сравнении объектов ограниченной совокупности попарно «каждого с каждым». Наглядным примером такого подхода является турнирная таблица спортивных состязаний, например, по футболу, шахматам и т.п. В теории предпочтений такую таблицу составляет эксперт, выбирая для сравнения свой критерий. По существу имеет место когнитивное оценивание. Эксперт сравнивает пары объектов и по многим дает одну сравнительную оценку для каждой пары. Подробно этот метод описан в [21]. Особенность такого сравнения в том, что итоговые оценки могут быть согласованы или не согласованы. Для такой совокупности существует

понятие треугольник согласованности и треугольник противоречий. Треугольником противоречий называют тройку величин A, B, C , для которой имеет место нарушение условия транзитивности. Это случай, для которого

$$\begin{aligned} &\text{имеет место } A \prec B \text{ (} A \text{ предпочтительнее } B \text{)} \\ &\text{имеет место } B \prec C \text{ (} B \text{ предпочтительнее } C \text{)} \\ &\text{и имеет место } C \prec A \text{ (} C \text{ предпочтительнее } A \text{).} \end{aligned} \quad (1)$$

Треугольником согласованности называют тройку величин A, B, C , для которой имеет место нарушение условия транзитивности. Это случай (2), для которого

$$\begin{aligned} &\text{имеет место } A \prec B \text{ (} A \text{ предпочтительнее } B \text{)} \\ &\text{имеет место } B \prec C \text{ (} B \text{ предпочтительнее } C \text{)} \\ &\text{и имеет место } A \prec C \text{ (} A \text{ предпочтительнее } C \text{).} \end{aligned} \quad (2)$$

Для системы предпочтений, описанной выражениями типа (1), не выполняется условие транзитивности. Она называется противоречивой. Если сравниваемых объектов более чем три, то граф, соответствующий системе предпочтений для таких объектов будет отображать многоугольник.

При парных сравнениях в результате может быть получена система предпочтений, которая может быть согласованной или несогласованной. Каждые три пары трех объектов могут образовывать треугольники согласия или треугольники противоречия. В работе [19] показано как можно, используя этот подход, получать не только оценки предпочтительности, но и оценивать качество работы эксперта. Можно констатировать, что наличие противоречивости приводит к появлению одинаковых рейтингов, а ее отсутствие обеспечивает полную объектов ранжировку с разными рейтингами. При этом равенство рейтингов может носить объективный характер (объекты одного класса имеют равный рейтинг), а может быть следствием ошибок эксперта (объекты разных классов имеют равный рейтинг). Для устранения последнего фактора используют дополнительную оценку.

Противоречие в исходных данных приводит к нарушению важного свойства «непротиворечивости», которое является одним из основополагающих при организации баз данных и сложных систем. Теория предпочтений менее критична к этому свойству. Она позволяет анализировать данные при отсутствии взаимно однозначной связи между ними. Поэтому ее применение расширяет возможность анализа данных. Применение теории предпочтений позволяет решать не только задачу нахождения предпочтений, но другую задачу – *выявление различий*. Выявление различий используется при качественном оперативном анализе, в частности, для сопоставительного визуального анализа. Сам визуальный анализ осуществляется методами деловой графики.

Заключение. Информационные технологии в управлении банковской деятельностью являются незаменимым средством управления. Это положение является общепризнанным. Однако человек по-прежнему играет важную роль в этой сфере. Это требует введения когнитивных управленческих моделей и когнитивных технологий управления. Однако это направление пока развито весьма слабо. Информационные технологии в управлении банковской деятельностью повышают оперативность и производительность управленческих процессов и в этом не имеют альтернативы. Следующий этап управленческой деятельности связывают с интеллектуальными технологиями. Информационные технологии служат мостиком перехода к интеллектуальным технологиям и к интеллектуальному управлению.

Литература

1. Карминский А.М., Нестеров П.В. Информатизация бизнеса. М.: Финансы и статистика, 1997. 218 с.
2. Цветков В.Я. Информационная модель как основа обработки информации в ГИС // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2005. № 2. С. 118–122.
3. Цветков В.Я., Оболяева Н.М. Использование коррелятивного подхода для управления

- персоналом учебного заведения // Дистанционное и виртуальное обучение. 2011. № 8(50). С. 4–9.
4. Tsvetkov V.Ya. Information field // Life Science Journal. 2014. № 11(5). Pp. 551–554.
 5. Тесля Ю. Н. Имитационно-информационные модели в задачах управления строительством сложных энергетических объектов // Вісник ЧПІ. 1999. Т. 1. С. 88–93.
 6. Цветков В.Я. Методологические основы применения ИКТ при управлении высшим учебным заведением // Информатизация образования и науки. 2010. № 1(5). С. 25–30.
 7. Weinberger M.G., Allen C.T., Dillon W.R. Negative information: Perspectives and research directions // Advances in consumer research. 1981. V. 8. № 1. P. 398–404.
 8. Tsvetkov V.Ya. Information Asymmetry as a Risk Factor // European Researcher. 2014. Vol. (86). № 11-1. Pp. 1937–1943. DOI: 10.13187/er. 2014.86.1937.
 9. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models // Life Science Journal. 2014. № 11(4). Pp. 468–471.
 10. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика: учебно-метод. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Прикладная информатика» (по областям) и другим междисциплинарным специальностям: в 2-х ч. / под общ. ред. А.Н. Тихонова. М.: МАКС Пресс. Т. 2. 2008. 860 с.
 11. Björk B.C. The impact of electronic document management on construction information management // Proceedings of International Council for Research and Innovation in Building and Construction CIB w78 conference. 2002. С. 12–14.
 12. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: вопросы управления сложными системами / И.В. Прангишвили; Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова. М.: Наука, 2003. 428 с.
 13. Кононов Д.А., Кульба В.В., Шубин А.К. Информационное управление: элементы управления и способы информационного воздействия // Проблемы управления. 2004. № 3. С. 25–33.
 14. Кононов Д.А., Кульба В.В., Шубин А.Н. Информационное управление: принципы моделирования и области использования // Труды ИПУ РАН. Т. XXIII. М.: ИПУ РАН. 2004. С. 5–29.
 15. Цветков В.Я. Информационное управление. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken. Germany, 2012. 201 с.
 16. Костров А.В. Основы информационного менеджмента. М.: Финансы и статистика, 2001. 336 с.
 17. Boisot M. Information Space (RLE: Organizations). Routledge, 2013.
 18. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дисс. ... на соиск. уч. ст. д-ра экон. наук. СПб.: СПбГУЭиФ, 2003. 280 с.
 19. Цветков В.Я. Основы теории предпочтений. М.: МаксПресс, 2004. 48 с.
 20. Tsvetkov V.Ya. Not Transitive Method Preferences // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. Vol. 3. Is. 1. Pp. 34–42. DOI: 10.13187/jincfar.2015.3.34.
 21. Орлов А.И. Менеджмент. М.: Изумруд, 2003. 298 с.

Information technology in management of banking business

Alexander Vasily Alexandrov, Master of Science with a degree in «Innovation and Project Management», a representative of the Chamber of Commerce of the Russian Federation in Bulgaria, managing director Campaign «New Commercial Systems» Ltd. International Marketing & Consulting Company»

The article analyzes the use of information technology in the management of banking activities. The article reveals the importance of information models and technologies in management. The features of information management in the banking sector. The article shows the difference between information management and information control. This article describes methods of fuzzy logic and the theory of preferences, which are used in the management of activities in the banking sector.

Keywords: management, information technology, control technology, banks.

КОСМИЧЕСКАЯ СФЕРА ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

Виктор Петрович Савиных, д-р техн. наук, профессор,
член-корреспондент РАН, академик Российской академии космонавтики
им. Э.К. Циолоковского, президент,
Московский государственный университет геодезии и картографии,
<http://www.miigaik.ru>

В статье дается анализ космического пространства как возможной сферы военных действий. Описаны свойства космического пространства, которые являются привлекательными для военных действий и разведки. Описана космическая сфера военных действий и космические военные аппараты. Описана близкая к геоинформатике геопространственная разведка. Описаны особенности космического вооружения и средств его доставки. Описаны ядерные испытания в космическом пространстве. Описаны особенности использования космической группировки в войнах современности.

Ключевые слова: космическое пространство, космические исследования, дистанционное зондирование, ближний космос, оборона.

Космическое пространство (КП) характеризуется многими аспектами использова-



В.П. Савиных

ния. Поэтому не следует исключать военный аспект [1, 2]. Для КП характерно существенная отдаленность от земной поверхности. В то же время космическое пространство создает возможности для большой обзорности, которая для наземных систем и воздушных методов наблюдения немыслима и невозможна. Космический снимок может содержать обзорную информацию равную тысяче снимков полученных при аэрофотосъемке. Соответственно, космическое вооружение может применяться в зоне прямой видимости на значительно большей территории, чем земные виды вооружения. Еще большие возможности это свойство открывает для космической разведки.

Большая обзорность околоземного космического пространства позволяет осуществлять глобальное наблюдение космическими средствами за всеми районами земной поверхности, воздушным и космическим пространством, практически в реальном масштабе времени, что дает возможность мгновенно реагировать на любое изменение обстановки в мире. Не случайно, по мнению американских специалистов, в подготовительный период космические системы разведки позволяют получать до 90 % информации о потенциальном противнике.

Геостационарные радиопередатчики, расположенные в КП, имеют в зоне радиовидимости половину земного шара. Данное свойство КП позволяет обеспечить непрерывную связь между любыми приемными средствами на полушарии как неподвижными, так и подвижными.

Космическая группировка радиопередающих станций покрывает всю территорию земного шара. Данное свойство КП позволяет контролировать перемещение объектов противника на всем земном шаре и координировать действия союзных сил также по территории всего земного шара.

Визуальные и оптические наблюдения из космоса характеризуются свойством «сверхвидимости» [3]. Это свойство заключается в возможности различения мелких объектов, которые с учетом рассеяния атмосферы не должны быть видимы. Дно с борта корабля видимо на глубине до 70 м. Из космоса на снимках оно видно на глубине до 200 м. Кроме того на снимках видны объекты находящиеся на шельфе. Данное свойство КП позволяет контролировать наличие и перемещение ресурсов противника и делает бесполезными средства маскирования, которые эффективны против воздушной разведки.



Рисунок 1 – Беспилотный многоцелевой воздушно-космический аппарат Boeing X 37B (США) [4]

По экспертной оценке, космические ударные космические системы могут быть перемещены со стационарной орбиты в точки нанесения удара по объектам, расположенным на поверхности Земли, за 8–15 мин. Это время сопоставимо с полетным временем баллистических ракет подводных лодок, наносящих удар из акватории Северной Атлантики по Центральному району России.

В настоящее время стирается грань между воздушными и космическими средствами боевых действий. На рисунке 1 приведен беспилотный воздушно космический

самолет Boeing X37B (США). Он отражает современную тенденцию создания воздушно космических сил. Согласно «Military space news» X37B может применяться для разных целей: наблюдения, запуска спутников и нанесения ударов [4].

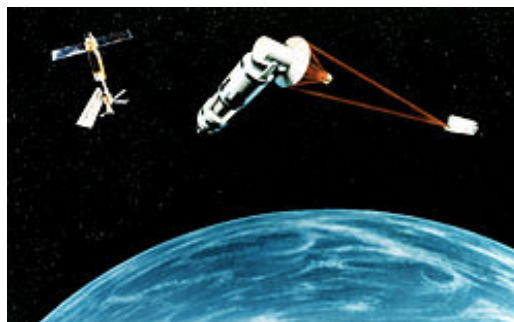
С позиций наблюдения околоземное космическое пространство создает наиболее благоприятные условия для сбора и передачи информации. Данное свойство КП позволяет эффективно использовать информационные системы хранения информации, размещенные в космосе. Перенос копий земных информационных ресурсов в космос повышает их безопасность в сравнении с хранением на земной поверхности.

Экстерриториальность околоземного космического пространства позволяет осуществлять полет над территорией различных государств в мирное время и в ходе ведения военных действий. Практически каждое космическое средство может оказаться над зоной любого конфликта и быть использованным в нем. При наличии группировки космических аппаратов они могут контролировать постоянно любую точку земного шара.

В околоземном космическом пространстве невозможно использовать такой поражающий фактор обычного оружия, как ударная волна. В то же время практическое отсутствие атмосферы на высотах 200–250 км создает благоприятные условия применения в ОКП боевого лазерного, пучкового, электромагнитного и других видов оружия (рисунок 2).



Химический космический лазер



Рентгеновский космический лазер

Рисунок 2 – Космические лазеры

Учитывая это, США еще в середине 90-х годов прошлого столетия планировали развернуть в околоземном пространстве около 10 специальных космических станций, оснащенных химическими лазерами мощностью до 10 мВт, для решения широкого круга задач, в том числе, по уничтожению космических объектов различного назначения.

Космическая сфера военных действий – области космического пространства, которые по своим физическим и пространственным характеристикам требуют создания специфических сил и средств вооруженной борьбы, способных эффективно действовать в данной сфере и взаимодействовать с силами и средствами в других в процессе подготовки и ведения военных действий

Космические аппараты, применяемые в военных целях можно классифицировать, как и гражданские, по следующим признакам:

- по высоте орбит – низкоорбитальные с высотой полета КА от 100 до 2 000 км; средневысотные – с высотой от 2 000 до 20 000 км; высокоорбитальные – от 20 000 км и более;
- по углу наклона – на геостационарных орбитах (0° и 180°); на полярных ($i=90^\circ$) и промежуточных орбитах.

Специальная характеристика боевых космических аппаратов (КА) – функциональное назначение. Она позволяет выделять три группы КА: обеспечивающие, боевые (для нанесения ударов по объектам, находящимся на поверхности Земли, систем ПРО,

ПКО) и специальные (радиоэлектронной борьбы, перехватчики радиолний и т.д.).

В настоящее время в состав комплексной орбитальной группировки входят КА видовой и радиоэлектронной разведки, связи, навигации, топогеодезического и метеорологического обеспечения.

Испытания ядерного оружия в космосе. На рубеже 50–60-х годов США и СССР, совершенствуя свои системы вооружений проводили испытания ядерного оружия во всех природных сферах, включая космос.

По официальным, опубликованным в открытой печати, перечням ядерных испытаний, к категории космических ядерных взрывов были отнесены пять американских, проведенных в 1958–1962 годах, и четыре советских – в 1961–1962 годах. Они официально отнесены к категории «исследования поражающих факторов ядерных взрывов» (в США – Weapons Effects).

Таблица 3.2.1

Американские и советские ядерные взрывы в космосе в 1958–1962 гг. [5]

№ п/п	Дата	Страна	Испытание	Полигон	Мощ- (кТ)	Высота (км)
1	27.08.58	США	Argus-1 («Ар-гус-1»)	Южная Атлантика	1,7	161
2	30.08.58	США	Argus-2 («Ар-гус-2»)	Южная Атлантика	1,7	292
3	06.09.58	США	Argus-3 («Ар-гус-3»)	Южная Атлантика	1,7	750
4	27.10.61	СССР	К-1	Капустин Яр	1,2	300
5	27.10.61	СССР	К-2	Капустин Яр	1,2	150
6	09.07.62	США	Starfish Prime («Старфиш Прайм»)	атолл Джонстон	1450	400
7	20.10.62	США	Checkmate («Чикмэйт»)	атолл Джонстон	60	147
8	22.10.62	СССР	К-3	Капустин Яр	300	300
9	28.10.62	СССР	К-4	Капустин Яр	300	150

Военная космическая экспансия США. В 1963 году министр обороны США Роберт Макнамара объявил о начале работ по программе Сентинел (*Sentinel* – Часовой), которая должна была обеспечить защиту от ракетных атак значительной территории континентальной части Соединенных Штатов. Предполагалось, что система противоракетной обороны (ПРО) будет двухэшелонной, состоящей из высотных, дальних перехватчиков LIM-49A *Spartan* и противоракет ближнего перехвата Sprint, и связанных с ними РЛС «PAR» и «MAR», а также вычислительных систем. Тем не менее, американские военные и политические стратеги признали наличие ряда проблем, связанных с этой системой

26 мая 1972 года США и СССР подписали Договор об ограничении систем ПРО (вступил в силу 3 октября 1972 года). В соответствии с Договором, стороны обязались ограничить свои системы ПРО двумя комплексами (радиусом не более 150 км с количеством пусковых установок противоракет не более 100): вокруг столицы и в одном районе расположения шахт стратегических ядерных ракет. Договор обязывал стороны не создавать и не разворачивать системы или компоненты ПРО космического, воздушного, морского или мобильно-наземного базирования.

23 марта 1983 года президент США Рональд Рейган заявил о начале научно-исследовательских работ, которые ставили своей целью изучение дополнительных мер против межконтинентальных баллистических ракет (МБР) (*anti-ballistic missile* – ABM). Реализация этих мер (размещение перехватчиков в космосе и т. п.) должна была обеспечить защиту всей территории США от МБР. Эта программа была названа стратегическая оборонная инициатива (СОИ) (*Strategic Defense Initiative* – SDI) [6]. Она

предусматривала использование наземных и космических систем для защиты Соединенных Штатов от нападения баллистических ракет. Формально, она означала отход от существовавшей ранее доктрины «взаимного гарантированного уничтожения» (*mutual assured destruction – MAD*).

В 1991 году президент Джордж Буш (старший) выдвинул новую концепцию программы модернизации ПРО, которая предполагала перехват ограниченного числа ракет. С этого момента начались попытки США создать национальную систему ПРО (НПРО) в обход договора по ПРО.

В 1993 году администрацией Б. Клинтона, название программы было изменено на систему противоракетной обороны (ПРО) территории (*National Missile Defense – NMD*).

Создаваемая система ПРО США включает в себя: центр управления, станции дальнего обнаружения и спутники слежения за запусками ракет, станции наведения ракет-перехватчиков, сами ракеты-носители для вывода противоракет в космос с целью уничтожения баллистических ракет противника.

В 2001 году Джордж Буш (младший) объявил, что система ПРО будет защищать территорию не только США, но и их союзников и дружественных им стран, не исключив размещения на их территориях элементов системы. Среди первых в этом списке оказалась Великобритания как ближайший союзник США. Ряд стран Восточной Европы, в первую очередь Польша, тоже официально выражали желание разместить на своей территории элементы системы ПРО, включая и противоракеты.

В настоящее время военно-космическая программа США развивается по следующим направлениям: связи; навигации; геодезии и картографии; метеорологии; спутникового слежения; противоспутникового оружия; противоракетной обороны; видеоразведки; радиоразведки; измерительно-аналитической разведки, широкомасштабного наблюдения; предупреждения о ракетном нападении, службы запусков; службы тестирования, службы обеспечения.

В 2009 бюджет этой программы составил 26,5 миллиардов долларов (Всей России всего 21,5 млрд дол.). Отметим некоторые органы, участвующие в военно-космических программах [7].

Стратегическое командование Вооруженных сил США (United States Strategic Command – USSTRATCOM) – единое боевое командование в составе Министерства обороны США, основанное в 1992 году взамен упраздненного Стратегического командования ВВС. Объединяет стратегические ядерные силы, силы ПРО и космические силы.

Стратегическое командование было сформировано с целью усиления централизации управления процессом планирования и боевого применения стратегических наступательных вооружений, повышения гибкости управления ими в различных условиях военно-стратегической обстановки в мире, а также улучшения взаимодействия между компонентами стратегической триады.

Национальное агентство геопространственной разведки (NGA) (со штаб – квартирой в городе Спрингфилд, штат Вирджиния) является агентством боевого обеспечения Министерства обороны и членом разведывательного сообщества. В NGA используют снимки с космических, национальных информационных систем разведки, а также коммерческих спутников и других источников. В рамках этой организации разрабатывают пространственные модели и карты для поддержки принятия решений. Основное ее назначение – пространственный анализ глобальных мировых событий, стихийных бедствий и военных действий.

Федеральная комиссия по связи (FCC) контролирует политику, правила, процедуры и стандарты для лицензирования и регулирования орбитальной заданий для спутников Министерства обороны (DoD).

Национальное управление разведки (National Reconnaissance Office – NRO)

проектирует, строит и эксплуатирует в США разведывательные спутники. Миссия NRO заключается в разработке и эксплуатации уникальных и инновационных систем для задач разведки и проведения разведывательной деятельности. В 2010 году NRO отпраздновал свое 50-летие.

Войска космической и ракетной обороны (Army Space and Missile Defense Command — SMDC) направлены на обеспечение в обеспечении доминирующего пространства и возможности противоракетной обороны для армии и для планирования и интегрировать эти возможности в поддержке боевых командиров. Войска космической и ракетной обороны основаны на концепции глобального пространственного ведения боевых действий и обороны.

Агентство противоракетной обороны (Missile Defense Agency – MDA) выполняет разработку и испытание комплексных многоуровневых систем противоракетной обороны для защиты Соединенных Штатов, их развернутых сил и союзников во всех диапазонах баллистических ракет противника на всех этапах полета. MDA использует спутники и наземные станции слежения, обеспечивающие глобальный охват земной поверхности и околоземного космического пространства.

Анализ ведения войн и вооруженных конфликтов в конце XX века показал, что роль космических технологий при решении задач военного противостояния возрастает. В частности анализ таких операций, как «Щит в пустыне» [8] и «Буря в пустыне» [9] в 1990–1991 годах, «Лис в пустыне» в 1998 году, «Союзная сила» в Югославии [10, 11], «Свобода Ираку» [9] в 2003 году показал, что космическим информационным средствам отводилась ведущая роль при боевом обеспечении действий войск.

В ходе военных операций военно-космические информационные системы (разведки, связи, навигационного, топогеодезического и метеорологического обеспечения) применялись комплексно и результативно.

В частности, в ходе военных операций в зоне Персидского залива в 1991 году со стороны коалиционных сил была задействована орбитальная группировка из 86 КА (29 – разведки, 2 – предупреждения о ракетном нападении, 36 – навигации, 17 – связи и 2 – метеообеспечения). Интересно, что принципом действий министерства обороны США в это время был лозунг «Мощь на периферию», то самый, который использовали и применяли во второй мировой войне союзные войска для борьбы в Северной Африке против Германии.

Значительную роль играли средства космической разведки США. Получаемая информация использовалась на всех этапах операций. По мнению американских специалистов, в подготовительный период космические системы обеспечивали получение до 90 % информации о потенциальном противнике. В зоне боевых действий вместе с региональным комплексом приема и обработки данных были развернуты приемные терминалы потребителей, оснащенные компьютерами, которые сравнивали принятую информацию с уже имеющейся и в течение нескольких минут представляли на экране обновленные данные по обстановке в зоне ответственности.

Космические системы связи использовались всеми звеньями управления до батальона (дивизиона) включительно, отдельного стратегического бомбардировщика, самолета-разведчика, самолета дальнего радиолокационного обнаружения AWACS (Airborne Warning End Control System), боевого корабля. Помимо военных КС связи использовались каналы международной системы спутниковой связи Intelsat («Интелсат»). Всего в зоне военных действий было развернуто более 500 приемных станций.

Важное место в системе обеспечения боевых действий занимала космическая метеорологическая система [12, 13]. Она позволяла получать снимки земной поверхности с разрешением около 600 м и давала возможность изучать состояние атмосферы для краткосрочных и среднесрочных прогнозов на район военного

конфликта. По метеосводкам составлялись и корректировались плановые таблицы полетов авиации. Кроме того, планировалось использовать данные от метеоспутников для быстрого определения зон поражения на местности в случае возможного применения Ираком химического и биологического оружия.

Многонациональными силами широко использовалось навигационное поле, созданное космической системой «NAVSTAR». С помощью ее сигналов повышалась точность выхода авиации на цели в ночное время, корректировалась траектория полета авиационных и крылатых ракет. Совместное применение с инерциальной навигационной системой позволяло выполнять маневр при подходе к цели, как по высоте, так и по курсу. Ракеты выходили в заданную точку с погрешностями (КВО – круговое вероятностное отклонение) по координатам на уровне 15 м, после чего точное наведение осуществлялось с помощью головки самонаведения.

При проведении операции «Союзная сила» на Балканах в 1999 году США впервые применяли в полном объеме практически все свои военные космические системы для оперативного обеспечения подготовки и проведения боевых действий. Они использовались в решении как стратегических, так и тактических задач, и сыграли значительную роль в успехе операции. Активно использовались и коммерческие КА для разведки наземной обстановки, доразведки целей после нанесения воздушных ударов, оценки их точности, выдачи целеуказания на системы оружия, обеспечения войск космической связью и навигационной информацией.

Всего в кампании против Югославии НАТО использовало уже около 120 спутников различного назначения, в том числе 36 спутников связи, 35 – разведывательных, 27 – навигационных и 19 – метеорологических, что почти в 2 раза превышало масштабы использования в операциях «Буря в пустыне» и «Лис в пустыне» на Ближнем Востоке.

В целом, по данным зарубежных источников, вклад космических сил США в повышение эффективности военных действий (в вооруженных конфликтах и локальных войнах в Ираке, Боснии и Югославии) составляет: по разведке – 60 %; связи – 65 %; навигации – 40 %, а в перспективе интегрально оценивается в 70–90 %.

Анализируя опыт ведения боевых действий вооруженными силами США и НАТО в вооруженных конфликтах в конце XX века, можно сделать следующие выводы [12]:

- только космические средства разведки позволяют наблюдать противника на всю глубину его обороны; средства связи и навигации обеспечивают глобальной связью и высокоточным оперативным определением координат любых объектов. Это дает возможность вести боевые действия практически на необорудованных в военном отношении территориях и удаленных театрах военных действий;
- подтвердилась необходимость и высокая эффективность применения групп космической поддержки, создаваемых в различных звеньях управления;
- выявлен новый характер действий войск, проявляющийся в появлении «космической фазы» военных действий, которая предшествует, сопровождает и завершает военный конфликт.

Вместе с тем, несмотря на высокие тактико-технические характеристики состоящих на вооружении американских космических средств, в их применении на ТВД имеется ряд недостатков. Для их устранения военные специалисты США предложили провести ряд мероприятий.

Литература

1. Савиных В.П., Цветков В.Я. Околосреднее космическое пространство в военном аспекте // Науки о Земле. 2013. № 1. С. 24–31.
2. Бармин И., Савиных В., Цветков В., Рубашка В. Война в космосе как предчувствие // Военно-промышленный курьер. 2013. № 32(500). С. 5.
3. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М.: Картоцентр-Геодезиздат, 2001. 224 с.

4. <http://www.usnews.com/news/articles/2012/03/23/militarys-secret-space-plane-mission-extended-indefinitely>
5. Железняков А. Испытания ядерного оружия в космосе // Атомная стратегия. 2005. № 17.
6. Strategic Defense Initiative <http://en.wikipedia.org/wiki/>
7. Чупарис В. Объединенное космическое командование ВС США // ЗВО. 2003. № 2.
8. Михайлов А. Иракский капкан. М.: Яуза, 2004.
9. Чупарис В. Использование США космической группировки в войне против Ирака // ЗВО. 2003. № 11.
10. Раскин А. Космические системы в войнах современности // Армейский сборник. 2003. № 1.
11. Союзная сила. URL: <http://ria.ru/politics/20090324/165834722.html>
12. Раскин А. Потенциальные и реальные военные угрозы национальным интересам России в сфере космической деятельности. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2007.
13. Чупарис В. Применение космической группировки США в ходе операции в Афганистане // ЗВО. 2007. № 8.

Space sphere of military action

Viktor Petrovich Savinych, Doctor of Technical Sciences, Professor, President of the Moscow State University of Geodesy and Cartography

The paper considers the near-Earth space as a potential area of operations. The paper describes the properties of space, which are important to the war effort and military intelligence. The paper describes the scope of space warfare and space military apparatuses. The article noted close to Geoinformatics geospatial intelligence. This article describes the features of space weapons and their means of delivery. The article mentioned the nuclear tests in outer space. The article describes the characteristics of space groups in the wars of today.

Keywords: outer space, space exploration, remote sensing, near space, defense

УДК 378:528

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Андрей Александрович Майоров, профессор,
д-р техн. наук, ректор, академик российской академии
космонавтики имени К.Э. Циолковского,

Московский государственный университет геодезии и картографии,
<http://www.miigaik.ru>

Статья анализирует развитие геодезического образования.

Ключевые слова: образование, геоинформатика, геодезическое образование, образовательные технологии, интеграция образования, информационные технологии, информационные ресурсы.



А.А. Майоров

В настоящее время в образовании происходят реформаторские преобразования. В первую очередь, это переход на трехуровневую систему обучения, введение понятия кредитных единиц для оценки трудозатрат, переход на новые стандарты обучения и другие формальные нововведения. Наряду с этим в образовании происходят собственные интеграционные процессы, влияющие на образование в целом. Примером области такого интеграционного процесса может служить геодезическое образование. В нем поменялся центр интеграции и произошли качественные изменения в системе наук.

Развитие геодезического образования. В 2012 году впервые под эгидой Международной Федерации Геодезистов (FIG) в России прошла Международная Конференция «Образование в области геодезии, кадастра и землеустройства: тенденции глобализации и конвергенции» [1]. На конференции проводился анализ состояния геодезического образования в мире. Несмотря на трехлетний срок эта конференция отразила некоторые тенденции в развитии геодезического образования, которые существуют и в настоящее время. Эта конференция проходила в рамках второй комиссии FIG, которая курирует профессиональное образование в области геодезии.

Прежде чем говорить о результатах конференции, необходимо остановиться на терминологии и терминологических отношениях [2, 3]. Термины и отношения между ними создают понятийное поле в любой области и соответственно в области образования данной профессиональной деятельности. Однако в процессе развития человечества некоторые термины меняют свой смысл, инвертируют или приобретают новое значение. Именно так было с терминами «геометрия» и «геодезия». Следует напомнить неискушенным читателям, что «геометрия» переводится как измерение Земли, в то время как «геодезия» – деление Земли. Однако с течением времени геометрия стала разделом математики и теоретической наукой. А практической наукой, связанной с измерениями и исследованием земной поверхности, стала геодезия.

Первое название международного геодезического общества звучало как *Federation Internationale des Geometres*, что означает Международная федерация геометров. Она была основана в 1878 году в Париже под названием *Federation Internationale des Geometres* что и определило ее аббревиатуру (FIG).

На русском языке аббревиатуры совпадают Международная федерация геометров (МФГ) и Международная федерация геодезистов (МФГ). На латинском языке они различаются *Federation Internationale des Geometres* (FIG) (французские корни) и *International Federation of Surveyors* (IFS) (английские корни). Поскольку Международная Федерация Геодезистов считает себя правопреемником (FIG), она сохранила старую аббревиатуру, отдавая этим дань традициям и отмечая этим связь времен.

FIG является единственной международной организацией, охватывающей все области применения геодезии. FIG — это признанная ООН неправительственная организация, целью которой является поддержка и развитие геодезической деятельности во всех областях ее применения, а также поддержка специалистов, осуществляющих эту деятельность, в деле удовлетворения потребности рынка, а также потребностей пользователей геодезических услуг и продукции.

Международная федерация геодезистов FIG является юридическим лицом с 1999 года. Она включает 10 комиссий. Председатели комиссий избираются на срок 3–4 года. Срок деятельности нынешних кончается в 2014 году. Вот перечень комиссий.

- Комиссия 1 – Профессиональная деятельность.
- Комиссия 2 – Профессиональное образование.
- Комиссия 3 – Управления пространственной информацией.
- Комиссия 4 – Гидрография.
- Комиссия 5 – Позиционирование и измерения.
- Комиссия 6 – Инженерные изыскания.
- Комиссия 7 – Кадастр и землеустройство.
- Комиссия 8 – Пространственное планирование и развитие.
- Комиссия 9 – Оценка и управление недвижимостью.
- Комиссия 10 – Экономика строительства и управление.

Геодезия является профессией, признанной мировым сообществом, что требует профессионального образования. Профессиональные геодезисты должны обладать не только техническими навыками, но и хорошо разбираться в области математики, естественных наук и современных информационных технологиях. Перспективным

направлением считается развитие электронное обучение E-learning [4], которое в современных условиях все шире переходит в M-learning [5, 6]. Исследования показывают более высокий уровень подготовки студентов при сочетании традиционных методов и электронного обучения.

Во многих странах аккредитацию учебных заведений проводят неправительственные организации, объединяющие специалистов данной профессиональной деятельности. Существуют нескольких типов аккредитации образовательных учреждений, таких как: институциональная и специализированная аккредитация; государственная и общественная профессиональная аккредитация; национальная и международная аккредитация. В России существует только государственная аккредитация.

Специальности, которые получают геодезисты в разных странах мира, различаются по названию: землемер, геодезист, топограф, геометр, но по содержанию учебных дисциплин они близки. По геодезическим дисциплинам идет преподавание в 143 высших учебных заведениях в 53 странах мира. В России находятся 2 университета и в Китае – один университет. В них находятся факультеты, связанные с геодезией: геодезический, картографический, фотограмметрический, астрономический и другие. В университетах остальных стран имеются только геодезические факультеты. В частности: в Германии – 15 факультетов, Бельгии – 4, Англии – 3, Испании – 3, Голландии, Швейцарии, Чехии, Словении, Болгарии, Венгрии, Польше, Украине, Югославии, Вьетнаме и Мексике – по 1.

Геодезическое образование является обобщающим понятием, которое охватывает выпуск специалистов в области фотограмметрии, картографии, астрономо-геодезии, землепользовании и др.

С 80-х годов наблюдается широкое применение информационных методов и технологий в сфере геодезии. Развитие компьютерных технологий привело к новому виду моделирования – цифровому моделированию [7] которое нашло широкое применение в геодезической практике. С 90-х годов появились две новые науки геоинформатика и геоматика [8–10]. Обе науки основаны на интеграции других наук. Первоначально они рассматривались как синонимы, но со временем геоматика стала считать своей сферой землепользование. По крайней мере за рубежом специалист «геоматик» устойчиво считается синонимом – «землепользователь» в России. В России геоматика толкуется по разному и не является полным эквивалентом зарубежного геоматика. По содержанию обучения специалисты геоматики и геоинформатики близки. Но по специализации они различаются. За рубежом геоматики специализируются в области кадастра, недвижимости, землепользования. Геоинформатики специализируются прежде всего в области применения ГИС и геоинформационных технологий, а также в области дистанционного зондирования Земли.

Геодезическое образование, как интегрированное понятие, включает не только получение знаний и подготовку специалистов в области геодезии, но и связанных с ней наук: фотограмметрии, картографии, топографии, прикладной геодезии, космической геодезии, землепользования, кадастра, геоинформатики, геоматики и др. Подводя итог следует отметить, что до 90-х годов геодезия была центром интеграции других дисциплин в области наук о Земле, связанных с измерениями картографией и аэрофотосъемкой.

Общим между геодезией и геоинформатикой остался маркетинг образовательных услуг [11], который с учетом пространственной информации переходит в геомаркетинг [12, 13] образовательных услуг.

Начиная с 50-х годов прошлого столетия за рубежом интенсивно развивается научная дисциплина – геостатистика. Использование геостатистики [14] применяется в первую очередь для объектов, имеющих вероятностные составляющие. Основной

информационной единице геостатистики является вариограмма. Геостатистика позволяет создавать информационные поля пространственного характера [15]. Например, поля загрязнений в водной или воздушной среде или поля распределения месторождения полезных ископаемых, поля массовой оценки недвижимости. Геостатистика не нашла свое место в старом геодезическом образовании, но легко интегрировалась в геоинформатику.

Геоинформатика как новый интеграционный центр геодезического образования. Современная геоинформатика с ее понятийным аппаратом, является обобщением наук о Земле в первую очередь и методов информатики во вторую [16]. В настоящее время геоинформатика используется для решения широкого круга научных и практических задач, а также в образовании [17] как средство обучения и образовательная технология. В образовании геоинформатика решает важную задачу междисциплинарной интеграции.

Объективная потребность в интеграции наук о Земле: геодезии, фотограмметрии, картографии, дистанционного зондирования Земли — назревала давно. Преподавание этих дисциплин отличалось большим взаимопроникновением. На практике часто геодезисты работали в фотограмметрии, фотограмметристы работали на геодезических работах или занимались составлением карт и т.д. Однако специализация давала себя знать. геодезисты не всегда могли быть картографами или фотограмметристами, картографы недостаточно знали геодезию для практической деятельности, фотограмметристы плохо разбирались с кадастровой информацией и так далее.

Геоинформатика явилась связующим звеном, способствующим интеграции этих дисциплин в единую систему. В настоящее время она объединяет многие учебные дисциплины в сфере образования и не только науки о Земле. Специалист геоинформатик это по существу «универсальный солдат» в области наук о Земле, который в равной степени должен знать и уметь на практике использовать фотограмметрию, геодезию, картографию, обязательно дистанционное зондирование, а также кадастр. Информационные ресурсы геоинформатики и информационные образовательные ресурсы намного шире геодезических. Это обусловило то, что как научное направление геоинформатика поглотила геодезию и развивается много быстрее. В то же время термин «геодезическое образование» сохранился как обобщающий и включает в себя образование в области геоинформатики. С этим противоречием следует считаться, но чисто формально.

Информатика существенно повлияла на развитие геоинформатики [18], геоинформатика, тем не менее, выработала свой собственный геоинформационный подход [19]. Геоинформатика является относительно молодой учебной дисциплиной. Но это играет положительную роль так как она естественно, а не искусственно опирается на современные информационные образовательные технологии.

Терминология. Современная геоинформатика с ее понятийным аппаратом, является обобщением многих наук и не только наук о Земле. Это создает определенные проблемы в терминологии. Часто, особенно молодые ученые соискатели степеней, применяют термины не соответствующие нормативам, ГОСТам и принятым терминологическим отношениям [2]. Недостаточно установившаяся профессиональная терминология, ограниченность возможностей объективного ретроспективного взгляда из-за различия мнений основателей этой науки, мешают формированию цельного взгляда как на саму область геоинформатики, так и на ее связи с другими науками и научно-техническим прогрессом в целом.

Применение информационных единиц. Одной из особенностей современной геоинформатики является применение наборов специальных информационных единиц при решении многих задач [20]. Информация в произвольной форме давно не используется обработке. Для обработки применяют только информационные единицы и информационные модели. Для хранения и описания также применяют свои

информационные единицы. Классической информационной единицей в лексике является слово. Совокупность информационных единиц образует язык геоинформатики [21, 22], подобно тому как в картографии совокупность картографических информационных единиц образует язык карт [23]. Использование информационных единиц способствует развитию у студентов системного подхода к анализу окружающего мира.

Визуальное моделирование. В науках о Земле: геодезии, фотограмметрии, картографии, дистанционного зондирования Земли – проводят достаточно большой объем работ с пространственными данными и их визуальным представлением. Основу учебной информации в геоинформатике составляют цифровые модели и цифровые карты. Это обуславливает необходимость работы с визуальными моделями, что приводит к применению методов обучения с использованием визуальных моделей [21]. Использование визуальных моделей возможно только с применением компьютерных технологий. Следовательно, подготовка в области компьютерных технологий предшествует изучению геоинформатики и требует от студентов достаточно высокого уровня их освоения.

Геоинформатика включает в обработку, визуальное моделирование и графическое представление пространственно распределенной информации, что позволяет эффективно обрабатывать и анализировать региональную информацию и делать наглядный сопоставительный анализ состояния системы образования по субъектам федерации и даже на уровне более мелких территориальных единиц.

Современные средства и методы обработки изображений и анализа пространственных данных, являются наиболее перспективным направлением развития наук глобального изучения пространства, что обуславливает необходимость ее углубленного изучения в вузе и в системе послевузовского обучения.

Пространственная информация. Геоинформатика требует изучения пространственного моделирования и визуального моделирования. Геоинформатика обобщает пространственные данные и вводит свои специфические данные – геоданные. Кроме того, предметом изучения геоинформатики являются такие понятия как пространственные отношения и геореференция, которые в других науках не изучают, но используют. Например, для анализа пространственной информации и поиска данных в геоинформатике и других науках широко применяют геореференцию [24, 25]. При изучении пространственной информации широко применяют виртуальные модели [26, 27].

Дистанционное зондирование. В настоящее время имеет место интегрированное применение методов дистанционного зондирования земли в геоинформатике [28, 29]. Наиболее эффективно методы дистанционного зондирования применяются за счет использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Использование спутниковой навигации в инженерных изысканиях не ограничивается технологией определения местоположения объектов (локализацией положения). ГНСС создают навигационное поле для измерений и навигации.

Навигационное поле – информационное поле [30], в каждой точке которого с помощью специальной приемной аппаратуры можно определять не только *местоположение*, но и *время определения* этого местоположения. Таким образом, навигационное поле представляет собой пространственно-временной геоинформационный объект. Такая связь пространства и времени создает условия не только для оперативного определения местоположения, но условия для учета изменения состояния объекта в реальном времени

Региональное управление. Региональное управление использует пространственную информацию [31] и опирается на геоинформационные технологии, что также требует интеграции дисциплин в сфере управления, менеджмента и маркетинга на основе геоинформатики. Включение в управленческие технологии

данных дистанционного зондирования позволяет оперативно отслеживать существенные изменения в регионах и, даже организовывать новые методы управления.

Следует отметить появление новой науки «пространственная экономика» (Spatial Economics), которую не следует путать с региональной экономикой. Пространственную экономику датируют 2000 годом возникновения, а региональная существует около 100 лет. За рубежом выходит специальный журнал Networks and Spatial Economics (NETS), освещающий вопросы пространственной экономики. геоинформационные системы (ГИС) являются обязательным предметом изучения пространственной экономики [32]. Это дает основание говорить о том, что интеграция учебных дисциплин на основе геоинформатики шире чем дисциплин наук о Земле.

Геоинформационный мониторинг. Мониторинг на основе геоинформатики приобрел новые свойства. Глобальный мониторинг [33] использует геоинформационный подход и развивается на этой основе. Общие принципы организации геоинформационного мониторинга включают использование: семантических информационных единиц, информационных моделей объектов, информационных моделей ситуаций.

Общие принципы *анализа результатов* геоинформационного мониторинга включают использование: оценку надежности результатов, устранение погрешностей и неопределенности, параметрического описания результатов, коррелятивный анализ, визуальное моделирование.

Параметрическое описание в геоинформационном мониторинге решает задачи логики первого рода, то есть описывает прямые (видимые) причинно-следственные связи. Коррелятивный анализ решает задачи логики второго рода, то есть описывает сложные цепочки причинно-следственных связей, которые по существу являются латентными. Визуальное моделирование снижает информационную нагрузку на ЛПР и представляет результаты геоинформационном мониторинге в виде, удобном для принятия решений.

Транспорт и логистика. Геоинформатика связана со многими направлениями. В таких направлениях, как транспорт и логистика возникает необходимость совместного пространственного и топологического анализа. Это однозначно требует применения методов геоинформатики. Геоинформационный мониторинг применяется в на транспорте [34] и в логистике [35]. Применительно к логистике геоинформационный мониторинг включает использование: глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), динамических моделей геоданных, информационного пространства в реальном времени, баз геоданных для хранения информации об объектах мониторинга, топологических логистических моделей, организацию геоинформационного пространства. Это приводит необходимости интеграции соответствующих учебных дисциплин с геоинформатикой

Единая координатная среда. Одной из особенностей геоинформатики является использование единой координатной среды [13]. Это позволяет организовывать практические занятия с использованием современных спутниковых навигационных систем как в реальном пространстве так и в виртуальном. В целом в геоинформатике достаточно много используется моделирование и виртуальное обучение.

Инноватика. В том случае, когда речь идет о инновационных проектах, связанных с объектами большой протяженности или с геотехническими системами [36] необходим обязательный учет пространственных факторов. Это влечет применение геоинформатики, которая в качестве одного из объектов исследований рассматривает пространственные отношения. При этом геоинформатика, с одной стороны, интегрирует различные направления в инноватике, с другой – создает возможность междисциплинарного переноса знаний инноватики в другие прикладные области

знаний.

Изыскания. Применительно к инженерным изысканиям можно выделить следующие основные концепции ее применения: геоинформационный подход; интегрированное применение методов дистанционного зондирования Земли; применение методов искусственного интеллекта в геоинформатике; геоинформационный мониторинг; применение информационных единиц хранения и обмена; геоинформационная логистика.

Применение методов искусственного интеллекта в геоинформатике. Одной из основных задач геоинформатики является получение новых знаний [1]. Это сближает методы искусственного интеллекта и методы геоинформатики [16].

Заключение. Современное геодезическое образование характеризуется процессами диверсификации и интеграции. Из недр геодезического образования появилась новая наука геоинформатика, которая интегрирует фотограмметрию, картографию, кадастр, дистанционное зондирование и саму геодезию. Как наука геоинформатика является более фундаментальной по сравнению с геодезией. Но образование в этой сфере по-прежнему называют геодезическим. До появления геоинформатики геодезия была центром интеграции. В настоящее время центром интеграции картографических и геодезических наук является геоинформатика.

Литература

1. *Цветков В.Я.* Международная конференция «Образование в области геодезии, кадастра и землеустройства: тенденции глобализации и конвергенции» // Инженерные изыскания. 2012. № 11. С. 12–14.
2. *Кулагин В.П.* О неадекватном применении некоторых терминов // Славянский форум. 2013. № 1(3). С. 82–87.
3. *Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Цветков В.Я.* Терминологические отношения // Фундаментальные исследования. 2009. № 5. С. 146–148.
4. *Clark R.C., Mayer R.E.* E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. John Wiley & Sons, 2011.
5. *Georgiev T., Georgieva E., Smrikarov A.* M-learning-a New Stage of E-Learning // International Conference on Computer Systems and Technologies-CompSysTech. 2004. Т. 4. № 28. С. 1–4.
6. *Цветков В.Я.* Мобильные образовательные технологии // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 12. С. 32–34.
7. *Майоров А.А., Нгуен Тхе Конг.* Перспективы развития компьютерных технологий создания цифровых моделей рельефа // Геодезия и аэрофотосъемка – . 2011. № 4. С. 107–112.
8. *Maierov A. A.* Modern Development of Geoinformatics // European Researcher, 2014, Vol. (82). № 9-1. P. 1620–1627.
9. *Розенберг И.Н., Цветков В.Я.* Геоинформационные системы: учебное пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2015. 97 с.
10. *Розенберг И.Н., Духин С.В.* Геоинформационные технологии – важная составляющая современных информационных систем // Автоматика, связь, информатика. 2005. № 7. С. 8–12.
11. *Савиных В.П., Цветков В.Я.* Маркетинг образовательных услуг // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2007. № 4. С. 169–176.
12. *Майоров А.А.* Геоаркетинговые исследования // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 5(8). С. 43–48.
13. *Цветков В.Я.* Задачи геоаркетинга // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2000. № 5. С. 146–154.
14. *Цветков В.Я.* Геоэстатистика // Геодезия и аэрофотосъемка. 2007. № 3. С. 174–184.
15. *Майоров А.А., Матерухин А.В.* Геоинформационный подход к задаче разработки инструментальных средств массовой оценки недвижимости // Геодезия и аэрофотосъемка. 2011. № 4. С. 92–97.
16. *Савиных В.П., Цветков В.Я.* Геоинформатика как система наук // Геодезия и картография. 2013. № 4. С. 52–57.
17. *Булгаков С.В.* Особенности преподавания геоинформатики в МИИГАиК // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 10. С. 64–68.
18. *Майоров А.А., Цветков В.Я.* Геоинформатика как важнейшее направление развития информатики // Информационные технологии. 2013. № 11. С. 2–7.
19. *Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya.* The Geoinformation approach // European Journal of Natural History. 2009. № 5. P. 102–103.

20. Ozhereleva T.A. Systematics for information units // European Researcher. 2014. Vol. (86). № 11/1. Pp. 1894–1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900.
21. Шорыгин С.М. Элементы языка визуального моделирования // Славянский форум. 2014. № 2 (6). С. 171–175.
22. Цветков В.Я. Язык информатики // Успехи современного естествознания. 2014. № 7. С. 129–133.
23. Лютый А.А. Язык карты: сущность, система, функции. М.: ГЕОС, 2002. 2-е изд. 2002. 327 с.
24. Майоров А.А., Цветков В.Я. Геореференция как применение пространственных отношений в геоинформатике // Геодезия и аэрофотосъемка. 2012. № 3. С. 87–89.
25. Hill L.L. Georeferencing: the geographic association of Information. 2009. Massachusetts Institut of Technology.
26. Бахарева Н.А. Виртуальность и реальность в геодезическом образовании // Славянский форум. 2015. № 1(7). С. 24–29.
27. Майоров А.А. Виртуальные модели при изучении логистики // Славянский форум. 2015. № 1(7). С. 169–176.
28. Савиных В.П., Цветков В.Я. Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // Информационные технологии. 1999. № 10. С. 36–40.
29. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Космическая геоинформатика: учебное пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2015. 72 с.
30. Ожерельева Т.А. Об отношении понятий информационное пространство, информационное поле, информационная среда и семантическое окружение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10. С. 21–24.
31. Маркелов В.М. Пространственная информация как фактор управления // Государственный советник. 2013. № 4. С. 34–38.
32. Романов И.А. Состояние пространственной экономики // Славянский форум. 2013. № 1(3). С. 110–115.
33. Tsvetkov V.Ya. Global Monitoring // European Researcher. 2012. Vol. (33). № 11-1. P. 1843–1851.
34. Розенберг И.Н. Геоинформационный мониторинг транспортных объектов // НАУКИ О ЗЕМЛЕ. 2012. № 3. С. 20–25.
35. Маркелов В.М. Геоинформатика и логистика. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2015. 177 с.
36. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Координатные системы в геоинформатике. М.: МГУПС, 2009. 67 с.
37. Савиных В.П., Цветков В.Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 5. С. 41–43.

Geomarketing research

Anrdey Alexandrovich Maiorov, rector, Moscow State University of Geodesy and Cartography (MII-GAiK), Moscow, Russia.

Shows three main groups geomarketing research: operational, tactical and strategic.

Keywords: geoinformatics, marketing, geomarketing, GIS technology, GIS, spatial economics, information technology, information technology management, information resources.

УДК 004.9

ОБНОВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Виктор Яковлевич Цветков, профессор, д-р техн. наук,
зам. руководителя центра фундаментальных
и перспективных исследований НИИАС,
E-mail: cvj2@mail.ru

Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации,
автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (ОАО «НИИАС»),
<http://www.vniias.ru>

Статья анализирует методы обновления баз геоданных. Показаны особенности таких баз пространственной информации. Описаны основные подсистемы базы геоданных. Показано значение темпоральной логики для обновления пространственной информации.

Ключевые слова: информация, пространственная информация, базы данных, базы геоданных, обновление информации, обновление баз геоданных.



В.Я. Цветков

Введение. Пространственная информация хранится в базах геоданных [1–3], в банках пространственных данных [4], в хранилищах и в фондах инфраструктуры пространственных данных [5–7]. В общем случае можно говорить о системах хранения пространственной информации, включая в это понятие сайты и геопорталы [8]. Обновление пространственной информации является актуальной задачей в связи с ее оперативным изменением. В крупных городах ежегодно меняются не менее 1000 объектов, что также требует регулярного обновления пространственной информации. Одной из задач геоинформатики является получение новых знаний [9]. Базы данных пространственной информации хранят не только пространственную информацию, но и пространственные знания [10, 11] или геознания [12, 13].

Хранение пространственной информации

Пространственная информация имеет разные формы представления и организации [14]. Чаще всего это геоданные, которые создаются на основе интеграции, стратификации, и представляют собой системный информационный ресурс [15]. Этот ресурс позволяет проводить систематизацию и системный анализ пространственной информации в разных предметных областях.

Пространственная информация, организованная для хранения имеет вид пространственных информационных моделей [16, 17].

Системы хранения должны содержать топологическое описание объектов и часто имеют ассоциативную связь графической формы представления с табличной. По этой причине информация из БГД может быть визуализирована в виде карт или чертежей с помощью ГИС или САПР [18].

Поскольку геоданные являются наиболее общей и интегрированной информационной моделью в дальнейшем есть смысл говорить о базах геоданных (БГД), понимая под этим обобщенное понятие всех структурированных хранилищ систематизированной пространственной информации.

Классическое обновление информации. Как правило, информация в БГД – это описание какой-либо карты и должна соответствовать требованиям составления и представления такой карты. Процесс обновления пространственных данных сложен, так как он требует проверки корректности табличной и графической информации. Например, обновление части карты связано с анализом геометрических характеристик всех объектов карты, анализом объектов, которые частично пересекают обновляемую часть карты, а также отсутствием однозначной идентификации объекта в двух разных карт. Это приводит к тому, что технологически БГД должна включать ряд подсистем, которые не входят в состав реляционных баз данных. Это четыре основные подсистемы: контроля ввода, ввода, обновления, контроля качества информации.

Подсистема контроля вводимой информации. Данная подсистема контролирует ввод информации. Ее наличие обусловлено большими объемами пространственной информации, что затрудняет ее анализ человеком. Ввод информации выполняют при создании или обновлении базы данных. Основной задачей данной подсистемы является выявление некорректных объектов: по геометрии, по содержанию, по форматам ГБД.

Некорректным объектом по геометрии считается объект с нарушением топологии,

геометрии расположения или геометрии самого объекта. Например, возможны такие ошибки как: пересечения параллельных сторон; размещение части объекта на другом объекте; смещение объекта, деформация части объекта и т.д.

Некорректным объектом по семантике считается объект с нарушением дескриптивного описания, логического построения или с противоречивым описанием в отношении других объектов.

Некорректным объектом по формату считается объект, имеющий форматы, не соответствующие форматам базы данных. В этом случае говорят о нарушении информационного соответствия. Условие информационного соответствия требует соответствия форматов входной информации или первичных моделей форматам информационной системы, в которую эта информация вводится.

Данная подсистема используется при вводе и при обновлении информации в базе данных. По завершению работы она выводит информацию о корректных объектах и об объектах, загруженных с возможными ошибками. Например, при вводе сканерного изображения возможны аппаратные ошибки сканирования в этом случае система контроля вводя либо их исправляет, либо сигнализирует о возможных ошибках. Это подразумевает, что данная подсистема может иметь некую тестовую информацию для проверки качества.

Подсистема ввода выполняет предварительную обработку исходных данных и решает ряд задач. Подсистема ввода автоматизирует процесс ввода, что важно при больших объемах информации. Она осуществляет предобработку и загрузку данных различных форматов из допустимого перечня форматов. Технология ввода включает сжатие данных при их избыточности или дублировании. В этой подсистеме на когнитивном уровне происходит: создание новой карты, выбор темы в структуре ГБД; организация необходимых слоев; настройка соответствия геометрических типов исходных данных и ГБД; выбор атрибутивных данных; обеспечение соответствия координатных систем входной и внутренней.

В этой подсистеме информационное соответствие обеспечивается на трех задачах: соответствие координатных систем входной информации и внутренней информации ГИС или ГБД; соответствие типов данных входной информации слоям в проектируемой ГБД; соответствие типов данных входной информации базовым типам данных в ГБД.

Подсистема обновления. После создания ГБД данные в ней могут вводиться дополнительной или служить основой обновления уже введенных данных. Ввод дополнительной информации может приводить к структурным изменениям базы данных. В отличие от этого при обновлении структура ГБД не изменяется, данные интегрируются в существующие слои, типы объектов и таблицы.

Процесс простого обновления выполняется в два этапа и построен с использованием известной технологии репликации [19]. На первом этапе создается буферная ГБД на основе репликации основной ГБД.

Новые данные для обновления загружаются в буферную ГБД, где происходит их анализ и сравнение с существующими, а также проверка старых данных на актуальность. На основании проведенного анализа принимается решение об обновлении информации. Данные по обновляемому объекту могут быть загружены полностью либо частично. Механизм напоминает механизм резервного копирования в различных вариантах или механизм загрузки измененного файла. Как и при вводе данных включается механизм сравнения загружаемых и обновляемых данных на предмет корректности.

После проверки данных в реплицированной базе данных она загружается в основную базу данных и происходит известный процесс оверлея, то есть наложения информации с заменой старых частей на новые. Такая двухэтапная процедура позволяет сохранить целостность основной базы данных и решать задачи информационной безопасности по предотвращению удаления или порчи ценной информации.

Подсистема контроля качества. Данная подсистема предназначена для обеспечения

качества информации, хранимой в ГБД. Подсистема контроля выявляет и предотвращает дублирование объектов и связей. Она идентифицирует различные модификации объектов. Она также проверяет данные на актуальность и сигнализирует в случае необходимости обновления. Для решения последней задачи применяют темпоральную логику.

Темпоральное обновление пространственной информации (геоданных). Темпоральное (временное) обновление основано на использовании темпоральной логики [21], темпоральной логики и темпоральных данных [22], темпоральных баз данных [23]. В этой технологии обновления первая концепция обновления геоданных строится на применении модальной и темпоральной логики. Вторая концепция обновления [24] строится на разделении системы логического обновления данных (ЛОГ) как некой концептуально-формальной схемы и технологии или механизма обновления. При этом надо различать программу логического обновления данных и технологические программы обновления данных. Программа логического обновления данных является надстройкой и служит индикатором необходимости обновления данных. Технологические программы в сочетании с эвристическими методами реализуют собственно сам процесс ввода информации и ее актуализацию. Такой подход обладает универсальностью, поскольку логическую надстройку можно применять к любым базам данных, которые имеют разные структуры и разные данные.

Применение программы логического обновления геоданных в базах геоданных и геоинформационных системах предъявляет требования корректности и высокой верифицируемости к системам ЛОГ. Программирование ЛОГ представляет собой прикладную область, в которой опыт существующих исследований в области верификации программ [25] может быть успешно использован для обновления БГД.

Необходимо дать различие между программами логического обновления и стандартными вычислительными программами. Стандартная программа принимает на вход некоторые данные, выполняет необходимые вычисления и выдает результат. Подобную программу можно рассматривать как реализацию некой функции. Главная функция классической программы состоит в трансформации пространства входных данных в пространство выходных данных, что также можно интерпретировать как перевод данных из исходного состояния в конечное состояние. В терминах состояний «классическая» программа переводит результаты вычислений или действий в целевое, конечное состояние. Доминантой в этом случае является достижение конечного состояния.

В отличие от стандартной программы реактивная программа не предполагает обязательного завершения вычислений. Такая программа «реагирует» на входные воздействия, отвечая на каждое воздействие в соответствии с заданным алгоритмом или системой правил. По существу такая программа выполняет сервисные функции. При этом в терминах состояний автоматная программа переводит данные из начального состояния в некоторое иное состояние, которое может быть конечным или промежуточным. Доминантной при логическом программировании являются переходы между состояниями и механизмы осуществления этих переходов.

Программа логического обновления геоданных (ПЛОГ) представляет собой конечный автомат [24], который использует множество состояний геоданных в базе данных и переходов между ними. Система логического обновления геоданных является «реагирующей» системой. Она может моделироваться как управляемый дискретный автомат, имеющий конечное множество входов (актуальности), подключенных связей актуализации к набору геоданных, и множество выходов, подключенных к технологическим программам обновления. ПЛОГ контролирует состояния входов и вырабатывает определенные последовательности программно заданных действий, отражающихся в изменении выходов. ПЛОГ предназначена для работы в режиме реального времени.

Темпоральные характеристики геоданных. Временные характеристики всегда входят в геоданные, однако форма их описания может быть различной: явной и неяв-

ной. Именно от описания геоданных зависит свойство темпоральность как возможность использования для геоданных темпоральной логики и темпоральных моделей. Можно определить темпоральность геоданных как свойство, заключающееся в явной форме выражения временных характеристик, делающих возможной применение теории темпоральных данных [26] и темпоральных баз данных [27].

Для построения темпоральных данных необходимо ввести понятие «тип времени». Типом времени, который рассматривается в темпоральных БД, является время операции (транзакционное время). В СУБД процедуре записи в БД можно сопоставить промежуток времени обновления – между моментами добавления записи и ее удаления из БД. При этом операция обновления понимается как составная операция удаления старой записи и добавления новой.

Говоря о типах времени геоданных, необходимо ввести понятие гранулярности времени. Гранулярность времени [12] показывает, насколько близкие моменты на оси времени все еще будут отличимыми друг от друга. В оптических пространственных данных это напоминает пространственное разрешение. Например, для данных о наблюдении за деформациями инженерных сооружений достаточно использования интервалов времени фиксации по неделям или по 10 дням, а для времени мониторинга пожаров по данным дистанционного зондирования может быть использовано разбиение интервала наблюдения по часам. С каждым типом времени может быть связан некий дескриптор-календарь, который определяет диапазоны значений, гранулярность времени и прочие характеристики.

Второй особенностью является разделение интервальное и точечное представление данных или фактов. Оно напоминает нечеткое и четкое представление данных, однако, в нашем случае это только четкие значения. Точечное представление функции определяет ее значение в каждой точке, описываемой ее аргументами. Интервальное значение функции задается одинаковым для интервала аргументов. В случае точечного представления базы данных субъект получает срез всех фактов на какой-то конкретный момент времени. При интервальном представлении БД задается определенный факт и временные периоды его истинности. Для сравнения, обычная «четкая» реляционная модель опирается на точечное представление для актуального состояния данных.

Со временем фиксации факта и со временем операции связывается домен «Время», который может дискретным или непрерывным. Для представления времени в базе геоданных применяется домен с конечными и дискретными значениями. Как правило, значения времени в домене упорядочены. Момент времени актуализации геоданных в БД, является временем выполнения операции.

Для описания объектов модели геоданных может быть использована нотация методологии информационного проектирования [29]. В этой нотации сущность на ER-диаграмме представляется прямоугольником с именем в верхней части. В прямоугольнике перечисляются атрибуты сущности; при этом атрибуты, составляющие уникальный идентификатор сущности, подчеркиваются. Для атрибутов может быть задан домен. Такое представление геоданных не очень удобно для двумерной реляционной модели. Именно поэтому сдерживается применение темпоральных методов в геоинформатике.

Обработка временных данных требует критериев поиска по диапазону, что приводит к использованию соединений таблиц, которые строятся на отношениях неравенств. Механизм выполнения таких соединений является проблемой в реляционных БД. Кроме того, для темпоральных данных часто требуется соединять таблицы на основе перекрытия диапазонов дат, что приводит к нарушению условия однозначности. В языке SQL нет операции, позволяющей непосредственно задать такое соединение, и приходится применять процедурный подход к реализации таких запросов.

Таким образом, темпоральная модель геоданных отличается от традиционных моделей геоданных наличием формы представления времени, которое фиксируется в базе

геоданных с помощью так называемых временных меток (time stamp). Временные метки можно рассматривать как дополнительные атрибуты, связанные с фиксацией показаний времени. Исследование временных меток предметной области является одной из главных задач при обновлении геоданных, поскольку временные метки могут иметь несколько значений, т.е. неоднозначную интерпретацию в рамках предметной области.

При обновлении геоданных применяют следующие интерпретации временных меток. Время фиксации события или факта (Valid time), т.е. так называемая действительная дата – это временная метка, которая представляет время события или состояния предметной области как уже было указано в предыдущем разделе. Например, это дата подписи на документе, показания времени, снятые с контролирующих приборов, дата отгрузки проданного товара со склада и т.д.

Время операции (Transaction time) – это временная метка, представляющая время, когда была выполнена операция хозяйственной деятельности организации, как уже было указано в предыдущем разделе. Время сбора данных (Capture time) – это временная метка, представляющая время, когда данные были извлечены или собраны из источника данных (возможно, некоторой внешней БД). Время актуализации данных (Apply time) – это временная метка, связанная со временем загрузки данных в БГД.

Время, определяемое пользователем (User-defined time) – это временная метка, представляющая момент или моменты времени, которые пользователь намерен хранить в атрибуте сущности, но непосредственно не связанные с фиксацией временной зависимости в модели данных.

Таким образом, данный механизм позволяет реализовать технологию обновления, основанную на автоматическом анализе актуальности пространственной информации.

Заключение. Технология обновления пространственной информации связана с технологиями организации пространственной информации с построением пространственных моделей, построением классических реляционных баз данных, построением ассоциативной связи графики и табличной информации, с проведением топологического и семантического анализа. Технология обновления пространственной информации может быть связана с темпоральной логикой и разбиением программы обновления на логическую индикаторную часть и технологическую реализующую часть. Кроме рассмотренных в данной статье подходов для обновления пространственной информации можно применять интеллектуальные процедуры [30] и процедуры с использованием паттернов [4, 18] как особой формы хранения визуальной информации, отражающей пространственную информацию в виде электронной карты.

Литература

1. Розенберг И.Н. Геоинформационные базы данных в информационном обеспечении центров управления перевозками МПС: сб. докладов: Информационные технологии на железнодорожном транспорте «ИНФОТРАНС – 2001». Сочи, 2001. С. 170–176.
2. Ванин А.Г., Цветков В.Я. Средства организации баз данных в автоматизированных фотограмметрических технологиях // Геодезия и картография. 1985. № 7. С. 35–37.
3. Розенберг Е.И., Розенберг И.Н., Сазонов Н.В., Цветков В.Я. Система формирования мобильной базы данных для обслуживания участков железной дороги. Патент на полезную модель. RU93189U1. Заявка: 2009144856/22, срок действия с 03.12.2009.
4. Цветков В.Я., Лобанов А.А., Матчин В.Т., Железняков В.А. Обновление банков данных пространственной информации // Информатизация образования и науки. 2015. № 1 (25). С. 128–136.
5. Майоров А.А. Новые системы хранения пространственной информации // Перспективы науки и образования. 2013. № 5. С. 25–31.
6. Савиных В.П., Соловьев И.В., Цветков В.Я. Развитие национальной инфраструктуры пространственных данных на основе развития картографо-геодезического фонда Российской Федерации // Геодезия и аэрофотосъемка. 2011. № 5. С. 85–91.
7. Осокин С.А. Геопортал «Дата+» // Пространственные данные. 2008. № 2. С. 26.
8. Матчин В.Т. Состояние и развитие инфраструктуры пространственных данных // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 1(9). С. 137–144.
9. Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2009. 272 p.
10. Цветков В.Я. Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фунда-

ментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.

11. Benjamin Kuipers. Modeling Spatial Knowledge (1978) // Cognitive Science. № 2. P. 129–153.

12. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. 2013. № 12. С. 2–9.

13. Розенберг И.Н., Вознесенская М.Е. Геознания и геореференция // Вестник Московского государственного областного педагогического университета. 2010. № 2. С. 116–118.

14. Бородко А.В. и др. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: энциклопедия; в 2 т. / А.В. Бородко, Л.М. Бугаевский, Т.В. Верещака, Л.А. Запрягаева, Л.Г. Иванова, Ю.Ф. Книжников, В.П. Савиных, А.И. Спиридонов, В.Н. Филатов, В.Я. Цветков. М.: Картоцентр-геодезиздат, 2008. Т. I А-М.

15. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоданные как системный информационный ресурс // Вестник Российской Академии Наук, 2014. Т. 84. № 9. С. 826–829. DOI: 10.7868/S0869587314090278.

16. ГОСТ Р. 52055-2003 Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. М.: Госстандарт, 2003.

17. Tsvetkov V.Ya. Spatial Information Models // European Researcher. 2013. Vol.(60). № 10-1. P. 2386–2392.

18. Соловьев И.В., Железняков В.А. Алгоритмы обновления электронных карт по данным дистанционного зондирования Земли // Геодезия и картография. 2014. № 4. С. 13–18.

19. Каравиц А.С. Модели тиражирования библиографических баз данных // Формирование современной информационно-библиотечной среды: сб. науч. тр. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2004. С. 180–197.

20. Васильева К.А., Кузьмин Е.В. Верификация автоматных программ с использованием LTL // Моделирование и анализ информационных систем. 2007. Т. 14. № 1. С. 31–43.

21. Цветков В.Я. Применение темпоральной логики для обновления информационных конструкций // Славянский форум. 2015. № 1(7). С. 286–292.

22. Bowen K.A. Model theory for modal logic: Kripke models for modal predicate calculi. Kluwer Academic Pub, 1979. Т. 127.

23. Clarke E.M., Emerson E.A., Sistla A.P. Automatic verification of finite-state concurrent systems using temporal logic specifications // ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS). 1986. Т. 8. № 2. С. 244–263.

24. Цветков В.Я., Матчин В.Т. Концептуальное построение программы обновления геоданных // Перспективы науки и образования. 2015. № 1. С. 30–38.

25. Вельдер С.Э., Шалыто А.А. Верификация автоматных моделей методом редуцированного графа переходов // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2009. № 6(64). С. 66–73.

26. Date C. J., Darwen H., Lorentzos N. A. Temporal data and the relational model: a detailed investigation into the application of interval and relation theory to the problem of temporal database management. Morgan Kaufmann, 2003.

27. Костенко Б.Б., Кузнецов С.Д. История и актуальные проблемы темпоральных баз данных // Труды Института системного программирования РАН. 2007. Т. 13. № 2.

28. Суворова А.В., Пащенко А.Е., Тулупьева Т.В. Оценка характеристик сверхкороткого временного ряда по гранулярным данным о рекордных интервалах между событиями // Труды СПИ-ИРАН. 2010. Т. 1. № 12. С. 170–181.

29. Соловьев И.В., Майоров А.А. Проектирование информационных систем. Фундаментальный курс: учеб. пособие для высшей школы / под ред. В.П. Савиных. М.: Академический проект, 2009. 398 с.

30. Цветков В.Я., Железняков В.А. Интеллектуальное обновление данных в банке данных земель сельскохозяйственного назначения // НАУКИ О ЗЕМЛЕ. 2012. № 2. С. 73–79.

Principles for updates geodatabases

Viktor Yakovlevich Tsvetkov, Professor, Doctor of Technical Sciences.

Center fundamental and advanced research, the deputy head.

Research and Design Institute of design information, automation and communication on railway transport, Moscow

The article analyzes the methods of updating geodatabases article describes the features of such databases of spatial information. This article describes the major subsystems of the geodatabase. The article shows the importance of temporal logic to update the spatial information.

Keywords: information, spatial information, databases, geodatabases, updating of information, update a Geodatabase.