РАЗДЕЛ IV ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 519.85

ПОИСК ЛОКАЛЬНОГО МИНИМУМА В ЗАДАЧЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ НА ЛИНИЯХ

Н.С. Веремчук
Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Россия, г. Омск

Аннотация. Рассматривается задача оптимального размещения взаимосвязанных прямоугольных объектов на параллельных линиях с запрещенными зонами. Размещение внутри запрещенных зон не допускается. Объекты связаны между собой и с зонами. Метрика прямоугольная, критерий – минимизация суммарной стоимости связей объектов между собой и с зонами. Такие задачи необходимо решать, например, при проектировании расположения элементов сложных систем. Построена модель частично-целочисленного линейного программирования поиска локального оптимума задачи. Проведен вычислительный эксперимент с использованием предложенной модели и пакета IBM ILOG CPLEX.

Ключевые слова: математическая модель, задача Вебера, запрещенные зоны, параллельные линии, прямоугольная метрика.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ и решение задач оптимального размещения – это интенсивно развивающееся направление исследования операций [1, 2]. Задачи такого класса имеют важное прикладное значение, их необходимо решать при создании генеральных планов предприятий, в частности нефтехимических, размещении технологического оборудования в цехах, например, швейного производства, проектировании электронных устройств. По наличию связей между объектами в задачах оптимального размещения выделяют два класса: размещения-распределения и размещение взаимосвязанных объектов. В задачах первого класса объекты сначала размещаются, а затем устанавливаются связи между ними, а второго – объекты размещаются с заранее заданными связями между ними.

Одним из подклассов задач размещения взаимосвязанных объектов является задача Вебера [3, 4]. Задача заключается в расположении объектов на плоскости среди фиксированных объектов так, чтобы суммарная стоимость связей между всеми объектами была минимальной. Впервые такую задачу сформулировал Ферма в 17 веке: “Для трех фиксированных точек на плоскости найти такое расположение четвертой точки, чтобы сумма расстояний от нее до фиксированных была минимальной”. В 1909 году Вебер использовал эту модель для определения оптимального расположения фабрики и складов с сырьем.

Многообразие постановок задач Вебера определяется учетом размеров объектов, структурой области размещения и различными ограничениями. Одно из её обобщений связано с учетом запрещенных зон, в которые нельзя размещать объекты. Такими зонами могут быть, например, имеющиеся строения и оборудование, которое остается на месте при модернизации предприятия. При этом, для создания прямых проездов и удобства обслуживания оборудования, часто требуется регулярность размещения вдоль, так называемых, «красных линий» [5].

В данной работе рассматривается задача Вебера для прямоугольных объектов на параллельных линиях с запрещенными зонами. Расположение линий зафиксировано. Размещаемые объекты и зоны – прямоугольники, центры которых связаны между собой.

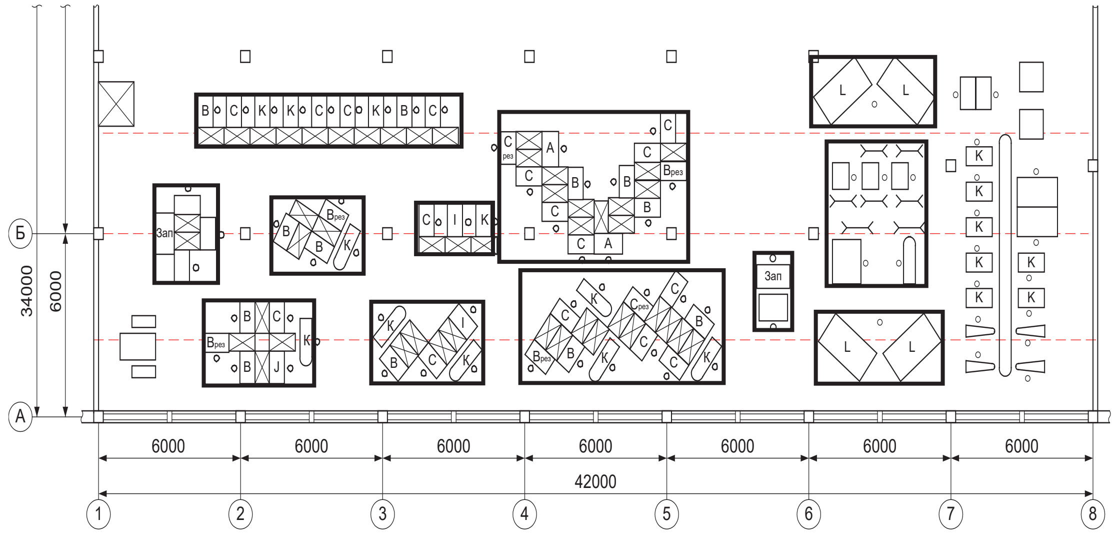

Рис. 1. План участка швейного цеха

В литературе рассматриваются различные подходы для решения задач оптимального размещения прямоугольных объектов. Достаточно исследован с математической точки зрения частный случай рассматриваемой задачи, когда нет связей между объектами – это задачи раскроя и упаковки. Для решения таких задач используются методы линейного программирования, динамического перебора и другие [6, 7]. В [8] рассматривалась задача упаковки несвязанных между собой прямоугольников в полубесконечную полосу минимальной длины с запрещенными зонами. Предложен вероятностный алгоритм поиска с запретами для нахождения приближенного решения. Для построения множества Парето-оптимальных решений в задаче размещения прямоугольников на линиях без запрещенных зон применялся аппарат целочисленной оптимизации и динамического программирования [5]. В работе [4] рассматривалась задача размещения взаимосвязанных прямоугольников на линии с запрещенными зонами. Разработан алгоритм поиска приближенного решения и исходная непрерывная задача сведена к серии дискретных. Алгоритм поиска локального оптимума такой задачи и варианты нижних оценок значений целевой функции описаны в [3].

В данной статье приводится обзор областей практического применения сформулированной выше задачи. Для нахождения локального оптимума построена математическая модель частично-целочисленного линейного программирования (ЧЦЛП) с булевыми переменными и проведен вычислительный эксперимент с использованием предложенной модели и пакета CPLEX.

ОБЛАСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Задачи оптимального размещения прямоугольных объектов имеют достаточно широкий спектр практических применений. При разработке схем генеральных планов нефтехимического предприятия одной из наиболее трудоемких задач проектирования является рациональное размещение технологического оборудования на строительной площадке. Оборудование, аппроксимированное прямоугольниками, связано между собой различными коммуникациями, например, трубопроводами. Для нефтехимических предприятий стоимость трубопроводных связей может составлять до 25 процентов от общих капитальных затрат. Поэтому необходимо располагать технологические установки так, чтобы стоимость трубопроводных связей была минимальной. Это сокращает затраты на коммуникацию. Затраты выражаются как стоимостью трубопроводов, так и энергетическими и тепловыми потерями на транспортировку газов и жидкостей, затратами на теплоизоляцию. Для удобства обслуживания оборудования создаются прямые проезды, и поэтому оборудование размещается вдоль, так называемых, «красных линий» [3, 5].

Рассматриваемая задача может применяться, в частности, и при разработке планов швейных участков и цехов [9]. Проектирование технологических процессов по изготовлению одежды с одной стороны схоже с проектированием различных производственных систем, а с другой стороны имеет свою специфику, определяемую высокой сменяемостью моделей, применением разнообразного оборудования, большая часть которого не может взаимозаменять друг друга. Швейное оборудование обычно группируется в специализированные модули с учетом самого оборудования, зон обслуживания, рабочих мест. Модули аппроксимируют прямоугольниками и размещают их на плане производственного участка или цеха. Размещение осуществляется вдоль направляющих осей, характеризующих способ размещения потока в цехе. Положение осей определяется с учетом основных проходов между технологическими модулями, зон запуска и сбора готовой продукции, а также нормативами по размещению оборудования внутри швейного цеха. Связями могут быть, например, количество изделий в час, предаваемых от одного модуля к другому. При переналадке производства часть оборудования может оставаться на месте, далее его можно рассматривать в качестве запрещенных зон. Задача размещения формулируется следующим образом: необходимо расположить новое оборудование (модули) среди имеющегося (запрещенные зоны) на направляющих осях так, чтобы суммарные затраты на передачу изделий от одного станка к другому были минимальными. На рисунке 1 изображен план участка швейного цеха, где обозначены единицы технологического оборудования: В – одноигольная машина, С – транспортер, I – вышивальный автомат, К – утюжильный стол, J – пресс, L – автоматический паоманекен, А – ручное рабочее место. Все расстояния указаны в миллиметрах.

Наряду с вышесказанным, одним из приложений указанной задачи можно рассматривать задачу синтеза топологии больших интегральных схем (БИС). Проектировщики чипа определяют, какие единицы будут использоваться, и какие из них должны быть связаны (логическая стадия проектирования). Обычно логические единицы – прямоугольники (клетки). Кроме размеров, каждая клетка характеризуется ее контактными центрами (терминалами). Терминалы должны быть связаны между собой. Таким образом, задача состоит в том, чтобы определить местонахождение клеток в определенной прямоугольной области (чип) и соединить их в сеть. При ее решении стремятся с одной стороны обеспечить трассировку соединений, а с другой – минимизировать искажения сигналов в межэлементных связях [10].

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Имеются параллельные оси OX отрезки длины LS с фиксированными прямоугольниками (запрещенными зонами) и прямоугольные объекты, центры которых связаны между собой и с зонами. Необходимо расположить объекты на отрезках вне зон так, чтобы они не пересекались между собой и с зонами, и суммарная стоимость связей объектов между собой и с зонами была минимальной.

Обозначим через X_i – размещаемые объекты с неизвестными координатами центров (x_i, y_i) и длинами l_i, $i \in I = \{1,...,n\}$, $x = (x_1,...,x_n)$, $y = (y_1,...,y_n)$; F_j – зоны с координатами центров (b_{1j}, b_{2j}) и длинами p_j, $j \in J = \{1,...,m\}$; $w_{ij} \geq 0$, $u_{ik} \geq 0$ – удельные стоимости связей между X_i и F_j, X_i и X_k, $i,k \in I$, $j \in J$, $i < k$. Пусть левая граница каждого отрезка t – это точка с координатами $(0, Ly_t)$, где $t \in Q = \{1,...,q\}$. При фиксированном расположении объектов множество J может быть представлено в виде объединения $J = \bigcup_{t \in Q} JL_t$, где через JL_t обозначено множество номеров объектов, расположенных на линии t, $t \in Q$. Если зона F_j размещена на линии t, то $b_{2j} = Ly_t$. Необходимо разместить объекты $X_1,...,X_n$ на отрезках вне зон $F_1,...,F_m$ так, чтобы они не пересекались, и суммарная стоимость связей объектов между собой и с зонами, измеряемая с помощью прямоугольной метрики, была минимальной. Допустимая область B несвязная и состоит из набора r непересекающихся отрезков (блоков) B_h с длинами L_h, в которые размещаются объекты X_i, $i \in I$, $B = \bigcup_{h=\overline{1,r}} B_h$.

С учетом введенных обозначений целевая функция имеет вид:

$$G(x, y) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} w_{ij} \left(| x_i - b_{1j} | + | y_i - b_{2j} | \right) +$$

$$+ \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^{n} u_k \left(| x_i - x_k | + | y_i - y_k | \right) \to \min. \quad (1)$$

Задача для одной линии NP-трудная, поиск её допустимого решения – это построение одномерной упаковки в контейнеры [11]. В данном случае упаковываются объекты с длинами l_i, $i \in I$, в контейнеры размерами L_h, $h = 1,...,r$. Исходная непрерывная задача сводится к дискретной и к серии задач меньшей размерности одинаковой структуры [3, 4].

Пусть (x, y) – некоторое допустимое решение задачи, которое однозначно определяет разбиение $X_1,...,X_n$ по блокам. Обозначим через $I_h(x, y)$ – множество номеров объектов в блоке B_h, $h = 1,...,r$. Допустимое решение (x, y) сформулированной задачи будем называть локальным минимумом, если $G(x, y) \le G(x', y')$ для любого (x', y'): $I_h(x, y) = I_h(x', y')$, $h = 1,...,r$.

Расположение линий, на которых происходит размещение объектов, фиксировано, поэтому для каждого разбиения объектов по блокам можно заранее указать значения y_i, $\forall i \in I$. Они будут совпадать с y-координатой соответствующей линии, на которой объекты будут размещаться, то есть $y_i = Ly_t$. Таким образом, при фиксированном разбиении объектов по блокам, выражения $w_{ij}(| y_i - b_{2j} |)$, $u_{ik}(| y_i - y_k |)$, $\forall j \in J$, $\forall i, k \in I$, $i < k$, являются константами, и целевая функция (1) принимает вид

$$G(x) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} w_{ij} \left(| x_i - b_{1j} | \right) + \\ + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^{n} u_{ik} \left(| x_i - x_k | \right) + Const \to \min. \quad (2)$$

С помощью введения дополнительных переменных $s_{ij} \ge 0$, $i \in I$, $j \in J$, $t_{ik} \ge 0, i, k \in I, i < k$, выражение (2) можно преобразовать к следующему виду

$$G(x) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} w_{ij} s_{ij} + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^{n} u_{ik} t_{ik} + \\ + Const \to \min, \quad (3)$$

$$\begin{cases} x_i - b_{1j} \le s_{ij}, \\ x_i - b_{1j} \ge -s_{ij}, \end{cases} \quad i \in I, \ j \in J, \quad (4)$$

$$\begin{cases} x_i - x_k \le t_{ik}, \\ x_i - x_k \ge -t_{ik}, \end{cases} \quad i, k \in I, i < k. \quad (5)$$

Так как разбиение объектов по блокам фиксировано, то для учета условий непересечения объектов между собой и с зонами достаточно учесть условия непересечения только объектов внутри одного блока и условия непересечения объектов из блока с соседними с ним зонами. Это можно сделать с помощью введения булевых переменных, определяющих взаимное расположение объектов между собой и с зонами. Обозначим LB_h, RB_h – координаты левой и правой границ блока B_h; JN_h – номера соседних зон слева и справа от B_h. Для записи условий непересечения объектов из блока B_h с соседними с ним зонами введем булевы переменные $z_{ij}^1 = 1$, если X_i расположен левее F_j, $i \in I_h(x)$, $j \in JN_h$, иначе $z_{ij}^1 = 0$. Аналогично, для записи условий непересечения объектов внутри B_h между собой, введем булевы переменные $z_{ik}^2 = 1$, если X_i расположен левее X_k, $i, k \in I_h(x)$, $i < k$, иначе $z_{ik}^2 = 0$. Тогда условия непересечения объектов в блоке с соседними с блоком зонами и между собой записываются следующим образом

$$\begin{cases} x_i - b_{1j} - \left(\dfrac{l_i + p_j}{2} \right) + C \cdot z_{ij}^1 \ge 0, \\ b_{1j} - x_i - \left(\dfrac{l_i + p_j}{2} \right) + C \cdot (1 - z_{ij}^1) \ge 0, \quad i \in I_h(x), \ j \in JN_h, \ h = 1,...,r, \\ z_{ij}^1 \in \{0, 1\}, \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} x_i - x_k - \left(\dfrac{l_i + l_k}{2}\right) + C \cdot z_{ik}^2 \ge 0, \\ x_k - x_i - \left(\dfrac{l_i + l_k}{2}\right) + C \cdot (1 - z_{ik}^2) \ge 0, \\ LB_h + \dfrac{l_i}{2} \le x_i \le RB_h - \dfrac{l_i}{2}, \\ z_{ik}^2 \in \{0, 1\}, \end{cases} \quad i, k \in I_h(x),\ i < k, \quad h = 1, \ldots r, \tag{7}$$

где C – достаточно большая константа, необходимая для выполнения альтернативных условий, в качестве которой можно взять, например, значение $C = 2 \cdot LS$.

Таким образом, получаем математическую модель частично-целочисленного линейного программирования (3)-(7). Заметим, что целевая функция и большинство ограничений в построенной модели линейные. С применением предложенной модели и пакетов прикладных программ, например IBM ILOG CPLEX, можно находить локальный минимум исходной задачи.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Проведен вычислительный эксперимент по нахождению локальных минимумов с помощью предложенной модели ЧЦЛП и пакета IBM ILOG CPLEX 12.2. Эксперимент проводился на компьютере с техническими характеристиками: Intel Core™ i5-2420 M 2.50 GHz 6,00 ГБ. Построена серия тестовых задач на двух линиях. Количество размещаемых объектов, запрещенных зон, их длины, удельные стоимости связей генерировались случайным образом в диапазоне от 1 до 100. Среднее время работы пакета, полученное по результатам трех запусков одной и той же задачи, представлено в таблице.

Результаты расчёта

№ п/п	Число размещаемых объектов, n	Число запрещенных зон, m	Среднее время работы пакета CPLEX, сек.
1	2	4	0,219
2	3	5	0,192
3	4	6	0,219
4	5	5	0,215
5	6	6	0,250
6	7	5	0,509
7	8	6	0,125
8	9	6	0,219
9	10	4	0,220
10	10	5	0,215

Полученные результаты в дальнейшем могут использоваться для сравнительного анализа работы пакета с приближенными или точными алгоритмами нахождения локального оптимума задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено исследование задачи оптимального размещения взаимосвязанных прямоугольных объектов на параллельных линиях с запрещенными зонами. Размещение внутри запрещенных зон не допускается. Критерием является минимизация суммарной стоимости связей объектов между собой и с зонами. Задача имеет много практических приложений, например, в автоматизированном проектировании при реконструкции предприятий.

Для нахождения локального оптимума задачи построена математическая модель частично-целочисленного линейного программирования с булевыми переменными. Проведен вычислительный эксперимент с использованием предложенной модели и пакета IBM ILOG CPLEX. Указанная модель может использоваться в эскизном проектировании при размещении оборудования в цехах предприятий. Целью дальнейших исследований может быть разработка приближенных или точных алгоритмов нахождения глобального оптимума задачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Farahani R.Z., Hekmatfar M. Facility location: Concepts, models, algorithms and case studies. Heidelberg: Physica-Verlag, 2009. 549 p.

2. Klamroth K. Single-Facility Location Problems with Barriers. Springer Series in Operations Research, 2002. 216 p.

3. Zabudsky G., Veremchuk N., About Local Optimum of the Weber Problem on Line with Forbidden Gaps. Proc. DOOR 2016, Vladivostok, Russia, September 19-23, 2016. CEUR-WS. 2016, vol. 1623, pp. 115-124. CEUR-WS.org, online: http://ceur-ws.org/Vol-1623/paperco17.pdf

4. Забудский, Г. Г. Алгоритм приближенного решения задачи Вебера на линии с запрещёнными зонами / Г. Г. Забудский, Н. С. Веремчук // Дискрет. анализ и исслед. операций. – 2016. – Т. 23, № 1. – С. 82-96, [G.G. Zabudskii, N.S. Veremchuk, An Algorithm for Finding an Approximate Solution to the Weber Problem on a Line with Forbidden Gaps. J. Appl. Ind. Math., 2016, 10(1), pp. 136-144].

5. Забудский, Г. Г. Алгоритмы компактного размещения технологического оборудования на параллельных линиях / Г. Г. Забудский, И. В. Амзин // Сиб. журн. индустр. матем. – 2013. –16:3 (55). – С. 86–94.

6. E.A. Mukhacheva, V.A. Zalgaller, Linear programming cutting problems. Intern. J. of Software Engineering and Knowledge Engineering, 1993, vol. 3, no. 4, pp. 463-476.

7. Мухачева, Э. А. Метод динамического перебора в задаче двумерной упаковки / Э. А. Мухачева, А. Ф. Валеева // Информационные технологии. – 2000. – № 5. – С. 30-37.

8. Руднев, А. С. Вероятностный поиск с запретами для задачи упаковки кругов и прямоугольников в полосу / А. С. Руднев // Дискрет. анализ и исслед. операций. – 2009. – Т. 16, № 4. – С. 61-86.

9. Математическая модель оптимизации гибких модулей технологического оборудования / Г.Г. Забудский, С. А. Лёгких // Прикл. математика и информ. технологии : сб. науч. и метод. трудов. – Омск, 2005. – С. 20–28.

10. Wai-Kai Chen. The VLSI Handbook, CRC Press, 2000. 1975 p.

11. Garey M.R., Johnson D.S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. Freeman, San Francisco, 1979; Mir, Moscow, 1982. 338 p.

SEARCH OF LOCAL MINIMUM IN LOCATION PROBLEM OF RECTANGLES ON LINES

Abstract. The problem of optimum location of the interconnected facilities on parallel lines with the forbidden gaps is considered. Location in the forbidden gaps isn't allowed. The locating facilities are connected among themselves and with gaps. For measurement of distances the rectangular metrics is used. Criterion of optimization is minimization of total cost of communications of facilities among themselves and with gaps. The considered problem is model of many practical applications from various fields of science and design. The mathematical model of integer linear programming of search of a local optimum of the problem is constructed. The computing experiment with use of the offered model and an IBM ILOG CPLEX package is made.

Keywords: mathematical model, Weber problem, forbidden gaps, parallel lines, rectangular metrics.

REFERENCES

1. Farahani R.Z., Hekmatfar M. Facility location: Concepts, models, algorithms and case studies. Heidelberg: Physica-Verlag, 2009. 549 p.

2. Klamroth K. Single-Facility Location Problems with Barriers. Springer Series in Operations Research, 2002. 216 p.

3. Zabudsky G., Veremchuk N. About Local Optimum of the Weber Problem on Line with Forbidden Gaps. Proc. DOOR 2016, Vladivostok, Russia, September 19-23, 2016. CEUR-WS, 2016, vol. 1623, pp. 115-124. CEUR-WS.org, online: http://ceur-ws.org/Vol-1623/paperco17.pdf

4. Zabudskii G.G., Veremchuk N.S. An Algorithm for Finding an Approximate Solution to the Weber Problem on a Line with Forbidden Gaps. J. Appl. Ind. Math., 2016, 10(1), pp. 136-144.

5. Zabudskii G.G., Amzin I.V. Algorithms of compact location for technological equipment on parallel lines, Sib. Zh. Ind. Mat., 2013, 16(3), pp. 86-94.

6. Mukhacheva E.A., Zalgaller V.A. Linear programming cutting problems. Intern. J. of Software Engineering and Knowledge Engineering, 1993, vol. 3, no. 4, pp. 463-476.

7. Muhacheva E.A., Valeeva A.F. Metod dinamicheskogo perebora v zadache dvumernoj upakovki [Method of dynamic search in a problem of two-dimensional packing]. Informacionnye tehnologii [Information technologies], 2000, no. 5, pp. 30-37.

8. Rudnev A.S. Probabilistic tabu search algorithm for the packing circles and rectangles into the strip. Diskret. Anal. Issled. Oper., 2009, 16(4), pp. 61–86.

9. Zabudskii G.G., Ljogkih S.A. Matematicheskaja model' optimizacii gibkih modulej tehnologicheskogo oborudovanija [Mathematical model of optimization of flexible modules of processing equipment]. Prikl. matematika i inform. Tehnologii [Appl. Math. Inf. Technol.]: Sb. nauch. i metod. trudov., izd. OmGTU, Omsk, 2005, pp. 20–28.

10. Wai-Kai Chen. The VLSI Handbook, CRC Press, 2000. 1975 p.

11. Garey M.R., Johnson D.S. Comput-

ers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. Freeman, San Francisco, 1979; Mir, Moscow, 1982. 338 p.

Веремчук Наталья Сергеевна (Омск, Россия) – аспирант, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН (644043, г. Омск, ул. Певцова, 13, e-mail: n-veremchuk@rambler.ru)

Natalia S. Veremchuk (Omsk, Russian Federation) – Post-Graduate Student, Sobolev Institute of Mathematics Siberian Branch of RAS (644043, Russia, Omsk, Pevtsova St., 13, e-mail: n-veremchuk@rambler.ru

УДК 004.41

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В ВУЗЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Л. И. Остринская, С.Ю. Пестова,
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск

Аннотация. *Рассматривается концептуальный подход к разработке информационной системы оперативного управления образовательным процессом в вузе (ИС ОУОП ВУЗ), в основе которого лежит OLAP-куб, сервис-ориентированная, клиент-серверная архитектура и кроссплатформенность, позволяющие создать в среде Интернет Личные кабинеты для конечных участников и пользователей образовательного процесса. Для всех групп пользователей определен набор WEB-Сервисов, описана их модель, предложено проектное решение на основе описанных бизнес-процессов в нотации BPMN.*

Ключевые слова: *информационная система, оперативное управление, образовательный процесс, проектирование, OLAP-куб, клиент-серверная архитектура, Личный кабинет, WEB-Сервис, бизнес-процесс, вуз.*

ВВЕДЕНИЕ

Изменения, происходящие в сфере образования, обладают высокой динамичностью: меняются задачи, организационные структуры и стандарты, все это требуют от информационных систем управления вузом высочайшей производительности и оперативности. Существующие на данный момент ИС управления образовательным процессом в вузах страны в своем большинстве:

1) фрагментарны, внедрены по принципу, так называемой «лоскутной» автоматизации и реализуют отдельные подсистемы и процессы таких структурных подразделений как Учебно-методическое управление, Отдел календарного планирования, Кафедры, Деканаты;

2) не автоматизируют процессы оперативного обращения к группе данных и сведений в ходе учебного процесса сотрудникам деканатов, членам кафедр, преподавателям, студентам, родителям;

3) только частично автоматизируют деятельность профессорско-преподавательского состава (на уровне работы с информационной системой по оценке знаний на основе балльно-рейтинговой методики);

4) не позволяют активно использовать для реализации ряда задач и функций в качестве технических средств современные мобильные устройства и программные приложения к ним [1].

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ-АНАЛОГОВ

В настоящее время для обеспечения образовательной деятельности вузов используются следующие информационные системы: ТАНДЕМ University, United University, Naumen University и Галактика «Управление Вузом», PLANY и другие.

Исследование рынка программных продуктов, разработанных и реализованных для