

Ссылка для цитирования этой статьи:

Чижова Е.О., Кузнецова Ю.Д., Бунтова Е.В. Решение задач рационального распределения нагрузок на сервере с помощью математических методов // Human Progress, 2018, Том 4, № 3. URL: http://progress-human.com/images/2018/Tom4_3/Chizhova.pdf, свободный. – Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.

УДК 51-7

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК НА СЕРВЕРЕ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Чижова Екатерина Олеговна

студент
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
экономический университет»

chizhova163@gmail.com
ул. Советской Армии, д. 141
г. Самара, РФ, 443063
+7 (846) 933-88-86

Кузнецова Юлия Дмитриевна

студент
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
экономический университет»

julia98kuznetsova@yandex.ru
ул. Советской Армии, д. 141
г. Самара, РФ, 443063
+7 (846) 933-88-86



Бунтова Елена Вячеславовна

кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры высшей математики и экономико-
математических методов
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
экономический университет»

ecun@sseu.ru
ул. Советской Армии, д. 141
г. Самара, РФ, 443063
+7 (846) 933-88-86

Аннотация. Статья посвящена вопросам решения практической экономической задачи методами математического моделирования. Авторы изучили современные научные публикации,

что позволило сделать вывод об актуальности решения задач оптимизации с помощью математических методов. Исследование проведено авторами на базе хостинговой компании «BEGET», был на практике применен метод оптимизации целевого рационального распределения конкретных нагрузок на сервере при помощи использования симплексного метода и метода искусственного базиса. Целью исследования являлось нахождение рационального распределения допустимых нагрузок серверных приложений или служб на сервере. Доказана актуальность решения данной задачи для анализируемой компании. Описана последовательность решения: указаны имеющиеся ограничения, построена модель оптимизации этапов в виде задачи нахождения линейного программирования, задача приведена к канонической форме, построены симплексные таблицы и найден оптимальный план. Далее найденное решение задачи было проверено путем подстановки в целевую функцию. В итоге получен оптимальный результат, решающий важную для компании задачу.

Ключевые слова: сервер; симплексный метод; рациональное распределение нагрузок; метод искусственного базиса; задача линейного программирования.

ЖЕЛ коды: С 02; С 61.

Введение

Для корректной работы с данными и минимизации возможных сбоев исследуется алгоритм, с помощью которого решаются задачи рационального распределения допустимых нагрузок на сервере.

В настоящее время процесс внедрения информационных технологий в производство активизировался [1-6].

Например, внедрение IT-технологий, в производственный процесс повышает конкурентную способность предприятия на рынке.

Преимущества IT-технологий заключаются в следующем [7].

- увеличение объемов обработки информации;
- автоматическое создание отчетов;
- повышение качества обработки информации;
- снижение времени на обработку информации.

Процесс автоматизации обработки и хранения информации осуществляется с помощью серверов. Слово «сервер» произошло от английского serve, что означает «служить или обслуживать», т.е. серверные устройства обслуживают пользователей и являются аппаратными устройствами и программными средствами. Сервер представляет собой компьютер, который

обслуживает другие компьютеры, а также факсы, принтеры и иные средства. Задачи для серверов формируются пользователями. В настоящее время невозможно представить работу организаций без объединения информационных ресурсов в единую сеть, т.е. без конкретных серверов [8].

Серверы предприятий и организаций объединяют информацию всех работников-пользователей, что обеспечивает моментальный доступ к ней. Сервер обрабатывает огромный массив данных и предоставляет обмен информацией между всеми участниками одного проекта. Работа в учреждении или на предприятии становится более эффективной и слаженной, так как увеличивается скорость выполнения задач и повышается ее надежность.

Одним из примеров использования серверов является работа кассовых аппаратов в супермаркетах.

Совокупность серверов, которые обеспечивают доступ к удаленным собраниям ресурсов, дает многообразие наполнения Интернета. Все сайты в Интернете хранятся на серверах, доступ к серверам предоставляются хостинговыми компаниями. Сервер является очень выгодным компонентом при работе в сети. Согласно статистике, с каждым годом Интернет разрастается все быстрее и быстрее. Сайт «internetlivestats.com» в режиме онлайн фиксирует каждый новый сайт, блог, сообщение и твиты, которые появляются во всемирной паутине. Количество созданных сайтов на март 2018 составляет 1,859,023,325 и увеличивается ежедневно¹.

Безусловно, чем надежнее, быстрее и безопаснее работает сервер, тем дороже обходится и серверное оборудование, а также программное обеспечение.

Цель исследования заключается в нахождении рационального распределения допустимых нагрузок серверных приложений или служб на сервере.

Цель исследования определяет его задачи:

- анализ данных базисного предприятия и подбор данных для построения модели;
- построение модели оптимизации в виде задачи линейного программирования (ЗЛП);
- минимизация времени на обработку запросов приложений (служб) с помощью решения ЗЛП;
- распределение допустимых нагрузок серверных приложений (служб) между m серверами компьютерной сети.

¹ Internet Live Stats. [электронный ресурс] Режим доступа: internetlivestats.com

Определение рационального распределения допустимых нагрузок серверных приложений компании «BEGET»

Исследование проводилось на базе хостинговой компании «BEGET», работа которой зависит от компьютеров и компьютерной сети. Компания «BEGET» нуждается в наличии серверов с определенной оптимальностью их работы. Для создания первого сервера потребуется 3 Тб объема оперативной памяти, для второго – 1 Тб. Компания может предложить ровно 3 Тб памяти. Известно, что нужно использовать 4 Гц частоты передачи данных для первого сервера, и 3 Гц для второго. Для эффективной работы серверов сотрудники компании решили, что частота передачи данных не должна быть меньше 6 Гц, так как чем выше этот параметр, тем быстрее происходит процесс передачи данных и прорисовка готовых пикселей. Производительность дисковой подсистемы должна быть 1 Тб/ч и 2 Тб/ч для первого и второго сервера соответственно. Производительность не должна превышать 4 Тб/ч, иначе может произойти сбой. Время работы первого сервера 2 часа, второго – 1 час.

Таким образом, для получения оптимального плана необходимо минимизировать целевую функцию $F(x)$ с соблюдением условия задачи.

Для выполнения данных условий строится модель оптимизации в виде задачи линейного программирования:

Время на обработку запросов должно быть минимальным, то есть:

$$F(x) = 4x_1 + x_2 \rightarrow \min$$
$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 = 3, \\ 4x_1 + 3x_2 \geq 6, \\ x_1 + 2x_2 \leq 4, \end{cases}$$

где $F(x)$ - это возможные значения нагрузок, при которых сервер может корректно обрабатывать, передавать, принимать данные, определенные пользователем, а x_1, x_2 – критерии, по которым рассчитываются нагрузки на серверы.

В настоящее время математические методы решения ЗЛП являются актуальными. Многие авторы используют данные методы для решений производственных задач. Так, например, в своей работе «Оптимальное распределение инвестиций по объектам вложения с помощью математического метода» Карасева Римма Борисовна привела пример решения вопроса об оптимальном распределении инвестиций. Задачей работы является нахождение распределения инвестиций в заводы производственного объединения, обеспечивающие максимальный выпуск продукции, причем лимиты инвестиций установлены в размере 5 у.е. В ходе решения поставленной задачи были выявлены преимущества симплексного метода, а так же найдено оптимальное распределение лимита в 5 единиц по каждому заводу [9]. Так же, в работе «Ис-

пользование методов линейного программирования для решения задачи оптимизации производства» Сиргалиной Регины Ринатовны и Семашко Марии Андреевны было предложено решение задачи оптимизации производства, как одной из задач математического обеспечения систем автоматизированного проектирования. Необходимо было найти оптимальное условие изготовления изделий. В решении данной задачи использовался симплексный метод и метод искусственного базиса, что позволило отыскать оптимальный план производства с максимальной прибылью [10].

Ввиду того, что задача распределения нагрузок на сервер имеет вид задачи на нахождение экстремумов функций и состоит из трех систем уравнений, что описано в условиях, то задача решается универсальным методом линейного программирования – симплексным методом [11]. В основу данного метода положена идея поиска оптимального плана. То есть, перебор вершин многогранника или допустимых решений продолжается до тех пор, пока не будет найдено оптимальное решение распределения нагрузок на сервер.

Задача приводится к канонической форме. Для этого вводятся дополнительные неотрицательные переменные. Наличие базиса является необходимым условием при решении задач симплексным методом.

Если же ограничения задачи заданы в виде неравенств вида \geq или уравнений, то невозможно сразу получить начальное базисное решение, если матрица, составленная из коэффициентов при неизвестных системы ограничений, не позволяет образовывать единичную матрицу. Для соблюдения равенств вводятся искусственные переменные. Векторы искусственных переменных образуют необходимую для решения единичную матрицу (базис). Такой базис называется искусственным, а метод решения называется методом искусственного базиса.

Базисные переменные выражаются через свободные переменные:

$$\begin{cases} y_1 = 3 - (3x_1 + x_2), \\ y_2 = 6 - (4x_1 + 3x_2 - x_3), \\ x_4 = 4 - (1x_1 + 2x_2) \end{cases}$$

Целевая функция принимает вид:

$$F(x) = 0 - (4x_1 + x_2) + M(9 - (7x_1 + 4x_2 - x_3)) \quad \min \quad \rightarrow$$

Строится исходная симплекс-таблица, в результате чего получается первоначальный план решения задачи. (Табл.1)

Табл. 1: Первоначальный опорный план

Базисные переменные	Свободные члены	Свободные переменные				Оценочные отношения
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
Y ₁	3	3	1	0	0	1(q)

Y_2	6	4	3	-1	0	1,5
X_4	4	1	2	0	1	4
F	0	4	1	0	0	
M	9	7 (S)	4	-1	0	

В левом столбце записываются основные (базисные) переменные, в первой строке перечисляются все переменные задачи. Крайний правый столбец содержит свободные члены системы ограничений b_1, b_2, \dots, b_m . В последней строке таблицы, которая называется оценочной, записываются коэффициенты целевой функции, а также ее значение. В рабочую область таблицы заносятся коэффициенты a_{ij} при переменных системы ограничений.

Выбирается разрешающий столбец и строка. Столбец выбирается в соответствии со следующим условием: при решении задачи на \min – выбирается положительное число максимальное по модулю. Для данной задачи этим элементом является $x_5 = 7$. Разрешающая строка – наименьшее оценочное отношение $\min_j |b_i/a_{is}|$ и соответствующую строку (q). На пересечении разрешающей строки и размещающего столбца находится разрешающий элемент a_{qs} . [12].

Переход к следующей симплексной таблице осуществляется согласно правилам:

- в первом столбце записывается новый базис: переменная, стоящая в разрешающей строке, выводится из базиса, а переменная, стоящая в разрешающем столбце, вводится в базис, т.е. данные переменные в таблице меняются местами; [13]

- вместо разрешающего элемента записывается его обратная величина;

- элементы разрешающей строки делятся на разрешающий элемент

- элементы разрешающего столбца делятся на разрешающий элемент, взятый с противоположным знаком;

- все остальные элементы таблицы вычисляются по правилу «прямоугольника» с помощью формул:

$$a'_{ij} = a_{ij} - \frac{a_{is} * a_{qj}}{a_{qs}}; b'_j = b_j - \frac{a_{is} * b_q}{a_{qs}}$$

В результате записывается последняя симплексная таблица (Табл.2)

Табл. 2: Симплексная таблица

Базисные переменные	Свободные члены	Свободные переменные
		X_4
X_1	0,4	-0,2
X_2	1,8	0,6
X_3	1	1
F	3,4	-0,2

Таким образом, с помощью ЗЛП найдено решение задачи распределения нагрузок приложений (служб) на сервере.

Оптимальный план X (0,4;1,8;1;0) $F(x)_{\min}=3,4$

В качестве проверки полученный результат подставляется в целевую функцию:

$$F(x) = 4 * 0,4 + 1 * 1,8 = 3,4$$

Для упрощения процесса вычислений при решении ЗЛП симплекс-методом возможно использование Microsoft Excel.

Можно сделать вывод, что допустимые нагрузки на данном сервере с ограничением на минимальное время выполнения действий (приложений\служб) на сервере могут составить не больше 3,4 тысячи запросов.

Заключение

В процессе проведения исследования был рассмотрен метод оптимизации рационального распределения нагрузок на сервере с использованием симплексного метода и метода искусственного базиса. Анализ научных работ дал возможность сделать выводы о том, что многие авторы решают задачи оптимизации с помощью математических методов.

Полученные результаты имеют большое практическое значение для компании. В результате исследования было найдено решение поставленной задачи. Данное решение обеспечивает минимизацию времени на обработку запросов приложения. Следовательно, является оптимальным для компании «BEGET».

Литература:

1. Рамазанов, М.Т.; Омарова, Э.Ш. Внедрение ИТ на предприятии // Международный студенческий научный вестник. Роль информационных технологий в экономике и образовании. [Электронный ресурс] Режим доступа: www.scienceforum.ru/2016/1802/26094
2. Андресен, Бент. Б. Мультимедиа в образовании: специализированный учеб. курс: [пер. с англ.] / Бент. Б. Андерсен, Катя Ван Ден Бринк. – 2 – е изд.; испр. и доп. – М.: Дрофа, 2007. 221 с.
3. Fati, S.M.; Sumari, P.; Yuhaniz, S.S.; и др. Modelling Contents Status for IPTV Delivery Networks. Конференция: 6th International Conference on Computing and Informatics - Embracing Eco-Friendly Computing Местоположение: Kuala Lumpur, MALAYSIA публ.: APR 25-27, 2017, С...: 282-290.
4. Gardner, K.; Harchol-Balter, M.; Scheller-Wolf, A.; и др. A Better Model for Job Redundancy: De-coupling Server Slowdown and Job Size // IEEE-ACM Transactions on Networking. 2017. Том: 25, Вып.: 6. С.: 3353-3367.

5. Maddah, B.; Nasr, W.W.; Charanek, A. A multi-station system for reducing congestion in high-variability queues // European Journal of Operational Research. 2017. Том: 262, Вып.: 2. С.: 602-619.
6. Whitt, W.; Zhao, J. Many-Server Loss Models with Non-Poisson Time-Varying Arrivals // NAVAL Research Logistics. 2017. Том: 64, Вып.: 3. С.: 177-202.
7. Информатизация предприятия: преимущества и недостатки. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://economyz.ru/informatsionnye-tekhnologii-v-biznese/>
8. Bondarenko, M.F. Optimizatsiya zadach v sistemah priynyattya rshen: pIdruchnik / M.F. Bondarenko, A.M. Gvozdinskiy. Harkiv: NTURE, 1998. 219 с.
9. Карасева, Р.Б. Оптимальное распределение инвестиций по объектам вложения методами динамического программирования // Научно-методический электронный журнал «Кон-цепт». 2016, № 7 (июль). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnoe-raspredelenie-investitsiy-po-obektam-vlozheniya-metodami-dinamicheskogo-programmirovaniya>
10. Сиргалина, Р.Р.; Семашко, М.А. Использование методов линейного программирования для решения задачи оптимизации производства // Международный научный журнал «Символ науки». 2016, № 4 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/ispolzovanie-metodov-lineynogo-programmirovaniya-dlya-resheniya-zadachi-optimizatsii-proizvodstva>
11. Макаров, С.И.; Бунтова, Е.В. Экономико-математические модели в решении проблемы внедрения прикладных научно-технических разработок / В сборнике: Наука XXI века: актуальные направления развития Материалы Международной заочной научно-практической конференции. 2015. С. 854-860.
12. Бунтова, Е.В. Математические модели технических систем / В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения. 2015. С. 133-136.
13. Бунтова, Е.В.; Низовцев, А.В. Анализ оптимальных решений экономических задач / В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией С.С. Чернова. 2013. С. 223-231.

SOLUTION THE PROBLEMS OF THE LOADS RATIONAL DISTRIBUTION ON THE SERVER BY MATHEMATICAL METHODS

Ekaterina Chizhova

Student of Samara State University of Economics

Samara, Russia

Yulia Kuznetsova

Student of Samara State University of Economics

Samara, Russia

Elena V. Buntova

Candidate of pedagogical science, Assistant Professor in

Samara State University of Economics

Samara, Russia

Abstract. The article is devoted to solving practical economic problems using methods of mathematical modeling. The authors studied modern scientific publications, which allowed to draw a conclusion about the relevance of solving optimization problems using mathematical methods. The research was carried out by the authors on the basis of the hosting company "BEGET", a method was used in practice to optimize the target rational distribution of specific loads on the server using the simplex method and the artificial base method. The purpose of the study was to find a rational distribution of the server applications permissible loads or services on the server. The relevance of solving this problem for the analyzed company is proved. The solution sequence is described: the existing constraints are indicated, a model for optimizing the stages is constructed in the form of the finding linear programming problem, the problem is reduced to the canonical form, simplex tables are constructed, and the optimal plan is found. Further, the solution of the problem was verified by substitution into the objective function. In the issue, the optimal result is obtained, which solves the important task for the company.

Keywords: server; simplex method; rational distribution of loads; artificial base method; linear programming problem.

JEL Code: C 02; C 61.

References

1. Ramazanov, M.T.; Omarova, E.Sh. The introduction of IT in the enterprise // International Student Scientific Bulletin. The role of information technology in economics and education. URL: www.scienceforum.ru/2016/1802/26094

2. Andresen, B.B. Multimedia in Education: a specialized textbook. course: [trans. from the English] / Bent. B. Andersen, Katya Van Den Brink. - 2 nd ed .; Correction. and additional. - Moscow: Drofa, 2007. 221 p.
3. Fati, S.M.; Sumari, P.; Yuhaniz, S.S.; and others. Modeling Contents Status for IPTV Delivery Net-works. Conference: 6th International Conference on Computing and Informatics - Embracing Eco-Friendly Computing Location: Kuala Lumpur, MALAYSIA publ.: APR 25-27, 2017, P. 282-290.
4. Gardner, K.; Harchol-Balter, M.; Scheller-Wolf, A.; and others. A Better Model for Job Redundancy: De-coupling Server Slowdown and Job Size // IEEE-ACM Transactions on Networking. 2017. Volume: 25, Issue: 6. P.: 3353-3367.
5. Maddah, B.; Nasr, W.W.; Charanek, A.A multi-station system for reducing congestion in high-variability queues. European Journal of Operational Research. 2017. Volume: 262, Issue: 2. P.: 602-619.
6. Whitt, W.; Zhao, J. Many-Server Loss Models with Non-Poisson Time-Varying Arrivals // NAVAL Research Logistics. 2017. Volume: 64, No: 3. P.: 177-202.
7. Informatization of the company: advantages and disadvantages. URL: <http://economyz.ru/informatsionnye-tehnologii-v-biznese/>
8. Bondarenko, M.F. Optimizatsiya zadach v sistemah priynyattya rIshe: pIdruchnik / M.F. Bondarenko, A.M. Gvozdinskiy. HarkIv: HTURE, 1998. 219 p.
9. Karaseva, R.B. Optimal allocation of investments for investment objects using dynamic programming methods // Scientific and methodical electronic magazine "Koncept". 2016, No. 7 (July). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnoe-raspredelenie-investitsiy-po-obektam-vlozheniya-metodami-dinamicheskogo-programmirovaniya>
10. Sergalin, R.R.; Semashko, M.A. The use of linear programming methods for solving the problem of production optimization // The International Scientific Journal "The Symbol of Science". 2016, No. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/ispolzovanie-metodov-lineynogo-programmirovaniya-dlya-resheniya-zadachi-optimizatsii-proizvodstva>
11. Makarov S..I; Buntova E.V. Economic-mathematical models in solving the problem of introducing applied scientific and technical developments / In the collection: Science of the XXI century: current trends of development Materials of the International Correspondence Scientific and Practical Conference. 2015. P. 854-860.
12. Buntova, E.V. Mathematical models of technical systems / In the collection: Actual problems of agrarian science and ways to solve them. 2015. P. 133-136.

13. Buntova, EV; Nizovtsev, A.V. Analysis of the optimal solutions to economic problems / In the collection: Fundamental and applied research: problems and results. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of SS. Chernov. 2013. P. 223-231.

Contact

Ekaterina Chizhova

Samara State University of Economics

141, Sovetskaya Armiya str., Samara, Russia, 443063

chizhova163@gmail.com

Yulia Kuznetsova

Samara State University of Economics

141, Sovetskaya Armiya str., Samara, Russia, 443063

julia98kuznetsova@yandex.ru

Elena V. Buntova

Samara State University of Economics

141, Sovetskaya Armiya str., Samara, Russia, 443063

ecun@sseu.ru