

Автоматизированная информационная система оптимизации закупок государственного учреждения на основе решения задачи линейного программирования

Г.Р. Кутлугаллямова
Факультет информатики и робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: kutlugallyamova@mail.ru

А.М. Сулейманова
Факультет информатики и робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: suleymanova.ufa@gmail.com

Аннотация¹

В статье рассмотрен метод выбора оптимального плана закупок на базе которого строится автоматизированная система.

Ключевые слова: заказчик, подрядчик, поставщик, электронный аукцион, победитель электронного аукциона, информационная система, товар.

1. Введение

Закупки в государственных учреждениях осуществляются через электронный аукцион. Этапы электронного аукциона проходят в четырех этапах: формирование лота и условия проведения аукциона, поиск аукциона, торги, заключение контракта. Время прохождения всех этапов электронного аукциона составляет месяц, не считая времени поставки продукции. Для оптимизации требуется еще один вид закупок – это поставщик – подрядчик. Подрядчик – это организация, которая обеспечивает продукцию в течение недели, являющаяся главным исполнителем договора подряда.

Нужно создать единую систему, в которой будут проходить все электронные аукционы, и в которой будут главные подрядчики.

2. Обзор государственных организаций

Рассмотрим три государственные организации потребителей:

- Правительство (B_1);
- Администрация Главы (B_2);

Труды Седьмой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 28-30 мая, Уфа-Ставрополь, Ханты-Мансийск, Россия, 2019

- Государственное Казенное Учреждение
Хозяйственное Управление (B_3).

Обозначение поставщиков:

A_1 – это поставщик – подрядчик, A_2 – поставщик через электронный аукцион.

Ниже представленная таблица 1 исходные данные.

Таблица 1– Исходные данные

Поставщики	Потребители и их спрос, единицы			Запасы, кол-во единиц
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2	3	4	120
A_2	4	1	4	80
Спрос, кол-во единиц	60	40	100	

Задача является транспортной. Транспортная задача – это математическая задача линейного программирования.

3. Решение задачи линейного программирования

Число потребителей $m=3$, а число поставщиков $n=2$. Следовательно, опорный план задачи определяется числами, стоящими в $m+n-1=2+3-1=4$ заполненных клетках таблицы. Тарифы перевозок единицы груза из каждого пункта отправления во все пункты назначения задаются матрицей:

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 4 & 1 & 4 \end{bmatrix}$$

Наличие груза у поставщиков равно:

$\sum_{i=1}^n A_i = 120+80=200$ единиц, где n – это два поставщика.

Общая потребность в грузе в пунктах назначения равна:

$\sum_{i=1}^m B_m = 60 + 40 + 100 = 200$ единиц, где m – это три потребителя;
 $\sum_{i=1}^n A_n = \sum_{i=1}^m B_m$.
 Модель транспортной задачи является закрытой. Следовательно, она разрешима.

4. Нахождение первого опорного плана

Найдем опорный план задачи методом минимального элемента.

Минимальный тариф равный 1 находится в клетке (A_2, B_2) . Поэтому заполняем эту клетку.

$A_2 > B_2$. Следовательно, в клетку (A_2, B_2) помещаем число 40. Потребности пункта B_2 полностью удовлетворены. Поэтому исключаем из рассмотрения столбец B_2 и будем считать запасы пункта A_2 равными $80 - 40 = 40$ единиц, представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Нахождение первого опорного плана

Поставщики	Потребители и их спрос, единицы			Запасы, кол-во единиц
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2	3	4	120 [120]
A_2	4	1 40	4	40 [80]
Спрос, кол-во единиц	60 [60]	0 [40]	100 [100]	

Минимальный тариф равный 2 находится в клетке (A_1, B_1) . Поэтому заполняем эту клетку.

$A_1 > B_1$. Следовательно, в клетку (A_1, B_1) помещаем число 60. Потребности пункта B_1 полностью удовлетворены. Поэтому исключаем из рассмотрения столбец B_1 и будем считать запасы пункта A_1 равными $120 - 60 = 60$ единиц, представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Нахождение первого опорного плана

Поставщики	Потребители и их спрос, единицы			Запасы, кол-во единиц
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2 60	3	4	60 [120]
A_2	4	1 40	4	40 [80]
Спрос, кол-во единиц	0 [60]	0 [40]	100 [100]	

Минимальный тариф равный 4 находится в клетке (A_1, B_3) . Поэтому заполняем эту клетку.

Автоматизированная информационная система оптимизации закупок государственного учреждения на основе решения задачи линейного программирования

$A_1 \leq B_3$. Следовательно, в клетку (A_1, B_3) помещаем число 60. Потребности пункта A_1 полностью исчерпаны. Поэтому исключаем из рассмотрения столбец A_1 и будем считать запасы пункта B_3 равными $100 - 60 = 40$ единиц, представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Нахождение первого опорного плана

Поставщики	Потребители и их спрос, единицы			Запасы, кол-во единиц
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2 60	3	4 60	0 [120]
A_2	4	1 40	4	40 [80]
Спрос, кол-во единиц	0 [60]	0 [40]	40 [100]	

Минимальный тариф равный 4 находится в клетке (A_2, B_3) . Поэтому заполняем эту клетку.

$A_2 \leq B_3$. Следовательно, в клетку (A_2, B_3) помещаем число 40. Потребности пункта A_2 полностью исчерпаны. Поэтому исключаем из рассмотрения столбец A_2 и будем считать запасы пункта B_3 равными $40 - 40 = 0$ единиц (табл.5).

Таблица 5 – Нахождение первого опорного плана

Поставщики	Потребители и их спрос, единицы			Запасы, кол-во единиц
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2 60	3	4 60	0 [120]
A_2	4	1 40	4 40	0 [80]
Спрос, кол-во единиц	0 [60]	0 [40]	0 [100]	

5. Улучшение опорного плана

Найдем оптимальный план транспортной задачи методом потенциалов.

Опорный план имеет следующий вид:

$$X = \begin{bmatrix} 60 & 0 & 60 \\ 0 & 40 & 40 \end{bmatrix}$$

При этом плане стоимость перевозок вычисляется так:

$$S = 2 * 60 + 4 * 60 + 1 * 40 + 4 * 40 = 560 \text{ ДЕ.}$$

ДЕ – денежная единица.

Проверяем полученный опорный план на оптимальность. Для этого находим потенциалы пунктов отправления и назначения. Для

заполненных клеток составляем систему из 4 уравнений с 5 неизвестными:

$$\beta_1 - \alpha_1 = 2$$

$$\beta_2 - \alpha_1 = 4$$

$$\beta_2 - \alpha_2 = 1$$

$$\beta_2 - \alpha_2 = 4$$

Полагая, что $\alpha_1=0$, находим $\beta_1=2, \beta_2=4, \alpha_2=0, \beta_2=1$.

Для каждой свободной клетки вычисляем число

$$a_{ij} = \beta_i - \alpha_i - c_{ij}:$$

$$a_{12} = -2, a_{21} = -2.$$

Полученные данные заключаем в рамки и записываем их в соответствующие клетки таблицы 6:

Таблица 6 – Улучшение опорного плана

Поставщики	Потребители и их спрос, единицы			Запасы, кол-во единиц
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2	3	4	120
	60	-2	60	
A_2	4	1	4	80
	-2	40	40	
Спрос, кол-во единиц	60	40	100	

Среди чисел a_{ij} нет положительных. Следовательно, данный опорный план является оптимальным. Все потребители получают в полном объеме единиц, которые они запрашивали.

5. Реализация процесса закупок

Информационное взаимодействие и его вид между объектами и субъектами представлены в таблице 7, а графическое изображение для каждого типа взаимодействия – в таблице 8. Реализация процесса закупок представлена на рисунке 1. ИС – это информационная система.

Таблица 7 – Информационное взаимодействие и его вид между объектами и субъектами

Взаимодействующие объекты и субъекты	Форма информационного взаимодействия	Тип взаимодействия
Заказчик – ИС	Заявка на закупку	электронный
Заказчик – ИС	Информация о закупке	электронный
	Оформленные документы	электронный
Подрядчик – ИС	Информация о закупке	электронный
	Оформленные документы	электронный
Поставщик – ИС	Информация о закупке	электронный
	Оформленные документы	электронный
Поставщик – Заказчик	Товар	материальный
Подрядчик – Заказчик	Товар	материальный
ИС – Архив	Документы	бумажный

Таблица 8 – Графическое изображение для каждого типа взаимодействия

Условное обозначение	Тип взаимодействия
	Бумажный
	Материальный
	Электронный

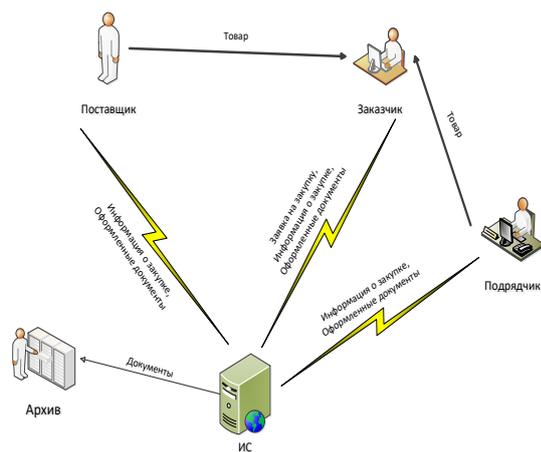


Рис. 1 – Реализация процесса закупок

Подробное описание мнемосхемы:

Заказчик отправляет в ИС заявку на закупку, при этом выбирая вид аукциона. Вид аукциона может быть электронный аукцион, либо подрядчик.

Если же заказчик выбрал электронный аукцион, то производятся все этапы аукциона в ИС. Далее заказчик с поставщиком заключают договора, оформляют все документы в ИС (что позволяет сэкономить время), а поставщик отправляет заказчику товар.

Если же заказчик выбрал подрядчика, то сразу же подрядчику отправляется информация о закупках. Далее заказчик с подрядчиком заключают договора, оформляются все документы в ИС, а подрядчик отправляет заказчику товар.

Все договора и информация о закупках из ИС каждую неделю печатаются и отправляются в архив.

Можно осуществлять поставку товара в ИС выбирая одновременно через электронный аукцион и через подрядчика, что позволит сэкономить время, качество товара и время доставки. А так же все бумажные документы будут оформляться и подписываться электронно, что позволит ускорить получение товара.

На основе мнемосхемы можно представить АИС рисунок 2. АИС – это автоматизированная информационная система.



Рис. 2 – Стартовая страница ИС

Описание АИС:

Заказчику, заходя в систему, нужно авторизоваться (без авторизации, осуществить закупку невозможно). После авторизации заказчик должен выбрать вид закупки либо через электронный аукцион, либо через подрядчика.

Выбирая сначала электронный аукцион, заказчик формирует лот, закрепляет нужные документы. Спустя 7 дней происходят торги. После заказчику приходит извещение о победителе аукциона. Поставщик отправляет через АИС договора, которые можно подписать электронно-цифровой подписью. В течение 1 рабочего дня заказчик ознакомливается с договорами и подписывает. Далее поставщик в течение 7 рабочих дней отправляет товар заказчику. Выбирая дальше подрядчика, заказчик отправляет информацию о закупке. После подрядчик отправляет заказчику договора. В свою очередь, он ознакомливается и подписывает. Далее подрядчик в течение 3 рабочих дней отправляет товар заказчику. Все информация, договора записываются в архив закупок. В любой момент заказчик может зайти и найти нужную ему закупку.

Вывод: Данная АИС обеспечивает быстроту подписания договоров, получения товара. А так же все бумажные документы будут оформляться и подписываться электронно. Отличие от остальных АИС, данная система имеет выбора вида закупок. В данной АИС осуществляются закупки одновременно двумя видами закупок сразу.

6. Заключение

Оптимальным вариантом закупки в государственных учреждениях считается закупка в одной единой информационной системе, в котором будут все электронные аукционы и надежные подрядчики. Все договора будут оформляться, а так же вся информация о закупках будет храниться в информационной системе, что позволит оптимизацию процесса закупок.

Список используемых источников

1. Электронный аукцион [Электрон, ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия – 2003. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронный_аукцион.
2. ГОСТ 19.701–90 Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения: Изд-во стандартов, 1991.26с.
3. Куликов Г.Г. Системное проектирование автоматизированных информационных систем: Учеб. пособие. Уфа: Изд-во УГАТУ, 1999 . 100с.