

Расширение возможностей

Аннотация. Изложен подход для использования оптимизационных методов на базе стандартного программного обеспечения, электронных таблиц Excel (входит в состав широко распространенного MS Office), в частности надстройки «Поиск решения» («Что-Если»). Такие методы применяются для снижения производственных затрат, а также оптимального структурирования транспортных расходов в логистических компаниях. В процессе построения математических моделей и в ходе их испытания были выявлены перспективные возможности транспортных задач, которые могут быть полезны для определения потенциальных прибылей предприятий (при сокращении пути доставки товаров), технико-экономического обоснования (ТЭО) строительства элементов общественной инфраструктуры (путей сообщения, мостов и др.). Приведен пример расчета.

Ключевые слова: оптимизация, ТЭО элементов инфраструктуры, транспортная задача, прибыль потребителя.

Для цитирования: Кочетов Н. Расширение возможностей использования методов оптимизации при принятии управленческих решений // Наука и инновации. 2026. №1. С. 64–68.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-01-64-68>

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ при принятии управленческих решений

УДК338.24: 658



Николай Кочетов,
ведущий научный сотрудник
научно-исследовательского отдела
ОАО «Приборостроительный завод
Оптон», кандидат технических
наук, доцент;
nick1252@vk.com

Методы оптимизации – один из разделов математики, который постоянно находится в процессе изучения. Однако на практике они не получили широкого применения в силу своей специфики. Внедрение компьютеров позволяет распространить их использование для широкого круга лиц: предпринимателей, руководителей производственных предприятий, проектных организаций, кредитных отделов банков и др. Транспортные компании оптимизируют затраты, решая профильные задачи при помощи электронных таблиц Excel [1]. Для выявления возможностей программного обеспечения были построены математические модели производственных задач, в ходе испытания которых установлены особенности, которые могут быть использованы для технико-экономического обоснования элементов общественной инфраструктуры: путей сообщения, мостов и др.

Постановка задачи

Математическое обеспечение компьютеров настолько обширно, что большинство пользователей не задействует всех возможностей даже наиболее популярных пакетов, а лишь изучает необходимые опции для профессиональной деятельности. Не исключение – программа Excel, которая постоянно пополняется новыми инструментами для работы. На рубеже веков в ней появилась надстройка «Поиск решения» («Что-Если») [2], ориентированная на перебор большого количества вариантов разрешения проблемы комбинаторного характера. Такая задача решалась и раньше, но имела ограниченное число версий, и только компьютеры позволили резко увеличить их количество и находить оптимальное решение.

С развитием логистики популярность получила транспортная задача, решающая проблему распределения транспортных потоков между поставщиками и потребителями с наименьшими затратами и с учетом влияния определенных факторов (размера компании, емкости товаропроводящей сети, экономических планов, объемов поставок и т.д.) [3].

Большинство производственных вопросов не является классическим видом транспортной задачи. Значит, реальная проблема должна быть творчески переформулирована. Важно, чтобы она сводилась к каким-либо количественным показателям, которые логично перевести в экономическую плоскость (уменьшение затрат на транспортировку, минимальное количество отходов, листов материала и т.д.) [4, 5]. Это необходимо для сравнения показателей, проведения необходимых расчетов и т.д. Таким образом, оптимизационные задачи предполагают получение экстремальных значений (минимум, максимум). К этому в «Поиск решений» добавляются условия равенства целевой функции определенному значению.

Проведение экспериментов с заданной математической моделью

Одна из задач упрощения использования механизма «Поиск решения» – повышение наглядности работы с ним с помощью продуманных форм представления исходной информации, логичности и прозрачности с учетом определенных рисков.

Любое программное обеспечение, написанное сторонней организацией, – это «черный ящик». Важны как корректность алгоритма, отсутствие внутренних ошибок (качество отладки), так и других факторов (наличие вирусов, случайных или умышленных, естественное снижение актуаль-

ности информации). Поэтому к выбору «чужого» ПО следует относиться с осторожностью и принимать только то, которое зарекомендовало себя положительно.

Встречаются разные формы представления информации для транспортной задачи. Ее структурирование производится следующим образом:

- формулируется целевая функция (лучше, если она будет связана с экономическими показателями);
- определяется, какие переменные будут влиять на ее значение;
- устанавливается величина констант;
- выводится формула расчета целевой функции через переменные и константы, предусматривается место в электронной таблице;
- составляются ограничения для переменных.

Одна из возможных форм показана на рис. 1.

	A	B	C	D	E
1	Форма представления данных Поиск Решения				
2	Переменные				
3					
4	Ограничения				
5					
6	Постоянные				
7					
8	Промежуточные вычисления				
9					
10					
11					
12	Целевая функция				
13					

Рис. 1. Форма шаблона для внесения исходной информации (переменная информация в виде таблицы)

На рисунке для большей наглядности вся информация структурируется, разные типы данных выделяются цветом: желтым – переменные (группа ячеек, в которых требуется осуществить изменения с целью получения оптимального значения целевой функции – наибольшего, наименьшего, или точно указанного); зеленым – ограничения (константы, заданные для ограничения диапазона изменения переменных, причем как верхний, так и нижний их предел).

Например, если целевая функция транспортной задачи прописана как минимум затрат перевозок, отсутствие ограничений может привести к нулевым значениям переменных (нет перевозок – минимум затрат). Формально решение найдено – программа отработала. Поэтому важно корректно устанавливать пределы и анализировать полученное значение целевой функции. Она, как ключевая, выделяется цветом и выбирается человеком в зависимости от задачи. Важно, чтобы целевая функция была связана с экономическими показателями (время, затраты, трудовые ресурсы, денежные потоки и т.д.).

На рис. 2 показана форма шаблона для транспортной задачи, когда переменные собраны в таблицу. Здесь ограничения для поставщиков и филиалов потребителя разделены, что позволило добиться большей наглядности.

Набор констант может быть несколько, в зависимости от постановки задачи и алгоритма ее решения.

Транспортная задача						
Поставщики	Филиал 1	Филиал 2	Филиал 3	Объем реализации	Ограничения поставщика	
Поставщик А	0	417	683	1100	1100	1100
Поставщик Б	0	483	217	700	1600	1600
Поставщик В	200	600	0	800	800	800
Поставщик Г	1200	0	0	1200	1200	1200
Потребность	1400	1500	900			
Ограничения потребителя	1400	1500	900			
Целевая функция (затраты по перевозке)						
10600						

Константы (затраты по перевозке единицы груза между потребителем и поставщиком)			
	Филиал 1	Филиал 2	Филиал 3
Поставщик А	4	3	2
Поставщик Б	5	4	3
Поставщик В	3	2	4
Поставщик Г	3	4	3

Рис. 2. Форма шаблона для внесения исходной информации для транспортной задачи (переменная информация в виде таблицы)

Поиск резервов с помощью Excel

В ходе экспериментов над математической моделью транспортной задачи были проведены расчеты с многочисленными вариантами исходных данных. Ставилась цель выявить закономерности для формирования тактики выбора вариации констант для достижения наибольшего эффекта.

Реально элементы могут меняться в силу следующих обстоятельств: изменение технологии, использование новых видов транспортных средств, появление новых поставщиков (потребителей), введение в строй новых элементов инфраструктуры (строительство путей сообщения, возведение мостов и др.).

В свою очередь, стало бы ясно, какие константы критические, то есть куда предпочтительно направлять ресурсные инвестиции. В качестве базовой модели транспортной задачи был выбран многократно опробованный набор (рис. 3) [4].

Использование готового примера понижает вероятность

Транспортная задача					
Поставщики	Филиал 1	Филиал 2	Филиал 3	Объем реализации	Ограничения поставщика
Поставщик А	600	500	0	1100	1100
Поставщик Б	0	300	800	1100	1600
Поставщик В	800	0	0	800	800
Поставщик Г	0	700	100	800	1200
Потребность	1400	1500	900		
Ограничения потребителя	1400	1500	900		
Целевая функция (затраты по перевозке)					
13000					

Константы (затраты по перевозке единицы)			
	Филиал 1	Филиал 2	Филиал 3
Поставщик А	4	3	2
Поставщик Б	5	4	3
Поставщик В	3	2	4
Поставщик Г	3	4	3

Рис. 3. Базовый набор исходной информации [4] (далее будем менять константы и ограничения)

ошибок (они уже могли быть выявлены). Он был взят из реальных условий, когда назначение транспортных потоков определялось вручную. Проведение исследования с помощью Excel [4] показало, что в базовом варианте затраты составили 13 000 денежных единиц (условно стоимостные показатели оцениваем в д.е.), а после поиска решения – 10 600 д.е. То есть был выявлен резерв 2400 д.е. (рис. 4) [4].

Данные, представленные на рис. 4, свидетельствуют о том, что перераспределение грузовых потоков может быть различным, но результаты оптимизации совпадают. Вероятнее всего («черный ящик»), это и есть наименьшее значение транспортных расходов.

Трансформация констант показала, что там, где транспортные потоки нулевые, изменение себестоимости не влияет на значение целевой функции в довольно широких пределах. Оно может поменяться в случае снижения себестоимости перевозки настолько, чтобы произошли количественные изме-

Транспортная задача					
Поставщики	Филиал 1	Филиал 2	Филиал 3	Объем реализации	Ограничения поставщика
Поставщик А	200	700	200	1100	1100
Поставщик Б	0	0	700	700	1600
Поставщик В	0	800	0	800	800
Поставщик Г	1200	0	0	1200	1200
Потребность	1400	1500	900		
Ограничения потребителя	1400	1500	900		
Целевая функция (затраты по перевозке)					
10600					

Константы (затраты по перевозке единицы груза между потребителем и поставщиком)			
	Филиал 1	Филиал 2	Филиал 3
Поставщик А	4	3	2
Поставщик Б	5	4	3
Поставщик В	3	2	4
Поставщик Г	3	4	3

Рис. 4. Результат работы оптимизационной надстройки «Поиск решения» (слева – [4], справа – одно из иных перераспределений грузовых потоков, полученное в ходе исследования математической модели)

нения этих потоков. Соответственно, наибольшее влияние оказывают те из них, где объемы больше. То есть наиболее выгодно, когда поставщик и потребитель находятся в непосредственной транспортной близости. Например, в рамках завода организуется производство комплектующих для выпуска своей продукции.

В процессе многочисленных экспериментов с математической моделью транспортной задачи был опробован вариант переключения флажка с «максимальное» на «минимальное» и получен результат с максимальным значением транспортных затрат (рис. 5).

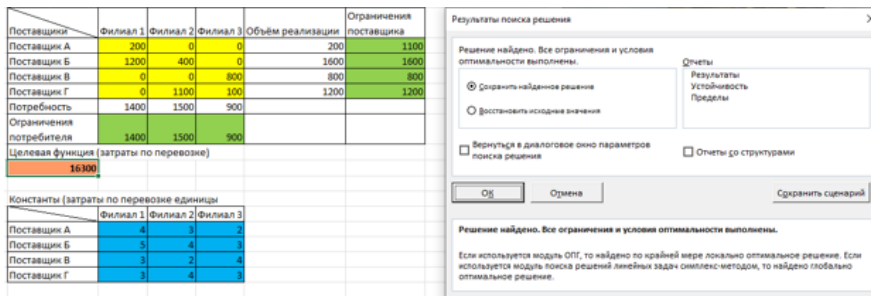


Рис. 5. Результат поиска надстройкой «Поиск решения» наибольшего значения транспортных расходов

Анализ показал, что с формальной точки зрения программа «Поиск решения» все сделала верно: первоначальные условия, константы, ограничения были сохранены. После сравнения с минимальным значением расходов был сделан вывод, что их разница – это разброс возможных вариантов от наилучшего к наихудшему. Поэтому первоначальный расчет, выполненный вручную, был неплохим: 13 000 д.е. – ближе к минимуму 10 600 д.е., чем к максимуму – 16 300 д.е.

Можно сделать более развернутый вывод: данная надстройка Excel позволяет определить экстремальные значения, диапазон возможного разброса результатов, оценить резервы. Важно, что результат был получен в количественной форме, и это дает возможность расчетов и сравнения, повышая объективность анализа.

Оптимизационные методы открывают новые возможности и в других областях, например в строительстве и технико-экономическом обосновании объектов инфраструктуры, где объективность оценки носит ключевой характер. Оно разрабатывается в процессе принятия решения о сооружении моста или строительстве дороги [8–10] и помимо затрат на строительство содержит экономическое обоснование такой работы. Нередко сдерживаю-

щим фактором являются финансовые возможности. Здесь наблюдается конфликт интересов, который предполагает компромисс между сторонами.

С одной стороны, в элементах инфраструктуры заинтересованы субъекты хозяйствования (транспортные компании, логистические организации), которые получают прибыль при их эксплуатации. Могут быть и другие бенефициары: социальные группы населения, отдельные ведомства (военно-оборонительные, например). С другой стороны, решение о строительстве принимают государственные органы, которые решают вопрос об источниках финансирования, о степени участия заинтересованных сторон.

Надстройка «Поиск решения» может помочь и в этом случае, позволяя объективнее оценить значение рассматриваемого элемента инфраструктуры. Ввод в эксплуатацию моста или нового участка дороги приведут к сокращению пути, времени, горюче-смазочных материалов, трудовых затрат и т.д. В нашей модели это выразится в изменении исходных констант.

Допустим, затраты на транспортировку поставщика Г в филиал 1 (как наибольший по стоимости грузовой поток) из-за строительства дороги сократились с 3 до 2 д.е. на единицу груза. Используем надстройку «Поиск решения» для определения минимальных транспортных затрат (рис. 6).

Общие затраты на перевозку уменьшились с 10 600 до 9400 д.е., то есть на 1200 д.е. – это и будет



Рис. 6. Изменение стоимости перевозки единицы груза с 3 до 2 д.е. (выделено цветом и показано стрелкой)

дополнительная прибыль транспортной компании. Если сложить в единицу времени экономию затрат всех бенефициаров, получим экономический эффект в д.е. от вводимого объекта инфраструктуры.

Помимо этого, есть и дополнительные ресурсы – снижение размера оборотных средств, производственных запасов, транспортного парка [11]. Этот подход может быть использован при оценке и подборе кадров, подготовке тестов для оценки профессиональных навыков и тренинга персонала, принимающего решение, для работ, которые раньше обычно выполнялись вручную.

Для эффективного использования программных средств важно построить удобную, наглядную и логичную систему ввода исходных данных. К сожалению, именно этот процесс является «узким местом»: затратно по времени, возможны опечатки и ошибки, не всегда понятен формат представления вводимой информации. Построение алгоритма решения задачи и ограничений, вводимых в ней, для надстройки Excel «Поиск решения» («Что-Если»), тоже требует определенных навыков.

Сторонние программные продукты (даже очень распространенные) всегда несут в себе определенные риски, всегда являются «черным кибернетическим ящиком», не раскрывающим полностью специфику обработки информации. Результат может зависеть от особенностей заложенного алгоритма, ошибок при создании (отладке), устаревания заложенных данных (констант, моделей), вредоносных вирусов (случайно или намеренно внедренных в программу).

Алгоритм надстройки «Поиск Решения» основан на переборе большого количества вариантов для нахождения оптимального. Поэтому изменение целевой функции происходит неоднородно: некоторые параметры на нее мало влия-

ют, другие – значительно. Если производить поиск как наибольшего, так и наименьшего ее значения, можно получить дополнительные сведения, определить возможный диапазон изменения, а не только односторонний резерв повышения эффективности.

При вводе в эксплуатацию элементов инфраструктуры (дорог, мостов) меняются значения констант (например, стоимость перевозки единицы груза от продавца к потребителю, снижение временных затрат). То же происходит при появлении новых субъектов хозяйствования, концентрации производства в одном месте и др.

Сумма разниц эффектов по всем субъектам хозяйствования даст нам эффект от эксплуатации элемента инфраструктуры. При государственном финансировании его строительства важно учесть, что компании получают основную выгоду, а государственные структуры – вторичную.

Такой подход может быть положен в основу технико-экономического обоснования создания элементов инфраструктуры. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грег Харвей. Excel-2019. Для чайников. – М., 2020.
2. Поиск решения EXCEL. Знакомство // <https://excel2.ru/articles/poisk-resheniya-ms-excel-znakomstvo>.
3. Григорьев М.Н. Коммерческая логистика: теория и практика: учеб. для вузов / М.Н. Григорьев, В.В. Ткач, С.А. Уваров. – 3-е изд., испр. и доп. – М., 2024.
4. Засмуеж С.И. Экономико-математические методы на практике: оптимизация перевозок и производства // Экономика, финансы, управление. 2006. №8. С. 64–69.
5. Аникин Б.А. Логистика производства: теория и практика: практикум для вузов / Б.А. Аникин, Р.В. Серышев, В.А. Волочиненко; под ред. Б.А. Аникина. – М., 2024.
6. Постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 30.12.2022 г. №20 «Об отдельных вопросах государственно-частного партнерства» // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22339505&p1=1&p5=0>.
7. Джейм Трефил. Энциклопедия. Открытие пенициллина. Элементы большой науки // https://elementary.ru/trefil/21188/Otkrytie_penitsillina.
8. Руководство по технико-экономическому обоснованию проектирования и строительства железнодорожных и автодорожных мостов. ЦНИИС. Москва. Утв. 01.01.1981.
9. Пастушков Г.П. Проектирование мостов: пособие для студентов специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены»: в 2 ч. Ч.1 / Г.П. Пастушков, Л.Г. Расинская. – Минск, 2017.
10. Научно-технический отчет «Разработка технико-экономического обоснования по применению фасонного двутаврового металлопроката в конструкциях мостов» // https://www.evraz.com/files/ru/products/vyvody-ao-cniis-poispolzovaniyu-dvutavrov-v-mostah.pdf?utm_referrer=https://www.google.com/.
11. Кочетов Н.В. Аналитические модели повышения конкурентоспособности машиностроения / Н.В. Кочетов. – Минск, 2020.

Статья поступила в редакцию
12.06.2025 г.

■ **Summary.** An approach is presented for the use of optimization methods based on standard software, Excel spreadsheets (included in the widespread MS Office), in particular, the «Search for a Solution» («What-If») add-in, which are used in logistics companies for optimal structuring of transportation costs (transport task). Mathematical models of transport problems have been built and in the course of their testing, potential opportunities have been identified that can be useful for a feasibility study (FS) of elements of public infrastructure (communication routes, bridges, etc.). An example of calculation is given.

■ **Keywords:** optimization, feasibility study of infrastructure elements, transport task, consumer profit.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-01-64-68>