

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338+656

ИНФОРМАЦИОННО - МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАКУПОЧНОЙ, СКЛАДСКОЙ, ТРАНСПОРТНОЙ И СБЫТОВОЙ ЛОГИСТИКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

Смирнов Д.Ю., К(П)ФУ, Набережночелнинский институт, магистр, dima747s@mail.ru

Гимазетдинов Р.Ф., КГЭУ, канд. экон. наук, доцент grfbox@mail.ru

Смирнов Ю.Н., КГЭУ, канд. физ.-мат. наук, доцент, smirnovyn@kgeu.ru

Для анализа, планирования и управления закупочной, складской, транспортной и сбытовой логистикой нефтепродуктов, а также для имитационных исследований и построения оптимальных сценариев реализации этих бизнес-процессов предложена информационно-математическая модель. С использованием предложенной модели исследована инфраструктура предприятий нефтяной отрасли.

Ключевые слова: бизнес-процессы, логистика, нефтепродукты, оптимизация, инфраструктура, информационно-математическая модель, анализ, планирование, управление.

Введение

Для исследования логистики нефтепродуктов (НП) нефтяных компаний в работе[1] предложена информационно-математическая модель оптимизации потоков. В настоящей работе предлагается развитие этой модели для закупочной, складской, транспортной и сбытовой логистики. В логистике нефтяных компаний участвуют разветвленная сеть нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ),

нефтебаз (НБ), автозаправочных станций (АЗС), управлений технологическим транспортом (УТТ), трубопроводов и железнодорожных линий. Инфраструктура и количество этих объектов, их технико-экономические характеристики, географическое расположение существенно влияют на результаты деятельности. В условиях жесткой конкуренции нефтяные компании вынуждены постоянно искать новые пути и сценарий развития, проводить обоснования многим своим инвестиционным проектам.

Информационно-математическая модель оптимизации логистики

Схема закупочной, складской, транспортной и сбытовой логистики (ЗСТС-Логистика) представлена на рис.1.

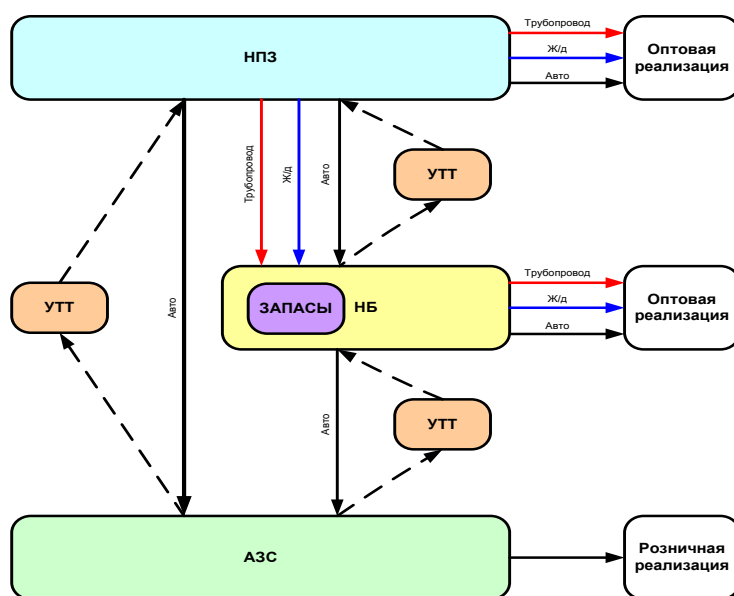


Рис.1. Схема закупочной, транспортной, складской и сбытовой логистики

Критерием оптимизации для ЗСТС-Логистики является максимизация суммарной маржинальной прибыли. Поэтому целевая функция представляет собой суммарные переменные затраты за вычетом суммарной выручки по всем анализируемым объектам:

$$\begin{aligned}
 Z = & \sum_g \sum_i \sum_k^{gsm \ npz} {}^1 X_{ik}^g \cdot (Zatr \ Pr_{ik}^g - CO_{ik}^g \cdot KNPZ) + \\
 & \sum_g \sum_i \sum_m \sum_n^{gsmnpzazsutt} {}^2 X_{imn}^g \cdot \left(\left(Zatr \ Pr_{ik=avmo}^g - CAZS_i^g \right) \cdot Pr_i + CAZS_i^g + Zatr \ Pr_m^g + \right. \\
 & \left. \left(\left(\frac{Rast_{ni} + Rast_{im} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / \min(Gruz_n, SVEmk_m^g) + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_n} \right) \cdot \right. \\
 & \left. \left((Zatr \ Pr_n - C_n) \cdot Pr_n + C_n \right) - C_m^g \cdot KAZS \right) + \\
 & \sum_g \sum_i \sum_j \sum_n^{gsm \ npz \ nb \ utt+2} {}^3 X_{ijn}^g \cdot \left((Zatr \ Pr_{ik}^g - CNB_{ik}^g) \cdot Pr_i + CNB_{ik}^g + Zatr \ Dost_{ijn}^g \right) + \\
 & \sum_g \sum_j \sum_k^{gsm \ nb} {}^4 X_{jk}^g \cdot (Zatr \ Pr_j^g - CO_{jk}^g \cdot KNB) + \\
 & \sum_g \sum_j \sum_m \sum_n^{gsm \ nb \ azs \ utt} {}^5 X_{jmn}^g \cdot \left(Zatr \ Pr_j^g - CAZS_j^g + CAZS_j^g + Zatr \ Pr_m^g + \right. \\
 & \left(\left(\frac{Rast_{nj} + Rast_{jm} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / \min(Gruz_n, SVEmk_m^g) + \right. \\
 & \left. \left(\frac{1}{UN_j^g} + \frac{1}{US_n} \right) \cdot \right. \\
 & \left. \left((Zatr \ Pr_n - C_n) \cdot Pr_n + C_n \right) - C_m^g \cdot KAZS \right) \rightarrow \min
 \end{aligned}$$

Минимизация данной целевой функции эквивалентна максимизации маржинальной прибыли.

$$SVEmk_m^g = VEmk_m^g \cdot \left(1 - \frac{Norm}{100\%}\right).$$

При $n = авто$ $ZatrDost_{ijn}^g$ определяется исходя из следующего соотношения:

$$ZatrDost_{ijn}^g = \left(\left(\frac{Rast_{ni} + Rast_{ij} + Rast_{nj}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / Gruz_n + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_j^g} \right) \cdot ((ZatrPr_n - C_n) \cdot Pr_n + C_n)$$

При $n = трубопровод, ж / д$ $ZatrDost_{ijn}^g$ устанавливается в виде среднего норматива

Система ограничений:

- По предельным объемам отгрузки ГСМ с НПЗ (максимально возможному объему предложения)

$$\sum_k {}^1X_{ik}^g + \sum_m \sum_n^{azs} {}^2X_{imn}^g + \sum_j \sum_n^{nb} {}^3X_{ijn}^g \leq VPost_i^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz}$$

- По проектным мощностям отгрузки НПЗ (пропускной способности технических средств отгрузки ГСМ)

$${}^1X_{ik}^g + \sum_m \sum_n^{azs} {}^2X_{imnk=авто}^g + \sum_j {}^3X_{ijk}^g \leq MO_{ik}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz}$$

$k = трубопровод, ж / д, авто$

- По объемам обязательного вывоза ГСМ с НПЗ (объемам договорных обязательств)

$$\sum_k {}^1X_{ik}^g + \sum_m \sum_n^{azs} {}^2X_{imn}^g + \sum_j \sum_n^{nb} {}^3X_{ijn}^g \geq VVivoz_i^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz}$$

- По объемам оптовой реализации с НПЗ (возможному объему спроса по опту)

$${}^1X_{ik}^g \leq VOpt_{ik}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто}$$

- На не превышение выходного потока с НБ над входным по всем видам ГСМ с учетом имеющихся на начало планового периода объемов запасов и обязательных объемов запасов к концу периода

$$\sum_i^{npz} \sum_n^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g + Zapas_j^g \geq \sum_k {}^4X_{jk}^g + \sum_m^{azs} \sum_n^{utt} {}^5X_{jmn}^g + PlanZapas_j^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb}$$

- По проектным мощностям приема НБ (пропускной способности технических средств приёма ГСМ)

$$\sum_i^{npz} {}^3X_{ijk}^g \leq MP_{jk}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто}$$

- По проектным мощностям отгрузки НБ (пропускной способности технических средств отгрузки ГСМ)

$${}^4X_{jk}^g + \sum_m^{azs} \sum_n^{utt} {}^5X_{jmnk=asmo}^g \leq MO_{jk}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто}$$

- По объемам оптовой реализации с НБ (возможному объему спроса на опт)

$${}^4X_{jk}^g \leq VOpt_{jk}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто}$$

- По предельным коэффициентам оборачиваемости емкостей НБ

$$\sum_i^{npz} \sum_n^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g / VEmk_j^g \leq KO, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb}$$

- На не превышение запасов на НБ объемов емкостей

$$Zapas_j^g + \sum_i^{npz} \sum_n^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g - \sum_k {}^4X_{jk}^g - \sum_m^{azs} \sum_n^{utt} {}^5X_{jmn}^g \leq VEmk_j^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb}$$

- По интенсивности потребления ГСМ на АЗС (возможным объемам спроса на АЗС)

$$\sum_i^{npz} \sum_n^{utt} {}^2X_{imn}^g + \sum_j^{nb} \sum_n^{utt} {}^5X_{jmn}^g \leq VPotr_m^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad m = \overline{1, azs}$$

- По предельным мощностям УТТ

$$\sum_g^{gsm} \left[\sum_i^{npz} \sum_m^{azs} {}^2X_{imn}^g \cdot \left(\frac{Rast_{ni} + Rast_{im} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / \min(Gruz_n, SVEmk_m^g) + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_n} \right) + \sum_j^{npz} \sum_n^{nb} {}^3X_{ijn}^g \cdot \left(\frac{Rast_{ni} + Rast_{ij} + Rast_{nj}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / \left(Gruz_n + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_j^g} \right) + \sum_j^{nb} \sum_m^{azs} {}^5X_{jmn}^g \cdot \left(\frac{Rast_{nj} + Rast_{jm} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / \min(Gruz_n, SVEmk_m^g) + \frac{1}{UN_j^g} + \frac{1}{US_n} \right) \right] \leq MUTT_n, \quad n = \overline{1, utt}$$

- По минимально допустимому объему поставки по трубопроводу

$${}^3X_{ijk}^g \begin{cases} \geq VTr \\ \text{или} \\ = 0 \end{cases}, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод}$$

- На кратность объемов поставки по железной дороге емкости доставки

$$\frac{{}^3X_{ijk}^g}{VGd} = \text{целое} \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{ж} / \text{д}$$

- На неотрицательность объемов поставки

$${}^1X_{lk}^g, {}^2X_{imn}^g, {}^3X_{ijn}^g, {}^4X_{jk}^g, {}^5X_{jmn}^g \geq 0, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad j = \overline{1, nb} \quad m = \overline{1, azs} \\ n = \overline{1, utt} \quad k = \text{трубопровод, ж} / \text{д, авто}$$

Данная информационно-математическая модель предназначена для оптимизации всех потоков, по всем объектам, по всем продуктам, по периодам. Она позволяет решать следующие задачи:

- оптимизировать логистику с учетом более 40 технико-экономических параметров для неограниченного количества объектов логистики;
- рассчитать более 70 частных и общих показателей эффективности всех объектов логистики и на их основе принимать эффективные управленческие решения;
- определить оптимальный состав объектов логистики;
- определить оптимальные технико-экономических параметры всех объектов логистики;
- определить оптимальные цепи поставок по всем видам нефтепродуктов, закрепить за каждым потребителем (НБ, АЗС) наиболее оптимального поставщика (НПЗ, НБ);
- определить оптимального плана доставки нефтепродуктов от поставщиков (НПЗ, НБ) до потребителей (НБ, АЗС) с учетом возможности осуществления перевозок различными видами транспорта;
- определить оптимальность формируемых запасов нефтепродуктов на нефтебазах;
- построить всевозможные сценарий деятельности всех объектов в изменяющихся условиях внешних и внутренних факторов:
 - ✓ подбор оптимальных значений технико-экономических показателей объектов и оценка экономической эффективности инвестиций на их изменения;
 - ✓ оценка экономической эффективности и организационных последствий введения в эксплуатацию новых объектов с заданными ТЭП или вывода из эксплуатации действующих объектов;
 - ✓ подбор оптимального относительного расположения объектов – НПЗ, НБ, АЗС, УТТ;

- сравнительный анализ результатов моделирования по различным сценариям.

Схема календарного планирования логистики

Календарное планирование деятельности предприятия и построение сценариев развития, а также управление с учетом фактических данных бизнес-процессов осуществляется по методике, основанной на следующей схеме (рис. 2).

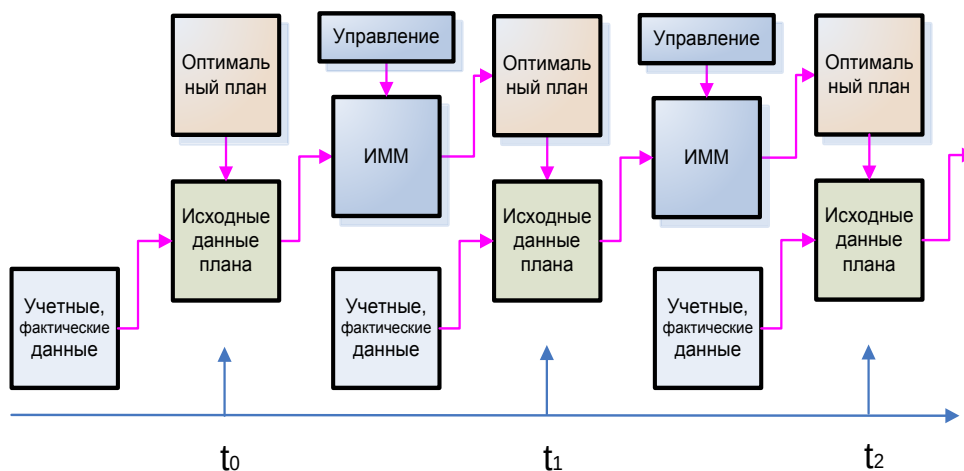


Рис.2. Схема календарного планирования и управления

Все входные и выходные данные задач ИММ имеют временную точку, поэтому циклы решения задач отражают временную динамику развития бизнес-процессов предприятия. Время в данном случае является важнейшим параметром информационно-математической модели деятельности предприятия.

Для формирования оптимальных траекторий развития бизнес-процессов на каждом цикле управления используются имитационные исследования, позволяющие найти наилучшие управленческие решения.

Приведенная диаграмма управления бизнес-процессами имеет пять взаимосвязанных элементов:

- управление, используемое для воздействия на целевые показатели деятельности предприятия на основе краткосрочных, среднесрочных и стратегических целей и управленческих решений;
- оптимальный план – оптимальные технико-экономические параметры бизнес-процессов, выход на которые является конечной целью управления;
- ИММ – как инструмент формирования оптимального плана и технико-экономических параметров бизнес-процессов на краткосрочный период;
- исходные данные для решения задач ИММ, формируемые на двух взаимосвязанных данных с учетом плановых и фактических параметров функционирования предприятия;
- учетные, фактические данные, позволяющие адаптировать, бизнес-процессы к реальным условиям и формирующиеся в составе информационной системы предприятия.

Некоторые результаты расчетов

Результаты некоторых численных исследований логистики нефтяной компании с множеством НПЗ, НБ, АЗС, УТТ, а также железнодорожной и трубопроводной сетью по территории Российской Федерации представлены в таблице.

Таблица. Результаты сравнительного анализа сценариев развития компании

Сценарий	Операцион. прибыль	Улучшение относит. "ПЛАНОВ О-ФАКТ."	Улучшение относит. 10 сценария
!! ПЛАНОВО-ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	1875708614	–	–
01 Оптимизация закупочной логистики (без ограничений предельных объемов поставок)	1892075047	16366433	–
02 Оптимизация закупочной логистики (без обязательных и предельных объемов вывоза от НПЗ)	2110704331	234995717	–

Продолжение таблицы.

03 Оптимизация транспортной (НБ) логистики (без ограничений мощностей НБ)	1877971934	2263320	–
04 Оптимизация закупочной и транспортной (НБ) логистики (с условиями сценарий 02 и 03)	2112417072	236708458	–
05 Оптимизация сбытовой логистики (без условия обязательного удовлетворения спроса)	1896817899	21109285	–
06 Оптимизация транспортной (НБ) и сбытовой логистики (с условиями сценарий 03 и 05)	1899067061	23358447	–
07 Оптимизация закупочной, транспортной (НБ) и сбытовой логистики (ПОЛНАЯ)	2145033724	269325110	–
08 Оптимизация транспортной инфраструктуры (без ограничений мощностей УТТ)	1936535055	60826441	–
09 Оптимизация всей логистики и транспортной инфраструктуры (с условиями сценарий 07 и 08)	2209537011	333828397	–
10 ПЛАНОВО-ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ без оптовой реализации	1743372498	–	–
11 -исключена нефтебаза №1	1747104279	–	3731781
12 -исключена нефтебаза №2	1742834190	–	-538308
13 -исключена нефтебаза №3	1757826040	–	14453542
14 -исключена нефтебаза №4	1756710085	–	13337587
15 -исключена нефтебаза №5	1737706828	–	-5665670
16 -исключена нефтебаза №6	1744035039	–	662541
17 -исключена нефтебаза №7	1762705174	–	19332676
18 -исключена нефтебаза №8	1786455217	–	43082719
19 -исключены нефтебазы №3, 4	1771160523	–	27788025
20 -исключены нефтебазы №4, 8	1799666368	–	56293870
21 -исключены нефтебазы №3, 7	1774276036	–	30903538
22 -исключены нефтебазы №7, 8	1798470131	–	55097633

Первая группа сценариев представлена для анализа оптимальности реализуемой логистики на основе планово-фактических данных. Очевидно, что реализуемая логистика далека от оптимальности и потери за год составляют более 265 млн. рублей (сценарий 07). Оптимизация автотранспортной инфраструктуры могла бы дать операционную прибыль около 60 млн рублей. Следовательно, инвестиции в модернизацию автотранспортной инфраструктуры может дать ежегодную прибыль (не дисконтированный денежный поток) в указанном размере.

Другая группа сценариев демонстрирует возможности предлагаемой системы анализа, планирования и управления в определении оптимальной инфраструктуры компании – в данном случае приведены сравнительные результаты исключения (консервации) нефтебаз. Исключение некоторых НБ уменьшает операционную прибыль (сценарий 12, 15). Наибольшую операционную прибыль дает исключение НБ №8 (сценарий 18) или одновременно двух НБ – 4 и 8. Отметим, что все расчеты показывают очень сложную, нелинейную зависимость маржинальной прибыли от множества факторов. Эти закономерности можно установить только на основе информационно-математических моделей и численных расчетов.

Заключение

Имитационные исследования различных сценариев закупочной, складской, транспортной и сбытовой логистики и их сравнительный анализ позволяет сделать вывод о возможности существенно повысить эффективность деятельности нефтедобывающих компаний с использованием предлагаемой системы анализа, планирования и управления, оптимизировать технико-экономические характеристики всех объектов, построить оптимальную инфраструктуру и стратегию развития компании.

Источники

1. Смирнов Ю.Н. Гимазетдинов Р.Ф. Анализ и планирование складской, транспортной и сбытовой логистики нефтепродуктов на основе информационно-математической модели //Научно-практический журнал «Интеграл», 2008. №1. С. 38-41.

References

Smirnov Y.N., Gimazetdinov R.F. Analis i planirovanie skladskoi,transportnoi i sbitovoi logistiki nefteproduktov na osnove informacionno-matematicheskoi modeli, Nauchno-prakticheskii gurnal «Integral», no. 1, pp. 38-41 (2008).

Information

Smirnov D.Yu., Gimazetdinov R.F., Smirnov Yu.N.

**INFORMATIONAL AND MATHEMATICAL SYSTEM OF ANALYSIS AND PLANNING
PURCHASING, WAREHOUSING, TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION
LOGISTICS OF OIL PRODUCTS FOR OIL COMPANIES**

For the analysis, planning of management by purchasing, warehouse, transport and marketing logistics of mineral oil, and also for imitating researches and construction of optimum scenarios of realization of these business processes the information-mathematical model is offered. With use of the offered model the infrastructure of the enterprises of oil branch is investigated.

Keywords: *business - process, logistics, information-mathematical model, imitating research.*

Дата поступления 25.02.2015.