

## Анализ факторов, влияющих на построение цепи поставки с учетом ограничений логистической инфраструктуры

# 05, май 2012

DOI: 10.7463/0512.0400544

Постникова Т. В.

УДК: 574.56

Россия, МГТУ им. Н.Э.Баумана

[tv.postnikova@gmail.com](mailto:tv.postnikova@gmail.com)

На принятие решения относительно структуры цепи поставок влияет набор некоторых факторов, которые можно условно классифицировать как структурные, коммерческие, операционные и функциональные факторы.

- Структурные факторы – факторы, которые описывают количество, расположение и производственную мощность заводов, складских помещений и других объектов в логистической системе;
- Коммерческие факторы – факторы, которые связаны со стратегиями снабжения компании и политикой дальнейшей дистрибуции;
- Операционные факторы - факторы, которые влияют на планирование материального потока;
- Функциональные факторы – факторы, которые связаны с управлением транспортными ресурсами и возникают, как правило, при выборе типа транспортного средства, планировании загрузки транспортного средства и определении маршрута поставок.

Сложное взаимодействие между решениями, принятыми на этих четырех уровнях в значительной степени определяет количество дорожно-транспортных перевозок. Помимо этого следует так же принимать во внимание внешние факторы – факторы, не зависящие от предприятия и его операционной деятельности.

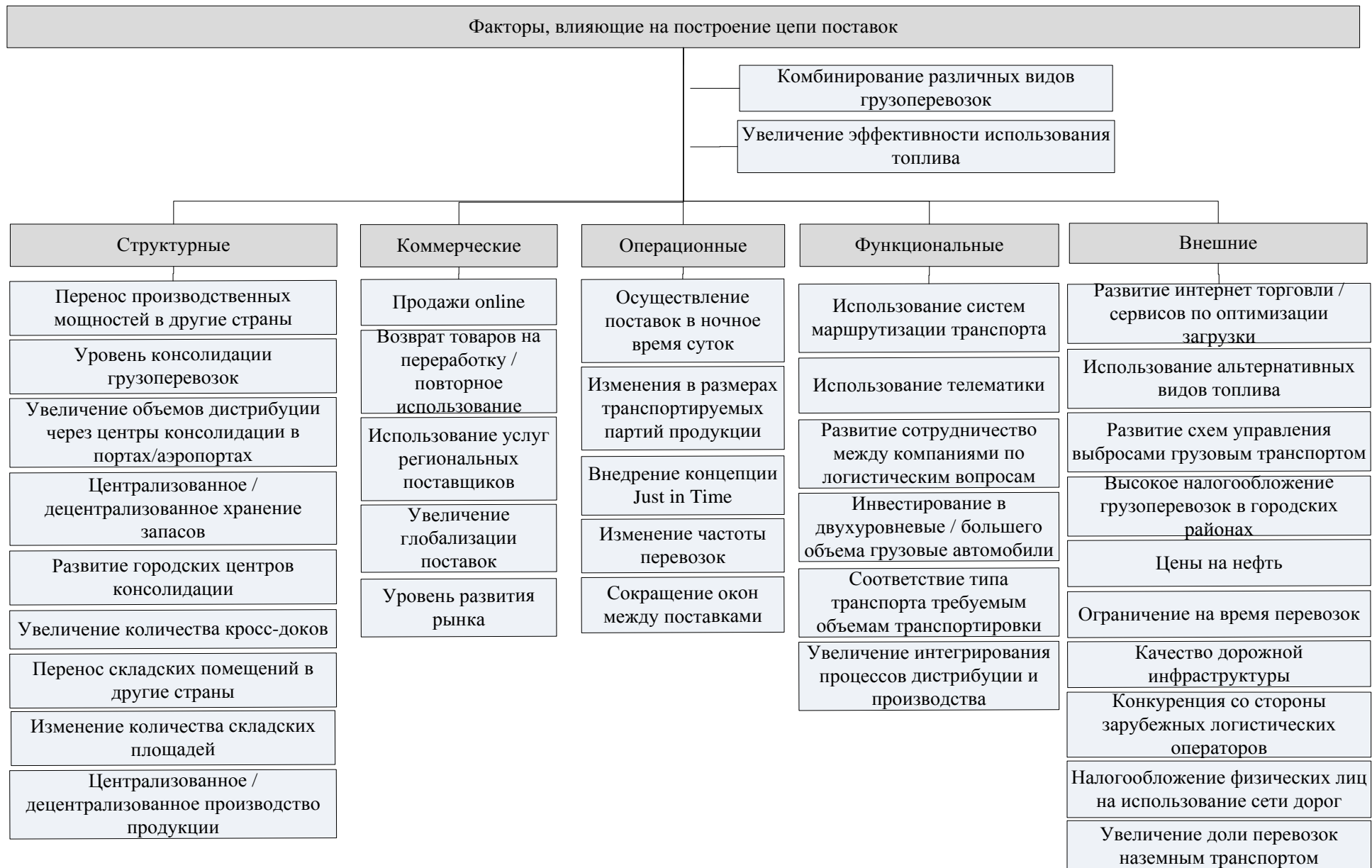


Рис.1 Факторы, влияющие на построение цепи поставки

После определения потенциального набора факторов влияющих на построение цепи поставки, необходимо перейти к оценке совокупной стоимости изменения цепи поставки – иными словами, необходимо оценить, как дорого обойдется предприятию выбор той иной инициативы по оптимизации структуры цепи поставки.

В отличие от стандартной цепи поставки, построение интегрированной цепи поставки требует уделить большее внимание организации «обратных» потоков, к которым могут относиться процессы сбора использованной продукции от покупателя, переработка продукции, повторное использование отдельных компонент / узлов / деталей, утилизация [1].

Современные предприятия подходят к оценке эффективности цепи поставки, принимая во внимание в основном фактор совокупной стоимости. Однако при построении интегрированной цепи поставки помимо критерия стоимости необходимо рассматривать так же следующие параметры:

- Количество выбросов парниковых газов
- Продукция, которая включает в себя материалы с различным уровнем утилизации [2]

Структура цепи поставок включает в себя следующие процессы: закупки материалов и комплектующих, производство, логистику и дистрибуцию продукции, маркетинг и продвижение продукции на рынке. В рамках всех этих процессов формируется ценность доставленного товара конечному потребителю. Интегрированная цепь поставки включает в общее понятие цепи поставки следующие понятия:

- Исключение потерь, связанных с неэффективностью в рамках цикла процесса
- Эффективное использование энергетических ресурсов
- Минимизации выбросов парниковых газов
- Эффективное использование ресурсов и текущих мощностей
- Принятие в рассмотрение законодательства связанного с экологическими аспектами

Пример замкнутого цикла интегрированной цепи поставки представлен на Рис. 2.

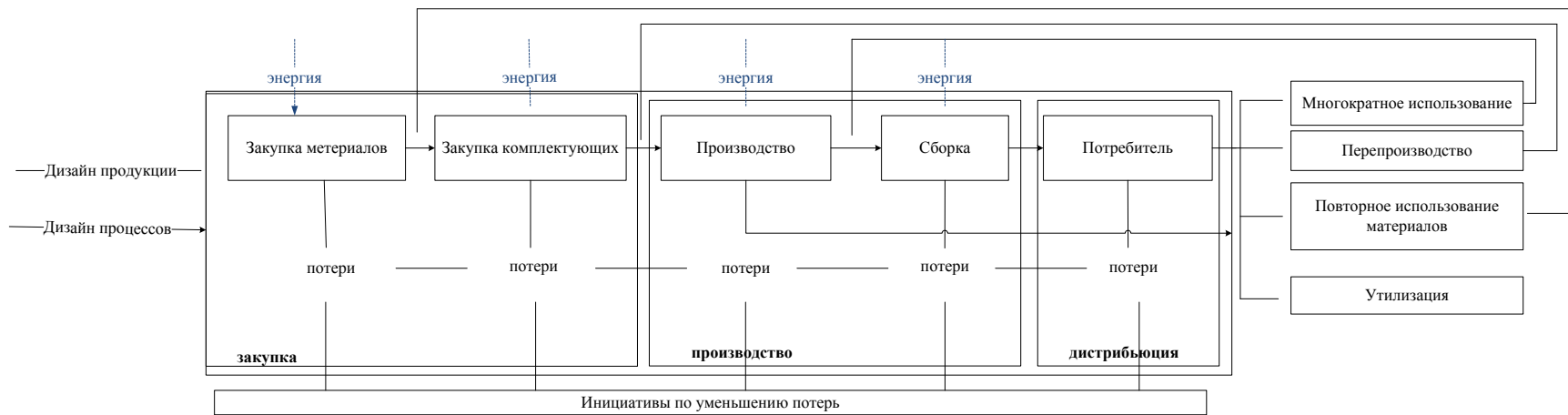


Рис.2.19. Пример замкнутого цикла интегрированной цепи поставки

Целью является минимизация общей стоимости в рамках заданной цепи поставки (затраты на транспортировку, затраты на закупку, выплаты различных штрафных санкций), которая должна достигаться путем максимизации объемов продукции, которая может быть отправлена на повторное использование / переработку.

Перед построением математической модели необходимо сформировать дизайн цепи поставки, которая будет учитывать дополнительные потоки процессов, направленных на многократное использование продукции / деталей / узлов, перепроизводство, повторное использование материалов, утилизацию продукции. В качестве модели базовой цепи поставки рассмотрена цепь поставки, представленная на Рис. 3.

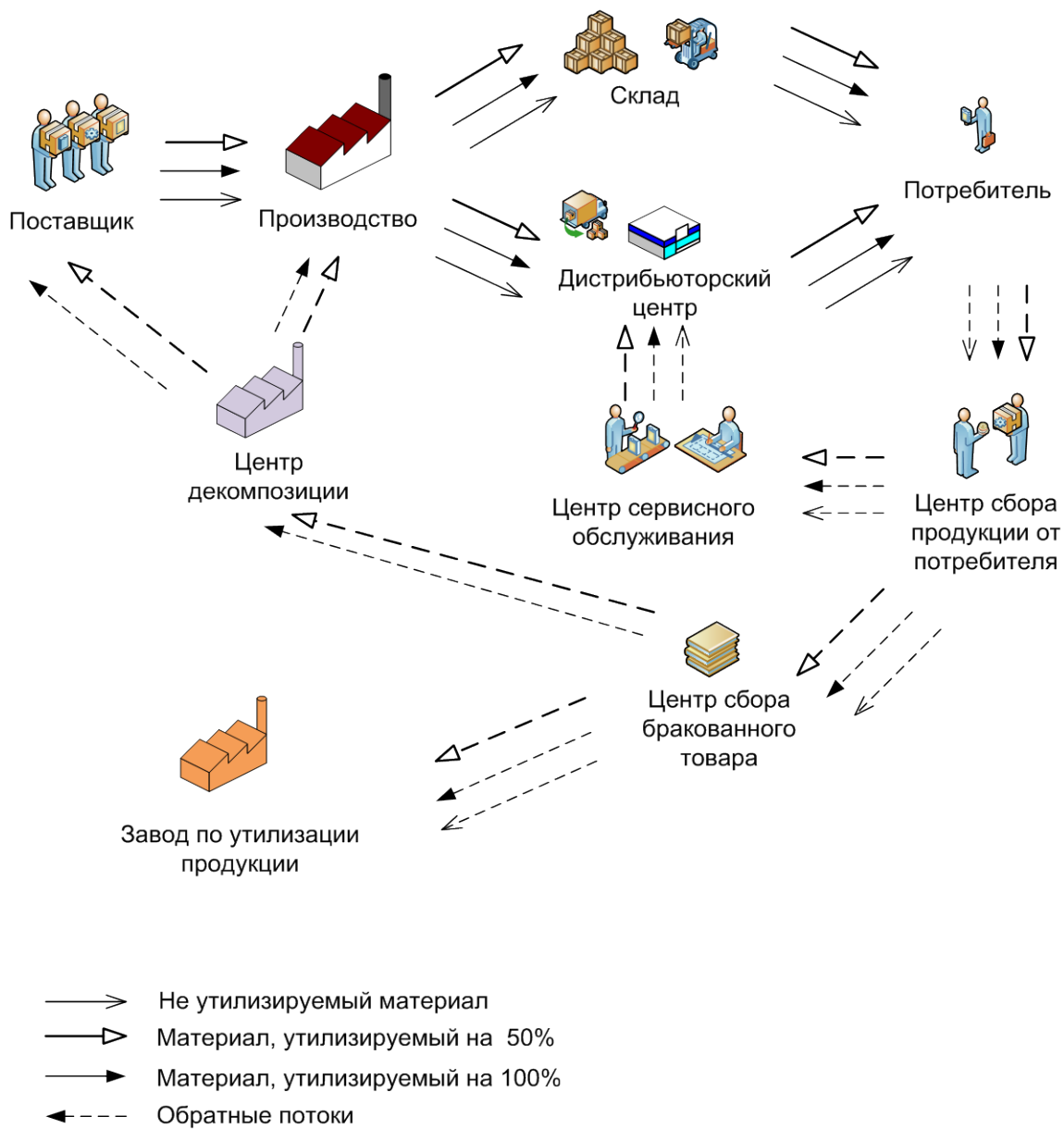


Рис. 3. Базовая модель цепи поставки принятая для построения многокритериальной математической модели

Цепь поставки может быть разбита на пять условных уровней, по процессам «прямой» цепи поставки, т.е. процессам движения продукции от производства к потребителю.

- Поставка сырья, материалов, комплектующих
- Производство конечной продукции

- Складирование / хранение конечной продукции
- Дистрибуция продукции
- Доставка продукции конечному потребителю

Для описания этих пяти уровней «прямой» цепи поставки, в модели введены следующие обозначения:

S – Поставщики, которые осуществляют поставку сырья, материалов, комплектующих на производственные заводы предприятия

Q – Производственные заводы предприятия

V – Складские помещения

K – Дистрибуторские центры

L – Конечный потребитель произведенной продукции

Подобным образом, «обратную» цепь поставки, описывающую процессы движения продукции от потребителя, можно разбить на пять уровней:

- Центр сбора продукции от потребителя
- Центр сервисного обслуживания
- Центр сбора бракованного товара
- Центр декомпозиции
- Завод по утилизации использованной продукции

Для описания этих пяти уровней «обратной» цепи поставки, в модели введены следующие обозначения:

M – Центр сбора продукции от потребителя

U – Центр сервисного обслуживания

P – Центр сбора бракованного товара

O – Центр декомпозиции продукции на комплектующие для повторного производства

D – Завод по утилизации неподлежащих повторному использованию элементов

Соответственно, все множество «прямых» потоков может быть описано как

$$G = (N, A)$$

Где

$N$  – Набор «прямых» потоков / процессов

$A$  – Набор объединений этих «прямых» потоков

Подобным образом, все множество «обратных» потоков может быть описано как

$$G' = (N', A')$$

Где

$N'$  – Набор «обратных» потоков / процессов

$A'$  – Набор объединений этих «обратных» потоков

Здесь

$$N = S \cup Q \cup V \cup K \cup L$$

$$N' = M \cup U \cup P \cup O \cup D$$

Далее введем понятие транспортного индекса  $T$ , который описывает все множество возможных вариантов транспортировки. Под вариантом транспортировки понимается срок службы наземного транспортного средства (0-3 года, 4-7 лет, 8 и более лет). Каждый вариант транспортировки  $t \in T$  между двумя уровнями  $i$  и  $j$  в рамках «прямых» потоков цепи поставок несет в себе определенную стоимость  $H_t^{ij}$ .

Таким образом,  $H_t^{ij}$ , где  $i \in S$  и  $j \in Q$  определяет стоимость транспортировки единицы продукции от поставщика сырья, материалов и комплектующих  $i$  на производственный завод  $j$ .

Помимо этого каждый вариант транспортировки имеет определенный выброс парниковых газов. Для описания этого критерия введем обозначение  $N = S \cup Q \cup V \cup K \cup L$ , где  $i \in S$  и  $j \in Q$  соответствуют индексам двух различных уровней  $N' = M \cup U \cup P \cup O \cup D$  «прямых» потоков.

Параметры, характеризующие стоимость транспортировки:

$H_t^{ij}$  - Стоимость выбранного варианта транспортировки  $t \in T$  от  $i \in A$  до  $j \in A$ ;

$C_r^{ij}$  - Стоимость транспортировки единицы продукции категории  $r \in R$  от  $i \in A'$  до  $j \in A'$ ;

Параметр экологичности:

$CO_2^{ijt}$  - Объем выброса парниковых газов для выбранного варианта транспортировки  $t \in T$  от  $i \in A$  до  $j \in A$ ;



$P_{CO_2}$  - сумма, выплачиваемых штрафов/пени за превышение лимита на выброс парниковых газов (CO<sub>2</sub>)

Переменными как «прямых», так и «обратных» потоков в рамках цепи поставок будут следующие параметры:

$X_{rt}^{ij}$  - стоимость транспортировки единицы сырья/ материалов/ комплектующих  $r \in R$  от поставщика выбранным вариантом транспортировки  $t \in T$  от  $i \in A$  до  $j \in A$ ;

$Y_r^{ij}$  - объем транспортируемой продукции категории  $r \in R$  от  $i \in A$  до  $j \in A$ ;

$A_i^r$  - общий объем закупленного сырья/ материалов/ комплектующих  $r \in R$  от поставщика  $i \in S$

Целью является построение такой цепи поставки, которая при минимизации общей стоимости транспортировки в рамках «прямых» и «обратных» потоков будет стремиться к минимальному уровню воздействия транспортировки на окружающую среду. Исходя из этого, целевые функции можно описать следующим образом.

Целевая функция №1 описывает минимизацию затрат на транспортировку продукции в рамках «прямых» потоков, с использованием различных вариантов (типов) транспортных средств:

$$f(x) = \sum_{i \in A} \sum_{j \in A} \sum_{r \in R} \sum_{t \in T} X_{rt}^{ij} H_t^{ij} \quad (1)$$

Целевая функция №2 описывает минимизацию затрат на транспортировку продукции в рамках «обратных» потоков, с использованием различных вариантов (типов) транспортных средств:

$$f(x) = \sum_{i \in A} \sum_{j \in A} \sum_{r \in R} Y_r^{ij} C_r^{ij} \quad (2)$$

Целевая функция №3 – описывает минимизацию воздействия транспортировки на окружающую среду, снижение выбросов парниковых газов:

$$f(x) = P_{CO_2} \sum_{i \in A} \sum_{j \in A} \sum_{r \in R} \sum_{t \in T} X_{rt}^{ij} CO_2^{ijt} \quad (3)$$

Разработанная многокритериальная математическая модель позволяет рассчитать наиболее оптимальный вариант цепи поставки, приняв во внимание инфраструктурные ограничения.

### **Библиографические ссылки**

1. S.Emmet, V.Sood: «Green Supply Chains: An Action Manifesto», 1st Edition, John Wiley & Sons, 2010. 316 p.
2. John Wilkerson: “The North American Sourcing Manager's Green Supply Chain Measurement Guide: Featuring ”. Asta Publications, LLC. 2009. 40 p.
3. Florida R. «Lean and green: the move to environmentally conscious Manufacturing». California Management Review. 1996. Vol. 39. No.1. PP. 80-105.
4. Graedel T.E., Allenby B.R. «Industrial Ecology». Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995.
5. Международный стандарт PAS 2050 «Как измерять выбросы парниковых газов на уровне товара или услуги»

## Analysis of factors influencing the formation of supply chain subject to constrained logistic infrastructure

# 05, May 2012

DOI: [10.7463/0512.0400544](https://doi.org/10.7463/0512.0400544)

Postnikova T.V.

Russia, Bauman Moscow State Technical University  
[tv.postnikova@gmail.com](mailto:tv.postnikova@gmail.com)

Decision making process regarding the structure of supply chain is influenced by a set of factors which can be conditionally classified as structural, commercial, operational and functional. The author describes the developed factor model which allows systems analysis of factors influencing the formation of supply chain. Special attention is paid to the factors which have become important only recently; they are factors connected with the type of transported goods and possibility of combining different transporting types in the supply chain. For estimation of these factors a multi-criteria mathematical model was developed. This model allows to select an optimal supply chain variant considering the constrained infrastructure.

---

Publications with keywords: [factors](#), [factors' model](#), [supply chain design](#)

Publications with words: [factors](#), [factors' model](#), [supply chain design](#)

---

### References

1. Emmet S., Sood V. *Green Supply Chains: An Action Manifesto*. 1st ed. John Wiley & Sons, 2010. 316 p.
2. Wilkerson J. *The North American Sourcing Manager's Green Supply Chain Measurement Guide: Featuring*. Asta Publications, LLC, 2009. 40 p.
3. Florida R. Lean and green: the move to environmentally conscious Manufacturing. *California Management Review*, 1996, vol. 39, no.1, pp. 80-105.
4. Graedel T.E., Allenby B.R. *Industrial Ecology*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1995.
5. PAS 2050 (*Publicly Available Specification 2050*). *Assessing the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*. Carbon Trust, DEFRA, BSI British Standards. [Russ. version: *Mezhdunarodnyi standart PAS 2050. Kak izmeriat' vybrosy parnikovyykh gazov na urovne tovara ili uslugi*].