

УДК 332.1+330.4+339.9+502/504  
ББК 65.9(2Рос) +65.28  
П 82

П 82        **Труды Гранберговской конференции, 10–13 октября 2016 г., Новосибирск** : Междунар. конф. «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность» : сб. докладов – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2017. – 526 с.

ISBN 978-5-89665-310-3

Сборник представляет доклады международной конференции "**Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность**", которая состоялась в ИЭОПП СО РАН 10-13 октября 2016 г. Доклады посвящены вопросам пространственного анализа и моделирования социально-экономических систем, использования новых методов и данных в этой области.

Конференция была посвящена памяти академика А.Г. Гранберга, внесшего неоценимый вклад в становление региональной науки в России. Публикуемые здесь труды ученых из разных регионов и стран, принадлежащих к разным научным школам, представляют современное состояние региональных исследований на постсоциалистическом пространстве.

Идеи и выводы авторов не обязательно отражают мнения представляемых ими организаций.

УДК 332.1+330.4+339.9+502/504  
ББК 65.9(2Рос) +65.28

ISBN 978-5-89665-310-3

© ИЭОПП СО РАН, 2017

## ОТРАСЛЬ В ПРОЕКТЕ СОНаР (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА)

### Аннотация

*Проект СОНаР (Согласование Отраслевых и Народнохозяйственных Решений) посвящен построению прогнозов развития отраслей на основе Оптимизационной Межрегиональной Межотраслевой Модели (ОМММ). Дальнейшая расшифровка полученных по народнохозяйственной модели прогнозов в натуральных показателях предполагает использование отраслевых моделей. На первом этапе в базовой ОМММ (40 отраслей, 10 регионов) детализируется представленная отрасль, а дополняющие отрасли агрегируются – задача сведена к модификации модели, по структуре совпадающей с базовой ОМММ, но в ней представлены 9 лесных отраслей и 14 нелесных, образующих народнохозяйственный фон. Агрегирование производится по оптимальному решению исходной базовой модели. Основываясь на теории взаимных задач, данная модификация модели приведена к виду производственно-транспортной задачи с критерием минимизации затрат. На ее основе рассчитывается внешняя нагрузка в стоимостных показателях на рассматриваемый отраслевой комплекс.*

*С использованием статистических данных и экспертных оценок, нагрузка переведена в натуральные показатели и в дальнейшем используется в виде внешнего спроса в предлагаемой отраслевой модели. Приведено формальное описание отраслевой модели. В численной реализации отраслевой модели представлены 20 видов лесосырья и лесопroduкции, учтена возможность межрегиональных перевозок, а также экспорт и импорт лесопroduкции. Отдельным блоком описывается использование действующих мощностей и возможный их прирост.*

*Построенный таким образом прогноз в натуральных показателях, учитывающий народнохозяйственные связи, может использоваться при разработке Стратегии развития отраслевого комплекса на среднесрочную перспективу.*

*Ключевые слова: согласование отраслевых и народнохозяйственных прогнозов, лесной комплекс, взаимные задачи.*

В основе исследований состояния и прогнозирования развития отраслевых систем в ИЭОПП СО РАН применяются различные модификации Оптимизационной Межрегиональной Межотраслевой Модели (ОМММ), введенной в научный оборот в шестидесятых годах двадцатого столетия [ 1 ]. Одним из направлений использования данной модели является подход, связанный с детализацией отраслевых блоков, что позволяет разрабатывать группы моделей по крупным народнохозяйственным комплексам<sup>1</sup>. Развитие этот подход получил в проекте «Согласование Отраслевых и Народнохозяйственных Решений – СОНаР».

Большинство реализаций «отраслевых» народнохозяйственных моделей в этом проекте учитывают достаточно большое число факторов. Однако их детальный учет при решении частных задач может быть излишним. Проблема агрегирования (рациональности состава входящих в модель видов деятельности) имеет значение и с точки зрения

---

<sup>1</sup> Блам Ю.Ш., Машкина Л.В., Мкртчян Г.М. Рациональное агрегирование отраслевой номенклатуры народнохозяйственной модели с детализированным лесным комплексом (оценка на основе экспериментальных расчетов) // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2015. – Т. 15, вып. 3. – С. 56–63.

использования результатов решения. «Рациональный» набор условий и номенклатуры отраслей может быть весьма полезен для проведения сценарных расчетов, позволяющих проанализировать состояние и возможности развития выделенного отраслевого комплекса в различных условиях функционирования экономики.

В схеме 1 показан процесс построения модели с детализацией номенклатуры отраслевого комплекса и ее взаимосвязь с отраслевой моделью.

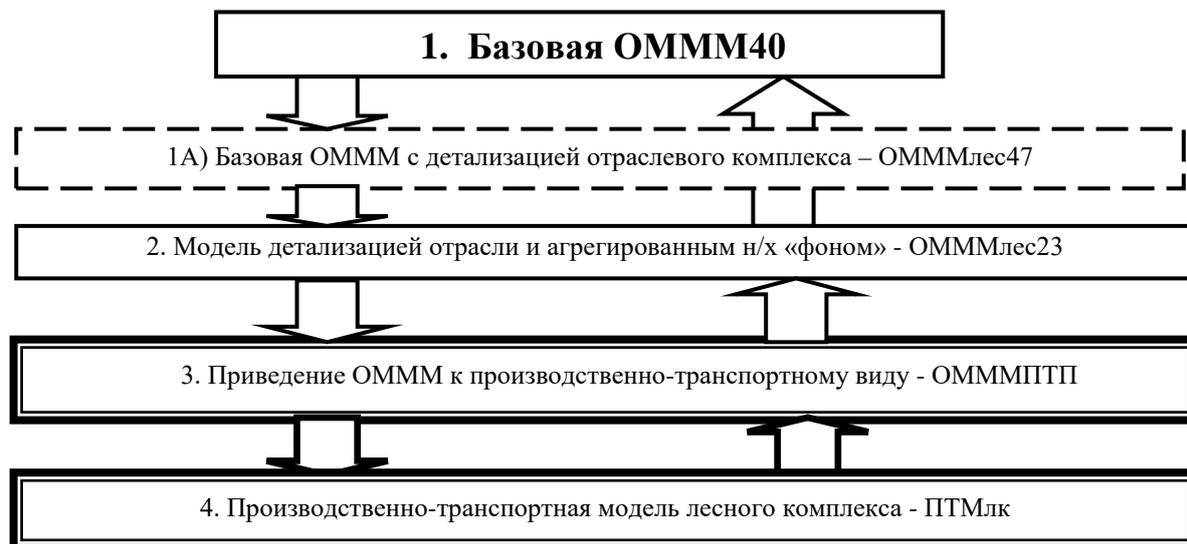


Схема 1. Взаимодействие моделей, детализирующих прогноз развития отрасли.

Модели отраслевых систем разрабатывались как в плановой экономике, так и при прогнозировании функционирования отрасли в рамках разрабатываемых стратегий развития субъекта федерации или страны в целом. По своей структуре и информационному наполнению такие модели существенно отличаются от народнохозяйственных. В связи с этим возникает задача согласования разнородных модельных конструкций, построенных на различной информационной базе.

Предлагается одна из возможных процедур сведения структуры ОМММ к типичному виду отраслевой производственно-транспортной модели. В качестве теоретической базы при модификации модели используются свойства «взаимных» задач линейного программирования [ 2 ].

Рассмотрим линейную задачу с  $m + 1$  ограничением:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad \text{для } i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n d_j x_j \leq f \quad (3)$$

Пусть  $\{x_j\}$  – оптимальное решение задачи и

$$g = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (4)$$

Тогда взаимная задача выглядит следующим образом:

$$\sum_{j=1}^n d_j y_j \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j \leq b_i \text{ для } i = 1, \dots, m; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \geq g \quad (7)$$

Экономическая интерпретация этих задач может быть следующей. Предположим, что в линейной задаче максимизируется функционал при ограничениях, среди которых можно выделить лимитирующее (двойственная оценка положительна). Взаимная задача в этом случае состоит в минимизации значения лимитирующего ограничения при фиксированном значении функционала исходной задачи (представленного в виде дополнительного ограничения) с учетом всех остальных условий. Сформулированная в [3, стр. 95] теорема утверждает, что решения обеих задач совпадают.

В качестве основы для сведения ОМММ к задаче производственно-транспортного вида используем ОМММлес23, в которую добавим дополнительное общее ограничение на использование трудовых ресурсов. При этом учитываем, что ограничения на использование трудовых ресурсов по всем десяти регионам являются лимитирующими и введенное ограничение выполняется как равенство (двойственная оценка положительная). При переходе к взаимной задаче все ограничения исходной модели остаются без изменения, и фиксируется объем непродовственного потребления на уровне его значения в оптимальном решении ОМММлес23.

Используя оптимальные объемы производства, рассчитываем суммарные потоки по отраслям, не относящимся к нашему объекту исследования, и вычисляем спрос на продукцию отраслей лесного комплекса. Далее добавляем эти величины к правой части ограничений в качестве нагрузки и исключаем переменные по этим отраслям из рассмотрения. Отметим, что при этом объемы производства по отраслям лесного комплекса совпадают с решением исходной модели. Аналогично исключаем из модели переменные по перевозкам нелесной продукции: соответствующие объемы добавляются в правую часть вывозящего района и вычитаются в районе ввозящем (в модификациях модели, где заданы объемы экспорта и импорта, с соответствующими переменными поступаем таким же образом). Исходя из объема транспортной работы, связанной с этими перевозками, корректируем соответствующие нагрузки на транспортную отрасль регионов.

На данном этапе матрица задачи представляет собой типичную производственно-транспортную модель отраслевого прогнозирования. В ней, помимо балансов по производству и внутрикомплексному потреблению рассматриваемых отраслей, представлены ограничения на использование продукции других видов деятельности (в том числе и транспортных отраслей), заданы объемы спроса на продукцию комплекса, а также включены переменные по перевозкам. Построенная таким образом модель использовалась нами для формирования нагрузки (спроса на конечную продукцию лесного комплекса) в отраслевой модели.

В качестве модели, в описываемой схеме согласования отраслевой модели с ОМММлес23, использовалась многопродуктовая оптимизационная межрегиональная модель лесного комплекса. Данная модель характеризуется четырьмя типами ограничений по каждому рассматриваемому региону:

- ограничения по использованию расчетной лесосеки;
- балансовые ограничения по заготовке и использованию лесосырья, включая образующиеся при переработке отходы, с учетом межрегиональных перевозок деловых видов древесины и возможный их экспорт;

– балансовые ограничения по производству и использованию конечной и промежуточной лесопродукции, с учетом межрегиональных перевозок и сальдо экспорта/импорта;

– ограничения по использованию мощностей, с учетом их прироста в прогнозируемом периоде.

Введем обозначения:

Индексы:

$i$  – индекс вида лесного сырья  $i \in I_1$  (виды деловых сортиментов),  $i \in I_2$  (отходы);

$j$  – индекс вида готовой продукции  $j \in J_1$  – множество видов готовой продукции, при производстве которых образуются отходы,  $j \in J_2$  – множество видов готовой продукции, при производстве которых отходы не образуются),  $j_3 \in J_3$  – множество промежуточных видов продукции (полуфабрикаты),  $j_4 \in J_4$  – множество видов продукции, при производстве которых используется полуфабрикаты;

$r$  и  $s$  – индексы регионов ( $R$  – множество регионов);

$l$  – индекс вида рубок (отличающихся структурой лесосырья),  $l \in L$ ;

$q$  – индекс варианта производства готовой продукции.

Параметры:

$f_{ilr}$  – выход  $i$ -го вида сырья при единичной интенсивности использования  $l$ -го вида рубок в  $r$ -ом регионе;

$a_{ijq}$  – норма расхода  $i$ -го вида сырья при производстве  $j$ -ой продукции  $q$ -ым способом;

$e_{ijq}$  – выход вторичных видов сырья (отходов –  $i \in I_2$ ) при производстве единицы  $j$ -ой продукции ( $j \in J_1$ )  $q$ -ым способом;

$b_{ij_4q}$  – норма расхода промежуточной продукции при производстве  $j_4$ -ой продукции  $q$ -ым способом.

Коэффициенты целевой функции:

$c_{1lr}$  – затраты на проведение  $l$ -го вида рубок в  $r$ -ом регионе;

$c_{2jqr}$  – затраты на производство  $j$ -го вида лесопродукции  $q$ -ым технологическим способом в  $r$ -ом регионе;

$c_{3rs}$  – затраты на транспортировку деловой древесины из  $r$ -го региона в регион  $s$ ;

$c_{4jrs}$  – затраты на транспортировку  $j$ -го вида лесопродукции из  $r$ -го региона в регион  $s$ ;

$p_{1jr}$  – затраты на импорт  $j$ -го вида лесопродукции в  $r$ -ый регион;

$p_{2ir}$  – цена реализации экспортируемой деловой древесины  $i$ -го вида из  $r$ -го региона;

$p_{3jr}$  – цена реализации экспортируемого  $j$ -го вида лесопродукции из  $r$ -го региона;

$\mu_{1jr}$  – приведенные затраты на единицу прироста мощности по производству  $j$ -го вида лесопродукции в  $r$ -ом регионе;

$\mu_r$  – приведенные затраты на единицу прироста мощности по лесозаготовкам в  $r$ -ом регионе.

Правая часть балансовых ограничений и интервалы для отдельных переменных:

$N_r$  – расчетная лесосека в  $r$ -ом регионе (максимальный объем лесозаготовок);

$P_{1ir}$  – объем внекомплексного потребления  $i$ -го вида сырья в  $r$ -ом регионе;

$P_{2jr}$  – объем внекомплексного потребления  $j$ -го вида лесопродукции в  $r$ -ом регионе;

$M_{1jr}$  – действующая мощность по производству  $j$ -го вида лесопродукции в  $r$ -ом регионе;

$M_{0jr}$  – действующая мощность по лесозаготовкам в  $r$ -ом регионе;

$m_{ir}$  и  $\underline{m}_{ir}$  – максимальные и минимальные объемы экспорта деловой древесины  $i$ -го вида из  $r$ -го региона;

$n_{jr}$  и  $\underline{n}_{jr}$  – максимальные и минимальные объемы экспорта  $j$ -го вида лесопродукции из  $r$ -го региона;

$k_{jr}$  и  $\underline{k}_{jr}$  – максимальные и минимальные объемы импорта  $j$ -го вида лесопродукции в  $r$ -ый регион.

Переменные:

$x_{lr}$  – искомые объемы проводимых лесозаготовок в  $r$ -ом регионе при проведении  $l$ -го вида рубок;

$y_{jqr}$  – искомые объемы производства  $j$ -го вида лесопродукции  $q$ -ым технологическим способом в  $r$ -ом регионе;

$v_{irs}$  – искомые объемы перевозимой деловой древесины  $i$ -го вида из  $r$ -го региона в регион  $s$ ;

$w_{jrs}$  – искомые объемы перевозимого  $j$ -го вида лесопродукции из  $r$ -го региона в регион  $s$ ;

$z_{ir}$  – искомые объемы экспортируемой деловой древесины  $i$ -го вида из  $r$ -го региона;

$h_{jr}$  – искомые объемы импорта  $j$ -го вида лесопродукции в  $r$ -ый регион;

$g_{jr}$  – искомые объемы экспорта  $j$ -го вида лесопродукции из  $r$ -го региона;

$\Delta_{jr}$  – искомые объемы прироста мощности по производству  $j$ -го вида лесопродукции в  $r$ -ом регионе ( $\Delta_r$  – прирост мощности по лесозаготовкам в  $r$ -ом регионе).

Условия модели запишутся следующим образом:

Ограничение по рубкам (с учетом ограничений по мощностям):

$$\sum_l x_{lr} \leq N, r \in R \quad (1)$$

$$\sum_l x_{lr} \leq \Delta_r, r \in R \quad (2)$$

Ограничения по заготовке и использованию древесины (в разрезе рассматриваемых сортиментов) по районам:

$$\sum_l f_{ilr} x_{lr} - \sum_j \sum_q a_{ijq} y_{jqr} - \sum_s v_{irs} + \sum_s v_{isr} - z_{ir} \leq P_{ir}, r \in R, i \in I_1 \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J_1} \sum_q e_{ijq} y_{jqr} - \sum_{j \in J_2} a_{ijq} y_{jqr} \geq 0, r \in R, i \in I_2 \quad (4)$$

Ограничение по производству и использованию лесопродукции (с учетом ограничений по мощностям):

$$\sum_q y_{jqr} - \sum \sum b_{jq} y_{jq}^v - \sum_s w_{jrs} + \sum_s w_{jsr} - g_{jr} + h_{jr} \geq P_{2jr}, r \in R, j \in J \quad (5)$$

$$\sum_q y_{jqr} \leq M_{1jr}, r \in R, j \in J \quad (6)$$

Интервалы изменения возможного экспорта деловой древесины, а также экспорта и импорта лесопродукции:

$$m_{ir} \geq z_{ir} \geq \underline{m}_{ir}, r \in R, i \in I_1 \quad (7)$$

$$n_{jr} \geq g_{jr} \geq \underline{n}_{jr}, r \in R, j \in J \quad (8)$$

$$k_{jr} \geq h_{jr} \geq \underline{k}_{jr}, r \in R, j \in J \quad (9)$$

Целевая функция:

$$\left( \sum_r \sum_l c_{1lr} x_{lr} + \sum_r \sum_j \sum_q c_{2jqr} y_{jqr} + \sum_i \sum_r \sum_{s \neq r} c_{3irs} v_{irs} + \sum_j \sum_r \sum_{s \neq r} c_{4jrs} w_{jrs} + \right. \\ \left. + \sum_r \underline{\mu}_r \Delta_r + \sum_r \sum_j \mu_{1jr} \Delta_{jr} + \sum_r \sum_j p_{1jr} h_{jr} - \sum_r \sum_{i \in I_1} p_{2ir} z_{ir} - \sum_r \sum_j p_{3jr} g_{jr} \right) \rightarrow \min \quad (10)$$

Структурно эту модель можно представить в виде системы взаимосвязанных блоков, описывающих заготовку, переработку лесосырья, транспортные связи, ограничения задачи и значения целевой функции.

В таблице 1 описаны соответствия номенклатур продукции в лесном фрагменте ОМММ23лес и в отраслевой производственно-транспортной модели.

Таблица 1

Взаимосоответствие номенклатуры лесного комплекса в ОМММ23лес и отраслевой модели

Номенклатура ОМММ23лес	Номенклатура сырья и лесопродукции в отраслевой модели
Лесозаготовки	Деловая древесина хвойная, диаметром более 26см; Деловая древесина хвойная, диаметром 14–24 см; Деловая древесина лиственная, диаметром более 26см; Деловая древесина лиственная, диаметром 14–24 см; Низкокачественная древесина; Отходы
Пиломатериалы	Пиломатериалы хвойные; Пиломатериалы лиственные.
Фанера	Фанера хвойная; Фанера лиственная.
Плиты	Древесностружечные плиты; Древесноволокнистые плиты
Целлюлоза	Целлюлоза хвойная; Целлюлоза лиственная.
Бумага	Бумага писчая; Бумага газетная; Прочая бумага
Картон	Картон
Прочая деревообработка	Прочая деревообработка
Мебель	Мебель

#### Список источников

1. Гранберг А.Г. *Оптимизация территориальных пропорций народного хозяйства*. – М. : Экономика, 1973. – 248 с.
2. Ицкович И.А. Анализ линейных экономико-математических моделей/отв. ред. А.Е. Бахтин; ИЭОПП СО АН СССР. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1976. – 190 с.

### Информация об авторах

**Юрий Шабсович Блам** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН, 630090, г. Новосибирск, проспект Лаврентьева 17, заведующий отделом, тел.: (903)-933-8338, e-mail: blam@ieie.nsc.ru

**Людмила Вячеславовна Машкина** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН, 630090, г. Новосибирск, проспект Лаврентьева 17, старший научный сотрудник, тел.: 328-34-42, e-mail: mashkina@ieie.nsc.ru

**Стойлова Алина Сергеевна** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», магистрант, тел.: 8-913-899-38-50, e-mail: stoylova.as@mail.ru

**Yuriy Sh. Blam, Ludmila V. Mashkina, Alina S. Stoylova**

### SECTORS IN THE CINES PROJECT (BASED ON THE EXAMPLE OF FOREST INDUSTRY)

#### Annotation

*The CINES project (Coordination of Industry and National Economic Solutions) is dedicated to the forecasting of industries' development, based on the Optimization Interregional Inter-industry Model (OIIM). Further interpretation of the national economic forecasting results' in natural terms involves the use of industry models. The first phase in the basic OIIM model (which describes 40 industries, 10 regions) is the certain industry is analysed in detail, while the additional industries are aggregated. Thus, our problem is reduced to the model modification, which is equivalent to the basic model, but presenting 9 forest industries and 14 non-forest industries, which form the national economic background. The aggregation is performed for the optimal solution of the base model. Based on the mutual problems theory, this modification is reduced to the industrial-transport problem with minimization costs criteria. Based on it, external load in value terms for the considered industry is calculated.*

*Using statistical data and expert estimates, the load is transferred to natural terms and then used in the form of external demand in the proposed industry model. Paper presents the formal description of the industry model. In the calculations of the industry model there are 20 kinds of forest resources and forest products, the probability of interregional transport, export and import. The use of existing facilities and the possibility of their growth is described in a separate block.*

*The forecast, which is obtained this way in real terms, and accounts for the national economy relations, can be used in the development of Industrial Strategy in the medium term.*

*Key words: coordination of industry and national economy forecasts, forestry, mutual problems.*