

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 неограниченный 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

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА
НА ОСНОВЕ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА И ИНВЕСТИЦИЙ**

Аннотация

Предметом исследования является Региональная экономика (субъект РФ), как совокупность отраслей, которые представлены агрегированными Видами Экономической Деятельности в соответствии со статистической отчетностью. Целью работы является анализ организации управления экономикой регионом в современных условиях. Формирование математической модели развития экономики региона в виде векторной задачи. Разработка на методологии моделирования, прогноза развития экономики региона на несколько лет с учетом инвестиционных процессов для последующего формирования бюджета региона. Методология проведения работы включает следующие этапы: 1. формирование математической модели развития экономики региона в виде векторной задачи математического программирования, модель построена на основе межотраслевого баланса и учитывает инвестиционные вложения в каждую отрасль экономики региона; 2. моделирование развития экономики региона исходя из условия «что – если»; при каждом просчете используются методы решения векторной задачи, основанные на нормализации критериев и принципа максимина (гарантированного результата). Практическая реализация модели показана на статистических данных отдельного региона (Приморского края). В результате решения мы сформировали прогноз по основным показателям развития экономики региона на год, а также в динамике (на несколько лет). Направлениями дальнейших исследований авторы видят в разработке более совершенного программного обеспечения и его использования в практике прогнозирования каждого субъекта РФ.

Ключевые слова: Организация управления, Моделирование, Прогнозирование, Межотраслевого баланс, Векторная оптимизация.

В настоящее время в системе государственного и регионального управления основополагающими стали краткосрочные прогнозы. Это связано с возможностями прогнозирования в условиях нестабильной переходной экономики, при которых приемлемая точность прогнозов не обеспечивается. Эффективным инструментарием альтернативного прогнозирования в данных условиях может быть информационное (статистическое) и математическое моделирование экономических систем, которое широко использовалось в работах зарубежных [7, 8, 9], русских авторов [1–6]. Особо выделим работу Гранберга А.Г. [2]. При подготовке учебного пособия для дисциплины «Региональная экономика и управление»¹ автор использовал методику расчета межотраслевого баланса 3×3 , предложенной Александром Григорьевичем для Приморского края. Развивая эту методику и добавляя свои методы решения векторных задач, была построена методология моделирования региона 6×6^2 , а в дальнейшем 15×15^3 , т.е. размерность, которая используется в статистике. Именно это направление рассматривается в данной работе, которая является дальнейшим развитием этих работ.

¹ Машунин Ю. К. Региональная экономика и управление (Лекции, практика). Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ. – 2009. – 348 с.

² Машунин Ю.К., Машунин И.А. Моделирование и прогнозирование развитие экономики региона //Реструктуризация экономики: теория и инструментарий / под ред. Д-ра экон. Наук, проф. А.В. Бабкина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – 2015. – С. 151–178.

³ Машунин Ю.К., Машунин И.А. Прогнозирование развития экономики региона с использованием таблиц «Затраты – Выпуск»// Экономика региона – 2014. – № 2. – С. 276–289.

Целью данной работы является анализ организации управления экономикой регионом в современных условиях. Формирование математической модели развития экономики региона в виде векторной задачи и разработка на ее основе методологии моделирования, прогноза развития экономики региона на несколько лет с учетом инвестиционных процессов для последующего формирования бюджета региона.

Для реализации поставленной цели в работе рассмотрена схема организации управления экономикой региона и представлена методология моделирования и прогноза развития экономики региона на несколько лет, которая включает:

- построение модели развития региональной экономики в рамках в виде векторной задачи математического программирования, где качестве управляющих переменных выбраны отрасли экономики – их развитие составляет основную цель, ограничениями являются межотраслевой баланс, ресурсы и производственные мощности региона;
- подсистему макроэкономического моделирования, на основе которой формируется прогноз развития экономики региона при условиях «что..., если...»); в блоке межотраслевого баланса выделяется подсистема, где конечный спрос формируется за счет инвестиций, вкладываемых в развитие отрасли, как на уровне фирмы, так и на уровне региона, государства; подсистема макроэкономического моделирования экономики региона опирается подсистемы информационного и программного обеспечения;
- подсистему информационного обеспечения (базу данных), которая сформирована исходя из функций и структуры задач системы национальных счетов в том числе: системы основных национальных счетов: счет производства, сводные счета доходов, счета продуктов, услуг; показателей развития по отдельным секторам экономики региона: нефинансовые и финансовые предприятия, государственные учреждения, и т. д.;
- подсистему программного обеспечения направленную на разработку прогноза развития экономики региона, включающую три блока задач: построение модели развития экономики региона в виде векторной задачи линейного программирования; решение векторной задачи линейного программирования, основанное на нормализации критериев и принципе гарантированного результата¹; и третий блок непосредственно моделирование с учетом инвестиций.

Задача векторной оптимизации (модель) решается в динамике на несколько периодов планирования, в итоге получаем *макроэкономические показатели*: прогноз валового объема продукции по отраслям региона (млн руб.); прогноз прироста конечного спроса за счет инвестиций по отраслям; прогноз конечного спроса по отраслям; прогноз совокупного конечного спроса по отраслям региона; промежуточное потребление; инвестиции в прирост конечного спроса; ресурсы региона, промежуточные затраты, валовую добавленную стоимость, а также показатели второго уровня.

При практической реализации требования к функциям и структуре программного обеспечения могут быть сформулированы и согласованы с заказчиком при постановке задачи. Основным плановым документом социально-экономического развития региона является бюджет. Таким образом, результаты моделирования являются входной информацией для *подсистемы* – «*Доходная часть бюджета региона*» с формированием соответствующей документации.

1. Организация управления и модель развития региональной экономики в рамках инвестиционного процесса

Исследование организации управления экономикой региона и межотраслевых связей, проведенное с позиций системного подхода и теории управления, показало, что управление регионом осуществляется на двух уровнях экономики (управление предприятием, отраслью) и третий уровень – бюджетная сфера².

¹ Машунин Ю.К. Теория управления. Математический аппарат управления экономикой. – М.: Логос, 2013. – 448 с.

² Машунин Ю. К. Моделирование инвестиционных процессов в экономике региона. Монография.– LAMBERT Academic Publishing, 2014. 353 p.

Построение модели развития экономики региона представим в виде векторной задачи линейного программирования. Для построения модели используем агрегированную модель экономики региона («отрасли – регион»), являющейся дальнейшим развитием модели, представленной в (сноски 2, 3).

Введем понятие вектора переменных (управляющих переменных), критериев и ограничений, накладываемых на развитие экономики региона.

Региональная экономика направлена на повышения жизненного уровня населения региона – на увеличение продукции конечного использования (спроса – КС) всех видов деятельности региона, с учетом их воспроизводства на каждый период планирования. Эта целенаправленность можно выразить векторным критерием (1) при ограничениях по валовому объему выпуска производящей отрасли – межотраслевой баланс (2), по ресурсам (5) и мощностям (6), в совокупности они представляют векторную задачу линейного программирования:

$$Opt F(X, I, Y) = \{ Y(t) = \{ \max y_o(t), o = \overline{1, V_o} \}, \quad (1)$$

$$\max Y^{val}(t) = \sum_{v=1}^{V_o} y_v(t), \max X^{val}(t) = \sum_{v=1}^{V_o} x_v(t), \quad (2)$$

$$\text{при ограничениях } (I-A)X(t) - VI(t) \geq Y(t), \quad (3)$$

$$RX(t) \leq b(t^0) + \Delta b(t + \Delta t), \quad (4)$$

$$Tzmin \leq R_{trud}X(t) \leq Tzmax, \quad (5)$$

$$X(t^0) \leq X(t) \leq X(t^0 + \Delta t), X(t^0 + \Delta t) = kX * X(t^0),$$

$$I(t^0) \leq I(t) \leq I(t^0 + \Delta t), I(t^0 + \Delta t) = k_{inv} * I(t^0),$$

$$Y(t^0) \leq Y(t) \leq Y(t^0 + \Delta t), Y(t^0 + \Delta t) = kY * Y(t^0), t^0 + \Delta t = t^0, t^0 + 1, \dots, t^0 + T, \quad (6)$$

где $X(t) = \{ X(t) = \{ x(t), j = \overline{1, n} \} \}$, $I(t) = \{ I(t), j = \overline{1, n} \}$, $Y(t) = \{ y(t), j = \overline{1, n} \}$ – вектор неизвестных, $X(t)$ – валовые выпуски, $I(t)$ – инвестиции для всех отраслей (видов деятельности) и $Y(t)$ – конечное использование региона на $t \in T$;

$F(X, I, Y)$ – векторный критерий (1), имеющий множество $K = n + 2$ критериев, $Y(t)$ критериев максимизации КС, критерия суммарного конечного спроса и валового выпуска регионального продукта в (2) соответственно;

(3) – межотраслевые балансовые ограничения с учетом инвестиций $VI(t)$;

(4) – ограничения по ресурсам, в т. ч. трудовые ресурсы (5);

(6) – ограничения по производственным мощностям, инвестициям и КС. Задача (7)–(12) представляет векторную задачу линейного программирования являющейся математической моделью развития экономики региона на дискретный (планируемый) период $\Delta t = 0, 1, \dots, T$, с учетом воспроизводства ресурсов (в рамках инвестиционного процесса) в каждом периоде $\Delta t \in T$.

Для решения задачи (1)–(6) используется алгоритм, основанный на нормализации критериев и принципе гарантированного результата.

Задача (1)–(6) решается в динамике с периодом один год, $\Delta t = 0, 1, \dots, T$.

В результате решения получим: точку оптимума:

$$X^o(t) = \{ X^o(t) = \{ x^o_v(t), v = \overline{1, V_o} \}, I^o(t) = \{ I^o_v(t), v = \overline{1, V_o} \}, Y^o(t) = \{ y^o_v(t), v = \overline{1, V_o} \} \}, \text{ где}$$

• $X^o(t)$ – валовые выпуски, $I^o(t)$ – инвестиции для всех отраслей (видов деятельности) и $Y^o(t)$ – конечное использование региона $t \in T$;

• конечное использование всех отраслей, измеренное в относительных единицах – $\lambda_v(y^v(t))$, $v=1, \overline{V}_o$, – такое измерение позволяет сравнивать развитие отраслей друг с другом: $\lambda_v(y^v(t)) = \frac{f_v(y_v^o(t)) - f_v^o}{f_v^* - f_v^o}$, $v=1, \overline{V}_o$, f_v^* – наилучшее решение задачи (1)–(6) по v -му критерию, f_v^o – наихудшее решение по v -му критерию;

• $\lambda^o(t) = \max_{X \in S} \lambda(t) = \max_{X \in S} \min_{k \in K} \lambda_k(X(t))$ – это максимальный уровень среди всех минимальных $\lambda(t) = \min_{k \in K} \lambda_k(X(t))$, $\forall X(t) \in S$ на допустимом множестве S . $\lambda^o(t)$ также называют гарантированным результатом в относительных единицах, который гарантирует, что все отрасли, измеренные в относительных единицах, $\lambda_j(y_j^o(t))$ в точке оптимума $\{X^o(t), I^o(t), Y^o(t)\}$ равны или больше $\lambda^o(t)$, т.е. $\lambda_v(y_v^o(t)) \geq \lambda^o(t)$, или $\lambda^o(t) \leq \lambda_v(y_v^o(t))$, $v=1, \overline{V}_o$, а в соответствии с теоремой 2, точка $\{\lambda^o(t), X^o(t), I^o(t), Y^o(t)\}$ оптимальна по Парето;

• $\lambda^o(t) = \lambda_v(y_v^o(t))$, $v=1, \overline{V}_o$, т. к. критерии (виды деятельности) (7) независимы, а для критериев (8), в оптимальной точке $\lambda^o(t) \leq \lambda_k(y_k^o(t))$, $k=1, 2$.

Полученная точка оптимума $\{X^o(t), I^o(t), Y^o(t)\}$ дает возможность определить основные технико-экономические показатели региона, включенные в план, и соответствующие межотраслевые затраты: $X_o(t) = \sum_{v=1}^V a_{ov} x_o(t)$, $\forall o \in O$.

Практическая реализация задачи (1)–(6) распадается на два этапа:

- построение численной модели региональной экономики;
- решение, последовательность действий в котором представляет методология моделирования развития региональной экономики.

2. Моделирование и прогнозирование развития экономики региона на базе статистических данных 2013 года (15 отраслей)

Механизм государственного регулирования экономики региона с использованием модели включает семь блоков: 1) анализ отчетных (статистических) данных за год и построение на их основе межотраслевого баланса;

2) постановка задачи: формируется цель экономического развития и расчет коэффициентов динамической модели экономики региона;

3) построение математической модели развития экономики региона в виде векторной задачи и формирование численной модели экономики региона;

4) процесс моделирования, в результате которого получим объемы валовых выпусков, конечного использования продукции отраслей региона на год;

5) формирование на годовой период показателей развития экономики региона, которые в совокупности представляют финансовый план региона;

6) прогнозирование развития экономики региона в динамике – на трех летний финансовый план региона, в т. ч. налоговые отчисления, определяющие доходную часть бюджета региона одно – трех летний период;

7) принятие управленческого решения окончательного по развитию экономики региона – административное воздействие (регулирование).

Прогнозирование развития экономики региона в динамике (на несколько лет)

Расчет на более длительный период планирования (2-й и 3-й год) проведем алогично годовому планированию.

Результаты прогноза развития экономики края сведены в таблицы.

Оптимальные показатели прогноза развития региона на три года валового объема производства (ресурсы) представлены в табл. Суммарный валовой объем производства по региону на каждый прогнозируемый год представлен в итоговой строке.

Таблица

Прогноз валового объема продукции по отраслям на три года (млн. руб.)

Виды экономической деятельности	Базовый год – 2013	Прогноз развития региона на три года		
		1 год	2 год	3 год
Сельское хозяйство, охота и лес.хоз.	44051	46100	46500	47000
Рыболовство, рыбоводство	47211	49600	50100	50600
Добыча полезных ископаемых	13874	14600	14700	14800
Обрабатывающие производства	193134	203200	205500	207800
Производство электрoэн.,газа воды	70118	73600	74400	75100
Строительство	80596	84400	85200	85900
Оптовая и розничная торговля...	166886	175700	177800	179800
Гостиницы и рестораны	14376	15100	15200	15300
Транспорт и связь	208929	22000	222600	225100
Финансовая деятельность	4585	4800	4900	4900
Операции с недвиж. имуществом...	83602	87500	88300	89000
Государственное управление ...	78758	82400	83000	83700
Образование	29921	31300	31600	31900
Здравоохранение, социал. услуг	44046	4620	46600	47000
Предоставление ... услуг	15347	16100	16300	16400
Итого в основных ценах	1095435	1150800	1162700	1174500

Показатели региона: Конечный спрос, полученный за счет инвестиций и конечный спрос, полученный за счет основных фондов по всем отраслям на три года планирования. *Прогноз совокупного конечного спроса* по отраслям региона полученного в сумме за счет инвестиций и основных и другие экономические показатели представлены в последующих таблицах.

Заключение

В целом результаты моделирования служат основой для различного вида финансовых задач и прежде всего для формирования бюджета региона.

Таким образом, математическая модель формирования развития региональной экономики дает возможность подсчитать основные экономические и макроэкономические показатели – валовые объемы и оптимальный темп роста экономики региона с учетом: во-первых, межотраслевого баланса, во-вторых, инвестиций вкладываемых в каждую отрасль региона, в-третьих, с учетом ресурсных возможностей региона и его производственных мощностей. Построенная модель и результаты моделирования могут служить основой для разработки экономической политики региона, определяя линию поведения каждой отрасли (т. е. всех предприятий соответствующей отрасли) в совокупности. Авторы готовы участвовать в расчетах по прогнозированию развития других регионов.

Список источников

1. **Бакланов П.Я., Машков А.В.** Пространственная дифференциация структуры экономики регионов арктической зоны России// Экономика региона. – 2015. – № 1. – С. 54–63.
2. **Гранберг А.Г.** Основы региональной экономики: учебник для вузов. – М: ГУ ВШЭ, 2004. – 362 с.
3. **Курнышев В.В.** Региональная экономика. Основы теории и методы исследования: учебное пособие / В.В. Курнышев, В.Г. Глушкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КНОРУС, 2011. – 272 с.
4. **Региональная статистика:** учебник/под ред. Е.В. Заровой, Г.И. Чудилина. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 624 с.
5. **Региональная экономика и пространственное развитие.** В 2 т. Т. 1. Региональная экономика. Теория, модели и методы : учебник для бакалавриата и магистратуры / под общ. ред. Л.Э. Лимонова. – М. : Издательство Юрайт, 2014. – 397 с. – Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс.
6. **Татаркин А.И.** Диалектика государственного и рыночного регулирования социально-экономического развития регионов и муниципалитетов // Экономика региона – 2014. – № 1. – С. 9–33.
7. **Шумпетер Й.А.** Теория экономического развития: капитализм, социализм и демократия // Предисл. В.С. Автономова; пер. с нем. В.С. Автономова, М.С. Любского, А.Ю. Чепуренко; пер. с англ. В.С. Автономова, Ю.В. Автономова, Л.А. Громовой, ... – М.: Эксмо, 2007. – 864 с.
8. **Leontyev, V.V.,** Input-output economics. New York, Oxford university press, 1966. – 436 p.
9. **Tirole, Jean,** 1993. The theory of Industrial Organization, The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, London, England, 1993. – 695 p.

Информация об авторе

МАШУНИН Юрий Константинович. Россия, Владивосток – доктор экономических наук, профессор кафедры «Государственного и муниципального управления» Дальневосточного федерального университета. Mashunin@mail.ru. 690090, Владивосток, ул. Суханова, 8. (423)245–76–87, rectorat@dvfu.ru

Mashunin Yu.K.

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELLING AND FORECASTING OF DEVELOPMENT OF ECONOMY OF THE REGION ON THE BASIS OF CROSS-INDUSTRY BALANCE AND INVESTMENTS

Abstract

Object of research is the Regional economy (territorial subject of the Russian Federation) as set of industries which are provided by aggregative Types of Economic Activity according to the statistical reporting. The purpose of work is the analysis of the organization of management of economy the region in modern conditions. Forming of mathematical model of development of economy of the region in the form of a vector task. Development on methodology of modeling, the forecast of development of economy of the region for several years taking into account investment processes for the subsequent forming of the budget of the region. The methodology of carrying out work includes the following stages: 1. forming of mathematical model of development of economy of the region in the form of a vector task of mathematical programming, the model is constructed on the basis of cross-industry balance and consid-

ers investment investments in each industry of economy of the region; 2. modeling of development of economy of the region proceeding from a condition "that – if"; in case of each miscalculation the methods of the solution of a vector task based on normalization of criteria and the principle a maximine (the guaranteed result) are used. Practical realization of model is shown on statistical data of the certain region (Primorsky Krai). As a result of the decision we have compiled a forecast on the main indicators of economic development of the region for a year, and also in dynamics.

The directions of further researches authors see in development of more perfect software and its use in practice of forecasting of each territorial subject of the Russian Federation.

Keywords. The organization of management, Modeling, Forecasting, Economics of the region, Interindustry balance, Vector optimization.