

МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЛАНСА ИНТЕРЕСОВ В СИСТЕМАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ ГОРОДА (МОСКВЫ)

А. А. Громова (Москва)

Становление и развитие научно-промышленного комплекса (НПК) Москвы в современных условиях свидетельствует о наличии проблем.

Промышленный облик города формировался хаотично. По мере разрастания Москвы, расширения экономических и социальных функций большинство промышленных предприятий оказалось в центре города и на прилегающих территориях, т. е. там, где их не должно быть.

Многие предприятия давно устарели, некоторые используют свои зачастую огромные площади неэффективно, предпочитая сдавать их в аренду. Территории, которые они занимают – единственный резерв города для строительства и развития. При остром дефиците городских земель возникает необходимость реформирования **производств** там, где есть значительные территориальные резервы.

Одним из вариантов решения проблемы нехватки земельных ресурсов под муниципальное и коммерческое строительство, под дальнейшее развитие города является реорганизация производственных территорий, занимаемых предприятиями.

Необходимость подобной реорганизации производственных территорий обусловлена:

- нехваткой земельных участков для жилищного строительства, строительства общегородских центров, объектов сферы жизнеобеспечения;
- недостаточно эффективным использованием земельных ресурсов города, находящихся в распоряжении промышленных предприятий;
- продолжающимся функционированием экологически вредных производств;
- необходимостью развития и реабилитации территорий природного комплекса.

Преимущества, достигаемые в результате реорганизации производственных территорий:

- компенсация ликвидируемых и создание новых мест приложения труда за счет повышения плотности застройки на интенсифицируемых территориях, совершенствование функционально-планировочной организации сохраняемых производственных зон города;

- улучшение состояния окружающей среды за счет ликвидации экологически опасных и ресурсоемких производств, санации сохраняемых и рекультивации высвобождаемых производственных территорий с высоким уровнем техногенных загрязнений, обеспечения на сохраняемых производствах требований экологических нормативов, сокращения разрешенных санитарно-защитных зон;

- комплексное благоустройство, озеленение, обводнение производственных территорий;

- использование территорий, высвобождаемых в процессе реформирования, реорганизации и ликвидации предприятий и отдельных производств для жилищного строительства, общегородских центров, развития и реабилитации территорий природного комплекса.

При решении этого класса задач интересы города, отрасли и населения различны: население озабочено жилищным строительством, реабилитацией природного комплекса, созданием системы общегородских центров, город – ресурсообеспеченностью, потоком инвестиций, формированием доходов и расходов бюджета, реализацией градостроительных программ, отрасль – увеличением объемов производства, созданием но-

вых наукоемких технологий, увеличением прибыли предприятия и ростом заработной платы.

Но интересы всех действующих лиц пересекаются в "конфликтных зонах": изменение территории, изменение размера санитарно-защитной зоны, новое строительство и др.

Решение задачи возможно лишь при условии отражения взаимных интересов всех участников жизни города.

Традиционные методы и инструменты контроля и управления НПК Москвы ограничены в возможностях решения задач оперативного анализа различных аспектов состояния промышленных предприятий и визуализации текущей обстановки, требующей управленческого воздействия; оценки ситуации в целом и интерактивного поиска приемлемых решений.

Цель исследования – формирование комплекса моделей, процедур, инструментальных решений и системы принятия решений в области управления научно-промышленным комплексом города

Основными задачами работы являются:

- комплексный анализ проблематики в области реорганизации производственных территорий;
- формирование базовой концепции и архитектурных и комплексных инструментальных решений для СПР в области управления научно-промышленным комплексом города
- исследование процесса принятия решений при решении задач реорганизации промышленных территорий города Москвы;
- анализ и выбор методов поддержки принятия решений;
- разработка методов и инструментальных решений аналитического мониторинга деятельности промышленных предприятий и эффективности использования территорий;
- разработка ситуационной модели и инструментов формирования и анализа сценариев развития промышленных территорий;
- разработка модели баланса интересов

На основе подходов к анализу и решению задач реорганизации промышленных территорий предложена следующая процедура принятия решений (рис. 1):

1. На первом этапе необходимо провести анализ текущего состояния и оценку потенциала предприятий, которые будут проведены инструментами аналитического мониторинга территорий.

2. Следующим этапом является формирование сценариев развития территорий и их динамический компьютерный анализ. При выборе альтернатив приходится учитывать большое число противоречивых требований и, следовательно, оценивать варианты решений по нескольким критериям с помощью ситуационной модели развития территорий.

3. И, на заключительном этапе, с помощью модели баланса – интересов выбирается наиболее оптимальный и удовлетворяющий потребности всех заинтересованных лиц сценарий развития промышленной территории.

Необходимость компьютерной поддержки на всех этапах принятия решений человеком заключается в получении полнофункциональных инструментальных средств и информационного решения, ориентированных на сквозную информационно-аналитическую поддержку процесса принятия решений в задачах управления НПК города.



Рис. 1. Процедура принятия решения

Аналитический мониторинг деятельности предприятий

В работе предложены следующие индикаторы для системы аналитического мониторинга:

- T_i – текущее состояние i -го предприятия j -й отрасли;
- P_i – потенциал i -го предприятия j -й отрасли;
- V_i – степень участия i -го предприятия j -й отрасли в бизнес – стратегии Москвы, где индексы i и j соответствует номеру предприятия и отрасли ($i = 1, \dots, N$) в j -й отрасли ($j = 1, \dots, J$).

Индикатор «Текущее состояние предприятия» (T_i) оперирует параметрами:

Z_i – основные фонды, характеризующие ценность i -го предприятия;

F_i – финансовое состояние i -го предприятия;

S_i – эффективность землепользования;

F_i – финансовое состояние, которое определяется на основе показателей:

- доля объемов производства относительно отрасли,
- доля объемов сбыта относительно отрасли,
- доля фондоотдачи (отношение выручки к стоимости основных производственных фондов, руб./руб.) относительно отрасли,
- доля кредиторской задолженности относительно отрасли,
- коэффициент текущей ликвидности.

S_i – эффективность землепользования, определяется на основе показателей:

- доля кадастровой стоимости земли относительно стоимости землепользования по всем предприятиям отрасли,
- доля экономической эффективности землепользования (отношение выручки к площади занимаемой территории, млн. руб./га) относительно отрасли,
- доля эффективности застройки земельного участка (разность общей производственной площади и площади земельного участка, предоставленного предприятию-землепользователю, тыс. кв. м) относительно отрасли.

Индикатор, определяющий текущее состояние предприятия, вычисляется по формуле:

$$T_i = k_z Z_i + k_f F_i + k_s S_i .$$

Индикатор «Потенциал предприятия» (P_i) включает такие параметры, как:

E_i – эффективность капитальных вложений за 5 лет;

R_i – прирост размера прибыли за 5 лет;

A_i – прирост арендоемкости за 5 лет.

E_i – эффективность капитальных вложений за 5 лет (прирост производства относительно капитальных затрат) определяется на основе показателей:

- доля потребности в капитальных вложениях за 5 лет относительно отрасли;
- доля объемов производства за 5 лет относительно отрасли.

R_i – прирост размера прибыли за 5 лет, определяется на основе показателей: доля прироста прибыли за 5 лет относительно отрасли.

A_i – арендоемкость, определяется на основе показателей:

- доля прироста арендной платы за 5 лет относительно отрасли.

Индикатор, определяющий потенциал предприятия, определяется по формуле:

$$P_i = k_e E_i + k_r R_i + k_a A_i .$$

Индикатор «Степень участия предприятий в бизнес стратегии города» (B_i) включает такие параметры, как:

D_i – участие предприятия в доходах города;

L_i – Степень хозяйственной интеграции предприятия с другими предприятиями (компаниями) города;

Q_i – степень хозяйственной интеграции предприятий с предприятиями субъектов РФ;

W_i – объемы экспорта;

D_i – участие предприятия в доходах города определяется на основе показателей:

- доля объемов производства относительно отрасли,
- доля Москвы в уставном капитале предприятия,
- доля доходов Москвы от деятельности предприятия относительно отрасли,
- доля доходов Москвы от контрактной деятельности относительно отрасли,
- доля количества рабочих мест относительно отрасли.

L_i – хозяйственные связи предприятия с другими предприятиями (компаниями), определяется на основе показателей:

- доля объема производства относительно отрасли,
- доля поставщиков сырья, материалов и услуг относительно отрасли,
- доля московских потребителей продукции, поставляемой предприятием относительно отрасли.

Q_i – хозяйственные связи предприятия с предприятиями субъектов РФ, определяется на основе показателей:

- доля доходов Москвы от региональной деятельности предприятия относительно отрасли,
- доля региональных поставщиков сырья, материалов и услуг относительно отрасли,
- доля региональных потребителей продукции, поставляемой предприятием относительно отрасли.

W_i – экспортные связи, определяются на основе показателей:

- доля доходов Москвы от контрактной деятельности предприятия относительно отрасли,
- доля зарубежных поставщиков сырья, материалов и услуг относительно отрасли,
- доля зарубежных потребителей продукции, поставляемой предприятием относительно отрасли.

Индикатор, определяющий степень участия предприятия в бизнес стратегии города, определяется по формуле:

$$V_i = k_d D_i + k_l L_i + k_q Q_i + k_w W_i ,$$

где k –коэффициенты, согласованные с экспертами.

Ситуационная модель

В данной работе реализована ситуационная модель разработки сценариев развития промышленных территорий, основная цель которой – определить перспективы развития научно-промышленного комплекса города путем анализа возможных вариантов застройки промышленных территорий объектами различных функциональностей (промышленными предприятиями, жилым и нежилым фондом, общественными организациями, природным комплексом), а также анализ социально-экономических последствий такой реорганизации.

При разработке имитационной модели использовались комплексные решения, основанные на формировании ситуационных таблиц с использованием карты территории, на которую выводятся результаты аналитического мониторинга, и результаты динамических исследований на ситуационной модели. Имитационная модель разработана на основе сочетания двух подходов: агентного и системно-динамического.

В рамках многоагентной модели система представляется в виде совокупности таких агентов, как промышленные предприятия, объекты жилого, общественного и природного комплексов, расположенные на промышленной территории, обладающие набором характеристик и взаимодействующих между собой и с внешней средой – территорией. Поведение агентов описывается с помощью диаграммы – состояний (стейт-чарта), на которой отражаются состояния агента. Динамика агентов-предприятий рассчитывается на основе оценок текущего состояния и потенциала предприятий, определенных с помощью аналитического мониторинга.

В агентной модели происходит визуализация процесса реорганизации территории, позволяющего загружать карту территории, разбивать ее на зоны различных функциональностей (промышленная зона, жилищный комплекс, общественный комплекс, лесопарковая зона) и отображать процесс создания и ликвидации соответствующих объектов, находящихся в этой зоне (промышленные предприятия, жилые дома, общественные организации, природный комплекс).

В рамках системно-динамической модели анализируются и прогнозируются индикаторы социально-экономического развития территории.

Динамика развития подсистем «Предприятия», «Жилой фонд», «Общественные организации» и «Природный комплекс» характеризуется темпами увеличения количества объектов (строительство, озеленение) и темпами сокращения количества объектов (снос, вырубка). Динамика ввода / сноса жилых зданий, общественных организаций и природного комплекса зависит от величины затрат бюджетных средств и от застроенности территории. Последнее проявляется в ограничении на общую площадь застройки территории. При сносе каких-либо объектов на территории земля освобождается, и строительство возобновляется.

Основными источниками загрязнения окружающей среды являются промышленные предприятия и население (антропогенное воздействие), очищение обеспечивает природный комплекс. Влияние, оказываемое на окружающую среду промышленным комплексом, определяется количеством предприятий и уровнем загрязнения каждого предприятия; уровень антропогенного загрязнения определяется численностью населения, а темп очищения окружающей среды – состоянием природного комплекса.

Бюджет формируется за счет налогов с предприятий, организаций и населения, а также квартплаты. Основными расходами являются отчисления населению, затраты на строительство и поддержание жилого фонда, общественные организации и природный комплекс. Доход в виде налога с предприятия определяется через ставку налога и выручку предприятия. Также налог взимается с населения. Проценты, выделяемые из бюджета на население, строительство и поддержание жилого фонда и природного комплекса, и темпы ввода / сноса являются основными регуляторами в модели.

В модели прогнозируются следующие показатели социально-экономического состояния территории: доступность жилья, уровень безработицы, численность населения, затраты на население, уровень загрязнения окружающей среды, величина доходной части бюджета, качество жизни населения.

Математическая модель баланса интересов

В результате проведенного исследования методов согласования решений был выбран метод сближения значений параметров при минимизации максимального выигрыша.

Пусть имеется $i=1, I$ параметров оценки сценария V_i (полученных с помощью имитационной модели), подлежащих согласованию J участниками (население, город, отрасль). Каждый участник вводит свои значения каждого параметра V_{ij} , которые могут совпадать или различаться. Задача – согласовать данные решения.

Для этого вводится переменная $R_{ij}(V_{ij})$, характеризующая степень удовлетворения j -м участником значениям V_i параметра.

Пусть V_{ijk} значение i -го параметра в выбранном множестве K значений параметров, заданным j -м участником переговоров. Каждое множество содержит одно значение для каждого i -го параметра. Каждый участник может задавать несколько таких множеств.

Для каждого множества k значений V_{ijk} степень относительного удовлетворения j -го участника определяется по формуле:

$$TS_j^k = \sum_i^I W_{ij} * R_{ij}(V_{ij}^k), j = 1, J,$$

где W_{ij} – «вес» i -го значения параметра для j -го участника. Вес W_{ij} определяется самими участниками переговоров. Таким образом, для каждого участника переговоров выбирается наиболее удовлетворяющее его множество k значений параметров и соответствующие значения V_{ij} , $i=1, I, j=1, J$.

На данный момент реализованы следующие фрагменты рассмотренной процедуры (рис. 1):

- сформирована процедура сбора, хранения и обработки информации, с целью обеспечения возможности аналитического мониторинга анализа состояния и развития отраслей НПК города,
- разработана ситуационная модель и полнофункциональные инструментальные решения формирования и анализа сценариев развития промышленных территорий,

- сформированы основные параметры математической модели баланса интересов для управления НПК города.

Инструментальный комплекс апробирован, проведены исследования по данным одной из промышленных территорий Москвы – № 53 «Калошино».

Разработанный программный продукт является универсальным прототипом, который при условии дополнительной настройки и, возможно, доработки, может успешно применяться как правительством города Москвы, так и соответствующими органами других крупных городов России. Данный инструментальный комплекс позволит проводить мониторинг существующего состояния и процесса реорганизации промышленных территорий, разрабатывать варианты их возможного развития, а также поможет в выборе оптимального сценария.

Научная новизна: Разработанный программный продукт является универсальным прототипом, который при условии дополнительной настройки и, возможно, доработки, может успешно применяться как правительством города Москвы, так и соответствующими органами других крупных городов России.

Практическая значимость:

- Реализован комплекс полнофункциональных инструментальных решений, ориентированных на процедуры формирования, анализа и выбора сценариев реорганизации промышленных территорий.
- Разработан оригинальный комплекс моделей и полнофункциональных инструментальных решений, поддерживающий процесс формирования, анализа сценариев реорганизации промышленных территорий и выбора согласованных управленческих решений.

Литература

1. **Борщёв А. В.** Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика//Вторая всероссийская научно-практическая конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД–2005». Сб. докладов. СПб., 2005. Т. 1. С. 11–24.
2. Генеральный план развития Москвы до 2020 г. (http://www.mos.ru/cgi-bin/pbl_web?vid=1&osn_id=0&subr_unom=2365&datedoc=0)
3. **Глущенко В. В., Глущенко И. И.** Исследование систем управления: социологические, экономические, прогнозные, плановые, экспериментальные исследования. М.: ТОО НПЦ "Крылья", 2005. 416 с.
4. Департамент науки и промышленности Москвы//Промышленная политика правительства Москвы на 2004–2006 годы и до 2010 года. М., 2004.
5. **Карпов Ю. Г.** Введение в моделирование с AnyLogic 5. «ВНУ», 2005. 400 с.
6. **Лычкина Н. Н.** Моделирование социально-экономического развития регионов//Материалы научно-практического семинара кафедры информационных систем/Под ред. Ю.М. Черкасова. М.: ГУУ, 2001.
7. **Лычкина Н. Н.** Системы поддержки принятия решений для региональных органов власти//Реформы в России и проблемы управления, ГУУ. Вып. 3. 2003.
8. **Лычкина Н. Н.** Системы принятия решений в задачах социально-экономического развития регионов//Компьютер, М., 1999. № 2(32).
9. **Лычкина Н. Н.** Технологические возможности современных систем моделирования//Банковские технологии. Вып. 9, М., 2000.
10. **Малин А. С., Мухин В. И.** Исследование систем управления. М.: ГУ ВШЭ, 2005. 400 с.
11. **Мыльник В. В., Титаренко Б. П., Волочиненко В. А.** Исследование систем управления. Учебное пособие для вузов. М.: Трикта, 2006. 352 с.

12. Портал правовой поддержки предпринимательской деятельности «Предпринимательское право». Постановление правительства Москвы «О целевой программе реорганизации производственных территорий Москвы на период 2004–2006 гг.» (<http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow.asp?DocumID=89152&DocumType=0>)
13. **Рогожин С. В., Рогожина Т. В.** Исследование систем управления. М.: Экзамен, 2005. 288 с.
14. **Сидоренко В. Н.** Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998. 205 с.
15. **Форрестер Дж.** Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 285 с.
16. **Шеннон Р.** Имитационное моделирование систем. Искусство и наука. М.: Мир, 1978. 200 с.