

КОНЦЕПЦИЯ ИНДИКАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

© 2008 В.А. Цыбатов, Л.П. Павлов*

Ключевые слова: индикативное планирование, прогнозирование, региональное развитие, управление, поддержка принятия решений, моделирование, постановка задачи, алгоритм решения, индикаторы, регуляторы.

Рассматриваются вопросы использования технологии индикативного планирования для разработки систем прогнозирования социально-экономического развития региона. Приводится описание технологии индикативного планирования, а также постановка и схема решения задачи индикативного планирования.

В настоящее время в системе государственного управления происходят качественные изменения, связанные с переходом на новую парадигму управления. Государством предпринимаются попытки реализовать понятные обществу социально значимые проекты в масштабе всей страны. При подобном подходе перед органами власти встает ряд новых задач: управление стоимостью, рисками, человеческими ресурсами, качеством, контрактами, сроками и т. д. При этом на первый план выходит жесткое требование достижения заявленных результатов, причем в четко установленные сроки и в пределах выделенных ресурсов. В таких условиях очевидной становится необходимость внедрения в региональных органах государственной власти методов проектно ориентированного управления, согласованного применения государственного регулирования стратегических и рыночных механизмов на оперативных направлениях развития экономики и социальной сферы. Необходимо создание систем индикативного планирования, увязывающих интересы региона, федерального центра и бизнеса. Поэтому разработка методов, информационных технологий и автоматизированных систем индикативного планирования регионального развития является чрезвычайно актуальной задачей.

Индикативное планирование ориентировано на способы повышения эффективности плановых проектов, анализ реальных возмож-

ностей достижения поставленных целей, обоснование их осуществимости. В основе индикативного планирования лежит идея, что не надо предсказывать то, чем можно управлять, а следует выявлять проблемы и искать оптимальные пути их решения. Методологически индикативное планирование является технологией прогнозного исследования, обратной ситуационному прогнозированию. На рис. 1 показана схема прогнозно-аналитических исследований регионального развития с использованием технологии индикативного планирования и ситуационного прогнозирования. Компонентами данной технологии являются:

- ◆ имитационная модель социально-экономической деятельности региона;
- ◆ цели и задачи регионального развития;
- ◆ индикативный план развития;
- ◆ сценарии развития;
- ◆ результаты прогнозирования;
- ◆ информационная база модели.

Ключевым элементом рассматриваемой технологии является модель социально-экономической деятельности региона¹, воспроизводящая процессы образования, перераспределения и использования ресурсов региона - материальных, трудовых, финансовых. Модель позволяет в среднесрочной и долгосрочной перспективе оценивать границы роста валового выпуска и валового регионального продукта в зависимости от инвестици-

* Цыбатов Владимир Андреевич, доктор экономических наук, доцент Самарского государственного экономического университета; Павлов Леонид Павлович, соискатель, Самарский государственный экономический университет.

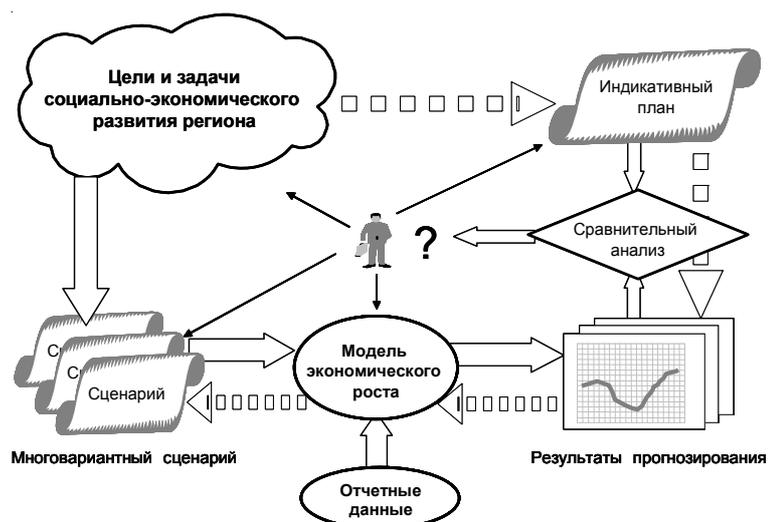


Рис. 1. Схема прогнозных исследований регионального развития

онных усилий, платежеспособного спроса, демографических факторов, поведения окружения, а также темпов технологического прогресса и других аспектов устойчивого роста. Концептуальной основой модели является региональный воспроизводственный процесс, в котором производство, распределение, обмен и потребление образуют органическое единство.

Данная технология предполагает выделение в модели социально-экономической деятельности региона так называемых *индикаторов* и *регуляторов*. **Индикаторы** - это интегральные показатели, количественно определяющие качественные характеристики социально-экономической деятельности региона. Обозначим множество индикаторов как

$$Z = [z_1, z_2, \dots, z_n]. \quad (1)$$

Индикаторы определяются параметрами границ $[z_{\min,i}, z_{\max,i}]$, $i = 1, 2, \dots, n$, в пределах которых объект управления может устойчиво функционировать и развиваться. В отличие от показателя, дающего лишь количественную констатацию, индикаторы имеют предельные пороговые (минимальные и максимальные) значения. Предельные границы индикаторов устанавливаются в соответствии с целевыми ориентирами социально-экономического развития региона, определяемыми органами государственной власти. Например, в субъекте Федерации Санкт-Петербург границы для индикаторов рассматривались на уровне Законодательного собрания субъекта².

Регуляторы - механизмы воздействия на социально-экономические процессы со стороны экономических агентов. Значения ре-

гуляторов (управляющих параметров), которые экономические агенты предполагают выставить на горизонте прогнозирования, образуют сценарий развития:

$$U_S = [u_1(t), \dots, u_N(t)], \quad (2)$$

где $u_i(t)$ - траектория регуляторов i -го экономического агента на горизонте прогнозирования.

Как правило, в модели региона - субъекта РФ учитывается поведение следующих экономических агентов ($N = 5$)³:

1 - федеральное правительство, проводящее государственную политику (сценарные параметры $u_1(t)$: налоговая нагрузка для хозяйствующих субъектов, распределение регулирующих налогов, кредитная, социальная и таможенная политика);

2 - региональное руководство ($u_2(t)$: пропорции расходования бюджетных средств);

3 - хозяйствующие субъекты ($u_3(t)$: норма накопления, норма оплаты труда, темп технологического прогресса);

4 - домашние хозяйства ($u_4(t)$: возрастные коэффициенты рождаемости и смертности, сальдо миграции, распределение по секторам экономики);

5 - внешние факторы ($u_5(t)$: соотношение роста курса доллара и роста цен, изменение соотношения между ценами на ресурсы, потребительские товары и инвестиционные продукты).

“Цели и задачи” на рис. 1 задают направление исследования; на их основе разрабатываются варианты сценариев развития

и “Индикативный план развития”. **Индикативный план** представляет собой набор индикаторов, для которых указаны целевые значения, которых следует достичь при решении соответствующих задач.

В содержательном смысле индикативное планирование представляет собой последовательность задач ситуационного прогнозирования. Процедура ситуационного прогнозирования представляет собой этап исследования возможностей регионального развития по принципу “что будет, если...”. Необходимо найти траектории индикаторов социально-экономического развития $Z(t)$ в рамках пропорций, задаваемых сценарием $U_S(t)$, и ограничений, накладываемых производственным потенциалом:

$$Z(t) = M(U_S(t)), U_S(t) \subset U_0, t \in [0, T], \quad (3)$$

где M - модель социально-экономического развития; U_0 - множество исследуемых сценариев, T - горизонт прогнозирования.

Постановка задачи индикативного планирования. Пусть задан индикативный план, в котором желаемые значения индикаторов (1), характеризующих социально-экономическое развитие региона, заданы параметрами границ $[z_{\min, i}, z_{\max, i}]$, $i = 1, 2, \dots, n$, в пределах которых их значения являются допустимыми в конце горизонта прогнозирования:

$$z_{\min, i} \leq z_i(T) \leq z_{\max, i}. \quad (4)$$

Здесь

$$z_i(T) = M(U_S(T)). \quad (5)$$

значения индикаторов регионального развития в конце горизонта прогнозирования T , полученные в результате решения задачи ситуационного прогнозирования (3) для заданного сценария $U_S(t) \subset U_0$ и $t = T$. Ясно, что каждый новый сценарий даст новые значения индикаторов (1). Требуется подобрать такой сценарий $U_S(t)$, при котором все индикаторы окажутся в желаемых границах (4). При этом на компоненты сценария $U_S = [u_1, u_2, \dots, u_m]$ накладываются ограничения:

$$u_{\min, j} \leq u_j \leq u_{\max, j}, j = 1, 2, \dots, m. \quad (6)$$

Особенность задачи индикативного планирования заключается в том, что требуется поместить в заданные границы (4) все множество индикаторов, а если математически задача неразрешима, то предложить решение, имеющее наименьшие потери с точки зрения исследователя. В самом деле, в реальной жизни ситуаций, в которых “нет решений”, не существует. Реальные экономические агенты всегда находят решения путем смягчения ограничений на индикаторы или регуляторы.

Введем в рассмотрение критерий эффективности управления Q , характеризующий степень отклонения индикаторов от желаемых значений:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (7)$$

где Q_i - степень “неудовлетворенности”, зависящая от отклонения i -го индикатора от заданного “зеленого коридора”.

Эта неудовлетворенность рассчитывается следующим образом:

$$Q_i = \begin{cases} 0, & \text{если } z_{\min, i} \leq z_i(T) \leq z_{\max, i}; \\ (z_{\min, i} - z_i(T))^{\rho} g_{\min, i} / m_i, & \text{если } z_{\min, i} > z_i(T); \\ (z_i(T) - z_{\max, i})^{\rho} g_{\max, i} / m_i, & \text{если } z_i(T) > z_{\max, i}, \end{cases} \quad (8)$$

где $g_{\min, i}, g_{\max, i}$ - веса (важность) i -го индикатора для нижней и верхней границ; ρ - показатель степени (обычно или $\rho = 2$); m_i - масштабный коэффициент, используемый для приведения индикаторов к сопоставимой шкале.

$$m_i = (|z_{\min, i}| + |z_{\max, i}|) / 2. \quad (9)$$

Таким образом, если индикатор находится в “зеленом коридоре”, то неудовлетворенность (штраф) равна нулю, в противном случае каждая единица отклонения индикатора от “зеленого коридора” штрафует коэффициентом, равным весу соответствующей границы, назначенному индикатору исследователем, деленному на масштабный коэффициент (рис. 2).

Задача индикативного планирования сведется к нахождению допустимого сценария $U_S(t)$, $t \in [0, T]$, минимизирующего показатель качества (7). При этом, если существует принципиальная возможность поместить все индикаторы в заданные границы, то получим $Q = 0$. В противном случае придется жертвовать некоторыми индикаторами, допуская их

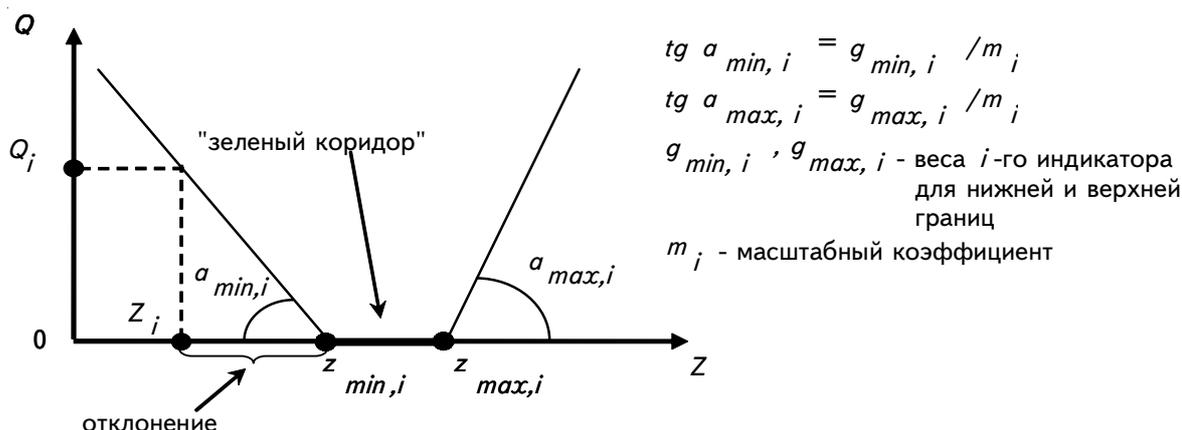


Рис. 2. Штраф за отклонение индикатора от “зеленого коридора” ($\rho = 1$)

выход за пределы “зеленого коридора”. В общем случае значение весов индикатора может принимать как положительные, так и нулевые (и даже отрицательные) значения.

Если значение веса индикатора больше нуля, то чем больше вес индикатора, тем меньше он будет выходить за границы коридора. Увеличивая веса важных индикаторов, мы можем заставить их вернуться в свои коридоры, правда, в ущерб более “легковесным” индикаторам.

Если значение веса индикатора равно нулю, то при переходе соответствующей границы степень неудовлетворенности Q_i для него останется равной нулю.

Если значение веса индикатора меньше нуля, то при выходе значения индикатора за соответствующую границу значение неудовлетворенности Q_i для данного индикатора тоже будет отрицательным. Отклонение данного индикатора от заданного интервала как бы компенсирует штрафы, полученные за счет выхода за пределы соответствующих интервалов других индикаторов за границы с положительными весами.

Схема решения задачи индикативного планирования. При решении экономических задач широко используются методы математического программирования⁴, которое делится на два крупных раздела - линейное и нелинейное программирование. Линейное программирование может использоваться для решения макроэкономических задач, описываемых лишь простейшими линейными моделями. Нелинейное программирование разделяется на два существенно разных класса - на выпуклое и невыпуклое. В нашем случае мы должны построить систему оптимизации, которая бы была свободна от требования квадратичности критерия,

необходимого для решения задач выпуклого программирования. Более того, критерий Q может и не быть выпуклой (вниз) или вогнутой (вверх) функцией параметров управления.

Наиболее подходящими для решения задач с невыпуклым критерием являются методы, разработанные в теории планирования эксперимента⁵. Установлено, что для выработки управленческих решений, ведущих к реализации индикативного плана, более предпочтительными являются последовательные схемы поиска.

Общая идея последовательного поиска укладывается в следующую общую итерационную схему:

$$U_S^{(k+1)} = U_S^k + h_k B^{(k)}, \quad (10)$$

где k - номер итерации ($k = 1, 2, \dots, N_{\max}$); $U_S^{(k)}$ - точка факторного пространства; h_k - детерминированный скалярный множитель (параметр шага); $B^{(k)} = [b_1^{(k)}, b_2^{(k)}, \dots, b_m^{(k)}]$ - вектор, указывающий направление движения.

Конкретные поисковые методы различаются, прежде всего, выбором такого направления движения $B^{(k)}$ в итерационной схеме (10), чтобы функция отклика убывала от точки к точке: $Q(U_S^{(k)}) > Q(U_S^{(k-1)})$, а также организацией движения в выбранном направлении.

При выборе схемы последовательного поиска анализировались возможности наиболее используемых методов. В их числе:

- 1) покоординатное уточнение (метод Гаусса - Зейделя);
- 2) случайное покоординатное уточнение;
- 3) случайный выбор направления спуска;

- 4) градиентные методы;
- 5) методы, основанные на симплекс-методе.

Анализ перечисленных методов оптимизации показывает, что для решения поставленной задачи оптимизации наиболее приемлемый путь - градиентная схема, в которой оценка градиента осуществляется путем аппроксимации поверхности критерия в данной точке гиперплоскостью

$$Q(U_S) = b_0 + b_1u_1 + b_2u_2 + \dots + b_mu_m \quad (11)$$

с использованием процедур последовательного планирования⁶. При этом коэффициенты в уравнении гиперплоскости (11) и будут указывать направление наискорейшего убывания.

Алгоритм решения задачи индикативного планирования. Алгоритм состоит из последовательности циклов "крутого восхождения". Первый цикл крутого восхождения состоит из следующих шагов.

Этап 1. Выбирается начальная базовая точка $U_S^{(0)}$ и интервалы варьирования для каждого элемента (регулятора) вектора U_S . В базовой точке $U_S^{(0)}$ проводится эксперимент.

Этап 2. По результатам факторного эксперимента вычисляются оценки компонент вектора градиента ($B = [b_0, b_1, \dots, b_m]$) в базовой точке для линейной регрессионной модели (11).

Этап 3. Вычисляются координаты рабочих точек по направлению градиента $B^{(k)}$ с шагом $k = 1, 2, \dots, N_{\max}$ по регрессионной модели (11).

Этап 4. В рабочих точках последовательно выполняются эксперименты на компьютерной модели, представляющие собой задачи ситуационного прогнозирования (3), решаемые для сценариев, соответствующих рабочим точкам. Рабочее движение продолжают до тех пор, пока наблюдаемые значения отклика (Q) не начнут увеличиваться. Это служит признаком достижения локального экстремума на направлении градиента. На этом заканчивается первый цикл крутого восхождения.

Этап 5. Найденная точка локального экстремума принимается за новую базовую точку, и организуется следующий цикл крутого восхождения, в котором поиск ведется по правилам, описанным в пунктах 1-4. Во втором и последующих циклах целесообразно умень-

шать интервалы варьирования факторов при осуществлении ПФЭ и длину шагов при рабочем движении в направлении градиента.

Этап 6. Поиск прекращается при достижении области экстремума или ограничений. Признаком достижения экстремума являются малые значения компонент вектора градиента. Для их оценки после каждого цикла проверяется неравенство

$$\|b\| \leq \varepsilon, \quad (12)$$

где b - вектор оценок компонент регрессионной модели, вычисленных по результатам факторного эксперимента в очередной базовой точке; ε - заданное число, характеризующее точность.

Процедура индикативного планирования представляет собой целенаправленную последовательность задач ситуационного прогнозирования (3), когда по заданным границам индикаторов рассчитываются наилучшие, в смысле минимума (6), значения регуляторов, "загоняющие" индикаторы в желаемые границы.

Описанная в настоящей статье концепция индикативного планирования успешно реализована при разработке ряда автоматизированных информационных систем:

- ♦ "Прогноз СПб", принятой в эксплуатацию в составе Интегрированной системы информационно-аналитического обеспечения деятельности исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга;

- ♦ "Регион", внедренной в министерстве экономического развития Республики Коми;

- ♦ "Регион", установленной в министерстве экономики Саратовской области.

¹ Цыбатов В.А. Моделирование экономического роста. Самара, 2006. 360 с.

² Информационный бюллетень // Комитет по информатизации и связи Администрации Санкт-Петербурга. СПб., 2003. № 2.

³ Цыбатов В.А. Методы и модели долгосрочного прогнозирования производственного потенциала региона // Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. Самара, 2003. №1 (10). С. 280-289.

⁴ Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. М., 1967. 506 с.

⁵ Круг Г.К. Планирование эксперимента в задачах идентификации и экстраполяции / Г.К. Круг, Ю.А. Сосулин, В.А. Фатуев. М., 1977. 208 с.

⁶ Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / Под ред. Э. Лецкого. М., 1977. 552 с.