УДК 338.46

АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СФЕРЫ СЕРВИСА РЕГИОНА

© 2009 А.А. Малафеев*

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, ресурсы, НИОКР, эффективность.

Описывается математическая постановка модели инновационного развития сферы сервиса региона с учетом затрат на НИОКР, которые рассматриваются во взаимоувязке сообразно их взаимному расположению на оси времени. Представлены возможные ограничения модели.

Цели отраслей сферы сервиса формируются под воздействием степени производственного и конечного спроса[1]. Достижение этих целей обеспечивается инновационным развитием структурных подразделений отрасли, задача государства - наилучшим образом обеспечить ресурсами все программы по достижению конечных целей инновационного развития (в дальнейшем просто программа).

Необходима экономико-математическая модель, которая может быть использована в качестве инструмента оценки сроков выполнения конечных целей и степени сбалансированности распределенных ресурсов между структурными подразделениями отрасли с потребностями потребителей. При построении имитационных моделей ресурсные ограничения рассматриваются как известные функции. Исходными данными для моделирования служат указанные ниже характеристики отдельных программ, в выполнении которых участвуют структурные подразделения отрасли и система приоритетов, сформированная в процессе диалога с экспертной группой формирования целей отрасли. (Математическое описание процесса диалога тема отдельной работы.) Входными параметрами модели являются изменяющиеся во времени ресурсы. В качестве выходных параметров выступают сроки и объемы выполнения программ и оценка непроизводительных затрат ресурсов. Результаты моделирования используются для изменения программы развития ресурсов отрасли.

Описание математической модели инновационного развития

Построение модели основано на двух принципиальных предположениях: во-первых, деятельность отрасли в производственной и научной сферах подчинена выполнению ряда программ; во-вторых, инвестиционные ресурсы отрасли распределяются между отдельными программами исходя из условия их равномерного выполнения.

Первое предположение соответствует концепции программно-целевого планирования, но для этого требуются некоторые специальные исследования функций потребления.

Второе предположение можно рассматривать как усиление первого: выполняемые программы скоординированы и взаимно упорядочены во времени. Последнее означает неизменность расположения этапов программ. Программы могут деформироваться вдоль оси времени, например из-за недостаточности ресурсов, но взаимного расположения не меняют. Предположение, кроме того, касается общей стратегии распределения ресурсов между параллельно выполняемыми программами, которая требует равномерного продвижения фронта работ по отдельным программам путем перераспределения ресурсов в случае отставания в сроках выполнения какихлибо программ. Закономерность второго предположения вытекает из невозможности в рамках отрасли оценить последствия отставания одних программ и форсирования других, но эти последствия могут быть весьма значительны.

Оба предположения ставят отрасль сферы сервиса в весьма жесткие условия. Действительно, на превышение затрат каких-либо ресурсов, выделенных для выполнения отдельных программ, отрасль в целом отреагирует снижением темпа оказания услуг. Но, как правило, дефицит ресурсов компенсиру-

* Малафеев Александр Анатольевич, кандидат экономических наук, доцент Филиала Российского государственного университета туризма и сервиса в г. Самаре. E-mail: vestnik@sseu.ru.

ется исключением или уменьшением объема части выполняемых программ. Тогда отрасль сохранит запланированный темп выполнения наиболее важных программ. Более того, изменение состава программ и полноты их выполнения может быть мощным регулирующим средством для концентрации ресурсов на выполнении наиболее ответственных программ.

Значимость конечных целей отрасли или программ, выполняемых отраслью для государства, различна. Для того чтобы отрасль могла принимать решения о сокращении или исключении части программ необходимо, чтобы она получила соответствующие рекомендации, с помощью которых можно было бы выделять наиболее важные программы. Поскольку ранжирование значимости отдельных программ неотделимо от их реализуемости, интерпретируемой как обеспеченность их необходимыми ресурсами, то указанные "рекомендации" должны формироваться в диалоге между государством и отраслью. Рекомендации, выражающие некоторую шкалу важности, могут быть формализованы различными путями. С точки зрения моделирования для семейства вариантов загрузки отрасли, формируемого из некоторого фиксированного пакета программ - портфеля заказов, целесообразно ввести шкалу приоритетов (рангов значимости) программ. Использование этой шкалы можно схематически представить в следующем виде. Каждой программе соответствует координата на шкале приоритетов (шкалу можно пронормировать так, чтобы возможные значения приоритетов укладывались в отрезке (0, 1), т. е. для всех P_i выполняется неравенство $(0 \le P_i \le 1)$. Далее выбирается критическое значение приоритета P_n для отрасли в целом $(0 < P_n < 1)$. Программы, приоритет которых ниже P_n исключаются из числа выполняемых. Объем оставшихся программ зависит от значения P_n.

Рассмотрим следующий пример. При возрастании критического уровня приоритета P_n от 0 до P_i объем программы остается неизменным. Дальнейшее увеличение P_n до значения $P^{(1)}_n$ приводит к монотонному уменьшению объема программы. Наконец, если P_n достигает значения P_i объем программы скачком уменьшается до нуля, т.е. программа исключается.

Обозначим через $I\,(t)$ заявки, по которым могут быть в t-м году начаты НИОКР. Каждую v-ю заявку указанного типа будем характеризовать кортежем

$$\{G_v(\hat{o},t);\ \ Q_v(\hat{o},t);\ S_v(\hat{o},t)\}\ \ v\ \hat{I}\, I\,(t),$$

где G - средства на НИОКР в году t, начатые в $\hat{o}$ году; Q - максимально достижимая производственная мощность в году t оборудования, установленного в $\hat{o}$ году; S - суммарный поток вложений на строительство сервисных площадей, начатых в $\hat{o}$ году.

Проанализируем содержательный смысл поведения $v_i(P_n)$ на интервале $P_{i0} \le P_n < P_i$. Монотонное убывание функции v_i означающее сокращение объема данной программы, очевидно, должно быть согласовано с уменьшением объема программ смежных отраслей. Необходимость в согласовании этих программ диктуется, например, выпуском одного и того же финального изделия или системы. Таким образом, зависимость $v_i = v_i(P_n)$ в определенном смысле несет исходную информацию для задач межотраслевого баланса. В тех случаях, когда программы не связаны общей финальной услугой, согласованность убывания объемов программ выражает равную эффективность экономии ресурсов на сокращении программ. Для повышения эффективности диалоговой процедуры между государством и отраслью сферы сервиса целесообразно на каждом цикле диалога располагать семейством вариантов выполнения комплекса программ. Варианты в этом семействе параметризуются критическим уровнем приоритета P_n. Отметим, наконец, что критический уровень приоритета может изменять значение на интервале перспективного планирования. Подобные изменения обусловливаются внешними для отрасли факторами (например, сокращением поставки каких-либо ресурсов). Однако решение об изменении P_n должно приниматься руководством организаций финансирующих НИОКР. Поэтому в дальнейшем будем полагать P_n известной ступенчатой функцией времени $P_n = P_n\,(t)$. Перейдем к формализованному описанию процесса выполнения программы. Пусть в момент времени T производственная составляющая отрасли сферы сервиса выполняет некоторую совокупность программ J.

Состояние i-й программы ($i\,\hat{I}\,J$) будем описывать скалярной величиной x_i. Темп выполнения программы зависит от выделенных на нее ресурсов и критического условия приоритета $P_n^{(t)}$ принятого в момент t в отрасли. Зависимость темпа выполнения i-й программы от выделенных ресурсов опишем функцией

$$G_i(x_i, P_n, Q'^{(i)}, M'^{(i)}, m'^{(i)}, L'^{(i)}),$$

где $Q'^{(i)} = \{Q_k^{(i)}\}$ - вектор производительности k-х основных фондов, используемых для выполнения i-й программы; $M'^{(i)} = \{M_s^{(i)}\}$ - состояние запасов s-х материалов, предназначенных для i-й программы; $m'^{(i)} = \{m_s^{(i)}\}$ - поток s-х материалов; $L'^{(i)} = \{L_r^{(i)}\}$ - численность работающих над выполнением программы по r-м категориям. К материалам условно отнесем и комплектующие изделия, поставляемые из других отраслей.

Дифференциальное уравнение, описывающее выполнение i-й программы, с учетом введенных обозначений записывается следующим образом:

$$dx_i/dt = G_i(x_i, P_n, Q'^{(i)}, M'^{(i)}, m'^{(i)}, L'^{(i)}).\quad(1)$$

Выбор шкалы x_i может быть достаточно произвольным и влияет в итоге лишь на вид функции G_i которая должна удовлетворять очевидному ограничению $G_i \geq 0$. В случае запланированного режима выполнения программы (т.е. без отклонений в сроках выполнения ее этапов) шкалу x_i удобно выбрать совпадающей с временной, что в дальнейшем и будет принято.

Функция G_i в правой части дифференциального уравнения (1) имеет достаточно сложную структуру, поэтому неизбежны трудности получения информации при ее моделировании. Воспроизведение этой функции можно существенно упростить, если принять допущение: темп выполнения программы определяется наиболее дефицитным видом ресурса.

Точность допущения существенно различна для различных видов ресурсов. Например, если в качестве дефицитного ресурса выступают комплектующие изделия и расходные материалы, поставляемые из других отраслей, то допущение идеально точно. Если же дефицит испытывается в основных фондах или трудовых ресурсах, то соответствующими организационными мерами (интенсификация использования оборудования, сверхурочная работа) он может быть ликвидирован или ослаблен. Поэтому сформулированное допущение позволяет находить нижнюю оценку темпа выполнения программы.

Отметим различный характер влияния на темп выполнения программы дефицита по фондам или трудовым ресурсам, с одной стороны, и по материалам - с другой. Дефицит материалов, понимаемых как складируемые ресурсы, может вносить ограничение в темп выполнения программ лишь тогда, когда запасы складируемых ресурсов полностью истощаются. По этой причине при описании процесса выполнения программ необходимо учитывать динамику запасов материалов.

Введем индекс H, означающий номинальное значение ресурсов $Q'^{(i)}$, $m'^{(i)}$, $L'^{(i)}$, входящих в правую часть уравнения (1). Выделение номинальных значений всех ресурсов обеспечивает единичный темп выполнения программы, т.е. выполнение программы без нарушений сроков.

Поскольку, как сказано выше, критический уровень приоритета влияет на объем работ, и следовательно, на потребляемые ресурсы, номинальные значения ресурсов зависят от x_i и P_n:

$$Q'^{(i)}_{н} = \{Q'^{(i)}_{нк}(x_i, P_n)\}$$
$$m'^{(i)}_{н} = \{m'^{(i)}_{нs}(x_i, P_n)\}$$
$$L'^{(i)}_{н} = \{L'^{(i)}_{нr}(x_i, P_n)\}.\quad(2)$$

Математическая постановка модели развития сферы сервиса

Определение номинальных значений необходимых ресурсов представляет сложную задачу, решаемую в два этапа. На первом этапе экспертным путем устанавливаются данные о необходимых ресурсах на выполнение программы в каждой стадии. Если финальная услуга носит серийный характер, то потребление ресурсов по производственной сфере устанавливается в расчете на одну услугу. На втором этапе формируется зависимость объема выполнения программы (или зависимость номинального количества потребляемых ресурсов) от критического уровня приоритетов. Второй этап выполняется в диалоговом режиме с экспертной группой отрасли.

Предположим теперь, что по всем видам материалов существует ненулевой запас, т.е. выполняется строгое неравенство $M'^{(i)} > 0$.

Запишем уравнение (1) для этого случая:

$$dx_i/dt = \min\{Q^{(i)}_k / Q^{(i)}_{нк}(x_i, P_n);$$

$$L^{(i)}_{r}/L^{(i)}_{нr}(x_i,P_n)\}. \tag{3}$$

Нетрудно видеть, что уравнение (3) будет справедливо и в том случае, если для некоторых s $M^{(i)}_{s}=0$, то для этих значений s выполнены неравенства

$$m^{(i)}_{s}/m^{(i)}_{нs}(x_i,P_n)>\min_{k,н}\{Q^{(i)}_{k}/Q^{(i)}_{нк}(x_i,P_n);\ L^{(i)}_{н}/L^{(i)}_{нr}(x_i,P_n)\}. \tag{4}$$

Запишем уравнение (1) при условии невыполнения неравенства (4)

$$dx_i/dt=\min_{кн}\{Q^{(i)}_{k}/Q^{(i)}_{нк}(x_i,P_n);\ m^{(i)}_{s}/m^{(i)}_{нs}(x_i,P_n);\ L^{(i)}_{r}/L^{(i)}_{нr}(x_i,P_n)\}. \tag{5}$$

Объединяя рассмотренные случаи, получаем

$$dx_i/dt=\xi^{(i)}_{n}, \tag{6}$$

где $\xi^{(i)}_{n}=\{\xi^{(i)}_{QL}$, если $M^{(1)}_{s}>0$
или $m^{(i)}_{s}/m^{(i)}_{нs}(x_i,P_n)>\xi^{(i)}_{QL}$
$\xi^{(i)}_{m}$ в других случаях
$\xi^{(i)}_{QL}=\min_{кн}\{Q^{(i)}_{k}/Q^{(i)}_{нк}(x_i,P_n);$
$L^{(i)}_{r}/L^{(i)}_{нr}(x_i,P_n)\};$
$\xi^{(i)}_{m}=\min_{s}[m^{(i)}_{s}/m^{(i)}_{нs}(x_i,P_n)]\}.$

Используя введенные переменные, находим уравнение динамики запасов материалов:

$$dM^{(i)}_{s}/dt=m^{(i)}_{s}-\xi^{(i)}_{n}\,m^{(i)}_{нs}(x_i,P_n). \tag{7}$$

Обратим внимание на то, что выбор переменной $\xi^{(i)}_{n}$ в соответствии с условиями уравнения (6) обеспечивает положительные значения $M^{(i)}_{s}$, определяемого дифференциальным уравнением (7). Другими словами, нет необходимости вводить специальные ограничения на переменные уравнения (7) для обеспечения физической реализуемости получаемых с его помощью процессов.

Перейдем к описанию динамики выполнения отраслью совокупности программ. Из второго предположения следует возможность введения такой шкалы x, что для всех I $x_i\equiv x$, причем в случае номинального потребления ресурсов по совокупности параллельно выполняемых программ $x_i\equiv t$. Иначе говоря, все выполняемые в отрасли программы координируются во времени единственной переменной x, причем перераспределением ресурсов между программами предотвращается отставание какой-либо программы. Чтобы описать динамику выполнения совокупности программ, дадим определение множества одновременно выполняемых программ I. С этой целью обозначим $x^{нач}_{i}$ и $x^{кон}_{i}$ начальные и конечные точки i-й программы по шкале x. Тогда можно записать следующее:

$$I_n(x,P_n)=\{i\mid P_i\geq P_n;\ x^{нач}_{i}\leq x<x^{кон}_{i}\}. \tag{8}$$

Пусть далее $Q'^{(n)}(t)$, $M'^{(n)}(t)$, $m'^{(n)}(t)$, $L'^{(n)}(t)$ - совокупные отраслевые ресурсы соответственно по производительности основных фондов, запасам и поступлению материалов и трудовым ресурсам. Вычислим темп продвижения совокупности программ, выполняемых отраслью с учетом принятого предположения о распределении ресурсов между отдельными программами:

$$dx/dt=\max_{(Q'(n)(t),\ M'(n)(t),\ m'(n)(t),\ L'(n)(t))}\min_{i\in In(x,Pn)}\{\xi^{(i)}_{n}\mid\sum_{(x,Pn)}Q'^{(i)}=Q'^{(n)}(t),\ \sum_{i\in In(x,Pn)}M'^{(i)}=M'^{(n)}(t),\ \sum_{i\in In(x,Pn)}m'^{(i)}=m'^{(n)}(t),\ \sum_{i\in In(x,Pn)}L'^{(i)}=L'^{(n)}(t)\}. \tag{9}$$

Поясним смысл максиминного оператора в правой части уравнения (9). Операция минимизации означает выбор наиболее отстающей программы или группы программ. Операция условной максимизации соответствует такому распределению ресурсов отрасли в производственной составляющей сферы сервиса между программами, при котором обеспечивается максимально возможный темп продвижения наиболее отстающей программы (группы программ). Эта операция для принятой функции $\xi^{(i)}_{n}$ означает распределение наиболее дефицитного ресурса пропорционально номинальной потребности программ в этом ресурсе.

Подобно тому, как это было сделано при исследовании отдельной программы, рассмотрим два случая: наличия запасов материалов и их отсутствия. Повторяя рассуждения, аналогичные изложенным выше, получаем

$$dx/dt=\xi'_{n}, \tag{10}$$

где $\xi'_{n}=\{\xi^{(n)}_{QL}$, если $M^{(n)}_{s}>0$
или $\min_{i\in In(x,Pn)} m^{(i)}_{s}/m^{(i)}_{нs}(x,P_n)>\xi^{(n)}_{QL}$
$\xi^{(n)}_{m}$ в других случаях
$\xi^{(n)}_{QL}=\xi^{(n)}_{QL},(Q'^{(n)},L'^{(n)})=$
$=\max_{(Q(i),\ L(i))}\min_{i\in In(x,Pn)}\{\xi^{(i)}_{QL}\mid\sum_{i\in In(x,Pn)}Q'^{(i)}=$
$=Q'^{(n)},\ \sum_{i\in In(x,Pn)}L'^{(i)}=L'^{(n)}\},$
$\xi^{(n)}_{m}(m'^{(n)})=\max_{m(i)}\min_{i\in In(x,Pn)}\{\xi^{(i)}_{m}\mid\sum_{i\in In(x,Pn)}m'^{(i)}=$
$=m'^{(n)}\}.$

С помощью функции $\xi^{(n)}=\xi^{(n)}(Q'^{(n)}, M'^{(n)}, m'^{(n)}, L'^{(n)})$ опишем динамику изменения совокупных запасов материалов в отрасли. С этой целью для фиксированного s просуммируем левые и правые части уравнений (7) по i.

$$d/dt\sum_{i\in In(x,Pn)}M^{(i)}_{s}=\sum_{i\in In(x,Pn)}m^{(i)}_{s}-\sum_{i\in In(x,Pn)}\xi^{(i)}_{n}\,m^{(i)}_{нs}(x,P_n).$$

Учитывая, что

$$\sum_{i\in In(x,Pn)}M^{(i)}_{s}=M^{(n)}_{s}(t),$$

$$\sum_{i \in In(x,Pn)} m^{(i)}_{n} = m^{(n)}_{s}(t)$$

и $\xi^{(i)}_{n} = \xi'^{(n)}$ для $i \in In(x,P_n)$, получаем

$$dM^{(n)}_{s}/dt = m^{(n)}_{s}(t) - \xi'_{n}\sum_{i \in In(x,Pn)} m^{(i)}_{нs}(x,P_n), \qquad (11)$$

где s последовательно принимает все допустимые значения.

Уравнения (10) и (11) определяют искомую модель.

Моделирование НИОКР

Построенные математические модели имитируют программы отрасли в их производственной части. Поскольку большинство программ, выполняемых отраслью, содержит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по обеспечению качества изделий, то в разрабатываемых моделях необходимо учесть взаимодействие названных частей программ.

Для этого можно связать с координатой x_i выполнение не только производственной части i-й программы, но и НИОКР. С этой целью необходимо расширить векторы потребляемых ресурсов, включив в них компоненты сферы НИОКР. Такой подход обеспечит в моделях не только согласованность сроков передачи результатов НИОКР в производственную составляющую сферы, но и жесткую взаимоувязку всех промежуточных сроков. Поскольку НИОКР и производственную часть любой программы обычно выполняют различные организации отрасли и, следовательно, используют различные ресурсы, в столь жесткой увязке необходимости нет.

Поэтому лучше ввести координаты y_i характеризующие выполнение программ в сфере НИОКР, и описать согласованность сроков передачи результатов в производственную сферу соотношением

$$y_i \geq x_i. \qquad (12)$$

Неравенство (12) отражает тот факт, что производственная часть всех программ, находящихся в разработке, не может опережать выполняемые по этим программам НИОКР. Принимая во внимание предположение 2, неравенство (12) можно заменить одним неравенством

$$y \geq x, \qquad (13)$$

Дополнительное ограничение (3.5.13), вносимое сферой НИОКР по обеспечению качества продукции, может приводить к снижению темпа выполнения совокупной программы отрасли в производственной составляющей. Это отражается в модели следующим образом:

$$dx/dt = \xi_n, \qquad (14)$$

где $\xi_п = \{\xi'_n$, если $y > x$ или $\xi'_n > \xi_н$,

$\xi_н$ в других случаях

$\xi_н$ - темп выполнения совокупности программ НИОКР; ξ_n - темп выполнения совокупной программы отрасли без учета НИОКР, рассчитываемый по формуле (10).

Преобразуем уравнение динамики запасов материалов (11):

$$dM^{(n)}_{s}/dt = m^{(n)}_{s}(t) - \xi_n \sum_{i \in In(x,Pn)} m^{(i)}_{нs}(x,P_n). \qquad (15)$$

Математическое описание динамики выполнения программ дополним уравнением оценки потерь, вызванных несбалансированностью ресурсов. Обозначим: C_{Qk} - стоимость простоя (неиспользования) за единицу времени единицы основных фондов k-го вида; C_{Ms} - стоимость хранения в течение единицы времени единицы материалов s-го вида; C_{Lr} - стоимость простоя в течение единицы времени единицы трудовых ресурсов r-й категории; $П^{(П)}$ - суммарные потери от несбалансированности ресурсов, исчисленные от начального момента до текущего t. В случае постоянства введенных стоимостей простоя суммарные потери определяются дифференциальным уравнением

$$dП^{(n)}/dt = \sum_{(k)} C_{Qk}[Q_k(t) - \xi_n(t)\sum_{(i)} Q^{(i)}_{нк}(x,P_n)] + \sum_{(s)} C_{Ms}M^{(n)}_{s}(t) + \sum_{(r)} C_{Lr}[L_r(t) - \xi_n(t)\sum_{(i)} L^{(i)}_{нr}(x,P_n)]. \qquad (16)$$

Заметим, что в силу определения темпа выполнения совокупности программ отрасли $\xi_n(t)$ все слагаемые правой части (16) неотрицательны.

Относительно полученных уравнений динамики процесса выполнения совокупной программы сделаем ряд замечаний. Уравнения (10), (14) и (15) содержат как факторы, формируемые внутри отрасли (эндогенные), так и вне ее (экзогенные). К первой группе относятся переменные $Q^{(n)}_{k}(t)$, ко второй - $L^{(n)}_{r}(t)$, $m^{(n)}_{s}(t)$. К эндогенным факторам относятся также ресурсы, выделенные на выполнение конкретных программ. Указанное различие между факторами имеет принципиальный характер, поскольку управление первой группой факторов осуществляется отраслью, управление второй группой факторов характеризует или межотраслевой баланс - управление потоком материалов $m^{(n)}{}_s(t)$, или управление социальными процессами, влияющими на численность различных категорий работающих в отрасли $L^{(n)}{}_r(t)$.

Принятое предположение о перераспределении ресурсов между программами с целью их равномерного продвижения справедливо лишь в том случае, когда программы связаны общими ресурсами. Практически могут встретиться случаи, когда некоторые программы или группы программ в отрасли не имеют общих ресурсов. Тогда, по-видимому, нецелесообразна синхронизация выполнения всех отраслевых программ, к которой приводит указанное предположение. В таких случаях следует разбить программы на группы с непересекающимися ресурсами, а затем применить к каждой группе математическое описание, аналогичное приведенному выше. Выделение группы программ целесообразно также и в том случае, если программы этой группы связаны ресурсом, сохраняющим устойчивый дефицит во времени. Тогда темп выполнения этой группы программ и потребление ею остальных ресурсов определяются уровнем обеспеченности дефицитным ресурсом. Таким образом, в общем случае множество программ $I=I(x,P_n)$ разбивается на ряд непересекающихся подмножеств $I_n = I^1 \cup I^2 \cup \ldots$, каждое из которых описывается моделью типа (14).Управление отраслью сферы сервиса предусматривает балансирование ее ресурсов и потребностей для выполнения программ. В терминах рассмотренных выше моделей сбалансированность ресурсов и потребностей формулируется как тождественное равенство единице всех отношений, фигурирующих в правой части уравнения (5). Подчеркнем то важное обстоятельство, что сбалансированность на верхнем уровне описания еще не гарантирует полной обеспеченности программ ресурсами, поскольку переменные моделей этого уровня сильно-агрегированы. Сбалансированность ресурсов и потребностей уточняется на уровнях более детального описания. Математические модели блока НИОКР по обеспечению качества услуг аналогичны рассмотренным моделям, поскольку в основе описания обоих блоков лежат сформулированные выше предположения. Не приводя математических выкладок, отметим лишь отличия, присущие данному блоку в сравнении с рассмотренным. Материалы и комплектующие изделия, которые являются важнейшими компонентами в производственной сфере, не играют столь значительной роли в сфере НИОКР по обеспечению качества услуг. Поэтому на верхнем уровне можно не учитывать ограничения из-за нехватки материалов, а необходимые затраты определять с помощью соответствующих нормативов. Другой особенностью сферы НИОКР можно считать значительный удельный вес людских ресурсов, не связанных с каким-либо производственным оборудованием. Сюда относятся конструкторы, технологи, математики, экономисты (эти категории связаны в основном со средствами оргтехники).

Особая роль в работе сферы отводится специализации и подготовке кадров. Имитационное моделирование динамики состава и подготовки кадров и управление этими процессами представляет задачу исключительной сложности; ее рассмотрение выходит за рамки настоящей работы. Отметим лишь, что программно-целевая концепция принципиально позволяет скоординировать подготовку специалистов в высших учебных заведениях и институтах повышения квалификации с потребностями отрасли на интервале перспективного планирования. Наконец, отметим еще одну особенность рассматриваемой сферы - взаимную полезность выполняемых программ. Данная особенность имеется и в производственной сфере, однако в сфере НИОКР она проявляется в более сильной форме. Эффект взаимной полезности можно учесть при составлении программ путем корректировки объема работ отдельных этапов программ в зависимости от очередности их выполнения. Подобная корректировка осуществляется в процессе детализации программ на основании экспертных оценок.

Построение такого рода модели позволит учесть описанные факторы инновационного развития сферы сервиса региона, а также получить инструмент для принятия управленческих решений при финансировании НИОКР. Особенностью такой модели является возможность учитывать необходимость сочетания во времени НИОКР различного типа, в том числе и направленные на повышение эффективности деятельности в самой научно-исследовательской сфере (для этого все НИОКР в отрасли разбиваются на три блока), для достижения синергетического эффекта.

С применением такого рода модели становится возможно:

♦ формирование механизмов взаимодействия между участниками инновационного процесса, включая взаимодействие между инфраструктурными организациями;

♦ активизация системы формирования качественных хорошо проработанных инновационных проектов, перспективных и реализуемых с точки зрения инвесторов;

♦ определение необходимого объема привлечения инвестиционных ресурсов в инновационную сферу;

♦ оптимальное распределение средств по инновационным проектам.

Математическая модель, имеющая рассмотренную структуру, будет содействовать ускоренному развитию конкурентоспособного сектора исследований и разработок, переходу экономики на инновационный путь развития.

---

[1] См.: *Аванесова Г.А.* Сервисная деятельность. М., 2006. 320 с.; *Малафеев А.А.* Математическое моделирование как метод позитивной экономической науки. Самара, 2006.

Поступила в редакцию 24.06.2009 г.