в Йоханнесбурге особое внимание было уделено вопросам энергетики, обеспечения электроэнергией развивающихся стран, уменьшения объема выбросов парниковых газов. Принципиальное значение имеют выработанные в Санкт-Петербурге в 2000 г. основные положения по обеспечению глобальной энергетической безопасности.

Ключевым направлением улучшения энергоснабжения в долгосрочной перспективе являются пути постепенного перехода к экологически чистым альтернативным источникам энергии – атомной и водородной, возобновляемым источникам энергии. В этом плане возрастает значение инициативы по разработке научно-инновационной программы «Водородная энергетика» на период до 2050 г., национальных программ по другим видам альтернативной энергетики. Россия и Казахстан располагают крупными запасами первичных энергоресурсов и играют важную роль в энергообеспечении стран ЕврАзЭС и СНГ. Необходимы долгосрочные программы, направленные на комплексную переработку и экономию ископаемого топлива на взаимовыгодной основе. Эффективности инвестиционных проектов высоких технологий в сфере энергоэкологического развития взаимообусловлена с решением вопросов оптимального ресурсопотребления в процессе воспроизводства и системы ресурсоэкономии в целом путем обоснования выбора из имеющихся альтернатив [3]. Система структурно-балансового развития отраслей, регионов, корпораций должна обеспечивать устойчивость национальных экономик стран ЕврАзЭС и удовлетворение потребностей населения страны, достижения совместными усилиями конкурентной способности на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Назарбаев Н.А.** Стратегия становления постиндустриального общества и партнерство цивилизаций. М.: Экономика, 2008.
2. Россия – 2020. Главные задачи развития страны. М.: Европа, 2008.
3. Энергоэкологическое будущее цивилизаций. Материалы II-го цивилизационного форума. Астана, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 2008.

Спицын Анатолий Тихонович, д.э.н., профессор кафедры финансов и отраслевой экономики, доктор экономических наук, первый вице-президент Международной Академии инвестиций, тел.: (495) 436-93-13, 436-99-56, e-mail: aspitsyn@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В НОВЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Е.Е. Володина

Московский технический университет связи и информатики

MATHEMATICAL MODEL OF INVESTING INTO NEW TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES

E.E. Volodina

В период эволюционного перехода от сотовых систем связи второго поколения к системам связи новых поколений, а также в сложных финансовых условиях для телекоммуникационных компаний наиболее актуальны проблемы оптимального менеджмента (управления) предприятием. Автор предложил новую постановку и решение задачи оптимального управления инвестиционным процессом при переходе от старой технологии к новой более доходной в рамках выбранного критерия качества. В предлагаемой постановке стратегия оптимального управления инвестированием определена, как стратегия оптимального управления случайным процессом.

Ключевые слова: новая технология, трафик, постановка задачи, инвестирование, оптимальное управление, случайный процесс, валовой продукт, асимптотические результаты, дискретная модель, алгоритм.

In the period of evolutionary step of cellular communications from 2G to 3G and harsh financial conditions for telecommunication companies, business management optimization challenges seem to be the most acute. Author of the article suggest new formulation of the problem and the solution for the investment process optimization in the course of changing the old technology with the new and more profitable one within the chosen quality standard. The strategy of investment management optimization is herewith defined as the strategy for a random process management optimization.

Keywords: new technology, traffic, goal setting, investment, optimum control, random process, gross product, asymptotic result, discrete model, algorithm.

В настоящее время на фоне стремительного развития новых телекоммуникационных технологий период сменяемости поколений аппаратуры сократился с 8–10 до 3–5 лет. Важной проблемой в этом процессе является выбор оптимальной стратегии внедрения новой технологии без ущерба качеству достигнутого обслуживания абонентов и стабильности экономических показателей работы операторской компании. Если первая проблема лежит сугубо в организационно-технической области, то вторая, экономическая, – в области оптимального менеджмента (управления) предприятием. Однако решение задачи технического переоснащения операторской компании однозначно определяет затратные аспекты ее экономической деятельности и диктуется упомянутым условием сохранения качества обслуживания для абонентов компании.

В системах подвижной радиосвязи в РФ на повестке дня стоит вопрос о переходе от сотовых систем связи второго поколения (2G) к системам третьего поколения (3G). Традиционный подход при решении таких задач предполагает расчет «пессимистичного» и «оптимистичного» вариантов инвестиционного проекта внедрения новой технологии и «отслеживание» этих вариантов (траекторий развития) по мере реализации проекта. На практике вся финансовая деятельность операторской компании определяется ее доходом, основным источником которого является плата абонентов компании за обслуженный трафик (нагрузку). При этом объем обслуженного трафика определяется как техническими факторами (увеличение пропускной способности системы, оптимизация алгоритмов управления канальным ресурсом), так и действиями финансового менеджмента компании (проведение маркетинговых и рекламных компаний, разработка тарифных планов, минимизации затрат). В конечном итоге операторская компания стремится техническими и организационно-экономическими методами увеличить объем обслуживаемого трафика и соответственно доход компании. При этом и необходимость внедрения новой технологии, в конечном итоге, продиктована аналогичными соображениями: учитывая время жизни технологии надо вовремя провести техническое перевооружение, чтобы доход компании в связи с открывающимися новыми возможностями увеличился или хотя бы с течением времени не уменьшался.

Необходимо отметить один важный момент, который определяет новую постановку решаемой задачи. Объем обслуженного трафика является случайной величиной и, следовательно, доход компании – тоже случайная величина. При такой постановке традиционные подходы рассматривают лишь «наилучшую» и «наихудшую» временную реализацию случайного процесса получения дохода. В этом случае предлагаемым подходом к решению задачи является следующий: необходимо определить стратегию оптимального управления инвестированием как стратегию оптимального управления случайным процессом.

При решении поставленной задачи целесообразно считать моментом перехода к новой технологии момент достижения планируемых показателей доходности новой технологии. Следовательно, итоговая задача может быть сформулирована следующим образом: необходимо осуществить в рамках выбранного критерия качества оптимальное управление инвестиционным процессом при переходе от старой технологии к новой, более доходной. Критерии качества могут быть самыми различными. В рассматриваемой задаче за критерий качества примем максимизацию вероятности перехода новой технологии за выбранный интервал времени. В этой связи помимо разработки стратегии управления представляется важным исследовать его асимптотическое поведение (на бесконечном интервале времени): возможен ли гарантированный переход к новой технологии и при каких условиях, а при каких условиях наиболее вероятной является убыточность операторской компании. Общее асимптотическое рассмотрение этой задачи изложено в [1].

Помимо асимптотического рассмотрения интерес представляет моделирование процесса управления инвестированием на конечном интервале времени и сравнение асимптотических результатов и результатов моделирования. Главной целью проводимого исследования является создание на основе проведенного анализа программного комплекса принятия решений по инвестированию в новые технологии как инструмента управления для финансового менеджмента операторской компании. Ниже кратко рассматриваются постановка и решения всех трех сформулированных задач.

ПОСТАНОВКА ИСХОДНОЙ ЗАДАЧИ

В данном разделе будет рассмотрена исходная математическая модель (алгоритм 1), описанная в статье [1].

Текущее состояние экономической системы характеризуется двумя величинами: валовым продуктом (ВП) и объемом фонда реализации проекта (ФРП). Валовой продукт в данном случае является численной характеристикой процесса производства товаров и услуг и реализации их на рынке. Конкретное значение ВП зависит от общего объема средств, затрачиваемых и получаемых в ходе производственного цикла. Фонд реализации проекта – часть инвестиций в основной капитал, цель которых – усовершенствование процесса производства.

Далее будут использованы следующие обозначения:

x – валовой продукт (ВП),

z – объем фонда реализации проекта (ФРП),

$x0$ – начальный валовой продукт,

$z0$ – начальный объем фонда реализации проекта.

Динамика системы задается следующими выражениями:

$$x(t+1) = \alpha_0 (x(t) - c(t)),$$
$$z(t+1) = z(t) + c(t).$$

Если $z(t) \geq \xi$ то:

$$x(t+1) = \alpha_1 x(t),$$
$$z(t+1) = z(t).$$

Здесь $x(t)$, $z(t)$ – валовый продукт системы и объем фонда реализации проекта в момент времени t соответственно (время t предполагается дискретным и принимает значения 0,1,2,3,…,T),

α_0 – темп роста при старой технологии,

α_1 – темп роста при новой технологии.

Величина темпа роста характеризует прирост ВП, эффективность процесса функционирования экономической системы. В рамках данной модели предполагается, что когда объем ФРП достигает некоторого значения $z1$, появляется ненулевая вероятность перехода к новой технологии с более высоким темпом роста α_1:

$$1 < \alpha_0 < \alpha_1.$$

Кроме того, будем считать, что известна величина $z2$, такая, что при $z(t) \geq z2$ гарантируется переход к новой технологии. Рассматриваемая модель предполагает, что если текущий объем фонда реализации проекта $z(t)$ принадлежит нормальной области

$$z(t) \in [z1, z2],$$

то вероятность P перехода к новой технологии равна

$$P = \frac{z(t)-z1}{z2-z1} \leq 1.$$

Иными словами, пороговое значение ФРП, при котором происходит переход к новой технологии, считается случайной величиной, равномерно распределенной на отрезке $[z1, z2]$, который в [1] назван нормальной областью. Пополнение ФРП производится за счет собственных инвестиций $c(t)$, величина инвестиций в каждый момент времени подлежит выбору, является параметром, с помощью которого производится управление экономической системой. При этом, естественно, управление строится на конечном интервале времени $t=0,\ldots,T$.

Целью управления инвестициями является переход к новой технологии, причем ВП системы в конечный момент времени должен быть максимальным. Валовой продукт $x(t)$ – случайная величина, так как случайной величиной является момент перехода к новой технологии. Следовательно, когда речь идет о максимизации ВП, подразумевается максимизация математического ожидания соответствующей случайной величины. Таким образом, $x(t)$, $z(t)$ – случайные процессы в дискретном времени.

Вариационная задача

$$M[x(T)\, I_{(z \geq \xi)}] \to \max,$$

где x(T) - ВП в конечный момент времени T, $c=c(x, z)<x$ – управляющий параметр, а $I_{(z\geq\xi)}$ – индикатор события $(z\geq\xi)$ случайная величина. Требуется найти такую функцию $c=c(x,z)$, которая бы задавала оптимальную стратегию инвестирования для данного интервала времени. Предлагающийся в статье [1] подход обеспечивает оптимальную стратегию инвестирования на бесконечном интервале времени (T→∞). Соответствующую математическую модель назовем исходной или полунепрерывной (задача 1). Программа, реализованная в системе Excel, предназначена для выбора оптимальной стратегии инвестирования, то есть автоматического выбора объемов инвестирования для рассматриваемого периода времени $c(0)=c(x(0),z(0))$, $c(1)=c(x(1),z(1))$,...., $c(T\text{-}1)=c(x(T\text{-}1), z(T\text{-}1))$ по заданным параметрам системы.

СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ 1

В зависимости от величин α_0, α_1 и начальных значений $x0$, $z0$ возможны несколько принципиально различных ситуаций.

Пусть z0<z1, то есть z0 не лежит в нормальной области, тогда до определенного момента t' инвестирование не производится $c(0)=c(1)=...=c(t')=0$, $z(0)\text{-}z(1)=...=z(t')=z0$, а валовый продукт монотонно возрастает $x(t+1)=\alpha_0 x(t)$, $t<t'\text{-}1$. А затем часть накопленных средств пополняет ФРП так, что $z(t'+1)\geq z1$. Таким образом, $c(t'+1)\geq z1\text{-}z0>0$ и происходит переход в нормальную область. Сразу же следует заметить, что условие начала инвестиций определяется автоматически в рамках соответствующего алгоритма, как решение специального уравнения.

Различие между темпами роста α_0, α_1 сильно влияет на динамику системы. Ранее [1] были рассмотрены 3 случая, соответствующие областям в пространстве параметров α_0, α_1, (далее для удобства было использовано обозначение $\lambda = \frac{\alpha_0}{\alpha_1}$):

случай 1. $\lambda > \frac{1}{\alpha_0}$ или, что эквивалентно, $\alpha_1 < \alpha_0^2$;

случай 2. $2 - \alpha_0 \leq \lambda \leq \frac{1}{\alpha_0}$ $\left(\alpha_0^2 \leq \alpha_1 \leq \frac{\alpha_0}{2-\alpha_0}\right)$;

случай 3. $2 - \alpha_0 < \lambda$ $\left(\alpha_1 \geq \frac{\alpha_0}{2-\alpha_0}\right)$.

Следует заметить, что различие между случаями 1 и 2 заключается только в реализации вычислительного процесса, а общий вид траекторий, динамики системы существенно не отличаются. Поэтому целесообразно объединить эти два случая и отдельно рассмотреть третий.

Пусть $\alpha_1 \leq \frac{\alpha_0}{2-\alpha_0}$ (что соответствует случаям 1 и 2), то есть темп роста для новой технологии не намного больше темпа роста для старой. Тогда после скачкообразного перехода в нормальную область имеет место временное уменьшение валового продукта. Иногда ВП не просто скачкообразно уменьшается после первого этапа инвестирования, но и некоторое время убывает. Однако через конечное число шагов валовой продукт снова начинает возрастать и далее увеличивается монотонно. Так бывает в случае 2, а в случае 1 возрастание валового продукта начинается сразу после первого этапа инвестиций. Но в обоих случаях ВП никогда не убывает до нуля.

Кроме того, на каждом шаге (после начала инвестирования) увеличивается объем ФРП, и, следовательно, возрастает вероятность перехода к новой технологии. Таким образом, за конечное число шагов гарантируется переход к новой технологии и система «застрахована» от «банкротства».

На рис. 1 и 2 рассмотрены примеры инвестиционных процессов в трех рассматриваемых случаях.

Первая область – область состояний выжидания. Эта область соответствует периоду начального накопления, поскольку начинать инвестирование без достаточных финансовых ресурсов невозможно и грозит компании банкротством, так как одновременное поддержание старой технологии (она является источником дохода) и инвестирование новой – достаточно затратный механизм.

Вторая область – область риска, которая соответствует определенному соотношению определяющих параметров. Эта область характеризует возможность системы покрыть начальный дефицит, действуя оптимальным образом. Существует определенный риск, что траектория инвестирования, попав в эту область, не выйдет на бесконечный горизонт, т.е. новая технология не будет реализована. Физически это можно интерпретировать как недостаточную доходность старой технологии или существенные затраты, требуемые для запуска новой технологии, что может привести к банкротству.

Третья область – область оптимальных траекторий, гарантирующих переход к новой технологии на бесконечном горизонте. Определяющие параметры указанных областей, а также параметры оптимальных траекторий инвестирования естественным образом связаны с экономическими показателями функционирования старой и развития новой технологий. Для сотовых операторов это капитальные затраты, ARPU, текущие затраты, чистая прибыль, амортизационные отчисления и другие показатели. Проведенный анализ показал, что поведение рассматриваемой модели в области риска может быть определено аналитически, что значительно упрощает определение границ ее (модели) применения. В рамках алгоритма 1 вводятся дополнительные индикаторы состояния системы, позволяющие оценить неоптимальность конкретной стратегии управления инвестициями.

Можно сказать, что в случае 3 использование алгоритма 1 нежелательно в силу наличия области риска. Этот вывод может быть немного откорректирован, так как не всегда случай 3 приводит к «банкротству» системы. Однако оптимальное управление инвестициями лучше всего находить с помощью дискретного алгоритма 2, которому посвящен следующий раздел. В свою очередь, алгоритм 1 для случая 3 может быть использован лишь для оценки характерных масштабов ВП и времени перехода к новой технологии, естественно, если система не попадает в область риска. В последнем случае результаты при-

Таблица 1.

Параметры системы	Область 1	Область 2	Область 3
Темп роста для старой технологии	1.1000	1.1000	1.1000
Темп роста для новой технологии	1.2000	1.2200	1.5000
Нижняя граница нормальной области	60.00	60.00	60.00
Верхняя граница нормальной области	100.00	100.00	100.00
Начальный валовый продукт	30.00	30.00	30.00
Начальный объем фонда реализации проекта	30.00	30.00	30.00
Горизонт планирования	30	30	30

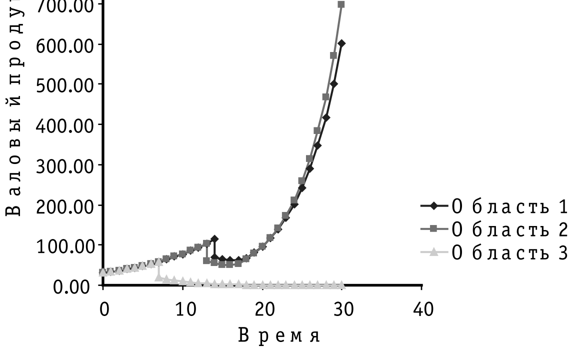

Рис. 1. Зависимость валового продукта от времени

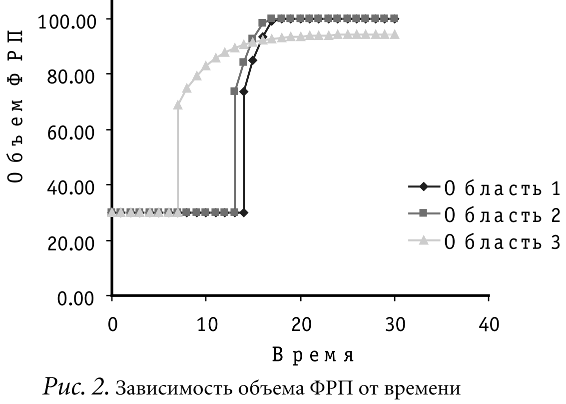

Рис. 2. Зависимость объема ФРП от времени

менения полунепрерывной модели вообще ничего полезного не несут.

ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ (АЛГОРИТМ 2)

Рассмотрим принципиально другой алгоритм построения оптимального управления инвестициями рассматриваемой экономической системы.

Внесем в исходную постановку необходимые изменения. Динамическая система (используются такие же обозначения, как и в [1]):

$$x' = \alpha_0(x - c) + \xi,$$
$$z' = z + c.$$

Если $z \geq z_n$, то

$$x' = \alpha_1 x,$$
$$z' = z,$$

где ξ – случайная величина, которая может принимать конечный набор значений. Штрих – значения в следующий момент времени.

Таким образом, x(t), z (t) – случайные процессы в дискретном времени.

Вариационная задача

$M[x(T)I_{(z\geq z_n)}] \to \max_c$,

где $x(T)$ – ВП в конечный момент времени T, $c = c(x, z) < x$ – управляющий параметр, а $I_{(z\geq z_n)}$ – индикатор события $z \geq z_n$, случайная величина.

Подчеркнем, что пороговое значение ФРП z_n, при котором происходит переход к новой технологии, в данной постановке фиксировано, неопределенность появляется в динамике системы. Здесь предполагается, что $x \geq 0, z \in [z0, z_n]$ могут в принципе принимать континуальное множество значений.

Проведем дискретизацию задачи, будем считать, что у системы есть лишь конечное число состояний. То есть множества допустимых значений для x, z – дискретные:

$$x \in \{x_0, ..., x_{L1}\}, \quad z \in \{z_0, ..., z_{L2}\}.$$

Здесь x_i -ih, $z_i = z0 + ih$, $h > 0$ шаг дискретизации.

Так как после перехода к новой технологии необходимость пополнять ФРП отпадает, будем считать, что $z_{L2} = z_n$ с точностью до h. Что касается максимального значения валового продукта x_{L1}, то оно должно определяться, исходя из информации о характерном масштабе параметров задачи. При этом, если шаг дискретизации будет очень мал, точность данной модели будет достаточно высока. Однако малость h влечет за собой увеличение L1 и L2, а это увеличивает количество возможных состояний системы, вызывает трудности при вычислении.

Состояние системы характеризуется парой чисел $y_i = (x_{i1}, z_{i2})$, i=(L1+1)$i2+i1$, при этом инвестиции на данном шаге также выбираются из конечного набора значений $c = kh$, $k \in \{0,..., \min\{i1\text{-}1, L2\text{-}i2\}\}$. Итак, номер данного состояния i полностью задает состояние системы, всего состояний данной системы L= (L1+1)(L2+1). В данном случае, наиболее удобно состояние системы задавать парой индексов $i1,i2$, а индекс i= ($L1$+1) $i2+i1$ использовать только для краткости и естественного упорядочения состояний системы. То есть, если далее речь идет об i-м состоянии системы, подразумевается, что известны оба индекса $i1,i2$.

В рамках предлагаемого подхода будем считать, что процесс изменения параметров системы – марковский. Текущее состояние определяет распределение вероятностей для последующего. Более конкретно, имеют место следующие формулы вероятностей перехода:

$P\{y' = y_j \mid y = y_i\} = p_{ij}$,

p_{ij} = ⅓ если $i2 < L2$, $j2 = i2+k$, $j1 = Int\,(\alpha_0\,(i1 - k)) \pm 1$,

p_{ij} = ⅓ если $i2 = L2$, $j2 = i2$, $j1 = Int\,(\alpha_1\, i1) \pm 1$

здесь Int() – обозначение для целой части от действительного числа.

Подобным же образом задаются вероятности для граничных случаев:

$Int\,(\alpha_0\,(i1 - k)) = L1 \Rightarrow p_{ij}$ = ⅔ $j1$ = L1; p_{ij} = ⅓, j1=L1-1;

$Int\,(\alpha_0\,(i1 - k)) > L1 \Rightarrow p_{ij} = 1, j1 = L1,$

при $i2<L2$.

Аналогичная ситуация для случая $i2=L2$. В других обозначениях дискретная система может быть записана так:

$j1 = Int\,(\alpha_0\,(i1 - k)) + Int\,(\xi\,/\,h)$, $j2 = i2+k$, если $i2<L2$, если же $i2 = L2$ то $j1 = Int\,(\alpha_0\, i1) + Int\,(\xi\,/\,h)$, $j2 = i2$.

Таким образом, на каждом шаге выбор числа $k(t)$, задающего объем инвестиций, определяет стратегию инвестирования. Качество данной стратегии, точнее, качество текущего перехода из одного состояния в другое (из i в j), задается величинами, которые назовем весовыми коэффициентами (весами) $r_{ij} \geq 0, 0 \leq i, j \leq L\text{-}1$. Пусть система (марковская цепь) за рассматриваемый интервал времени переходила из заданного состояния $y(0) = y_{i(0)}$ в какие-то другие:

$$y_{i(0)} \to y_{i(1)} \to \ldots \to y_{i(T-1)} \to y_{i(T)}.$$

При этом переходы определялись выбором управления $k(t)\ h$, и случайной величиной $\xi = \Delta h$ где Δ – тоже случайная величина, равновероятно принимающая значения 0,1,–1. В данной постановке будем считать, что эффективность стратегии характеризуется суммой весов на всех шагах $\sum_{t=0}^{T-1} r_{i(t)i(t+1)}$.

Весовые коэффициенты зададим следующим образом: $r_{ij} = 0$, $j2 < L2$; $r_{ij} = j1$, $j2 = L2$ (здесь равенство $j2=L2$ означает, что произошел переход к новой технологии). То есть, если к концу временного интервала не произошел данный переход, то стратегия «себя не оправдала».

Переходы из одного состояния в другое определяются, в том числе, и случайной погрешностью в динамике, аналогом математического ожидания из предыдущей задачи здесь является сумма следующего вида:

$$J(k(0), k(1), \ldots, k(T-1)) = \sum_{t=0}^{T-1} r_{i(t)i(t+1)} p_{i(t)i(t+1)}.$$

Эта величина зависит только от инвестиций на данном интервале времени, условно ее можно назвать средним весом данной стратегии. Итак, в дискретной постановке рассматривается следующая вариационная задача:

$$J(k(0), k(1), \ldots, k(T-1)) \to \max_{k(0),\ldots,k(T-1)}.$$

Назовем данную вариационную проблему задачей 2, а алгоритм ее решения – алгоритмом 2. Методика решения поставленной в данном разделе дискретной вариационной проблемы изложена в [2]. В основу его положен метод динамического программирования.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ

Сравнение исходной полунепрерывной модели (алгоритм 1) с дискретными моделями, основанными на марковской цепи (алгоритм 2, алгоритм 2'), может быть отражено в ряде тезисов (выводов).

Различия в результатах использования обеих методик обусловлены несколькими факторами.

1. Решение задачи 1, предложенное в [1], является оптимальным только при $T \to \infty$. Для конечного горизонта планирования это решение может быть достаточно близко к оптимальному, хотя и не всегда.

2. Алгоритм 2 решения дискретной задачи обладает свойством накопления ошибки за счет округления величин ВП и ФРП с заданной точностью. В силу этого дискретная модель на больших интервалах времени может быть не очень точной.

3. Дискретная модель применима в ограниченной области параметров, так как в цепи Маркова конечное число состояний.

4. Постановка задачи 2 такова, что она исключает «банкротство» системы, то есть уменьшение ВП до нуля, это является самым существенным недостатком первого алгоритма.

5. Особую сложность представляет сведение одной постановки задачи к другой. Полностью корректно это сделать нельзя, однако можно моделировать различные ситуации, позволяющие сравнить оба подхода.

6. С практической точки зрения существуют большие вычислительные сложности реализации алгоритма 2. Они выражаются в том, что метод динамического программирования, предназначенный для решения поставленной вариационной задачи, работает крайне медленно. Поэтому для решения задачи прогнозирования поведения экономической системы целесообразно применять алгоритм 1.

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИНВЕСТИРОВАНИЯ

Анализ показал высокую эффективность применения бэлмановского управления при внедрении (инвестировании) новой технологии, была разработана программа, которая позволяет в любой момент времени (например, в конце каждого месяца) анализировать достигнутое финансовое состояние инвестиционного проекта и выдает рекомендации об оптимальной (желаемой) стратегии в следующий промежуток времени (например, месяц) с учетом поставленной задачи: за заданное время (например, 18 месяцев) перейти на новую технологию, т.е. начать получать от этой технологии запланированный доход (прибыль). Главным направлением совершенствования программного продукта является разработка базы знаний (базы данных возможных управленческих решений: маркетинговых исследований, рекламных компаний, изменений тарифных планов и т. п.), влияющих на процесс увеличения обслуживаемой нагрузки или, что то же самое – процесс увеличения дохода операторской компании.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беленький В.З., Сластников А.Д.** Модель оптимального инвестирования проекта новой технологии // Экономика и математические методы, 1997. Т. 33. вып. 3.
2. **Коршунов Ю.М.** Математические основы кибернетики. М.: Энергоатомиздат, 1987.

Володина Елена Евгеньевна, к.э.н., доцент кафедры «Экономика связи» Московского технического университета связи и информатики, генеральный директор ЗАО Информационное агентство «ИнформКурьер-Связь», главный научный сотрудник НИИРадио, зам. председателя отделения РАЕН «Экономика и качество систем связи», тел.: +8 (499) 192-84-74, +7 (985) 210-93-36, e-mail: evolodina@list.ru