

Динамическая модель системы целей инвестиционной программы для АПК

Н.М. Светлов, к.э.н., доцент, Г.Н. Светлова, к.э.н., ст. преподаватель

Традиционно гарантией эффективности инвестиций считается аналитическая фаза инвестиционного цикла, на которой происходит отсев не оправдывающих себя проектов. Вследствие хорошо известных макроэкономических условий государств, расположенных на территории СССР, наиболее вероятный исход для большинства аграрных проектов — отклонение. В связи с этим актуально создание методов разработки инвестиционных программ, направленных на повышение эффективности проектных предложений, претендующих на финансирование. Резерв, почти не используемый ныне, — повышение согласованности компонентов инвестиционной программы.

Представленная в статье модель представляет собой развитие подхода [4], основанного на теории инвестиционного цикла [6], системно-аналитической методологии исследования целей аграрного производства, инвестиционных проектов и программ [1,3,5], учёте синергизма проектов при формировании инвестиционных программ [2].

Модель представляет собой математическую задачу отыскания множества целей, максимизирующих чистую текущую стоимость программы, если заданы:

- ◆ количество ресурсов каждого вида, необходимое для достижения определённой цели;
- ◆ возможности совместного использования ресурсов для достижения различных целей;
- ◆ возможности замещения ресурсов более универсальными;
- ◆ распределение во времени экономических эффектов, связанных с достижением определённой цели;
- ◆ стоимость каждого ресурса в данный момент времени;
- ◆ максимально допустимый объём финансирования в определённый момент времени;
- ◆ цели, которые не могут сочетаться в рамках одной программы;
- ◆ цели, которые могут быть достигнуты при условии достижения другой цели.

Решение этой задачи связано с программированием взаимоисключающих альтернатив: в модели присутствуют переменные, находящиеся в логическом отношении «исключающее или». Отсюда необходимость обращения к формализму целочисленного программирования — конкретизации математического программирования, позволяющей описывать указанное логическое отношение между переменными модели.

В базовом варианте модели присутствуют две группы переменных: логические переменные x_{dt} , обозначающие достижение цели d в момент времени t , и целочисленные неотрицательные переменные x_{rt} (x_{st}), обозначающие

использование ресурса r в момент времени t . Если некоторый ресурс r может заменять другие, он представляется в задаче в сепарабельной форме, т.е. множеством переменных, соответствующих ресурсам, которые он может заменить, и переменной, соответствующей ему самому.

Параметры модели имеют следующие обозначения: α_{dr} — количество ресурса r , необходимое для достижения цели d ; c_{dt} — выгоды (в денежном выражении), обусловленные достижением цели d в момент t ; c_{rt} , c_{st} , $c_{r\vartheta}$, $c_{s\vartheta}$ — затраты (в денежном выражении) на единицу ресурсов r и s соответственно в момент времени t или ϑ ; δ — норма дисконтирования; α_d — доля выгод, приносимых целью d , которая может быть направлена на финансирование затрат инвестиционной программы; B_t — максимальный объём финансирования программы в момент t ; $L(r, d)$ — задержка между оплатой ресурса r и началом его использования для достижения цели d ; $L(d, f)$ — задержка между достижением целей f и d .

Множества объектов модели имеют следующие обозначения: D — множество возможных целей инвестиционной программы; R_d — множество ресурсов, необходимых для достижения цели $d \in D$; $R = \bigcup_{d \in D} R_d$; R_r — множество ресурсов, которые могут быть заменены ресурсом r ; I — множество множеств несовместимых целей; D_i — i -е множество несовместимых целей ($i \in I$); D_d — множество целей, достижение которых необходимо для достижения цели d ; T — множество моментов времени инвестиционного периода программы, причём $\inf(T) = 0$, $\sup(T) = \tau$; $T_t = \{\vartheta \mid \vartheta \in T, \vartheta > t\}$; $T_{L(d,f)} = \{\vartheta \mid \vartheta \in T, \vartheta \geq L(d, f)\}$; T_d — множество моментов времени, в течение которых цель d продолжает приносить выгоды в постинвестиционный период; T_r — множество моментов времени, в которые ресурс r не может использоваться (например, ещё не создан).

Индексы при переменных и параметрах имеют следующий смысл: d , f — индексы цели; r , s — индексы ресурсов; t , ϑ — моменты времени; τ — последний момент инвестиционного периода программы.

Модель явно описывает инвестиционный период программы и учитывает эффект достижения её целей в постинвестиционный период. Её целевая функция записывается следующим образом:

$$\max \sum_{t \in T} \left(\frac{1}{(1+\delta)^t} \sum_{d \in D} c_{dt} x_{dt} \right) + \sum_{d \in D} \left(\sum_{t \in T_t} \frac{c_{dt}}{(1+\delta)^t} \right) \cdot x_{dt} - \sum_{t \in T} \left[\sum_{r \in R} \left(\frac{1}{(1+\delta)^t} \left(c_{rt} - \sum_{s \in R_r} c_{st} \right) \right) - \sum_{\vartheta \in T_t} \frac{1}{(1+\delta)^\vartheta} \left(c_{r\vartheta} - \sum_{s \in R_s} c_{s\vartheta} \right) \right] \cdot x_{rt} \quad (1)$$

Предполагается, что средства, сэкономленные в одном периоде, не могут быть использованы в другом. Именно так обычно случается при бюджетном финансировании инвестиционной программы. Бюджетные ограничения выглядят так:

$$\sum_{d \in D} \frac{c_{dt} \alpha_d}{(1+\delta)^t} x_{dt} - \sum_{r \in R} \left(\frac{1}{(1+\delta)^t} \left(c_{rt} - \sum_{s \in R_r} c_{st} \right) - \sum_{\vartheta \in T_r} \frac{1}{(1+\delta)^\vartheta} \left(c_{r\vartheta} - \sum_{s \in R_r} c_{s\vartheta} \right) \right) \cdot x_{rt} \leq B_r, t \in \{0\};$$

$$\sum_{d \in D} \frac{c_{dt} \alpha_d}{(1+\delta)^t} x_{dt} - \sum_{r \in R} \left(\frac{1}{(1+\delta)^t} \left(c_{rt} - \sum_{s \in R_r} c_{st} \right) - \sum_{\vartheta \in T_r} \frac{1}{(1+\delta)^\vartheta} \left(c_{r\vartheta} - \sum_{s \in R_r} c_{s\vartheta} \right) \right) \cdot x_{rt} +$$

$$+ \sum_{r \in R} \left(\frac{1}{(1+\delta)^{t-1}} \left(c_{rt} - \sum_{s \in R_r} c_{st} \right) - \sum_{\vartheta \in T_{r-1}} \frac{1}{(1+\delta)^\vartheta} \left(c_{r\vartheta} - \sum_{s \in R_r} c_{s\vartheta} \right) \right) \cdot x_{r,t-1} \leq B_r, t \in T \setminus \{0\}.$$

Достаточно сложный приём расчёта затрат, заложенный в (1) и (2), обусловлен необходимостью исключения двойного счёта, возникающего при учёте заменимости ресурсов более универсальными (6) и при описании времени достижения целей (5).

Потребность в ресурсах рассчитывается следующим образом:

$$\alpha_{dr} x_{dt} \leq x_{r,t-L(r,d)}, d \in D, r \in R_d, t \in T \setminus T_r;$$

$$\alpha_{dr} x_{dt} \leq 0, d \in D, r \in R_d, t \in T_r. \quad (3)$$

Цель, вошедшая в программу начиная с некоторого момента t , считается достигнутой во все последующие моменты времени в пределах периода, описываемого моделью:

$$x_{dt} \leq x_{d,t+1}, d \in D, t \in T \setminus \{\tau\}. \quad (4)$$

Ресурсы, требуемые для достижения этой цели, вследствие ограничений (3) войдут в программу не только в момент, когда цель будет достигнута впервые, но и во все последующие. Отсюда необходимость исключения повторного счёта при определении затрат на ресурсы в (1) и (2).

Из множества несовместимых целей в программу может войти только одна, а цель, обусловленная другой целью, может войти в программу лишь по прошествии некоторого времени после того, как в программу войдёт обуславливающая цель:

$$\sum_{d \in D_i} x_{di} \leq 1, i \in I;$$

$$x_{dt} \leq x_{f,t-L(d,f)}, d \in D, f \in D_d, t \in T_{L(d,f)};$$

$$x_{dt} \leq 0, d \in D, D_d \neq \emptyset, t \in T \setminus T_{L(d,f)}.$$

Во многих случаях ресурс r , необходимый для достижения некоторой цели d , может выполнять функции других ресурсов, предназначенных для достижения других целей (ресурс r более универсален по сравнению с теми ресурсами, которые он заменяет). В случае включения в программу цели d необходимость в использовании менее универсальных ресурсов отпадает. Чтобы учесть заменимость ресурсов, в модели ввод в базис более универсального ресурса r приводит к вводу в базис всех ресурсов, которые ресурс r заменяет:

$$x_{rt} \leq x_{st}, r \in R, s \in R_r, t \in T. \quad (6)$$

При этом снова возникает двойной счёт затрат на ресурсы, который компенсируется при расчёте затрат на более универсальный ресурс в (1) и (2).

Переменные x_{dt} могут принимать только логические значения «да» или «нет», а x_{rt} — неотрицательные целочисленные значения:

$$x_{dt} \in \{0;1\}, d \in D, t \in T; x_{rt} \in N \cup \{0\}, r \in R, t \in T. \quad (7)$$

Решение задачи содержит набор целей, совместное достижение которых обеспечивает максимальный синергический эффект благодаря наилучшему совмещению использования ресурсов в рамках разных целей, и указывает сроки, в которые достижение каждой цели наиболее эффективно.

Базовый вариант модели содержит ограничения (2)...(6). При необходимости он может быть дополнен ограничениями, отражающими специфику конкретной инвестиционной программы. Например, если некоторая цель может быть достигнута с использованием нескольких альтернативных ресурсов, можно ввести дополнительные переменные и ограничения

$$x_{dt} \leq \sum_{v \in \bar{R}_d} x_{vdt}, t \in T; \alpha_{dv} x_{vdt} \leq x_{r,t-L(r,d)}, v \in \bar{R}_d, r \in \bar{R}_{vd}; x_{vdt} \in \{0;1\}, \quad (8)$$

где x_{vdt} — фиктивная цель, соответствующая альтернативе v достижения цели d в момент t , \bar{R}_d — множество альтернатив достижения цели d , \bar{R}_{vd} — множество ресурсов, соответствующих альтернативе v достижения цели d .

Если, вопреки обычной практике, некоторая часть финансирования, не израсходованного в текущем периоде, может быть использована для финансирования затрат следующих периодов, в модель для каждого момента времени вводятся дополнительные переменные «избыток финансирования», на которые не накладывается условие неотрицательности, но может быть наложено ограничение сверху. Сумма их дисконтированных значений должна быть равна нулю. Эти переменные входят в качестве слагаемых в бюджетные ограничения.

Как правило, переменные x_{rt} не ставятся в соответствие тем ресурсам, которые не могут быть использованы совместно для достижения различных целей, поскольку они полностью загружены уже в рамках одной цели. Однако любой ресурс может оказаться перегруженным, если множество целей, которые его используют, достаточно велико. Чтобы исключить перегруженность ресурса, нужно определить, для достижения каких целей ресурс s используется фактически (возможно, вместо менее универсального ресурса):

$$x_{dt} = \sum_{r \in \bar{R}_d} x_{rdt}, s \in S, t \in T; \sum_{d \in D_s} \beta_{ds} x_{sd(t+L(r,d))} \leq x_{st}, s \in S, t \in T \setminus T_r; x_{rdt} \in \{0;1\}, \quad (9)$$

где x_{rdt} — фиктивная цель, которая требует более универсального ресурса r , заменяющего перегруженный ресурс s ; β_{ds} — процент загруженности ресурса s при его использовании для достижения цели d ; S — множество пере-

груженных ресурсов; \bar{R}_s – множество ресурсов, которые способны заменить ресурс s ; D_s — множество всех целей, которые могут использовать ресурс s ; остальные обозначения прежние.

Введение ограничений по загруженности для всех ресурсов сделало бы модель чрезвычайно громоздкой. Предварительное решение целесообразно получить для варианта без ограничений по загруженности. Проанализировав полученное решение, следует установить, какие ресурсы перегружены, и если таковые есть, добавить ограничения (9) только для этих ресурсов. Эту процедуру следует повторять до тех пор, пока не будет получено решение, в котором ни один из ресурсов не перегружен.

На фазе выявления и выбора проектов затраты и выгоды известны лишь приближённо. Поэтому для принятия обоснованных решений о формировании инвестиционной программы целесообразно решить приведённую модель с различными сценариями оценки затрат и выгод. Это позволит выявить наборы целей, которые обеспечивают пусть не наибольший, но зато достаточно устойчивый к имеющейся неопределённости экономический эффект. Принятие решения о том, на реализацию каких целей ориентировать инвестиционную программу, остаётся за ответственным лицом, обладающим необходимой метаинформацией.

Высокая чувствительность оптимального множества целей к смене сценариев затрат и выгод свидетельствует о недостатке информации для принятия решения. В этом случае имеет смысл либо переместить финансовые ресурсы в менее рискованную сферу инвестиционной деятельности, либо (если возможно) провести более детальное обоснование затрат и выгод.

Библиографический список

1. Гаврилец Ю.Н. Социально-экономическое планирование: системы и модели. М.: Экономика, 1974.
2. Гатаулин А., Светлов Н. Выявление и выбор инвестиционных проектов в АПК // АПК: экономика, управление, 1998. — №3. — С. 36-43.
3. Светлов Н.М. Методология изучения целей аграрного производства // Актуальные проблемы повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства: Сборник трудов научной конференции молодых ученых и специалистов экономического факультета ТСХА 25 июня 1996 г. М., 1996. (Рукопись депонирована в НИИТЭИ-Агропром, рег. номер 214/5 ВС-96)
4. Светлов Н.М. Оптимизация системы целей инвестиционных программ в АПК // Никоновские чтения - 2001: Устойчивое развитие сельской местности: концепции и механизмы. М., 2001.
5. Фонотов А.Г. Анализ целей в программно-целевом планировании: методические вопросы: Дисс. к.э.н. М.: ЦЭМИ, 1974.
6. Vaum, W.C. The project cycle // Finance and development, vol.15, 1978, № 4, pp. 10-17.