

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Н.З. Емельянова (Москва)

**Введение.** Термин *инвестиция* произошёл от латинского *investire* – облачать. Во времена феодализма инвеститурой назывался ввод вассала во владение феодем. В последующие эпохи экономического развития слово *инвестор* традиционно толковалось как *вкладчик*, а *инвестирование* – как помещение, *вкладывание* капитала.

Но в настоящее время такое толкование не только вносит многозначность в понятие *инвестор*, но и сдвигает смысл этого слова в область несуществующих явлений. По сути, понятие *вкладчик* (равно как и вклад) неспецифично не только для одного инвестиционного процесса, но и для всей инвестиционной сферы деятельности: вкладчиком мог быть не только инвестор, но также, к примеру, спонсор, меценат или акционер. Поэтому при реализации сложных инвестиционных проектов понятие инвестор не может толковаться в деловых кругах как вкладчик [1]; а инвестирование – это не только внесение вклада (инвестиционных сумм), но и ряд иных действий инвестора.

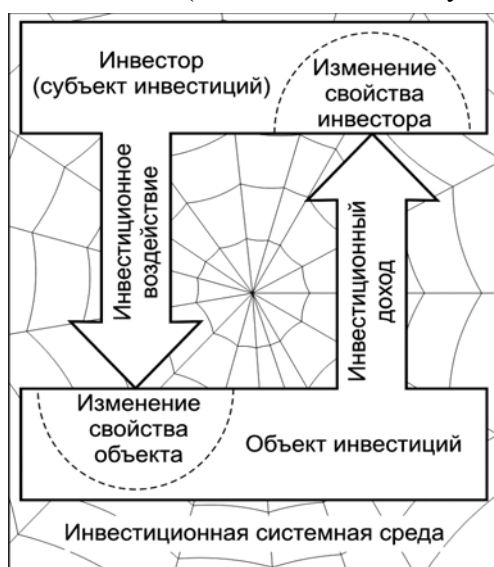


Рис. 1. Инвестиционный процесс

**Системное обоснование.** Сущность инвестиционного процесса заключается в том, что *инвестор* (субъект инвестиций) и *объект инвестиций* находятся в тесной системной взаимосвязи (рис. 1). Инвестор не просто выдаёт денежные суммы или спонсирует "наудачу", рискуя ничего не получить (и здесь нельзя не вспомнить экономическое определение риска, которому более 200 лет: "Возможность потерь в расчёте на счастливый случай" [2]). Дело в том, что инвестор принимает активное участие в этом процессе, в том числе, и в борьбе с рисковыми явлениями, а свойства инвестора подвержены системным изменениям на протяжении этого процесса: они адаптируются к *инвестиционной системной среде*. Поэтому

более подходящими к обсуждаемой тематике являются следующие определения [1]:

*Инвестор* – субъект, ориентированный на изменение свойств объекта инвестиций, позволяющее при минимальных вложениях в этот объект восполнить дефицит необходимых для собственного развития ресурсов и изменить собственные свойства в нужном для себя направлении.

*Инвестиционный процесс* – специфичный для определенной инвестиционной среды процесс приобщения инвестора к объекту инвестиций, осуществляемый с целью получения управляемого инвестиционного дохода посредством инвестирования.

*Инвестиционная системная среда* – единичная или множественная сфера деятельности (внешняя среда), преимущественно определяющая специфику и предметное содержание инвестиционного процесса.

Типичным примером проявления взаимосвязей являются инвестиционные проекты, участниками которых являются две стороны: инвесторы-землепользователи и муниципальные власти. На территориях муниципалитета ведётся строительство крупных объектов, предназначенных для развития жилищной, хозяйственной или культурно-оздоровительной инфраструктуры города: жилых комплексов, предприятий сферы

услуг, супермаркетов, муниципальных рынков, дворцов спорта и др. Обеим сторонам объект нужен, но интересы у них различные. Дело в том, что стороны взаимодействуют по ресурсам, главным образом, по земле:

- инвестору нужно получить участок земли под застройку, но за это он должен выплатить огромный целевой взнос за право аренды и осуществлять платежи по налогу за землю, который тоже весьма большой;
- муниципальным властям, у которых есть законная возможность варьировать как целевой взнос, так и налоговые платежи, кроме строительства объекта есть и другой интерес – повысить размеры этих платежей, которые пополняют муниципальный бюджет и также идут на поддержку инфраструктуры муниципалитета.

В связи с этим, существуют какие-то адаптируемые экстремальные решения о платежах: если их делать очень малыми, то пострадает бюджет, но если сделать очень большими, то инвестору станет невыгодно продолжать участие в инвестиционном проекте. И тогда под угрозой больших потерь или банкротства он выйдет из консорциума с властями, оставив нереализованный или сильно испорченный нулевым циклом земельный участок. Поэтому для адаптивной корректировки условий и платежей в процессе управления необходима некая настраиваемая модель.

Теоретически (и только) инвестиционный процесс можно рассматривать как процесс управления в системе с обратной связью в виде кибернетической модели с настраиваемой моделью в контуре обратной связи, выполненной в соответствии с классической теорией автоматического управления. Однако такая идеализированная модель в данном случае *неприменима*, так как раскрыть математическую сущность и формализовать передаточные функции её компонентов [3] *практически невозможно*.

**Имитационная модель инвестиционного процесса.** Учитывая сложности применения классического математического аппарата для исследования экономической динамики инвестиционного процесса, необходимо создание соответствующей имитационной модели, которая компенсирует недостатки математического аппарата. Особенности такой модели и её *новизна* заключаются в том, что она учитывает *согласованность* интересов инвестора и потребителей объекта инвестирования в конечном результате и *противоречия* их интересов при формировании бюджета инвестиционного проекта на этапе строительства и во время эксплуатации, что способствует проявлению нежелательных рискованных явлений и противодействует темпам реализации проекта.

Кроме вышеуказанных особенностей к модели инвестиционного процесса выдвигаются следующие взаимосвязанные требования, которые необходимо учитывать при её создании.

1. Необходим формальный аппарат реализации финансовой динамики. Средства управления текущими, будущими и отложенными событиями не имеют некоторых свойств для реализации этого требования.

2. Должна быть предусмотрена возможность трансформации структуры модели.

3. Модели должны "предугадывать" риски. Риск в соответствии с математической интерпретацией общего определения – это нежелательное событие, имеющее два взаимно независимых параметра: 1) вероятность его появления на заданном интервале времени; 2) наносимый ущерб – в случае свершения этого события.

4. Необходим аппарат пространственной динамики.

5. Денежные "потoki" в модели практически невозможно анализировать с позиций системной динамики, поскольку они таковыми не являются. Любая операция по перечислению денег со счёта на счёт с позиций банковского или бухгалтерского учёта проходит за нулевой отрезок времени  $\Delta t = 0$ , т. е. по сути является дельта-функцией.

Один из приемлемых подходов к построению модели – это реализация послойной структуры средствами Actor Pilgrim [4]. Схема такой модели может иметь в своём составе до 150 узлов, расположенных на трёх слоях.

*Верхний слой* описывает поведение инвестора и его конкурентов на рынке; на этом слое происходят операции по выделению земли, платежи за право аренды.

*Второй слой* моделирует процедуры анализа и контроля инвестиционного процесса, расписанные на среднем – втором слое; здесь осуществляются основные операции по реализации инвестиционного проекта, платежи за аренду, по штрафам и пени.

*Третий слой* по сути является ядром имитационной модели, поскольку именно на нём происходят опосредованные взаимодействия всех компонентов модели первого и второго слоёв через операции по счетам, если эти взаимодействия невозможно выполнить непосредственно (рис. 2).

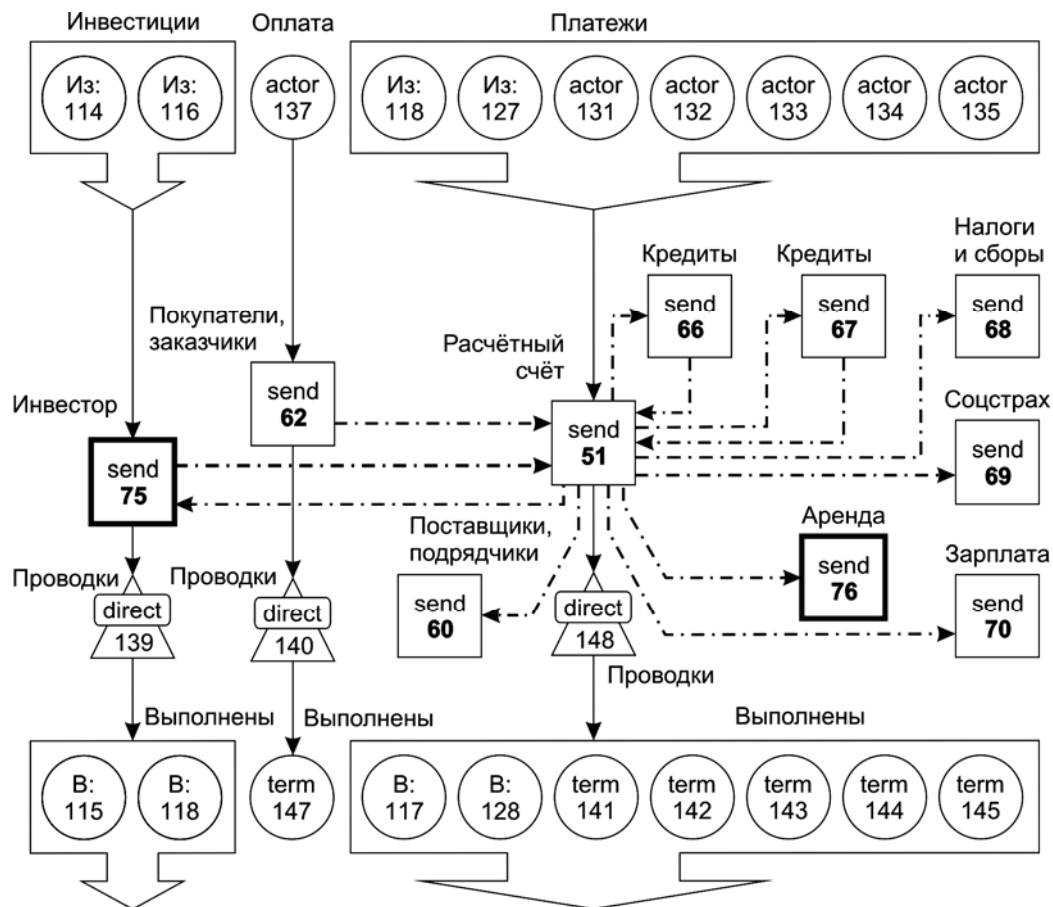


Рис. 2. Ядро модели

На третьем слое можно смоделировать непростые взаимоотношения инвестора с муниципалитетом, банками, поставщиками и подрядчиками, работниками-исполнителями и будущими обладателями благ – потребителями объекта инвестирования: частей объекта, квартир (если это жилой объект) или услуг. Всего на таком слое необходимо смоделировать не менее 10 счетов бухгалтерского учёта, динамика состояний которых сильно влияет на основные задержки инвестиционного процесса: 51 – расчётный счёт; 60 – поставщики, подрядчики; 62 – покупатели, заказчики; 66 – краткосрочные кредиты и займы; 67 – долгосрочные кредиты и займы; 68 – налоги и сборы; 69 – социальное страхование и обеспечение; 70 – заработная плата; 75 – взаимоотношения с инвестором; 76 – арендные платежи. Этот модельный слой требует для реали-

зации не менее 24 узлов. Особо выделены счета 75 и 76, через которые проходит взаимодействие сторон: муниципалитета и инвестора-землепользователя.

В процессе экспериментов с имитационными моделями инвестиционного процесса замечено интересное свойство: они ведут себя аналогично дискретной системе по правилам теории автоматического управления. Например, если модель упростить, исключив из неё свойства реорганизации и инерционности, то перечисление определённой суммы на вход системы (аналог дельта-функции) приводит к эффекту образования ступеньки на выходе в виде последовательности дискретных сигналов, что свидетельствует о включении дополнительной экономической мощности, производящей продукцию в единицу времени, аналогично интегрирующему операционному усилителю<sup>1</sup>.

В докладе на примере разбираются варианты решений по инвестиционному проекту (исходные данные приведены в таблице, принимаемых с помощью такой модели.

### Структура затрат и доходов инвестора на земельном участке размером 1 га (ТЭЗ 18)

Виды расходов или доходов по проекту		Сумма, €
1.	Расходы на реализацию инвестиционного проекта ( $t \geq t_p$ )	37 500 000
1.1.	Денежные ресурсы, изъяты из оборотных средств инвестора-землепользователя (объем инвестиций), в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• заключение архитектурно-правового управления</li> <li>• исходно-разрешительная документация в составе градостроительного заключения</li> <li>• разработки и утверждение проекта объекта на земельном участке</li> <li>• плата за право аренды земельного участка (за 49 лет)</li> <li>• затраты на развитие района (расширение материально-технической базы школ, спортивных сооружений и др.) по трехстороннему контракту с Административным округом (АО) и Управой района (УР) за <math>t_p=3</math> года</li> <li>• маркетинг в связи с возможной продажей объектов (зданий, сооружений), готовых к эксплуатации</li> <li>• арендная плата за земельный участок, 2 % стоимости за <math>t_p=3</math> года</li> <li>• затраты на строительство (включая стоимость проектирования)</li> </ul>	30 000 000
		1 000
		2 000
		5 000
		2 500 000
		600 000
		2 000
		45 000
		19 345 000
1.2.	Неполученная прибыль в связи с отвлечением оборотных средств	7 500 000
2.	Затраты на эксплуатацию объекта ( $t > t_p$ ) в год	
2.1.	Эксплуатация объекта (зданий, сооружений, объектов культуры), построенного или реконструированного в процессе реализации инвестиционного проекта	Параметр $X$
2.2.	Арендная плата за земельный участок, 2 % стоимости в год	15 000
2.3.	Платежи по трехстороннему контракту с АО и УР, в год	600 000
3.	Разовые доходы инвестора после завершения инвестиционного проекта ( $t > t_p$ ) – выручка от продажи объекта (или его части)	Параметр $Y$
4.	Регулярные доходы инвестора после завершения инвестиционного проекта – доход в результате эксплуатации объекта (или его части), в год	$\gamma (X, Y)$

Для простоты варьируются только 2 параметра ( $X$  и  $Y$ ) и оптимизируются регу-

<sup>1</sup> Это ещё раз подчёркивает, что имитационное моделирование основано, в том числе, и на аналогах (соответствующие эксперименты описаны, например, в работе [6]). Об этом неоднократно вспоминал в своих работах Джеффри Гордон: "В разработке GPSS были неосознанные попытки использовать опыт аналогового моделирования, приобретенный мною при изучении управляемых ракет в исследовательской лаборатории компании General Electric в Англии" [5].

лярные доходы инвестора  $\gamma (X, Y)$ .

**Вспомогательная аналитическая модель.** Имитационная модель довольно хорошо показывает как численно, так и с помощью графиков, что происходит на входе инвестиционного процесса, что на выходе, а также динамику и конечные состояния внутренних процессов. Однако в общем потоке результатов, имеющих довольно сильные разбросы при анализе различных вариантов бизнес-процессов, трудно понять причины изменения качества и устойчивости моделируемого процесса (при этом "ловить моменты" таких изменений тоже не просто), поскольку такое понимание потребует довольно длительного по времени и количеству прогонов модели эксперимента.

На основе экономического анализа инвестиционного процесса, анализа выхода имитационной модели при входном инвестиционном воздействии получаем математический эквивалент передаточной функции процесса. С её помощью становится возможным экспресс-анализ устойчивости инвестиционного процесса, корректности объёмов инвестирования, а также правильности выбора моментов перечисления инвестиционных сумм, если перечисления планируются в несколько траншей. Кроме того, появляется возможность анализа рисков при задержках очередных траншей инвестором или при несвоевременном предоставлении кредитных сумм банком и анализа эффективности компенсационных мероприятий риск-менеджмента.

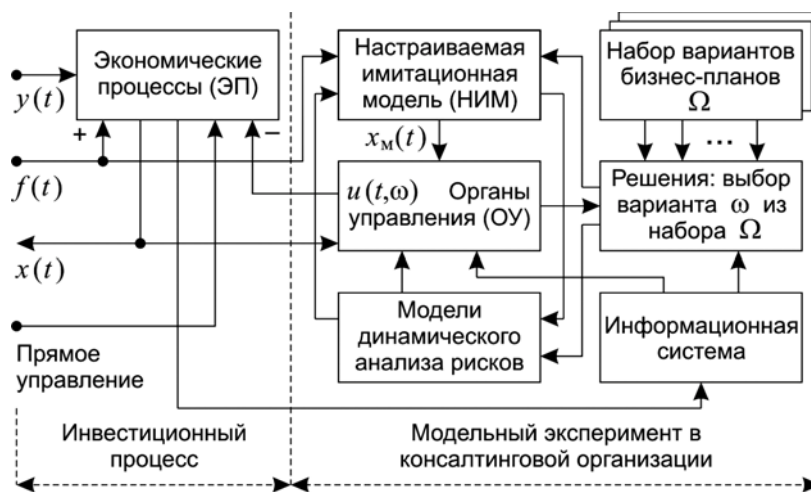


Рис. 3. Моделирующий стенд консалтинговой организации

В целом модели и методические приёмы объединяются в виртуальный "моделирующий стенд" (рис. 3). Для практической работы менеджеров проекта создана шкала порядка от 0 до 10, позволяющая ранжировать варианты бизнес-планов на основе результатов моделирования. К сожалению, часто для предварительных количественных выводов менеджеры используют swot-анализ, имеющий точность "плюс-минус в несколько раз".

### Выводы и рекомендации

1. Решения по инвестиционным проектам необходимо поддерживать результатами имитационного моделирования: с применением специальных имитационных моделей и созданных на их основе инструментальных средств экспресс-анализа.
2. На этапе предварительного обоснования инвестиционных решений swot-анализ можно использовать, но только "на вербальном уровне".
3. Решения, получаемые на основе пакетов инвестиционного и финансового анализа с использованием линеаризованных представлений данных, необходимо проверять на имитационных моделях.

## Литература

1. **Машкин В. И.** Сущность инвестиционного процесса. СПб: НВК "Позиция", <http://www.pozmetod.ru>, 2008.
2. Encyclopaedia Britannica. UK: London, 1974, 15 issue, 30 volumes (Британская энциклопедия, 15-е издание в 30 тт.).
3. **Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А.** Системный анализ в управлении / Под ред. А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2009. 368 с.
4. **Емельянов А. А., Власова Е. А.** Имитационное моделирование экономических процессов. В кн.: Четвертая Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности "Имитационное моделирование. Теория и практика". СПб.: ЦТСС, 2009. Т. 1. С. 19–26.
5. **Gordon G.** The development of the general purpose simulation system GPSS. In: History of Programming Languages. NY: ACM, 1981. P. 78–102.
6. **Емельянов А. А., Власова Е. А., Дума Р. В., Емельянова Н. З.** Компьютерная имитация экономических процессов. М.: Маркет ДС, 2010. 464 с.