

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИКИ И СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Г. А. Лисьев (Магнитогорск)

Систему образования России можно рассматривать как уникальный стратегический ресурс, воспроизведение которого в других странах или невозможно, или затруднительно. Воспроизводство и расширение стратегического ресурса требует пристального внимания к инвестициям, их структуре и оценке отдачи. Исследования имитационных моделей с параметрами, изменяемыми детерминированно или стохастически, позволят оценить некоторые последствия от принятия решений в области инвестиций в систему образования (СО). В примере рассматривается построение модели, отражающей движения денежных средств (как обобщенного показателя) по общему циклу: ВВП → инвестиции в СО → прирост ВВП (эффекты образования) → инвестиции → ... Приводятся соображения о значимости различных факторов, влияющих на эффективность инвестиций в образование.

Эти и другие (описанные ниже) соображения и факты легли в основу построения и модификации имитационной модели взаимодействия экономики и образования. Моделирование проведено в среде MatLab – Simulink. В модели рассматриваются денежные потоки, оказывающие непосредственное влияние на формирование доходной и расходной частей бюджета страны.

Имитационная модель первого приближения является детерминированной моделью с циклами обратной отрицательной и положительной связи. Она включает в себя элементы задержки. Модель первого приближения состоит из нескольких основных подсистем и блоков.

Основные подсистемы:

- формирование затрат (на образование);
- формирование доходов (бюджета).

Интеграторы «Накопление затрат» и «Накопление дохода» служат для накопления соответствующих денежных потоков за рассматриваемый интервал времени.

Единичный период расчета – 1 квартал. По квартальным данным могут уточняться значения параметров модели, исходя из фактических статистических данных.

Для учета долговременных и кратковременных эффектов выделяются подсистемы с различными жизненными циклами и соответствующими задержками отдачи от инвестиций. Они объединены в общую подсистему «Формирование затрат». При этом учитывается особенность российской действительности: затраты на образование делятся на «белые» – бюджет и прозрачные инвестиции (платное обучение); «серые» – репетиторство, дообучение и т.п.; «черные» – взятки и коррупция¹. Последние виды затрат создают отрицательный эффект: инвестиции без прироста ВВП.

В подсистеме формирования затрат на образование на первом этапе моделирования выделены блоки, которые отражают статьи расходов бюджета, а также «серые» и «черные» потоки денежных средств населения на поддержку образовательных программ (суммарный поток):

1) дошкольное образование; 2) начальная школа; 3) средняя школа; 4) начальное профессиональное образование; 5) среднее профессиональное образование; 6) высшее профессиональное образование; 7) поствысшее образование (магистратура, аспирантура, докторантура).

¹ Используется терминология, приведенная в отчетах по проекту «Мониторинг экономики образования», ГУ-ВШЭ, Москва.

Также выделяем блок затрат на *профессиональную переподготовку и повышение квалификации*. Особенности последнего блока:

а) перманентное (непрерывное) проведение – нет явной сезонной зависимости, как в предыдущих статьях затрат;

б) затраты формируются в основном на уровне домохозяйств и предприятий (целевые государственные программы достаточно редки, например, проект «Электронная Россия»);

в) быстрая отдача от инвестиций.

Блоки представлены коэффициентами, отражающими долю затрат в общем объеме, направляемом из ВВП на инвестиции в образовательную систему. Величины коэффициентов на первом этапе построения модели задаются в виде констант. Их примерные значения определяются из бюджетных статей и экспертных оценок.

Влияния блоков затрат на эффект прироста ВВП проявляется с различными лагами. Поэтому для каждого вида затрат устанавливается свой блок задержки. Значения задержек (лагов) на первом этапе также задаются в виде констант, исходя из соображений цикличности каждого вида образования. Например, задержка от инвестиций в дошкольное образование задана на уровне 60 единиц (кварталов), что соответствует усредненному значению 15 лет.

Моделирование в статическом варианте, с изменением доли бюджета, выделяемого на образование (от 1% до 20%), дало вполне предсказуемые результаты. Чем выше доля расходов, тем сильнее колебания накоплений бюджета, обусловленные задержками в отдаче от разных видов образования.

Модификации модели определены общими соображениями о «стохастичности» как процессов финансирования (уже не точечные значения, а интервальные, с заданной функцией распределения внутри интервалов), так и времени задержки.

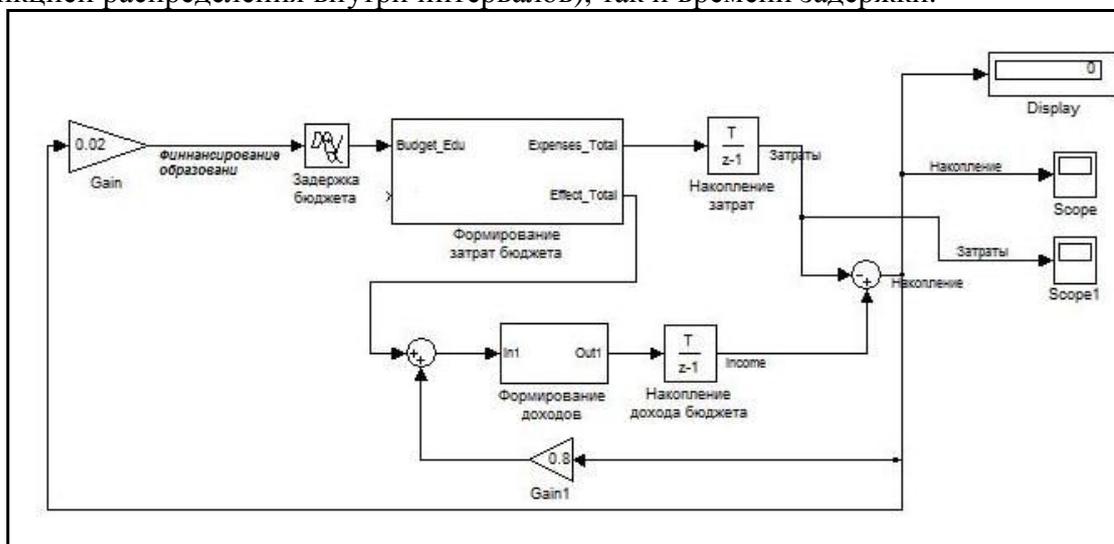


Рис. 1. Модель «Образование – ВВП»

В подсистеме формирования затрат условно принято, что весь поток средств (инвестиций), направляемых в образование, делится в пропорции (6/4) между подсистемами «Общее образование» и «Профессиональное образование». Это соотношение отражает примерное состояние затрат, полученное по статистическим данным различных стран.

Для лучшего понимания модели эта подсистема декомпозирована на три подсистемы:

1. **Школа:** входят блоки обработки дошкольного и всего школьного образования;
2. **Профессия:** блоки обработки профессионального и поствысшего образования;
3. **Переподготовка:** блоки повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Для проведения имитационных экспериментов с моделью используется дополнительные средства среды моделирования MatLab. Управление экспериментом реализуется в программах, объединенных с моделью и системами визуализации в единый комплекс.

На первом шаге большинство блоков констант в исходной модели заменяется на блоки переменных, значения которых будут задаваться в программах. Вводятся дополнительные сервисные блоки, обеспечивающие согласование программ с моделью, а также обеспечивающие расширенную визуализацию экспериментов.

Результат выполнения серии статических экспериментов – 3D-график изменения накопления бюджета в результате эффектов от образования – представлен для заданных значений параметров (констант, диапазонов изменений и коэффициентов эффектов) на рис. 2.

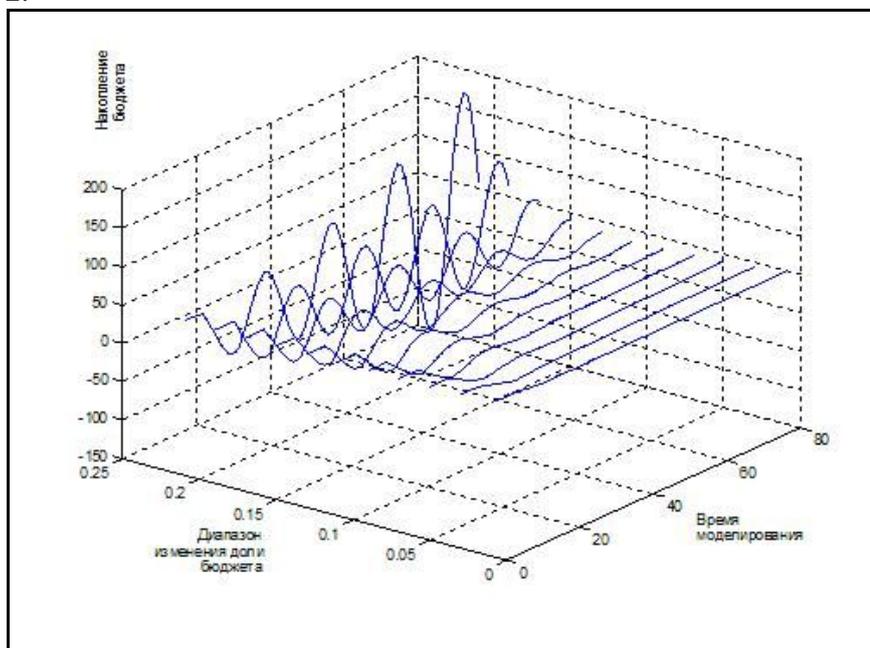


Рис. 2. Результат эксперимента

На 3D-графике видно, что с увеличением расходов бюджета на образование в данной модели возникают колебания, амплитуда которых начинает увеличиваться при росте расходной доли бюджета. Увеличение амплитуды колебаний в накопительной части бюджета может быть интерпретировано для этого текущего приближения модели как появление неустойчивости.

Модификация модели направлена на привлечение стохастических изменений некоторых параметров. Это обусловлено особенностями принятия решений в сфере управления образованием и общей экономической ситуацией в стране.

Табл. 1

№	Диапазон изменения доли бюджета, %
1	4 – 6
2	4 – 8
3	4 – 10
4	4 – 12
5	6 – 10
6	6 – 12

Модифицированная модель содержит блок **Uniform Random Number** (равномерное распределение). Этот блок формирует последовательность случайных величин, распределенных по равномерному закону. Эта последовательность моделирует «случайное» выделение средств бюджета на образование в течение всего периода симуляции. Количество «прогонов» с разным набором случайных величин на данном этапе установлено – 10. Диапазоны изменения параметра «Доля бюджета» также различны. Их значения приведены в табл. 1 и на соответствующих рисунках. Чтобы получить различные наборы случайных величин в каждом прогоне модели, применялся простой алгоритм изменения начального значения для генерации рядов случайных чисел (иначе MatLab генерирует для одних и тех же параметров одинаковые последовательности).

На рис. 3 приводится пример результата стохастической симуляции. Полученные результаты показывают, что для получения «устойчивого» роста экономики страны, при заданных условиях и ограничениях, необходимы значительные инвестиции в образование. При этом общий объем ВВП будет снижен и восстановится не менее через 150–200 условных временных единиц, принятых в модели. Если считать единицей – квартал (как это было принято в начале построения модели), то эффект от инвестиций в образование, таким образом, явно проявится только через 40–50 лет (!). Вывод оказывается достаточно спорным – в истории России (Советского Союза) эффекты от образования сказывались гораздо раньше. Поэтому для ППР необходимо уточнять, например, на основе экспертной оценки «периоды» возврата от инвестиций в различные направления образовательной системы (см. выше).

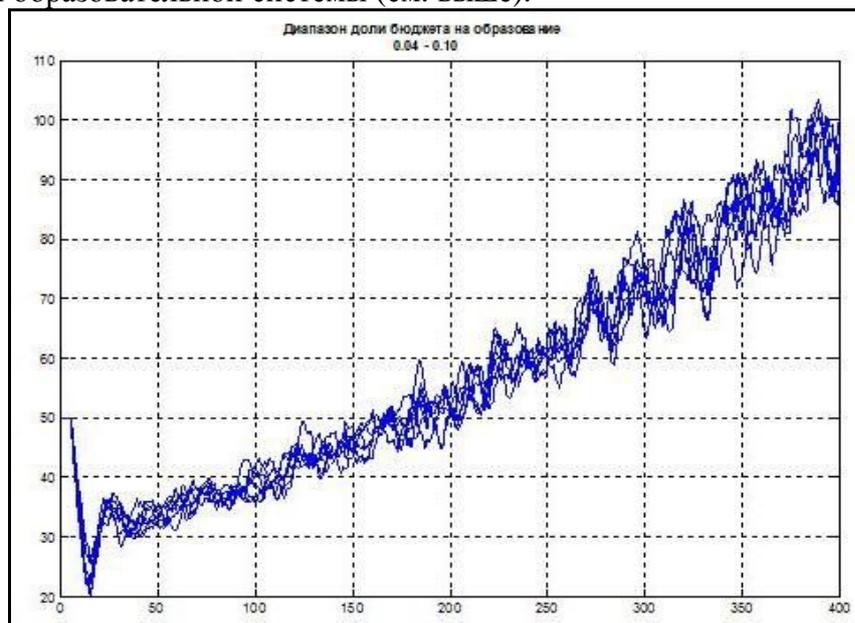


Рис. 3. Пример стохастической симуляции в заданном диапазоне изменения доли бюджета

Выводы

Имитационный эксперимент, даже в такой, достаточно приближенной форме, показывает возможные границы «устойчивого» режима развития системы образования, и её влияния на развитие экономики. Также можно определить границы прохождения «точки безубыточности» для инвестиций в образование. Однако гипотеза о том, что финансирование образовательной системы является инвестицией, на наш взгляд, требует дополнительной проверки для реалий современной России.

Взаимодействие СО с экономикой РФ имеет некоторые особенности. Можно констатировать, что из системы, полностью зависимой от решений на уровне прави-

тельства (полное планирование) в детерминированной экономике, СО перешла в систему, достаточно автономную. Этот факт подтверждается развитием с 90-х годов XX века системы платного (коммерческого) образования в России. Экстенсивный рост российской системе высшего образования в годы реформ обеспечили дополнительные наборы на специальности, которые не требуют значительных капитальных затрат (менеджмент, педагогика, социальная работа, психология...). Наборы по этим направлениям подготовки выросли по сравнению с уровнем начала 90-х годов до 13 (!) раз. Такое интенсивное расширение дало вузам возможность на некоторое время воспользоваться привлеченными средствами (широкое распространение платного образования, особенно на заочные (дистанционные) формы). Эти привлеченные средства значительно компенсировали бюджетное недофинансирование и даже позволили некоторым вузам провести коренную модификацию, сохранить и расширить кадровый состав.