

## **ВВЕДЕНИЕ.**

### **Методология моделирования: современные подходы**

Термин «модель», «моделирование» активно используются в различных областях науки, включая науки об обществе [Вартофский 1988: 27; Новик, Садовский 1988: 450]. Расширение круга используемых математических методов для моделирования и прогнозирования социальных процессов требует развития методологии моделирования, уточнения правил использования моделей, анализа их возможностей и ограничений [см., например: Садовничий и др. 2012].

Среди социальных наук использование математических моделей наибольшее распространение получило в демографии и экономике. Наиболее распространенными являются экспертные, экстраполяционные, динамические, сценарные методы моделирования. Большое влияние на развитие количественных методов моделирования мировой динамики оказали работы, проводившиеся по инициативе «Римского клуба» с начала семидесятых годов XX в. [Форрестер 1978; Meadows *et al.* 1972; Mesarović, Pestel 1974; см. также: Пестель 1988 и др.]. После опубликования указанных работ макро моделирование приобрело популярность, его дальнейшая эволюция пошла по пути детализации и конкретизации моделей отдельных стран. Модели становились все более сложными из-за стремления путем введения большого количества учитываемых факторов повысить адекватность моделирования (при этом моделирование имело сугубо экономическую направленность; внеэкономические факторы, как правило, не учитывались). По мере усложнения моделей происходила потеря прозрачности моделирования, поскольку увеличение количества формально учитываемых факторов приводит, как правило, не к повышению точности, а к ухудшению понимания логики процессов. Созданные к настоящему времени прогнозные модели в подавляющем большинстве случаев имеют трендовый характер и не учитывают макроциклической

динамики. Существующие модели невозможно объединить в единую систему, они различаются по подходам, методам, математическому аппарату, что затрудняет их использование в системах стратегического планирования и управления.

Представляется, что актуальными задачами дальнейшего совершенствования методов моделирования мировой динамики являются следующие:

- экономические, демографические, социальные, культурные показатели должны рассматриваться как эндогенные;
- модели должны учитывать взаимовлияние экономических, демографических, социальных, культурных факторов друг на друга;
- при этом количество переменных должно быть минимизировано, чтобы обеспечить прозрачность моделирования;
- должна учитываться не только трендовая, но и циклическая динамика экономических, политических, социальных процессов;
- модели должны верифицироваться на исторических данных;
- модели должны позволять описывать неравновесные процессы, возрастающую отдачу в экономике, ловушки развития.

Указанные задачи невозможно решить путем формирования единой комплексной модели, предназначенной для решения всего круга вопросов, связанных с анализом мировой динамики. Необходимо использовать блочно-иерархический метод и разбивать крупные задачи на ряд вложенных подзадач, каждую из которых целесообразно решать в рамках своей частной расчетной модели. Данные модели могут отличаться составом переменных, используемыми показателями, методами вычислений, самой идеологией моделирования (это все должно определяться спецификой конкретной решаемой подзадачи). Главное – чтобы они были согласованы по входам и выходам и представляли собой иерархию взаимоувязанных и взаимодополняющих моделей. Целесообразность такого разделения обусловлена тем, что на каждом уровне проявляются свои закономерности, которые сложно (а порой и невозможно) выявить на другом уровне. Применительно к моделированию и прогнозированию мировой динамики целесообразно выделение трех взаимосвязанных иерархических уровней:

- моделирование общих тенденций развития мира как целостной системы. Здесь должны быть выявлены наиболее общие зако-

номерности, характеризующие исторический процесс и проявляющиеся именно на этом глобальном уровне;

– моделирование особенностей региональной динамики. Этот срез важен, поскольку глобальная динамика является результатом региональных взаимодействий и противоречий;

– моделирование социально-экономической динамики отдельных стран в контексте мирового и регионального развития.

Результатом моделирования на первых двух уровнях является определение исходных данных и *ограничивающих* условий для решения оптимизационных задач на третьем уровне моделирования, где исследуются оптимальные стратегии развития отдельных стран.

На долгосрочном горизонте имеет смысл моделировать не сами процессы (они весьма многообразны и могут сильно отличаться друг от друга в различные временные периоды), а их результаты. По существу, речь идет о моделировании динамики ограничений, накладываемых на исследуемые процессы. Для анализа долговременных тенденций, как правило, важны не детали процессов, а объемы доступных ресурсов, емкости имеющихся ниш (экономических, демографических, экологических и др.) и макропропорции (макросоотношения) базовых процессов, обеспечивающих заполнение этих ниш в результате активной человеческой деятельности при использовании имеющихся технологий.

При моделировании важно учитывать специфику социальных процессов: это процессы с обратной положительной связью в условиях внешних ограничений. Положительная обратная связь есть следствие активности людей с их творческими возможностями, что позволяет постоянно выявлять новые ресурсы и достаточно быстро их осваивать за счет изобретения новых технологий. На стадии освоения новых ресурсов и распространения новых технологий социальные процессы (экономические, демографические, политические) идут с ускорением, базовые характеристики увеличиваются экспоненциально. Это период возрастающей отдачи.

Когда ресурсы приходят к истощению и выявляются серьезные ограничения в их использовании, то положительная обратная связь сменяется на отрицательную обратную связь, процессы приходят в насыщение, ситуация стабилизируется, уравнивается. Это период убывающей отдачи. Такие ситуации хорошо описываются

равновесными моделями балансового типа. Динамические уравнения здесь нужны не для описания самих процессов, а для описания изменения объема ниш и ограничений, накладываемых внешними условиями.

Таким образом, иерархическую систему моделирования мировой динамики целесообразно строить следующим образом:

а) *первый уровень* моделирования – агрегированная модель динамики Мир-системы как целого, предназначенная для анализа трендов мирового развития. Она включает в себя динамические уравнения, описывающие изменение объема ресурсных ниш и ограничений на их использование. На первом этапе моделируются макротенденции, на втором – анализируется и описывается динамика возникновения, освоения, использования и исчерпания ресурсных ниш, вносящая циклическую (колебательную) компоненту в исторические тренды;

б) *второй уровень* моделирования – модель региональной динамики, предназначенная для более детального описания глобальных социально-экономических изменений и освоения ресурсных ниш и с учетом неравномерности развития отдельных стран и регионов мира. Неравномерность технологического, экономического, культурного развития – это следствие наличия положительной обратной связи в социальных процессах. Она приводит к появлению стран-лидеров и стран-аутсайдеров, которые временно отстали в освоении новых ресурсов и ниш и оказались в роли догоняющих. На этом уровне целесообразно агрегированное рассмотрение стран-лидеров, которые можно объединить в кластер с условным названием «центр» (причем состав стран, входящих в эту группу, изменяется в ходе исторического развития), и временно отставших стран, которые можно объединить в кластер с условным названием «периферия Мир-системы»\*. Могут использоваться и другие способы агрегирования, например по территориальному признаку. На этом уровне моделирования ярко проявляются циклические составляющие мировой динамики, связанные с конкуренцией стран и их объединений (экономических, военно-политических союзов) за лидерство, здесь становится важным описание деталей происходящих глобальных процессов.

---

\* Подробнее о центре и периферии современной Мир-системы см.: Гринин, Коротчаев 2012.

Результаты исследования макропроцессов на первом и втором уровнях моделирования задают внешние условия и ограничения для моделирования на третьем уровне – уровне отдельных стран;

в) *третий уровень* моделирования – модели отдельных стран, предназначенные для анализа и прогноза развития конкретных государств в условиях ограничений и сценариев, сформированных на первом и втором уровнях моделирования. На этом уровне могут использоваться разнообразные модели, ориентированные на решение конкретных задач, в том числе задач социально-экономического планирования и управления в РФ.

Соответственно в краткосрочных моделях третьего уровня должны использоваться наиболее «быстрые» переменные, с помощью которых возможно описание скоротечных процессов («шоков») и быстрой реакции рассматриваемой социальной системы на изменение внешних и внутренних условий.

При переходе от краткосрочных к долгосрочным моделям возникают проблемы, обусловленные следующим:

а) для горизонта 10 и более лет остро встает вопрос о достоверности и даже о принципиальной возможности прогноза многих показателей, традиционно используемых при краткосрочном и среднесрочном планировании. Невозможность прогнозной оценки данных показателей с удовлетворительной точностью резко сужает возможности решения оптимизационных задач, важных для стратегического планирования;

б) в краткосрочном периоде демографические, экономические, социальные, военно-политические процессы, как правило, рассматриваются отдельно друг от друга. Взаимные влияния учитываются в соответствующих расчетных моделях как экзогенные (внешние) факторы. Для долгосрочного периода такой подход перестает быть справедливым, взаимное влияние указанных процессов должно быть включено прямым образом в расчетные модели, однако моделей такого типа чрезвычайно мало.

Для решения указанных проблем можно использовать следующие подходы:

а) специфика моделей долгосрочного прогнозирования заключается в том, что они должны будут работать в зоне высокой неопределенности, когда точный и достоверный прогноз многих показателей, используемых при краткосрочном и среднесрочном планировании, невозможен. В этой зоне становится неактуальным большой круг задач, требующий детализированных данных, тесно

связанных с развитием конкретных ситуаций (которые чрезвычайно важны для краткосрочного планирования, но не востребованы при долгосрочном планировании). С другой стороны, на первый план выходят категории и показатели, отражающие фундаментальные долговременные процессы (так называемые «параметры порядка», характеризующие структурные изменения в жизни страны и мира в целом). К данным процессам относится динамика:

- ресурсов, прежде всего энергетических и людских (с учетом изменения человеческого капитала);
- возможностей, прежде всего в научно-технической и технологической сферах;
- инфраструктур (экономических, транспортных, информационных), от которых зависит экономический рост;
- организационных структур (производственных, управленческих, институциональных, культурно-цивилизационных), от которых зависит эффективность и конкурентоспособность общества и государства;
- политики как вовне (геополитика, межстрановая конкуренция), так и внутри (обеспечение долгосрочной устойчивости социально-экономического и политического развития страны и государственных союзов).

Для долгосрочного планирования становятся важными комплексные показатели, в агрегированном виде характеризующие совокупную мощь страны, ее геополитическую конкурентоспособность;

б) для учета взаимного влияния демографических, экономических, социальных, военно-политических процессов в долгосрочном периоде, а также для определения оптимального баланса между решением задач обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития (что крайне необходимо для стратегического планирования в РФ) целесообразно использовать специализированные математические модели, в том числе модели оценки устойчивости функционирования и поступательного развития страны в условиях внешних и внутренних дестабилизирующих воздействий.

При переходе от краткосрочных к долгосрочным моделям должен осуществляться переход от «быстрых» к «медленным» переменным, описывающим долговременные тенденции развития. По существу, «медленные» переменные должны быть «параметрами порядка» моделей более низкого уровня и представлять собой

свертки (агрегаты) показателей этих моделей. Подобным образом количество переменных и параметров моделей по мере восхождения от третьего к первому уровню должно сокращаться, а сами модели должны приобретать все более агрегированный характер.

В целом моделирование мировой динамики должно удовлетворять следующим требованиям:

– создаваемые модели должны составлять единую систему, модели разных уровней должны быть согласованы по показателям;

– модели должны иметь динамический и нелинейный характер (поскольку динамичность и нелинейность являются характерными особенностями социально-экономических и политических процессов);

– модели должны учитывать взаимосвязь демографических, экономических, социальных, политических факторов;

– модели должны позволять анализировать устойчивость социально-экономических систем к внешним и внутренним дестабилизирующим воздействиям;

– модели должны иметь практическую направленность, результаты моделирования должны обеспечивать поддержку принятия решений в области стратегического планирования и управления в РФ.

В основе разработки моделей должна лежать методология анализа развивающихся систем (с использованием синергетики, экономофизики, социофизики). Рациональным алгоритмом разработки моделей является следующий: от содержательного анализа процессов к их когнитивному моделированию (результат – разработка когнитивных карт); далее – к формированию базовых логико-математических моделей, описывающих основные закономерности процессов и позволяющих проводить динамический бифуркационный анализ и прогноз вариантов развития (результат – базовые динамические модели); далее – к конкретизации базовых моделей с учетом условий исторического развития рассматриваемых стран и регионов (результат – имитационные модели конкретных объектов и процессов); далее – к верификации параметров моделей на эмпирических данных (результат – идентификация параметров имитационных моделей); далее – к прогнозу динамики рассматриваемых процессов для различных вариантов внешних условий и управляющих воздействий (результат – сценарные прогнозные расчеты); далее – к решению оптимизационных задач по определению наиболее эффективных управляющих воздействий, обеспечиваю-

щих наилучшие траектории развития (результат – рекомендации для лиц, принимающих решения).

В настоящей коллективной монографии «Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: методология и базовые модели» представлены некоторые результаты исследований, проведенных в рамках проекта РФФ № 14-11-00634 «Математические методы прогнозирования мирового и странового социально-экономического развития». Целью проекта является разработка методологии, математических методов и моделей для анализа и прогнозирования современных макротенденций и циклов экономической, демографической, политической, социальной, культурной и технологической мировой, региональной и национальной динамики в интересах научного обеспечения стратегического планирования в Российской Федерации. Актуальность работ резко возросла после принятия 28 июня 2014 г. Федерального закона № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» в связи с необходимостью его реализации. В монографию включены материалы по методологии моделирования и прогнозирования социальных процессов, а также по базовым моделям мировой и региональной динамики.

*В. А. Садовничий, А. А. Акаев,  
С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин*

### Литература

- Вартофский М. 1988.** *Модели. Репрезентация и научное понимание.* М.: Прогресс.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2012.** *Циклы, кризисы, ловушки современной Мир-Системы. Исследование кондратьевских, жюгляровских и вековых циклов, глобальных кризисов, мальтузианских и постмальтузианских ловушек /* Отв. ред. С. Ю. Малков. М.: ЛКИ.
- Новик И. Б., Садовский В. Н. 1988.** Модели в науке: исторические и социокультурные аспекты (Послесловие). В: Вартофский, В. М., *Модели. Репрезентация и научное понимание.* М.: Прогресс. С. 450–484.
- Пестель Э. 1988.** *За пределами роста.* М.: Прогресс.
- Садовничий В. А., Акаев А. А., Коротаев А. В., Малков С. Ю. 2012.** *Моделирование и прогнозирование мировой динамики.* М.: ИСПИ РАН.
- Форрестер Дж. 1978.** *Мировая динамика.* М.: Наука.
- Meadows D. L. et al. 1972.** *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind.* New York: Universe Books.
- Mesarović M. D., Pestel E. 1974.** *Mankind at the Turning Point: The Second Report to the Club of Rome.* Laxenburg: IIASA.