

инновационной системе образования и подготовки кадров. В высших учебных заведениях ведётся большая научная работа, создают на своей базе малые инновационные предприятия. За последние четыре года были созданы такие предприятия в медицине, машиностроении, материаловедении. Фондом поддержано более 30 инновационных проектов по программе «УМНИК» (Участники молодежного научно-инновационного конкурса), 9 – по программе «Старт». В марте 2017 г. объявлен конкурс Ш.У.СТР.И.К, главой задачей которого является вовлечение талантливой молодежи в научно-техническое творчество и проектную деятельность.

Надеемся, что проводимые мероприятия станут надежной и долговременной платформой, созданной региональной властью с целью развития инновационной инфраструктуры региона, формирования новых площадок для реализации высокотехнологичных проектов, а также повышения инвестиционной привлекательности Пензенского края.

Список использованной литературы:

1. Уланова, Особенности современного инновационного развития Пензенской области / О.И. Уланова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. - №2. – С. 36-37.
2. Система продвижения инноваций в Пензенской области [Электронный ресурс]. URL: www.volgabiz.ru.
3. Стратегия социально экономического развития [Электронный ресурс]. URL: http://econom.pnzreg.ru/soc_ec_razvitie/strateg_soc_ec_pazvit.
4. Давыдкина, О. А. Региональные особенности инновационного развития экономического потенциала Пензенской области / О. А. Давыдкина, О. С. Бирюкова, Р. Р. Бобоходжаев // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 3926–3930. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2016/86824.htm>.
5. Показатели социально-экономического развития Пензенской области [Электронный ресурс]. URL: http://archive.pnzreg.ru/national_economy/potencial.

© Уланова О.И., 2017

УДК 33.330

Фаминская М.В.

к. ф.-м. н., доцент, РГСУ
г. Москва, Российская Федерация
E mail: faminskaya@mail.ru

АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МИРОВЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация

В работе анализируются две проблемы, возникающие при математическом моделировании и прогнозировании мировых интеграционных процессов методами системной динамики. Рассматривается проблема влияния временной шкалы описания и выбора кратко-, средне- и долгосрочной шкалы моделирования. Анализируются основные источники неопределенности прогнозирования по полученным моделям.

Ключевые слова

Математическое моделирование, системная динамика, интеграция, синергетика, сценарии развития.

Испытывая тревогу за будущее человечества в связи с истощением природных ресурсов, загрязнением окружающей среды, увеличением разрыва в развитии бедных и богатых стран, возрастанием политической напряженности, возникает потребность в моделировании сложнейшей планетарной системы экономических, политических, социальных и экологических взаимодействий, выявлении тенденций развития общества. Для

решения этих вопросов можно использовать глобальные имитационные модели или, как их еще называют, модели системной динамики. Впервые такую модель к изучению глобальной динамики нашей планеты применил Джей Форрестер на рубеже 60-х – 70-х годов 20 века [6, 7], где прогнозировал динамику развития обобщенных глобальных параметров цивилизации и природной среды. Затем подобные работы были продолжены Римским клубом. Представляет интерес одна из наиболее проработанных работ последователей Форрестера – модели Global Scenario Group (GSG) [6,7], горизонт моделирования в которых простирался до 2050 года. В работах [3,4,5] анализировалась возможность применения подхода системной динамики и синергетического подхода к мировым интеграционным процессам, причем в качестве мирового региона выбиралась Северо-Восточная Азия (СВА).

Мировые интеграционные процессы продолжаются, в сущности, с конца Средневековья и начала эпохи Великих географических открытий. Современность привнесла в нее только небывалый динамизм за счет «экономизации» процесса. В этом процессе, в силу его долгосрочности, сохраняются, казалось бы, давно преодоленные архетипы. Так, колониальная эпоха воскрешает архетип античного рабства применительно к взаимоотношениям метрополии и колонии. А сценарий «государство-крепость» для «золотого миллиарда», разработанный в работе [6,7], означает, по существу, перенос феодального архетипа на взаимоотношения между странами. При этом, как отмечено в работе Малкова [1,2], распределения социальных характеристик (уровня жизни и т.д.) из одnogорбых, характерных для демократических систем, вновь становятся двугорбыми, отражая резкое деление на элиту и всех остальных.

Временное измерение. Первый вопрос, который рассматривается данной работе – это вопрос временного измерения или временного масштаба в мировой интеграции.

Если мы хотим уловить динамику экспансии интеграции от ядра интеграции до ее возможной границы, надо выбрать характерное время меньше, чем требуется для достижения объектом динамического равновесия. Это можно назвать краткосрочным временным масштабом. Если же предметом исследования является именно устойчивое состояние, нужно выбрать масштаб времени более длительный, чем процессы перехода. Его можно назвать среднесрочным. Но этот масштаб не должен быть слишком большим, в противном случае наши модели будут улавливать процесс потери устойчивости и перехода в новое устойчивое состояние. Характерный для этого масштаб можно назвать долгосрочным. На нем возникает проблема сохранения идентичности объекта (вроде «Россия – это то же, что СССР или нет?»). Такие вопросы должны естественно возникать по истечении какого-то времени применительно к участникам процесса интеграции.

Количественные модели, применяемые для прогноза, по своей структуре адаптированы именно к краткосрочному масштабу, даже если формально в них можно произвести расчеты на сотни лет вперед. Дело в том, что они ориентированы на переходные процессы, а не на устойчивые состояния. Только синергетический подход может адекватно работать со среднесрочными прогнозами. Для СВА, например, такие работы, насколько нам известно, не проводились. Приходится «угадывать» возможную структуру устойчивых состояний по тенденциям поведения краткосрочных моделей на верхнем пределе их применимости.

Принято выбирать единую временную шкалу для всех анализируемых объектов. То есть, если мы проводим среднесрочный анализ, необходимо сказать, сколько это лет, пусть даже одни объекты за это время «еще не родились», а другие «уже умерли». Как и для иерархии пространственных структур, иерархия временных структур формируется «сверху» - процессом глобализации. Каков ее характерный временной масштаб? Хотя, как отмечалось, глобализация началась чуть ли не с конца Средневековья, в последние десятилетия она идет, конечно, особенно ускоренными темпами, которые и надо принять за основу. Рассмотрим период, прошедший после окончания II Мировой войны. За это время послевоенное устройство мира очевидным образом потеряло устойчивость, и ему на смену, видимо, идет новое устойчивое состояние, но оно еще не установилось. Поэтому возьмем характерный долгосрочный масштаб чуть побольше – скажем, 100 лет. Среднесрочный масштаб – время установления устойчивого состояния внутри региона – тогда будет несколько десятков лет. Это же и характерное время региональной интеграции. Сколько именно десятков лет? Если судить по опыту интеграции Европейского Союза, приблизительно 50 лет. Если же подойти с

другого конца – взять горизонт, до которого проводятся расчеты в моделях, использованных в данной работе, то это в среднем 30-50 лет. Поэтому возьмем среднесрочный масштаб равным 50 годам, а все, что короче 30 лет, будем считать краткосрочными (в региональном смысле) процессами.

Разные временные шкалы улавливают разные процессы в политико-социально-экономическом «измерении» [5]. Так, военно-политические кризисы принадлежат краткосрочному масштабу, этапы экономического развития – среднесрочному масштабу, а демографические процессы, социальные изменения и цивилизационные сдвиги – все более долгосрочным масштабам. Скажем, разница «политического стиля» Китая, США и России в среднесрочной перспективе – константа, а в долгосрочной может начать меняться. Экономические тенденции (допустим, рост китайской экономики или изменение цены на нефть) в краткосрочном масштабе обычно выглядят как стохастика, а лучше всего проявляются в среднесрочном масштабе.

В силу всего этого, в каждый момент времени в США (как и во всем мире) одновременно происходят процессы с очень разным временным горизонтом. В терминологии [7], хотя мы разбиваем возможное развитие на несколько сценариев, все эти сценарии обычно исполняются «параллельно», хотя и с разной скоростью. [7] Схематически иллюстрирует это на примере конкретных сценариев мирового развития, выработанных GCG (Global Scenario Group).

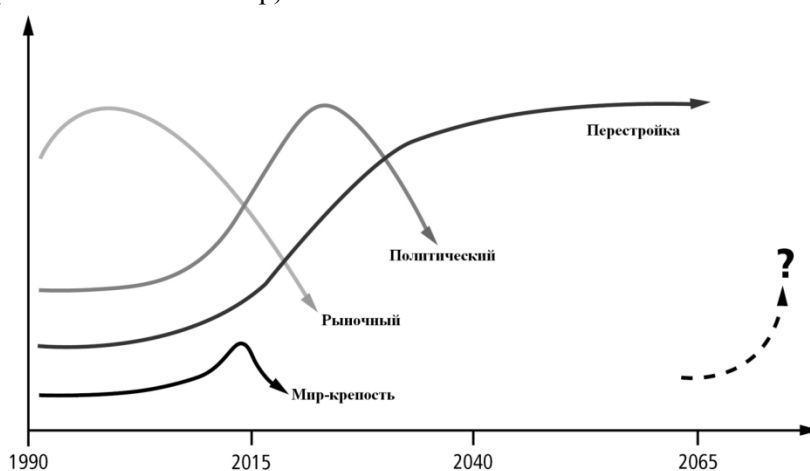


Рисунок 1 – Взаимодействие во времени одновременно выполняющихся сценариев GCG.
«Кооперативное» взаимодействие различных сценариев

Применительно к США, это можно пояснить так. Для краткосрочного масштаба характерным сценарием является “business as usual” – BAU. Это тот же эффект, что при прогнозе погоды: наилучший краткосрочный прогноз – «завтра будет, как вчера». В среднесрочном масштабе реализуется планируемый сценарий (или сценарии) развития, например план развития народного хозяйства КНР, в который составной частью входят интеграционные мероприятия. А в промежуточной временной шкале могут реализовываться сценарии кризисов или конфликтов (например, вокруг Тайваня), которые взаимодействуют с плановым сценарием и могут его полностью изменить.

Традиционно усилия по управлению сценариями развития ориентированы в основном на среднесрочную перспективу. Это связано с тем, что в краткосрочном масштабе доминирующим фактором являются не управляющие воздействия, а просто инерция развития, а в долгосрочном масштабе обычно изменяется сам управляющий субъект. Поэтому долгосрочное управление возможно только через долгосрочные же процессы – не политические, а социальные и культурные, с опорой на цивилизационные инварианты. Здесь появляется значительная рефлексивная компонента [3], и сложно провести грань между целенаправленным управлением и естественным развитием.

Достаточно очевидно, что у разных участников процессы управления интеграцией США разворачиваются во времени по-разному. У США это так называемое целевое управление, ориентированное на достижение заданной цели к заданному моменту времени. У Китая это так называемое критериальное управление без жесткого ограничения по времени. У России это по преимуществу текущая реакция на

наиболее острые раздражители.

Неопределенности. Как отмечено в [6], любые прогнозы, кроме «инерционных» краткосрочных, содержат значительную неопределенность, возрастающую с отдалением временного горизонта прогноза. Основные источники неопределенности следующие:

- **Незнание** текущего состояния моделируемого объекта и законов его динамики из-за ограниченности данных. Эта неопределенность достаточно хорошо описывается методами математической статистики, например «стандартным отклонением» прогноза.

- **Неожиданности** – кризисы, характерные для развития сложных систем. Это проявление нелинейности последних, и на его описание в основном и нацелен синергетический подход.

- **Субъективность**, в смысле зависимости от воли субъектов, осуществляющих выбор того или иного сценария, сознательно или бессознательно.

Представляется обоснованным провести дальнейшее разделение «незнания» на незнание текущего состояния и незнание законов развития, т.е. несовершенство модели, а также разделение «неожиданностей» на вызванные случайными факторами и заложенные в самой модели динамики, но неочевидные – скажем, типа «детерминированного хаоса».

Что дает знание неопределенности сценариев развития для их анализа? Наиболее естественно рассматривать неопределенности как риски. Например, неопределенность будущей цены на энергоносители вызывает либо риск снижения инвестиций за счет увеличения расходов на импорт, либо риск нерентабельности проектов создания энергетической инфраструктуры. Характерно, что риск возникает в любом случае – как при высоких, так и при низких ценах. Аналогичный эффект имеет неопределенность будущих темпов экономического роста таких ключевых участников интеграции в СВА, как Китай и Япония. Такие риски, которые содержат как угрозы, так и потенциальные возможности, в настоящее время принято называть «вызовами» (challenges).

Этот термин включает в себе определенное отношение к риску как к непредсказуемому препятствию, которое надо преодолеть специальными мерами, когда и если оно возникнет. Такое отношение характерно для европейского и американского подхода к развитию. Однако возможно и другое отношение к риску: страховка, или хеджирование. При этом в сценарий встраиваются системы адаптивной реакции на расхождение сценария и действительности. Такой подход более характерен не для анализа, а для использования моделей в реальных процессах управления. Он свойственен китайскому отношению к развитию.

Синергетика рассматривает риски подобно пуле: она либо пролетает мимо, либо убивает насмерть. Связанные с рисками события, не нарушающие гомеостаза, то есть устойчивости текущего состояния системы, несущественны с точки зрения синергетики. События, нарушающие гомеостаз, приводят, по существу, к исчезновению рассматриваемого объекта и смене его на другой. Это, естественно, требует смены модели развития.

Обычно приводимые графики неопределенности, связанной с данными, изображают среднеквадратичное отклонение, полученное прогонкой вперед по времени исходного распределения вероятности, постулируемого для данных и коэффициентов модели. Часто такие графики приводят для ВВП. Поскольку ВВП является ведущим параметром в большинстве рассматриваемых моделей, эту информацию можно использовать для оценки неопределенности всех остальных переменных модели. Для этого нужно провести так называемый анализ чувствительности результатов расчета к изменению ВВП.

Сравнение прогнозов, получаемых в независимых друг от друга моделях, позволяет получить более надежную, чем в рамках только одной модели, оценку неопределенности. Если при этом разные модели исходят из одного и того же начального состояния системы, то можно вычленивать чисто модельную составляющую неопределенности. Кроме того следует отметить, что региональные прогнозы обладают большим модельным разбросом, чем глобальные модели. Общий результат такой: модельная неопределенность позволяет делать только качественные, но не количественные выводы.

Рассмотрим неопределенность как неожиданность. Неожиданные кризисы могут быть двух типов: связанные с «нелинейностью развития» и случайные. Исходя из общих законов синергетики, глубокая

интеграция повышает устойчивость как минимум региональной, а как максимум – и глобальной системы.

Кризисы были обнаружены еще в первых моделях глобальной динамики Форрестера. С тех пор постоянно дискутируется вопрос о том, какова модельная неопределенность таких прогнозов. Общий вывод такой: некоторые черты кризиса оказываются структурно устойчивыми к уточнению модели, некоторые – нет, но в любом случае нет смысла обсуждать неопределенность, генерируемую кризисом, в отрыве от модельной неопределенности.

Помимо кризисов, нелинейные явления порождают такие неожиданные с точки зрения «business as usual» явления, как насыщение и циклы подъема-спада (осцилляции). На самом деле разнообразие «нелинейных неожиданностей» гораздо больше, но указанные выше явления наблюдаются даже в простейших нелинейных моделях развития, например в уравнениях типа Лотки-Вольтерры. Их можно рассматривать как переход количества в качество: по мере роста активизируются новые степени свободы системы, через которые происходит отрицательная обратная связь, ограничивающая рост или инвертирующая его. Эти феномены принципиально важны для развития, например, США. Одна из наиболее дискутируемых проблем – когда и каким образом вступят в действие нелинейные ограничители роста Китая. Другое проявление отрицательной обратной связи – неожиданное для США убывание их влияния в США, несмотря на рост политического и экономического могущества.

Пожалуй, наиболее важная неопределенность кризисного типа связана с активизацией ресурсных, и в первую очередь энергетических ограничителей роста. Текущий тип адаптации стран США (да, по существу, и всего мира) к растущему дефициту энерго- и других ресурсов таков, что делает почти неизбежным срабатывание ограничителей роста именно через кризис. Неопределенность состоит в том, когда этот кризис произойдет и какую военно-политическую форму примет.

Что касается «случайных неожиданностей», то, как показывает исторический опыт, даже такие крупные из них, как война, обычно «не переключают стрелки» траекторий развития к новому равновесию. В Азиатско-Тихоокеанском регионе финансовый кризис этого типа, произошедший в 1997-1998 г., произвел возмущение в динамике социально-экономических показателей стран АТР, но принципиально не изменил тенденций развития. По мере увеличения мобильности капитала с ходом глобализации такие кризисы могут случаться вновь, но нет оснований считать, что они приобретут принципиальное значение.

Рассмотрим неопределенность как субъективность. Субъективный фактор влияет в первую очередь на то, какой из нескольких возможных сценариев развития будет осуществлен. В линейных моделях все выборы равноправны и непредсказуемы: зависят от таких факторов, как ясность видения перспектив того или иного сценария, наличие политической воли, моральная готовность населения к реформам и т.п. Попытки описать такие субъективные факторы объективными измеримыми показателями пока не приводили к успеху.

В синергетических, а особенно в рефлексивных моделях учитывается влияние объективных факторов на субъективный выбор, так что последний представляется в какой-то степени неизбежным. Этот вопрос издавна является дискуссионным: например, мог Дэн-Сяопин *не* повернуть Китай на путь реформ, или не мог? Является ли выбор трассы газопроводов Россия-Япония и Россия-Китай предопределенным политико-экономическими факторами, или он – предмет субъективного выбора?

Неопределенность, связанная с субъективностью, в значительной мере исчезает при переходе от прогноза к управлению. В частности, теория оптимального управления содержит средства для взаимодействия с субъективными критериями и решениями управляющего и перевода их в количественную форму.

Список использованной литературы:

1. Малков С.Ю. Этические системы и российская действительность.// Рефлексивные процессы и управление. Том 4, №1, 2004. С.48-61.
2. Малков С.Ю. Социальная самоорганизация и исторический процесс: Возможности математического моделирования. – М.: «Либроком», 2009. – 240 с.
3. Потехина Е.В., Фаминская М.В. О возможности системного синергетического подхода к изучению региональных интеграционных процессов. – Экономика и предпринимательство. 2016 - №3-1(68-1). – С. 319-324.

4. Фаминская М.В. О возможности применения синергетического и эмергетического подхода к региональным интеграционным процессам. Вопросы современной экономики и менеджмента: свежий взгляд и новые решения. Сб. трудов III Международной научно-практической конференции. Екатеринбург. 2016. с 186-189.
5. Фаминская М.В. Применение подхода системной динамики к интеграционным процессам в Северо-Восточной Азии. – Единый всероссийский научный вестник. – 2016.-№ 4.-Ч. 2 – С. 130-134.
6. Global Environment Outlook. Scenarios Framework. UNEP 2003.
7. Raskin, Paul, Tariq Banuri, Gilberto Gallopin, Pablo Gutman, Al Hammond, Robert Kates, and Rob Swart. Great Transition: The Promise and Lure of the Times Ahead. A report of the Global Scenario Group. SEI PoleStar Series Report no. 10. Boston: Stockholm Environment Institute, 2002.

© Фаминская М.В., 2017

УДК 338.2

Цапок Антон Владимирович
г. Санкт-Петербург, РФ
E-mail: tsvn12@rambler.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

Проводится анализ математических средств систем поддержки принятия управленческих решений. Рассмотрена архитектура системы поддержки принятия решений.

Ключевые слова

Система, интенсивность, отказ, обслуживание, восстановление, граф, модель.

Для реализации принципа системного анализа при решении проблем восстановления вооружения и военной техники, в рамках методологии компьютерного моделирования принятия управленческих решений, можно использовать компьютеризованные системы поддержки принятия решений на основе геоинформационных технологий, что обеспечивает гибкий подход к применению формальных методов при классификации и решении проблем с использованием систем оптимизации принятия решений.

Системы поддержки принятия решений (СППР) обеспечивают необходимой информацией лицо, принимающее решение (ЛПР), для принятия индивидуальных и групповых решений на основе компьютерного моделирования. Эффективность использования СППР обусловлена, прежде всего, возможностью ЛПР рассматривать значительное количество альтернатив, использовать модели при анализе информации, формировании различных альтернатив и их оценки по выбранным критериям, а также оценки последствий принятого решения.

Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой набор компьютерных устройств для сбора, хранения, поиска, трансформирования и отображения пространственных данных о географических объектах и атрибутивных признаках этих объектов. Пространственные данные устанавливают местонахождение, относительное положение объектов и другие геометрические характеристики. Характерной особенностью ГИС является способность селективно визуализировать признаки объектов.

Архитектура СППР, как правило, объединяет три системы: систему анализа, информационную систему и систему решения. Основными компонентами СППР (Рис.1) являются база данных, база моделей и программная подсистема, включающая систему управления базой данных (СУБД), систему управления