

ДЕНИС ДЕГТЕРЕВ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Компьютерные модели, как и другие разновидности компьютерных технологий обработки информации, появились во второй половине XX века в связи с созданием соответствующих технических устройств — электронно-вычислительных машин (ЭВМ). Они позволили резко увеличить скорость и объемы обработки информации, а также достаточно быстро и точно решать системы уравнений, описывающие различные явления и процессы. За короткий период компьютерные методы получили широкое применение практически во всех областях человеческой деятельности. Не стали исключением и международные отношения. Цена ошибки при принятии неверных решений в данной области (как и в медицине) чрезвычайно высока, поэтому компьютерное моделирование международных отношений чрезвычайно актуально.

За последние десятилетия было разработано большое количество специализированных баз данных, пакетов программного обеспечения для статистической обработки данных, различных регрессионных, теоретико-игровых и динамических моделей. К сожалению, в СССР, а затем и в России эти направления по ряду причин не получили значительного развития.

рывать международные ситуации, и можно разбить на несколько групп, в зависимости от задач, которые решаются с их помощью.

К наиболее простым компьютерным моделям по международной проблематике относятся *международные системы антикризисного реагирования*, используемые в ситуационно-кризисных центрах, функционирующих в составе национальных министерств по чрезвычайным ситуациям, министерств иностранных дел, советах безопасности. Главная задача данных систем — наиболее оперативно — в автоматическом режиме — предупредить все компетентные министерства и ведомства в случае возникновения кризисных ситуаций, в том числе за рубежом, в которые оказались вовлечены граждане страны. Следует отметить, что говорить об использовании компьютерного моделирования в такого рода системах можно с известной долей условности, поскольку по существу не проводится каких-либо вычислений.

Например, в случае наводнения в одной из зарубежных стран необходимо оперативно выяснить, какие районы им затронуты, есть ли там граждане и компании данной страны, сколько их, какими туроператорами и авиакомпаниями они пользовались, не просрочены ли у них визы. При помощи информационной системы на основе оперативных сообщений,

Множество разновидностей компьютерных моделей, позволяющих анализи-

поступающих из зарубежного государства (включая загранучреждения), будут автоматически (на основе классификации кризисных ситуаций и типовых взаимосвязей для каждого вида ситуации) проинформированы те министерства и ведомства, которых данная чрезвычайная ситуация непосредственно касается (МЧС, консульские учреждения, регулятор туристического рынка).

Данные системы используются, например, в Оперативном центре Государственного департамента США, в Центре кризисного реагирования МИД ФРГ, в Кризисном центре системы МИД Италии¹. Используют данные системы кадровые сотрудники этих министерств, при этом в их задачи, как правило, не входит углубленный анализ причин и следствий возникших кризисных ситуаций. На основе первичной информации, которая может быть визуализирована в удобной форме на экране таких ситуационных центров с использованием современных геоинформационных систем, проводятся селекторные совещания, принимаются оперативные меры по устранению последствий чрезвычайных ситуаций.

Схожие ситуационные кризисные центры имеются и в федеральных органах власти России, а также в ряде научно-образовательных центров. Например, в МГИМО (У) МИД России функционирует несколько таких центров. Согласно п.107 Стратегии национальной безопасности РФ до 2020 г. предусмотрено создание системы распределенных ситуационных центров, которые будут работать по единому регламенту и объединят заинтересованные органы государственной власти и государственные научные учреждения².

Формирование единой системы ситуационных кризисных центров государства, включающей ситуационные центры сети загранучреждений, федеральных и региональных властей, исследовательских организаций, является важным направлением развития данных систем. Отдельное направление повышения эффективности — организация международного обмена ин-

формацией. В настоящее время уже функционируют системы международного обмена геопространственной информацией, например, Глобальная система наблюдения земли³. Спектр использования данных систем огромен — от улучшения климатического мониторинга и прогнозирования эпидемий редких заболеваний до картирования и классификации экосистем и управления водными ресурсами.

К более сложным системам компьютерного моделирования, связанным с интерпретацией полученных первичных данных, относятся *системы анализа и прогнозирования*. Четкой границы между моделями кризисного реагирования и системами анализа не существует, ведь если на основании представления пороговых (критических значений) и последующего краткосрочного прогнозирования ситуации (а это элементы систем анализа и прогнозирования), будет сделан вывод о большой вероятности возникновения в скором времени кризисной ситуации, то необходимо будет принимать меры по автоматическому оповещению все соответствующие министерства и ведомства (а это уже элементы систем кризисного реагирования). Если для оперативного мониторинга и анализа ситуации в большей степени подходят именно первичные данные, то для предотвращения и анализа долгосрочных последствий необходимо использование целого ряда методов и моделей обработки информации.

Как правило, данные модели используются исследовательскими организациями, в единичных случаях — под эгидой государственных органов власти, в первую очередь, специальных служб. Например, в рамках ЦРУ широко используется целый ряд компьютерных аналитических моделей, в том числе «Factions», позволяющие анализировать внутриполитическую ситуацию в стране с позиций различных групп влияния, выявлять на основании сопоставления моделей поведения иностранных агентов⁴.

Можно выделить несколько основных целей применения систем анализа и прогнозирования. В ряде случаев речь идет о

постоянном мониторинге и предупреждении возникновения кризисных ситуаций. Зачастую компьютерное моделирование осуществляется на основе обширных баз данных коллективного доступа, создаваемых несколькими университетами или исследовательскими организациями⁵. Разработчики таких баз изначально не могут предвидеть весь спектр задач, которые будут решаться с использованием их данных. В дальнейшем, как правило, они формируют подборку научных исследований, выполненных с использованием их баз данных. Наконец, зачастую создание баз данных связано с *проверкой какой-либо локальной гипотезы* в рамках предлагаемой модели, то есть *ad hoc*. Для проверки гипотезы и правильности модели исследователи собирают обширную базу данных, которая в дальнейшем используется для эмпирических доказательств.

2

По объекту моделирования компьютерные модели международных отношений можно подразделить на (1) модели международных конфликтов; (2) модели, имитирующие процесс принятия решений в кризисных ситуациях; (3) модели баланса сил и мирового развития.

Первый тип моделирования основан на гипотезе о цикличности развития социальных процессов, а также на свойственной человеческой природе автоматической реакции (рефлексы) на внешние раздражители. На первом этапе создается обширная база данных по конфликтам, формализованная по определенному шаблону (критериям), например, весь конфликт разбивается на несколько фаз, каждая из которых параметризуется⁶.

В дальнейшем, посредством использования метода ассоциаций, любой современный конфликт сравнивается с уже имевшими место из базы данных, при этом несущественные (шумовые) признаки отличий опускаются. Посредством анализа схожих конфликтов делаются выводы о возможных сценариях развития ситуации в ходе текущего кризиса.

Профессор Канзасского университета Ф. Шродт разделяет базы данных, используемых в данных моделях, на два типа: субъектно-ориентированные (аккумулирующие информацию об определенных участниках международных отношений) и проблемно-ориентированные (информация об определенном конфликте или международной проблеме)⁷. К первому типу относится база WEIS (World Event Interaction Survey) Ч.Маклеланда⁸ и база данных COPDAB (Conflict and Peace Data Bank) Э.Азара⁹. Ко второму типу относятся ставшая классической база «Корреляторы войны» (Correlates of War, COW) Д. Сингера¹⁰, а также кодировочная система CASCON (Computer-Aided System for the Analysis of Local Conflicts) профессора Массачусетского технологического института Л. Блумфилда¹¹. Моделирование международных конфликтов велось и в Европе, в частности в Германии была разработана база AKUF (Arbeitsgemeinschaft für Kriegsursachenforschung)¹².

Модели анализа конфликтов и базы по международным кризисным ситуациям совершенствуются по мере развития информационных технологий. В последнее время активное развитие получила база KOSIMO, созданная Университетом Хейдельберга, ФРГ¹³.

Помимо моделей анализа конфликтов существует целый ряд *моделей принятия решений в конфликтных ситуациях*¹⁴. Одна из первых моделей такого вида — система имитации процесса принятия решений в кризисных ситуациях CRISISCOM (Crisis Computer)¹⁵. CRISISCOM имитирует процесс обработки информации лицами, принимающими решения, с учетом их внутреннего состояния в период международного кризиса.

База CREON (Comparative Research on the Events of Nations Data Set)¹⁶ анализирует международные конфликты в контексте целого ряда других событий, влияющих на процесс принятия решений. В рамках данной базы особый акцент делается на процедурах принятия решений на международной арене.

Симуляционная модель UNCLESAM использовалась для имитации процессов принятия внешнеполитических решений в США в отношении Доминиканской Республики в период 1961–1965 годов¹⁷. Модель Д. Меффорда применялась для анализа процесса выработки СССР решений в ходе чехословацкого кризиса 1968 года¹⁸.

Наиболее комплексный характер носят модели баланса сил и мирового развития, основанные на многокритериальном анализе военной, политической или экономической мощи государств на международной арене. Совокупный военный потенциал страны, состоящий из различных видов вооружений, оценивается посредством присвоения им различных весов (показателей значимости). В дальнейшем подсчитывается средневзвешенный показатель, то есть количество вооружений одного вида умножается на весовой показатель данного вида, аналогичная операция продлевается по всем видам вооружения, а полученные значения суммируются. Такого рода модели можно успешно использовать для анализа асимметричных конфликтов¹⁹ или принятия решений об интеграционных перспективах²⁰. В зависимости от временного интервала выделяются модели, показывающие баланс сил на текущий момент (статические модели), а также модели баланса сил в будущем, через несколько десятков лет (динамические модели). Создание второго типа моделей — значительно более сложная задача, связанная с созданием системы динамических уравнений, для решения которых используются дифференциальные исчисления.

Впервые динамическая модель баланса сил была применена Л. Ричардсоном в 1940-х годах для моделирования соперничества европейских государств перед Первой мировой войной. В дальнейшем модели гонки вооружений развивались Т. Саати, Ф. Шродтом, К. Шмидтом, У. Лютербахером²¹.

Отдельное направление в рамках моделей баланса сил — это модели прогнозирования будущего развития мировой эконо-

мики, торговли, потребностей в природных ресурсах (International Futures). Эксперты выделяют 5 этапов в развитии данных моделей.

(1) Первые работы в этой сфере были связаны с деятельностью Римского клуба, занимающегося вопросами устойчивого развития. Одна из них — «World 1», созданная профессором Массачусетского технологического университета Д. Форрестером и в дальнейшем усовершенствованная в версиях «World 2» и «World 3»²². Интегрированная модель мира (World Integrated Model) была разработана М. Месаровичем и Э. Пестелем²³. Примечательно, что модели такого типа были основаны на исследованиях русского экономиста, Нобелевского лауреата В.В. Леонтьева²⁴. Данные модели, как правило, писали на компьютерном языке FORTRAN.

(2) Второе поколение моделей мирового развития развивалось на первых персональных компьютерах в 1980-х годах, работающих на операционной системе DOS. Это были упрощенные версии моделей первого поколения без учета региональной или страновой специфики.

(3) С появлением более мощных микропроцессоров в 1993 г. были разработаны и более мощные модели-симуляторы мирового развития, учитывающие как традиционные показатели демографического, энергетического и продовольственного развития, так и новый социально-политический и экологический контексты. Наиболее ярким примером моделей такого рода явилась система GLOBUS, созданная на основе идей К. Дейча в Берлинском научном центре²⁵. Эволюция моделей данного типа подробно раскрыта в исследованиях ведущего разработчика данных моделей Б. Хьюджа²⁶. Писались эти модели на платформе Visual Basic, которая могла использоваться уже под операционной системой Windows.

(4) Четвертое поколение моделей стало развиваться с начала 2000-х годов. Примечательно, что большой вклад на этом этапе внесли исследовательские подразделения международных организаций, го-

сударственных структур, а также ТНК. Например, компания General Motors разработала специальную модель анализа глобальных потребительских ценностных трендов «CoVaTrAN» (Consumer Values Trends Analysis), основанную на известной базе данных по ценностям Р. Инглгарта World Values Survey²⁷. Свою модель мирового развития представила Группа стратегических оценок (Strategic Assessments Group, SAG) ЦРУ. Данная модель включала в себя существенно расширенный спектр параметров социально-политического развития. Кроме того, в рамках Европейской комиссии реализуется проект TERRA, включающий углубленный анализ социально-экономических процессов (в том числе с использованием коэффициента Джинни и кривой Лоренца), а также экологических процессов (на основе методики Advanced Sustainability Analysis Финского центра исследования будущего). Функциональность моделей на четвертом этапе существенно возросла.

(5) Пятое поколение моделей развивается в настоящее время и характеризуется усилением функциональных характеристик (посредством учета динамики развития систем образования и здравоохранения, многофакторного анализа эндогенного роста), удобством в использовании (применение многочисленных инфографик, отражающих, например, прогресс в достижении Целей развития тысячелетия), а также увеличением возможностей доступа к базам данных со стороны независимых исследователей. Например, компьютерная модель Национального разведсообщества США, разработанная при прогнозировании тенденции до 2020 г., находится в общем доступе²⁸. Данный проект реализуется в рамках специально созданного в Университете Денвера Центра Ф. Пардэ для исследования будущего (Fredrick S. Pardee Center for International Futures)²⁹.

В последние годы наблюдается переход от моделирования международных конфликтов и военно-политических аспектов к анализу невоенных аспектов междуна-

родной безопасности, в том числе уровня развития науки и технологий, изменений социально-экономического положения различных стран мира, потребительских трендов и ценностей.

З

Отдельным направлением в компьютерном моделировании международных отношений являются так называемые системы поддержки переговоров (Negotiation Support Systems)³⁰. Важный вклад в развитие данного направления внес Международный институт прикладного системного анализа (International Institute for Applied System Analysis) в Лаксенбурге, Австрия. Данный институт был создан в 1972 г. в рамках совместной инициативы СССР-США для решения глобальных международных проблем.

Модели, используемые в международных переговорах, можно разделить на несколько подвидов: либо «для внутреннего пользования» (для выработки объективной позиции той или иной страны на международных переговорах), либо «для внешнего пользования» (для выработки согласованной международной позиции к оценке сложной глобальной проблемы). Например, для делимитации морских границ России и Норвегии использовалась морская информационная система «Caris Lots Article 76», разработанная согласно ст. 76 «Определение морского шельфа» Конвенции ООН по морскому праву 1982 года³¹. Как правило, ко второму типу моделей предъявляются более высокие требования, ведь все стороны международных переговоров хотят быть уверены, что в данную компьютерную модель не заложены какие-либо недокументированные возможности, что она «не подыгрывает» одной из сторон.

В качестве примеров успешного применения математических моделей на переговорах можно привести дебаты при подписании Лондонской конвенции по предотвращению нефтяных загрязнений, Конвенции по морскому праву, Монреальского и Киотского протоколов, огра-

ничивающих выброс в атмосферу фреонов и углекислого газа³².

Пожалуй, впервые модельные расчеты на компьютере непосредственно использовались в ходе переговоров, связанных с подписанием Конвенции по морскому праву. Она принималась на 3-й конференции по морскому праву (UNCLOS) в Нью-Йорке. На ее подготовку ушло несколько лет, а сама конференция, начавшись в 1974 году, продолжалась 8 лет и собрала делегации из 150 стран мира, что уже само по себе говорит о сложности решавшихся там вопросов. Конвенция должна была заменить давно устаревшую Женевскую конвенцию 1958 года.

К 1970-м годам стало понятно, что необходимо определиться с тем, что до тех пор уклончиво называлось всеобщим достоянием человечества. На конференции сразу проявилось устойчивое противостояние между развитыми и развивающимися странами. Последние стали подозревать, что им навязывают проект решения, выгодный транснациональным компаниям. Особенно остро стоял вопрос о ресурсах морского дна. Интересно, что тогда под ними понимали в первую очередь железно-марганцевые конкреции, а не газ или нефть, как сейчас.

Для того чтобы согласовать количественные параметры соглашения, было предложено воспользоваться расчетами по модели, разработанной ранее в Массачусетском технологическом институте под руководством Дж. Найхарта по заказу правительства США. Первоначально эта модель предназначалась для оценки эффективности инвестиций в разработку подводных месторождений с целью планирования деятельности американских компаний в этой области. Она называлась «A Cost Model of Deep Ocean Mining and Associated Regulatory Issues» и, по сути, это была экономическая модель, позволявшая просчитать экономическую эффективность проекта с учетом заданных технических показателей, налоговых ставок и цен³³.

В частности, она позволяла прогнозировать динамику доходов добывающих

компаний при разных дисконтных ставках, которые как раз и были одной из главных причин для разногласий на конференции (развивающиеся страны настаивали на дисконте 2–3 %, тогда как США предлагали утвердить 17%).

Делегатам конференции были представлены результаты расчетов по этой модели для 6 различных сценариев, что позволило убедить развивающиеся страны в том, что они переоценивали доходы добывающих компаний и соответственно требовали слишком больших отчислений за разработку месторождений на дне океана. В результате была принята компромиссная ставка дисконта. Причем это стало возможным только после опубликования описания модели в открытой печати и обсуждения ее на неоднократных встречах разработчиков модели с делегатами конференции. Иными словами, недостаточно было просто ознакомить делегатов конференции с результатами моделирования — надо было доказать объективность этих результатов³⁴.

Если при принятии Конвенции по морскому праву использование математической модели стало фактически результатом счастливого стечения обстоятельств, то в последующем такого рода модели стали целенаправленно привлекаться еще на этапе подготовки международных конференций. Для уменьшения влияния ошибок, в том числе связанных с умышленным искажением результатов моделирования в пользу отдельных стран, использовались сразу несколько разных моделей. Например, в четвертом отчете Межправительственной группы экспертов по изменению климата для прогнозирования региональных изменений температуры воздуха и атмосферных осадков к концу XXI века используются результаты расчетов по 21 модели общей циркуляции атмосферы и океана³⁵. Такой подход позволяет практически исключить манипулирование общественным мнением с помощью «подстроенных» результатов моделирования. Именно на основе таких отчетов потом принимаются обязывающие соглашения по предотвращению изменения климата.

Еще одним примером успешного применения математической модели на международных переговорах является подписание Конвенции по трансграничному загрязнению атмосферы. При ее разработке использовалась экологическая модель RAINS (Regional Air Pollution Information and Simulation), позволившая определить оптимальное с экономической точки зрения сокращение вредных выбросов и согласовать квоты выбросов для разных стран с учетом существующей циркуляции атмосферы. Без привлечения математической модели эти задачи просто нерешаемы.

Модель RAINS позволяла рассчитывать пространственное распределение соединений серы и азота при разных типах хозяйственной деятельности для 42 регионов Европы. На основании расчетов делался прогноз состояния окружающей среды в 1990–2020 годах для разных сценариев выброса загрязняющих веществ в атмосферу. При этом использовались реальные данные о расположении и мощности источников загрязнения, а распространение вредных примесей в атмосфере описывалось с помощью компьютерной программы ЕМЕР, разработанной в Норвежском метеорологическом институте³⁶.

Результаты расчетов были представлены участникам переговоров в 1997–1999 годах, причем по их просьбе проводились расчеты с такими значениями параметров модели и такими начальными условиями, какие они задавали. В ходе интерактивной работы были просчитаны сотни сценариев, после чего были согласованы цено-эффективные меры по контролю за выбросами и максимальные допустимые выбросы для каждого региона. Для того чтобы убедить всех интересующихся в объективности модели, все результаты расчетов были доступны еще до заключительной сессии переговоров, а с самой моделью можно было ознакомиться в Интернете.

Определенную роль сыграл и тот факт, что к разработке модели были привлечены известные в своей области науки специалисты из разных стран. Большое значение

имеет также «робастность» модели, то есть устойчивость результатов расчетов к небольшим изменениям параметров модели в связи с известной неопределенностью.

Дело в том, что, ссылаясь на всякого рода неопределенности в расчетах, некоторые страны часто сознательно затягивают принятие обязывающих их решений. Так было с позицией США, которые так и не ратифицировали Киотский протокол, ссылаясь на неточность прогнозов глобального потепления, вызванного усилением парникового эффекта. Естественно, некоторая неточность в описании моделью реальных процессов имеет место, но обычно при заключении международных соглашений гораздо больше политической неопределенность. Тем не менее потребовалось 15 лет работы с моделью RAINS, чтобы она была официально признана секретариатом Конвенции и рекомендована для широкого практического использования в качестве оценочной модели.

Для экологических и климатических моделей характерно описание большого количества разных физических, химических и биологических процессов. В случае использования их на переговорах рассчитываются еще и экономические последствия различных решений. В результате получается сложная интегральная модель, состоящая из десятков блоков, каждый из которых разрабатывается отдельными научными коллективами. Понятно, что для одного человека, пусть даже и специалиста в области моделирования загрязнения окружающей среды, такая модель представляет собой во многом «черный ящик», в деталях работы которого он не способен разобраться. Поэтому качество отдельных блоков модели оценивается специальными рабочими группами из специалистов в данной области.

Хотя в основе модели типа RAINS лежит обычная исследовательская модель, описывающая перенос примесей в атмосфере или океане, при ее адаптации к переговорному процессу она существенно модифицируется. После этого она способна, например, оценивать стоимость

материального ущерба, наносимого определенным типом пространственного распределения загрязнения окружающей среды. Такие стоимостные показатели необходимы для оценки приемлемых затрат на выявление опасных выбросов и штрафных санкций к странам-нарушителям Конвенции³⁷.

4

Несмотря на большое разнообразие работ по компьютерному моделированию в области международных отношений, можно выделить несколько основных аналитических инструментов, используемых в такого рода моделях. *Во-первых*, это применение обычных физических моделей, связанных с решением систем дифференциальных уравнений.

Самые мощные компьютеры используются именно для решения таких уравнений, в основном в целях прогноза погоды и изменения климата. Речь идет об уравнениях термогидродинамики, которые необходимо решать численно с высоким пространственным и временным разрешением в масштабах всей планеты, с чем и связана необходимость использования компьютера с большой оперативной памятью и высоким быстродействием, в ряде случаев — так называемых суперкомпьютеров³⁸.

Пожалуй, наиболее ярким примером использования такого рода моделей в международных отношениях является расчет последствий ядерного конфликта между СССР и США под руководством Н.Н. Моисеева. В начале 1980-х годов астрономические наблюдения за пыльными бурями на Марсе и последующим понижением температуры привели американских ученых к гипотезе о возможной «ядерной зиме» в случае применения даже части имеющегося боезапаса двух сверхдержав. Проведенные в СССР и в США независимые расчеты по специально разработанным моделям подтвердили это предположение. Выяснилось, что конфликт с применением ядерного арсенала приведет к длительному (на десятилетия) понижению температуры на 30–40 градусов Цельсия

как в Европе, так и в Северной Америке вследствие уменьшения прозрачности атмосферы из-за ее запыленности после взрывов. Таким образом, помимо прочих последствий ядерная война означала продолжительную катастрофу. Это послужило весомым аргументом в пользу заключения целого ряда договоров о ядерном разоружении и основанием для изменения военных доктрин ядерных держав.

Если использование дифференциальных уравнений в моделях позволяет решать задачу прогноза, то для диагноза текущего состояния дел обычно применяют модели регрессии. По сути ставится задача обработки больших объемов статистической информации (панельные или *large-n* данные) с целью выявления связи между различными переменными. Как правило, в такого рода моделях рассматривается одна объясняемая и несколько объясняющих переменных, в связи с чем данные модели называют также многофакторными. Например, рассматривая зависимость ВВП страны от объема предоставленной ей в разные годы международной помощи и других показателей, можно оценивать эффективность помощи развитию. Аналогично решается и задача оценки эффективности международной санкции.

В простейшем случае в таких расчетах используется общая линейная эконометрическая модель с обычными непрерывными переменными. В других случаях в качестве объясняемой переменной может рассматриваться целочисленная переменная, например, число проектов помощи, предоставленной в заданный промежуток времени. В качестве одной или нескольких объясняемых переменных нередко используются так называемые *dumtmy*-переменные, принимающие только два значения: 0 и 1. Соответствующая бинарная переменная может, например, выражать факт голосования «за» или «против» в международной организации или же членство данной страны в Совете Безопасности ООН.

Например, в работе А. Дреера³⁹ в результате обработки данных по 157 стра-

нам за период с 1970 по 2004 г. аналогичным образом было показано, что предоставление помощи развивающимся странам статистически значимо зависит от членства страны-реципиента в Совете Безопасности. Заметим, что в этих случаях используются специальные регрессионные модели для целочисленных переменных (пуассоновская регрессия, биномиальная регрессия и др.).

Близкой к построению целочисленной регрессии является и задача ранжирования стран с использованием различных индексов, характеризующих развитие в них демократических свобод, условия для инвестиций. Дело в том, что истинное положение дел во многих странах неизвестно. Поэтому принимается, что существует некая скрытая переменная, значение которой точно отображает положение в рассматриваемых странах, однако сами эти значения неизвестны и о них приходится судить по доступной информации в рамках модели линейной регрессии различных индексов на скрытую переменную.

В этой и во многих других задачах, связанных с компьютерным моделированием в международных отношениях, используется метод скрытых Марковских цепей (НМС). В ходе этой процедуры значения некоторых объясняющих переменных многократно «разыгрываются» по заданным распределениям вероятности с определенными значениями их параметров (среднее значение, дисперсия), а потом оцениваются вероятности различных значений объясняемой переменной. Скажем, для одной случайной переменной используется равномерное распределение, для другой – нормальное. С точки зрения математики речь идет об определении совместного распределения вероятности при известных условных распределениях для нескольких случайных переменных. Для реализации метода еще в 1980-х годах на западе была разработана и теперь широко используется вычислительная процедура под названием «Gibbs sampling». Соответствующий алгоритм известен также как МСМС (Markov Chain

Monte Carlo), он реализуется в виде компьютерных программ типа GAGS (Just another Gibbs sampler).

В русскоязычной литературе эта процедура не столь детально разработана и обычно рассматривается просто как одна из имитационных разновидностей метода Монте-Карло. Термин «цепь» (Chain) в данном случае означает последовательное вычисление значений переменных. Реализация того или иного исхода каждый раз определяется с помощью датчика случайных чисел. Таким образом, при просчитывании цепи реализаций по сути проводится своего рода численный эксперимент. Для достаточно точного вероятностного моделирования необходимо просчитать десятки или даже сотни тысяч таких цепочек, что без компьютера просто невозможно сделать.

Частным случаем таких моделей является прослеживание временной последовательности событий с вероятностным исходом. Например, Совет Безопасности ООН с некоторой вероятностью проголосует за санкции против Ирана, тот в этом случае с определенной вероятностью отказывается от работ по созданию ядерного оружия. При этом имитируется реальная последовательность событий при различных возможных сценариях. Заметим, что компьютерный анализ последовательности событий в международных отношениях широко используется и при контент-анализе для прогноза развития событий на основе известных (эталонных) последовательностей. С помощью компьютера в этом случае решается задача распознавания эталона по первой части последовательности политических событий, что позволяет потом предсказать последующую часть цепочки событий. Данный алгоритм известен как precedent-based reasoning, в международных отношениях он используется с середины 1980-х. По существу он близок к кластерному анализу при решении задачи распознавания (к какому кластеру из нескольких данных относится данное явление). В других науках, например, в метеороло-

гии, также широко применяется прогнозирование на основе исторических аналогий (прецедентов).

В ряде компьютерных моделей международных отношений широко используются теоретико-игровые методы, позволяющие просчитать все возможные сценарии развития ситуации и выбрать из них наиболее оптимальный⁴⁰.

Следует отметить, что в большинстве компьютеров, доступных в России, используется программное обеспечение Microsoft Windows, которое, как правило, несовместимо с программными продуктами, применяемыми для компьютерного моделирования международных отношений. Соответствующие стандартные и оригинальные программы представлены на таких языках как C++, FORTRAN и других, которые поддерживаются в оболочках UNIX, DOS, Solaris. Нередко это требует перекодировки программ или даже использования специализированных компьютеров (Apple, Sun). Аналогичные сложности возникают и при использовании зарубежных баз данных.

5

Исследования по созданию компьютерных моделей в СССР и России, к сожалению, не получили должного развития. Как представляется, в советский период это было обусловлено идеологическими причинами: внешнеполитический курс страны не мог опираться на компьютерные расчеты, поскольку это вступало в определенные противоречия с марксистско-ленинским учением. Компьютерное моделирование, как и применение других количественных методов анализа международных отношений, связано с формализацией действительности, но любая абсолютизация формы, отрыв ее от содержания таят в себе, с точки зрения марксизма, определенные риски⁴¹. Не представляло угрозы использование компьютерных моделей для расчета каких-либо специализированных проблем международных отношений, в том числе уже упоминавшейся климатической проблемати-

ки под руководством академика АН СССР и РАН Н.Н.Моисеева⁴². Моделирование международных отношений осуществлялось также в контексте системных исследований под руководством академика РАН (АН СССР) В.Г. Афанасьева⁴³, академика АН СССР, представителя от СССР в Международном институте прикладного системного анализа Д.М. Гвишиани⁴⁴, академика РАН А.А. Кокошин⁴⁵.

Традиционно важную роль в прикладных, в том числе количественных, исследованиях международных отношений играл МГИМО, где в 1970-х годах по инициативе В.Б. Тихомирова была организована Проблемная научно-исследовательская лаборатория системного анализа международных отношений («проблемка»). На базе нее, например, была создана компьютеризированная система поддержки переговоров «Мадрид-80» для нужд советской делегации на форуме СБСЕ⁴⁶.

После трансформационного периода 1990-х годов МГИМО восстанавливает на качественно новом уровне количественный анализ и моделирование международных отношений. В частности, в 2006 г. под руководством Заслуженного деятеля науки России проф. А.Д. Богатурова была создана Кафедра прикладного анализа международных проблем, которая в 2008-2011 годах, в сотрудничестве с аппаратом Совета безопасности РФ, осуществила серию проектов по ситуационному моделированию военно-политического климата в полосе новых независимых государств у границ России, угроз и рисков безопасности⁴⁷. В настоящее время Кафедрой заведует д.полит.н. Т.А. Шаклеина.

Под руководством д.э.н. проф. И.А.Стрелец и к.э.н., доц. М.И.Столбова в рамках НИР Минобрнауки «Влияние финансовой системы на динамику и цикличность экономического развития: выводы для России» реализована задача альтернативной классификации финансовых систем на основе базы данных «Финансовое развитие стран мира» с применением кластерного и факторного анализов.

Ведущим отечественным экспертом по вопросам компьютерных моделей, в первую очередь систем раннего предупреждения и оперативного мониторинга, является д.и.н., профессор Кафедры прикладного анализа международных проблем МГИМО, президент Национального института проблем глобальной безопасности А.И.Смирнов, под руководством которого уже сформировалась научная школа моделирования международных конфликтов.

Вопросами разработки моделей анализа международных отношений также занимается Институт экономических стратегий (ИНЭС)⁴⁸, который в 2001 г. по заказу МИД России разработал программный комплекс «Баланс интересов» («Смоленка»). В ходе дальнейших работ был составлен программный продукт «Стратегическая матрица России», ставший первым в рамках продуктов проекта «Стратегическая матрица»⁴⁹. В дальнейшем были созданы соответствующие системы для Украины, Беларуси, Казахстана, Болгарии. Данная система осуществляет многофакторный анализ сравнительной мощи государства на международной арене, в том числе с элементами прогнозирования.

В 2010 г. на политологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством проф. А.С. Ахременко создана лаборатория математических методов политического анализа и прогнозирования⁵⁰, специализирующаяся на математическом моделировании политической ди-

намики, преимущественно внутривнутриполитических процессов.

Вопросами исследования моделирования как одного из методов политического анализа занимаются К.П. Боришполец⁵¹, Ю.М. Плотинский⁵², а также О.Ф. Шабров⁵³.

* * *

Компьютерное моделирование международных отношений представляет собой современный высокотехнологичный инструмент анализа международных процессов, основанный на использовании преимущественно количественных методов. С одной стороны, внешнеполитические решения, выработанные с использованием моделей, представляют собой альтернативу решениям, принятым на основе субъективных суждений. С другой стороны, формализация реальных процессов, стремление «загнать» их в логические рамки, является основной причиной неадекватности прогнозов, сделанных с помощью данного метода при субъективном характере принятия решений лидерами государств на международной арене.

С учетом современной динамики международных политических процессов особую актуальность приобретает компьютерное моделирование прогнозирования нехватки природных ресурсов и возникающих в этой связи конфликтов, глобальной климатической проблемы и ее политических последствий, а также анализа вероятности смены режимов в нестабильных регионах мира.

Резюме

В статье рассматриваются основные направления использования компьютерных моделей в анализе международных отношений. Приводятся виды моделей и баз данных по анализу международных конфликтов, балансу сил и прогнозированию мирового развития. Даются примеры использования количественных моделей для подготовки и реализации международно-правовых соглашений. Дается краткая характеристика основных аналитических приемов, используемых при обработке информации в компьютерном моделировании. Также сделан обзор по применению моделей анализа международных отношений в СССР и современной России.

Ключевые слова: компьютерное моделирование; формализованные модели; количественный анализ; системы антикризисного реагирования; ситуационные центры; базы данных; модели международных конфликтов; баланс сил; международно-правовые соглашения; Марковские цепи; метод Монте-Карло; теория игр.

Abstract

The article reviews the main uses of computer models in the analysis of international relations. The basic types of models and databases of international conflicts analysis, as well as of the balance of powers and international futures are described. The examples of the use of quantitative models for preparation and implementation of international legal agreements are given as well as a brief description of main analytical techniques used in processing of data in computer modeling. Also the article provides an overview on application of IR analysis models in the Soviet Union and in modern Russia.

Keywords: *computer simulations; formal models; quantitative analysis; anticrisis systems; command and control center; databases; models of international conflict; balance of power; international legal agreements; Markov chain; Monte Carlo method; game theory.*

Примечания

¹ Глобальная безопасность: инновационные методы анализа конфликтов. [Globalnaia bezopasnost: innovatsionnye metody analiza konfliktov / A. Smirnov (ed.).] Под общ. ред. Смирнова А.И. — М.: Общество «Знание» России, 2011. — 272 с.

² Стратегия национальной безопасности РФ до 2020 г. Утверждена Указом Президента РФ от 12.05.2009 № 537. — <http://www.scrf.gov.ru/documents/99.html>

³ Глобальная система наблюдения Земли — Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) — международная система мониторинга состояния земли с использованием спутниковых данных. Подробнее см. <http://www.earthobservations.org/geoss.shtml>

⁴ См. Jonathan Lockwood and K. Lockwood. «The Lockwood Analytical Method for Prediction (LAMP)» Defense Intelligence Journal, 3(2), 1994, pp. 47–74; R. Hopkins, Warnings of Revolution: A Case Study of El Salvador (Washington, DC: Center for the Study of Intelligence, 1980) TR 80–100012; Jack Zlotnick, «Bayes' Theorem for Intelligence Analysis,» (1972), in H. Bradford Westerfield, ed., Inside CIA's Private World: Declassified Articles from the Agency's Internal Journal (New Haven, CT: Yale University Press, 1995); John Pierce, «Some Mathematical Methods for Intelligence Analysis,» Studies in Intelligence, No. 21, Summer, 1977, pp. 1–19 (declassified); Edwin Sapp, «Decision Trees,» Studies in Intelligence, No. 18, Winter, 1974, pp. 45–57 (declassified); Stanley Feder, «FACTIONS and Policon: New Ways to Analyze Politics,» (1987), in Westerfield, ed., Inside CIA's Private World.

⁵ Например, в США это Межуниверситетский консорциум по политическим и социальным исследованиям (Inter-University Consortium for Political and Social Research), созданный в 1960 г. на базе Мичиганского университета и объединяющий в настоящее время 700 академических и исследовательских организаций из разных

стран мира. Подробнее см. <http://www.icpsr.umich.edu>

⁶ Например, в базе WEIS выделяется 22 класса действий (видов конфликтного поведения), которые, в свою очередь, подразделяются на 63 подкласса. Подробнее см. Ахременко А.С. Политический анализ и прогнозирование: учебное пособие. [A.S. Akhremenko. Politicheski analiz i prognozirovaniye: uchebnoe posobie] — М.: Гардарики, 2006. — 240–243 с.

⁷ Schrodtt P.A. Event Data in Foreign Policy Analysis // Foreign Policy Analysis: Continuity and Change in Its Second Generation. N.Y., 1994.

⁸ Schrodtt P.A. Artificial Intelligence and international relations: an overview, in Hudson, V.M., ed., Artificial Intelligence and International Politics, Westview Press, Boulder, CO. 1991. См. также <http://www.icpsr.umich.edu/icpsrweb/ICPSR/studies/O5211>

⁹ Azar E.E. The Codebook of the Conflict and Peace Data Bank (COPDAB). College park, University of Maryland, 1982. См. также <http://dvn.iq.harvard.edu/dvn/dv/icpsr/faces/study/StudyPage.xhtml?studyId=2093&tab=files>

¹⁰ Подробнее см. <http://www.correlatesofwar.org/>

¹¹ <http://web.mit.edu/cascon/index.html>

¹² AKUF, 1987. Verzeichnis der Kriege nach dem Zweiten Weltkrieg, in Steinwegg, R., ed., Kriegssursachen, Surhkamp, Frankfurt/Main.

¹³ Pfetsch F. Journal of Peace Research May 2000 vol. 37 no. 3 379–389. См. также <http://hiik.de/en/kosimo/index.html>

¹⁴ Подробнее о моделях поведения в ходе международных кризисов см. Сушенцов А. Типология поведения в международных конфликтах [A. Sushentsov. Tipologiya povedeniya v mezhdunarodnykh konfliktakh.] // Международные процессы, Том 8. Номер 3(24). Сентябрь–декабрь 2010.

- ¹⁵ См. *Боришполец К.П.* Методы политических исследований: Учебное пособие для студентов вузов. [K.P. Borishpolets. Metodi politicheskikh issledovani: uchebnoe posobie dla studentov vuzov.] – М.: Аспект Пресс, 2005. – С.145–147.
- ¹⁶ <http://www.icpsr.umich.edu/icpsrweb/ICPSR/studies/5205>
- ¹⁷ *Job, B.L., and Johnson, D., 1991.* The Application of a Rule-Based Model of US Foreign Policy Making, in Hudson, V.M. ed., *Artificial Intelligence and International Politics*, Westview Press, Boulder, CO.
- ¹⁸ *Mefford D., 1986.* Analogical reasoning and the definition of the situation: back to Snyder for concepts and forward to Artificial Intelligence for method, in Hermann, C.F. et al., eds., *New Directions in the Comparative Study of Foreign Policy*, Allen and Unwin, New York.
- ¹⁹ Подробнее см. *Дериглазова Л.* Парадокс асимметрии в международном конфликте [L. Deriglazova. Paradoxs assimetrii v mezhdunarodnom konflikte] // *Международные процессы*, Том 3. Номер 3(9). Сентябрь–декабрь 2005.
- ²⁰ Подробнее см. *Байков А.* Библиография сравнительной интеграции в 2000-х гг. [A. Baykov. Bibliografia sravnitelnoi integratsii v 2000-h gg.] // *Международные процессы*, Том 8. Номер 1(22). Январь–апрель 2010.
- ²¹ См. *Боришполец К.П.* Методы политических исследований: Учебное пособие для студентов вузов. [K.P. Borishpolets. Metodi politicheskikh issledovani: uchebnoe posobie dla studentov vuzov.] – М.: Аспект Пресс, 2005. – С.144.
- ²² <http://live.simgua.com/World> – см. в он-лайн режиме симуляцию мирового развития с изменяемыми параметрами.
- ²³ *Mesarovic, Mihajlo D. and Eduard Pestel. 1974.* *Mankind at the Turning Point*. New York: E.P. Dutton & Co.
- ²⁴ *Leontief, Wassily, Anne Carter and Peter Petri. 1977.* *The Future of the World Economy*. New York: Oxford University Press.
- ²⁵ *Bremer, Stuart A., ed. 1987.* *The GLOBUS Model: Computer Simulation of World-wide Political and Economic Developments*. Boulder, CO: Westview Press
- ²⁶ *Hughes, Barry B. 1997.* «Rough Road Ahead: Global Transformations in the 21st Century», *Futures Research Quarterly* 13, No. 2 (Summer): 83–107; Idem, 1999. «The International Futures (IFs) Modeling Project. Simulation and Gaming Vol 30, No. 3 (September): 304–326; Idem, 1999. *International Futures*, 3rd edition Boulder: Westview Press, 1999; Idem, 1999. *International Futures: Choices in the Face of Uncertainty*, 3rd ed. Boulder, Co: Westview Press; Idem, 1999. «The International Futures (IFs) Modeling Project», *Simulation and Gaming* 30, No. 3 (September, 1999): 304–326; Idem, 2000. *Continuity and Change in World Politics*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, fourth edition; Idem, 2001. «Global Social Transformation: The Sweet Spot, the Steady Slog, and the Systemic Shift», *Economic Development and Cultural Change* 49, No. 2 (January): 423–458.
- ²⁷ База по исследованию ценностей в мире (The World Values Survey database) – информация о кросс-культурных отличиях населения около 100 стран мира (более 90% всего населения). Ведется с 1981 г., штаб-квартира в Стокгольме, Швеция. На основании социологических опросов выявляется отношение населения различных стран мира к поддержке демократии, к иностранцам и этническим меньшинствам, к половому равенству, к роли религии и уровню религиозности, к воздействию глобализации, к окружающей среде, к работе, семье, политике, национальной идентичности, культуре, безопасности, благосостоянию. Подробнее см. <http://www.worldvaluessurvey.org>; Inglehart Ronald and Christian Welzel. 2005. *Modernization, Cultural Change, and Democracy: The Human Development Sequence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ²⁸ <http://www.ifs.du.edu/ifs/index.aspx>
- ²⁹ <http://www.ifs.du.edu/community/pardee.aspx>
- ³⁰ См. *Хрусталева М.А.* Методология анализа международных переговоров [M.A. Khrustaleva. Metodologiya analiza mezhdunarodnih peregovorov.] // *Международные процессы*, Том 2. Номер 3 (6). Сентябрь–декабрь 2004
- ³¹ Глобальная безопасность: инновационные методы анализа конфликтов. [Globalnaia bezopasnost: innovatsionnie metodi analiza konfliktov.] Под общ. ред. Смирнова А.И. – М.: Общество «Знание» России, 2011. – 272 с.
- ³² *Antrim C.* Converting Competition to Collaboration: Creative Applications of Models in the Law of the Sea Negotiations. In *Diplomacy Games. Formal Models and International Negotiations*. Edited by Rudolf Avenhaus & I. William Zartman. Springer 2007.
- ³³ *Nyhart JD, Antrim L., Capstaff A., Kohler A., Leshaw D.* A cost model of deep ocean mining and associated regulatory issues. MIT Sea Grant Report, 1978, 78–4.
- ³⁴ См. там же.
- ³⁵ См. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/>

- ³⁶ См. *Ammann M.* Some Lessons from the Use of the RAINS Model in International Negotiations. In *Diplomacy Games. Formal Models and International Negotiations*. Edited by Rudolf Avenhaus & I. William Zartman. Springer, 2007.
- ³⁷ См. там же.
- ³⁸ Подробнее об использовании суперкомпьютеров в моделировании см. *Рыцарева Е.* «Помоносов» из университетского подвала [*E. Ritsareva.* «Lomonosov» iz universitskogo podavala] // Эксперт, № 49 (782), 12 декабря 2011 г.
- ³⁹ *Axel Dreher, Jan-Egbert Sturm, James Raymond Vreeland.* Development aid and international politics: Does membership on the UN Security Council influence World Bank decisions? // *Journal of Development Economics*, 88 (2009) 1–18.
- ⁴⁰ См. *Дегтерев Д.А.* Введение в теорию игр для политологов и международных. Учебное пособие. [*D.A. Degterev.* Vvedenie v teoriu igr dlia politologov i mezhdunarodnikov. Uchebnoe posobie.] – М.: МГИМО–Университет. – 2010; *Дегтерев Д.А., Дегтерев А.Х.* Теория игр и международные отношения [*D.A. Degterev, A.H. Degterev.* Teoria igr i mezhdunarodnie otnosheniia.] // *Мировая экономика и международные отношения.* – 2011. – №2.
- ⁴¹ Подробнее см. *Дегтерев Д.А.* Зарубежные работы по теории игр [*D.A. Degterev.* Zarubezhnie raboty po teorii igr.] // *Международные процессы.* – 2009. – № 2 (20).
- ⁴² *Моисеев Н. Н., Александров В. В., Тарко А. М.* Человек и биосфера: Опыт систем. анализа и эксперименты с моделями [*N.N. Moiseev, V.V. Alexandrov, A.M. Tarko.* Chelovek i biosfera: Orit sistem analiza i eksperimenti s modelami] / Н. Н. Моисеев, В. В. Александров, А. М. Тарко. – М.: Наука, 1985. – 271 с.
- ⁴³ *Афанасьев В.Г.* Мир живого: системность, эволюция и управление. [*V.G. Afanasiev.* Mir zivogo: sistemnost, evolutsia i upravlenie.] Изд. 2-е. М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 336 с.
- ⁴⁴ *Гвишиани Д.М.* Мосты в будущее. [*D.M. Gvishiani.* Mosti v budushee.] Изд. 2-е. – М.: Едиториал УРСС, 2010. – 368 с.
- ⁴⁵ *Кокошин А.А.* Прогнозирование и политика: методология, организация и использование прогнозирования международных отношений во внешней политике США. [*A.A. Kokoshin.* Prognozirovaie i politika: metodologiya, organizatsia i ispolzovanie prognozirovania mezhdunarodnih otnosheni vo vnesheii politike SSHA.] – М., 1975.
- ⁴⁶ Подробнее см. *Хрусталеv М.А.* Две ветви ТМО в России [*M.A. Hrustalev.* Dve vetvi TMO v Rossii.] // *Международные процессы.* Том 4. Номер 2(11). Май–август 2006.
- ⁴⁷ Ситуационные анализы. [*Situatsionnie analizi.*] Выпуск 1 / Отв. ред. проф. Т.А. Шаклеина. М.: МГИМО, 2010.
- ⁴⁸ <http://www.inesnet.ru/>
- ⁴⁹ *Агеев А.И., Куроедов Б.В., Сандаров О.В.* Методология стратегической матрицы. [*A.I. Ageev, B.V. Kuroedov, O.V. Sandarov.* Metodologiya strategicheskoi matritsi.] – М.: ИНЭС, 2004
- ⁵⁰ http://polit.msu.ru/kaf/lab_quant/
- ⁵¹ *Боришполеc К.П.* Методы политических исследований : учеб. пособие. [*K.P. Borishpolets.* Metodi politicheskikh issledovani: uchebnoe posobie dlia studentov vuzov.] М., 2005.
- ⁵² *Плотинский Ю.М.* Модели социальных процессов : учеб. пособие. [*U.M. Plotinski.* Modeli sotsialnih protsessov: ucheb. posobie] М., 2001.
- ⁵³ Компьютерное моделирование социально-политических процессов [*Kompiuternoe modelirovanie sotsialno-politicheskikh protsessov*] / Под ред. О. Ф. Шаброва. М., 1994.