

Design Problems and Knowledge Management

Electronic journal

Issue 4, May 2023

Some mathematical methods for the treatment of uncertainty in socio-political analysis

Yuri Spirochkin

Published: 30 May 2023

This article contains a generalized reproduction of two chapters of the book: Westerfield H.B. (ed). *Inside CIA's private world: declassified articles from the Agency's internal journal, 1955-1992*. New Haven, CT; London: Yale University Press, 1995. They are dedicated to mathematical methods used by intelligence analysts to predict the development of socio-political situations characterized by uncertainty. For example, Chapter 20, authored by Jack Zlotnick (Bayes' theorem for intelligence analysis, p 255-263), outlines a Bayesian probabilistic approach to analyzing critical international situations based on current evidence of the actions of the countries involved. Chapter 22, written by Stanley A. Feder (FACTIONS and Policon: New ways to analyze politics, p 274-292), describes mathematical models and computer programs created according to the social choice theory and the expected utility theory, which were used to predict internal political events in a number of states.

Of course, the topic "socio-political analysis" is very far from design and knowledge management – the areas that our journal covers. But the problem of uncertainty is inherent in design no less than in social processes and political activities, therefore, applied mathematical methods used for such analysis – and, judging by these publications, very successfully, can be useful in solving design issues. On the other hand, technology policy is a constituent part of design as an activity aimed at achieving a planned result and relying on certain resources (which the society agrees to allocate). Rational planning, selection of project team members and partners, accumulation of resources, as well as assessment of the arguments of opponents of the policy and, if necessary, a bloodless fight against them – all these areas of design activities are similar to the activities of public politicians. Thus, analytical tools developed for the study of socio-political processes may be applicable in the analysis of technology policy, as well as in the adaptation of this policy to a certain situation. Finally, the methods of analysis described in the publications under consideration represent an undoubted contribution to the body of knowledge. They deserve to be retained, learned and used in the field of design and knowledge management.

Некоторые математические методы обращения с неопределенностью в социально-политическом анализе

Ю.К. Спирочкин

Введение

Эта публикация содержит обобщенное изложение двух глав книги, вышедшей в 1995 году под редакцией Н. В. Westerfield¹. Они посвящены применению аналитиками разведки математических методов для прогнозирования развития общественно-политических ситуаций, характеризующихся неопределенностью. Так, в главе 20, автором которой является Jack Zlotnick², изложен байесовский вероятностный подход к анализу критических международных ситуаций на основе текущих свидетельств о действиях вовлеченных стран. В главе 22, написанной Stanley A. Feder³, описаны математические модели и компьютерные программы, созданные согласно теориям социального выбора и ожидаемой полезности, которые использовались для предсказания внутривнутриполитических событий в ряде государств.

Конечно, тематика социально-политического анализа весьма далека от проектирования и управления знаниями – области, которую освещает наш журнал. Но проблема неопределенности свойственна проектированию в не меньшей мере, чем общественным процессам и политической деятельности, поэтому прикладные математические методы, применяемые для такого анализа – и, судя по указанным публикациям, весьма успешно, могут оказаться полезными и при решении проектных задач. С другой стороны, техническая политика является неотъемлемой составляющей проектирования как деятельности, направленной на достижение планируемого результата и опирающейся на определенные ресурсы (выделять которые соглашается общество). Рациональное планирование, подбор членов проектной команды и партнеров, аккумуляция ресурсов, а также оценка аргументации противников проводимой политики и – при необходимости – бескровная борьба с ними – все эти направления работы над проектом подобны деятельности общественных политиков. Таким образом, разработанные аналитические инструменты исследования социально-политических процессов могут оказаться применимыми и в анализе технической политики, а также ее текущей корректировке. Наконец, методы анализа, которые описаны в рассматриваемых публикациях, представляют собой несомненный вклад в совокупность знаний. Они заслуживают сохранения, изучения и использования в области проектирования и управления знаниями.

¹ Westerfield HB (ed) (1995) Inside CIA's private world: declassified articles from the Agency's internal journal, 1955-1992. New Haven, CT; London: Yale University Press.

² Zlotnick J (1995) Bayes' theorem for intelligence analysis. In Westerfield HB (ed) Inside CIA's private world: declassified articles from the Agency's internal journal, 1955-1992, Chap. 20. New Haven, CT; London: Yale University Press, p 255-263.

³ Feder SA (1995) FACTIONS and Policon: New ways to analyze politics. In Westerfield HB (ed) Inside CIA's private world: declassified articles from the Agency's internal journal, 1955-1992, Chap. 22. New Haven, CT; London: Yale University Press, p 274-292.

Байесовский подход к анализу критических политических ситуаций

Байесовский подход к предсказанию исхода ситуации, который не определен, состоит в оценке вероятности реализации одной гипотезы по сравнению с другой, альтернативной, с учетом последнего релевантного, значимого свидетельства. Такая оценка производится согласно теореме Байеса по формуле:

$$R = PL,$$

где R – пересмотренная оценка вероятности развития ситуации согласно одной гипотезе в противоположность другой после рассмотрения последнего свидетельства (т.н. апостериорная оценка);

P – предварительная оценка этой вероятности до рассмотрения последнего свидетельства (априорная оценка или значение из предыдущего анализа);

L – коэффициент правдоподобия (вероятности).

Коэффициент правдоподобия – это оценка аналитиком диагностической ценности рассматриваемого свидетельства. Свидетельство имеет диагностическую ценность, когда вероятность его появления в том случае, если верна одна гипотеза, отличается от случая, когда верна другая гипотеза. Для иллюстрации смысла коэффициента L автор главы 20 приводит пример критической политической ситуации, сложившейся между двумя соседними странами. Необходимо оценить сравнительное правдоподобие двух гипотез о развитии ситуации – одна предполагает неминуемость военного конфликта, другая – отсутствие такой неминуемости. Последним свидетельством является размещение войск одной из стран в ее приграничном районе. Можно ли считать, что их размещение является, скажем, в два раза более вероятным, когда верна гипотеза о неминуемости военного конфликта, чем когда верна гипотеза, что до военного конфликта дело не дойдет? Если так, то свидетельство, безусловно, является диагностическим. Значение L , принимаемое аналитиком, в этом случае было бы равно дроби 2/1. В результате пересмотренная с учетом последнего свидетельства оценка вероятности военного конфликта становится вдвое выше его априорной оценки (сделанной до получения последнего свидетельства).

Автор приводит три основные особенности байесовского метода, которые отличают его от обычного (вербального) анализа, свойственного традиционной разведывательной деятельности. Первой особенностью является количественная оценка вероятностных суждений. Критики байесовского подхода обычно указывают на то, что аналитики неизбежно разойдутся во мнениях относительно точного значения, которое должно отражать диагностическую ценность того или иного свидетельства. Они отмечают, что типичному аналитику с вербальным, а не математическим складом ума чрезвычайно трудно выразить степень своей убежденности с точностью, подразумеваемой числовым значением. Приверженцы байесовского подхода в ответ заявляют, что разногласия между аналитиками в той же мере характерны для традиционного метода и не менее серьезны из-за того, что они скорее неявные, чем явные. Сторонники Байеса придерживаются позиции, что люди с незапамятных времен оценивали количественно вероятностные суждения – всякий раз, когда они предлагали или принимали ставки на исход любого сомнительного действия.

Вторая отличительная особенность байесовского метода заключается в том, что аналитик не принимает полученные свидетельства как финальную данность, а использует их для выводов об относительных достоинствах противоположных гипотез. Он, скорее,

постулирует по очереди истинность каждой гипотезы, обращаясь только к вероятности, связанной с определенным свидетельством – сначала в предположении, что верна одна гипотеза, а затем допуская, что верна другая. Аналитик не испытывает потребности поддерживать свой авторитет или укреплять самооценку, сохраняя позиции, занятые в отношении той или иной гипотезы. Таким образом, минимизируется субъективность оценки и снижается риск ошибки, вносимой человеческим фактором.

Третья отличительная особенность байесовского метода состоит в том, что аналитик выносит свои суждения по элементам свидетельств. Он не суммирует свидетельства, как ему пришлось бы делать в случае их совокупной оценки. Вывод остается за формальной математической процедурой. Исследования некоторых психологов показывают, что люди, как правило, лучше оценивают отдельные свидетельства, чем делают выводы из ряда свидетельств, рассматриваемых в совокупности. Эта особенность так же способствует минимизации негативного влияния человеческого фактора.

Байесовский подход дополняет другие методы разведывательного анализа. Одной из важнейших целей его использования является стратегическое предупреждение о возникающих угрозах. Полезность метода определяется тем, насколько эффективными могут быть прогнозы в ситуациях, когда одна из анализируемых гипотез предусматривает внезапное изменение существующего положения, в то время как другая – сохранение статус-кво. Важное требование к прогнозированию в условиях такой бифуркации состоит в том, что следует избегать ложных тревог – не только из-за растрачивания ресурсов на меры защиты, но также учитывая снижение внимания к угрозам, когда неоднократные тревоги не были реализованы.

В публикации перечисляются «подводные камни», с которыми сталкиваются аналитики, использующие метод Байеса. К ним относятся:

- ограниченный срок применимости свидетельств в условиях нестационарной, т.е. изменяющейся во времени ситуации;
- свидетельства, имеющие случайное отношение к рассматриваемой ситуации;
- зависимость от предшествующего опыта, когда на оценку коэффициента правдоподобия оказывает влияние картина предыдущих свидетельств;
- ненадежность (сомнительный характер или неточность) свидетельств.

Но, как подчеркивает автор, такие проблемы свойственны не только для описываемого подхода, а для всех видов разведывательного анализа.

Прогнозирование внутривнутриполитических событий на основе теорий социального выбора и ожидаемой полезности

С помощью теории социального выбора⁴ аналитики прогнозируют, как группы в обществе принимают решения. Прогнозирование основывается на информации об относительной силе политических деятелей, целях, которые они хотят достичь, или кандидатах, которых они поддерживают. Обычно оценка этой информации происходит интуитивно. Теория теории социального выбора использует такие концепции, как анализ затрат и выгод и порядок предпочтения участников в отношении возможных результатов

⁴ Описание теории социального выбора приведено, например, на сайте: <https://plato.stanford.edu/entries/social-choice>

политической деятельности. Первая концепция позволяет сделать вывод о том, как люди будут вести себя при принятии политических решений, например, при голосовании; вторая – для того, чтобы определить позиции, которые кандидат должен отстаивать, чтобы набрать наибольшее количество голосов.

В конце 1970-х – начале 1980-х годов небольшой группой американских специалистов были созданы:

- метод политического прогнозирования и анализа Policon (разработанный Policon Corp. и использовавшийся ЦРУ по контракту с 1982 по 1986 год) и
- программа FACTIONS, реализующая методологию, подобную Policon, но представляющая собой внутренний продукт Управления науки и технологий, Офиса исследований и разработок (Directorate of Science and Technology, Office of Research and Development).

Оба аналитических инструмента основаны, с одной стороны, на математическом моделировании положений теории социального выбора, которые имеют дело с индивидуальным поведением и совокупностью индивидуальных предпочтений. В отличие от требований к входной информации в рамках традиционного анализа, такое моделирование требует большей скрупулезности в данных. Кроме того, взаимосвязи между политическими переменными описываются в модели с гораздо большей точностью, чем в классической политической теории. Модель основана на пространственной имитации голосования, когда положение в системе координат используется соответственно тому, насколько близки или далеки друг от друга политические группы по какому-либо вопросу. Система координат является одномерной. Это означает, что вопросы, подлежащие анализу, должны рассматриваться как имеющие возможные результаты, которые могут быть упорядочены вдоль некоей координатной оси. Некоторые проблемы имеют многомерные аспекты и не могут быть проанализированы с помощью Policon или FACTIONS. Однако по утверждению автора главы 22 результаты решения большинства проблем могут быть представлены в одном измерении. В терминах пространственной имитации голосования выигрышем, т.е. результатом, который может получить наибольшую поддержку от близлежащих групп, является медианное положение субъекта политики в отношении голосов или властных ресурсов. При этом оценки аналитиками соотносительных политических, экономических или силовых ресурсов субъекта используются для приблизительного определения количества «голосов», которые он контролирует.

Вторая модель, которую используют в Policon и FACTIONS для прогнозирования принимаемых политиками решений, – это модель ожидаемой полезности⁵. С ее помощью аналитики оценивают гипотетические затраты или выгоды для каждого участника политической деятельности, связанные с его попытками повлиять на других участников, чтобы они приняли предпочитаемую им политику. Картина соответствующих затрат и выгод является основой для выводов о том, как группы будут реагировать на предлагаемую политику. Например, группы, которые могут многое выиграть, бросая вызов другим, вероятно, иницируют действия. Группы, которые поддерживают разные позиции и считают, что каждая из них может что-то выиграть в том или ином вопросе, скорее всего, окажутся в конфликте друг с другом.

⁵ С понятием ожидаемой полезности и положениями соответствующей теории, описывающей принятие решений, можно ознакомиться на сайте: <https://plato.stanford.edu/entries/rationality-normative-utility>

При прогнозировании политических решений оценивается объем поддержки, которую субъект *A* оказывает другому субъекту, *B*, в отношении рассматриваемого вопроса:

$$V_{A \text{ for } B} = R_A \times S_A \times U_{A \text{ for } B},$$

где R_A – ресурсы субъекта *A*;

S_A – значимость вопроса для субъекта *A*;

$U_{A \text{ for } B}$ – полезность для *A* позиции *B*.

Объемы поддержки, получаемые каждым участником от других участников, суммируются.

В политическом процессе могут быть задействованы многие субъекты. Каждый из них делает свои собственные политические расчеты и может либо сидеть, сложа руки, и наблюдать, либо поддержать ту или иную сторону, если *A* или кто-либо другой предпримет действия по изменению политики. Если число субъектов превышает три, прогнозирование «победителя» вручную становится слишком трудоемким. Математическое описание политических отношений и реализация описываемых моделей с помощью компьютерных средств делают Policon и FACTIONS инструментами анализа, в котором возможен учет взаимодействия десятков участников политической деятельности.

Модели ожидаемой полезности в рамках Policon и FACTIONS учитывают возможные действия третьих сторон и включают их в анализируемую перспективу затрат/выгод. Предполагается, что субъекты политики поступают согласно ожидаемой полезности действий. Когда у лидера страны конфликтные отношения со многими важными группами, ситуация в стране считается нестабильной. Если лидер обладает положительной ожидаемой полезностью с точки зрения какой-либо группы, в то время как последняя имеет отрицательную ожидаемую полезность для лидера, ожидается, что группа примет позицию лидера или попытается договориться о компромиссе. Группа уступит, когда поверит, что от нее требуют меньше, чем, по ее мнению, она могла бы потерять. Она будет сопротивляться политическому требованию, когда сочтет, что от нее требуют большего, чем, по ее мнению, она может потерять.

Модель ожидаемой полезности также позволяет оценить отношение каждого участника к риску. В модели учитывается предположение, что субъекты, принимающие риск, ведут себя так, как будто они переоценивают то, что могут получить, и недооценивают то, что могут потерять; субъекты же, не склонные к риску, поступают, как будто они недооценивают то, что могут получить, и переоценивают то, что могут потерять. Зная приблизительно отношение к риску, можно делать выводы о том, как действующие лица оценивают политические ситуации, в которых они оказываются, и прогнозировать, как они будут себя вести. Этот аспект оценки ожидаемой полезности является инновационным и придает описываемому математическому подходу дополнительную аналитическую ценность.

Успех применения Policon и FACTIONS, как и в случае использования любого другого метода анализа, критически зависит от качества вводимой информации. Прогнозы результатов голосования и оценки ожидаемой полезности в области политики фактически представляют суждения специалистов по странам, и описанные модели, несмотря на их методологическую изощренность, не могут компенсировать недостаток экспертных знаний. Тем не менее, выводы, полученные с помощью этих аналитических инструментов,

до сих пор всегда оказывались верными и значительно более точными и подробными, чем те, что обеспечивали традиционные средства анализа.

Заключение

Одной из важнейших целей использования байесовского подхода к анализу социально-политических ситуаций является стратегическое предупреждение о возникающих угрозах. В политике – это угрозы национальной безопасности. Применительно к проектированию речь может идти о безопасности технических систем с учетом трудно прогнозируемых природных и техногенных неблагоприятных событий.

Положения и математические модели теорий социального выбора и ожидаемой полезности, используемые в социально-политическом анализе, могут найти свое место в области технической политики – с ее скрытым, но зачастую весьма драматичным характером развития.

Описанные методы способны дать прогноз, какой из сценариев эволюции сложных, в том числе критических ситуаций (включая ситуации бифуркаций) будет реализован с наибольшей вероятностью. Однако с их помощью нельзя предсказать, когда и как быстро будут разворачиваться события. Таким образом, эти методы не являются инструментами анализа динамики развития, поскольку фактор времени отсутствует – они реализуют т.н. квазистатический подход, для которого характерно математическое описание причинно-следственных связей и возможных исходов. Сроки же и профиль изменения основных переменных во времени остаются за рамками анализа. Для моделирования динамики событий следует применять другие методы.