
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

СОЦИАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАБИРАЕТ ОБОРОТЫ

© 2013 г. В.Л. Макаров

(Москва)

В статье дается краткий обзор бурно развивающегося нового направления в общественных науках – социального моделирования. Особое внимание уделяется одному из основных инструментов социального моделирования – агент-ориентированным моделям. Приводятся несколько примеров таких моделей, в том числе разработанных сотрудниками ЦЭМИ. Особо выделяются трудности, связанные с точной формулировкой понятий типа: “доверие”, “иррациональность”, “страх” и пр. Даются математические определения понятий “власть”, “свобода” и указывается, как их можно количественно измерять.

Ключевые слова: социальное моделирование, агент-ориентированные модели, инструменты социальной науки, измерение человеческого влияния.

Классификация JEL: C60, C63, C70.

1. СОЦИАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ИСТОРИЯ

“Социальное моделирование” (англ. – *social simulation*) – понятие необычайно широкое. Дать его сколько-нибудь точное определение без обращения к истории затруднительно. Футурологи, писатели-фантасты, безусловно, занимаются социальным моделированием в том смысле, что рассматривают различные сценарии развития общества, вытекающие из тех или иных предположений.

Что касается науки, то в настоящее время социальное моделирование распространилось на многие ее ветви: экономику, психологию, социологию, политологию, историю, демографию, антропологию, географию, археологию, лингвистику, философию, наконец. Оно тесно связано с построением искусственных объектов на компьютере – особенно таких, как искусственная жизнь, искусственное общество. Появившийся недавно термин “виртуальная реальность” также относится к социальному моделированию. Близкий термин, часто используемый в рамках социального моделирования, – *computational*: *computational economics*, *computational sociology* и т.п. Адекватный перевод этого термина на русский язык затруднителен; это – и вычислительный, и компьютерный, или компьютеризованный.

Таким образом, направление в науке под названием “социальное моделирование” в настоящее время в мире сформировалось. Начиная с 2006 г. прошли уже четыре мировых конгресса по социальному моделированию; подробнее – см. издаваемый ЦЭМИ Интернет-журнал “*Искусственные общества*”¹.

Здесь следует отметить важную особенность данного направления. Как отмечалось выше, социальное моделирование охватывает множество наук. И пока ни в одной из перечисленных оно не заняло доминирующего положения. Хотя есть проблемы (см. ниже), которые могут быть наиболее эффективно решены именно методами социального моделирования. Журнал *JASSS* недавно опубликовал любопытное исследование (см. (Is Social Simulation, 2013)), в котором показано, что ссылки на статьи по социальному моделированию рассыпаны широко по многим журналам, в том числе значительное их число относится к физике и биологии, а не социальным наукам. Это говорит о двух вещах: данная область находится еще в стадии формирования, и по своей природе она является комплексной – охватывает и объединяет несколько наук, в том числе не относящихся к общественным.

¹ www.artsoc.ru.

В России социальное моделирование только начинает набирать силу. Хотя с 1978 г. в России каждый год проходит школа-семинар им. Шаталина, у которой в названии есть слова “социальное моделирование”. Реальных же работ и результатов, напрямую относящихся к данной области, было совсем немного. Только в последние несколько лет мы получили некоторые заметные результаты, о которых – ниже. Из научно-исследовательских институтов только ЦЭМИ РАН имеет лабораторию с соответствующим названием и выпускает уже упоминавшийся Интернет-журнал “Искусственные общества”. В других институтах есть лишь индивидуальные исследователи – как профессионалы, так и любители.

Не вызывает сомнения, что социальное моделирование ждёт большое будущее. Серьёзные открытия впереди. Представители разных наук найдут в нём своё место. В этом – существенная разница с некоторыми другими новыми направлениями, выглядящими перспективными (особенно на первый взгляд). К примеру, эконофизика, биоэкономика или загадочные “сложные системы”.

2. АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ

В этом разделе я хочу показать некоторые инструменты социального моделирования, причем делаю это специально, чтобы *отделить инструмент от предмета*. Дело в том, что среди многих поклонников социального моделирования сложилось представление, будто социальное моделирование и агент-ориентированные модели (АОМ) – это чуть ли не одно и то же. На самом деле АОМ – это универсальный компьютерный инструмент, который можно применять в принципиально различных областях, а не только в социальном моделировании. Зародились АОМ, как клетки Неймана, расширившись дальше до конечных автоматов Цейтлина (Цейтлин, 1969) и игры “Жизнь” (Conway, 1970).

В настоящее время агент-ориентированным моделям посвящена большая литература. Взять, к примеру, только что вышедшую книгу по этой теме (Макаров, Бахтизин, 2013), где читатель найдет исчерпывающее представление о предмете.

АОМ оказались очень удобным инструментом для моделирования процессов, происходящих в обществе. Каждого человека можно описывать индивидуально, располагать людей в близкой к действительности окружающей среде, а главное – напрямую задавать правила взаимодействия между людьми. В игре “Жизнь”, несмотря на простоту, использованы в простейшем виде все перечисленные качества. В ней есть двумерное пространство, разбитое на клетки, в которые помещаются агенты. Агенты могут двигаться, воздействовать друг на друга. А самое главное – действия агентов происходят параллельно во времени, так, как это происходит в реальной жизни.

Все последующие более сложные АОМ развивают свойства, намеченные в игре “Жизнь”. Так, например, знаменитая “Сахарная модель” (см., например, (Epstein Joshua M. and Axtell, 1996)) также имеет двумерное пространство, в котором, кроме того, распределено материальное благо (сахар). Также сформулированы простые правила порождения и гибели агентов.

Для конкретности я называю здесь АОМ, разработанную в нашей лаборатории для исследования условий, при которых абстрактная популяция погибает. Модель разработана и исследована Л.А. Бекляряном и Ф. Белоусовым с моим участием. Результаты подготовлены для публикации.

Толчком к ее созданию послужила статья Хенинга (Henning, 2008), в которой рассматривается абстрактная популяция из n агентов, не распределенных пространственно, т.е. находящихся как бы в одной точке. Взаимодействия между агентами задаются квадратной матрицей $\|a_{ij}\|$, где число a_{ij} показывает уровень расположения агента i по отношению к агенту j . Если $a_{ij} = 1$, то агент i чрезвычайно расположен к агенту j , любит его. Если $a_{ij} = -1$, то, наоборот, – агент i ненавидит агента j . Изучаются различные способы получения матрицы $\|a_{ij}\|$. Самый простой способ – равномерное случайное распределение чисел a_{ij} на интервале $[-1, 1]$. Далее задается правило взаимодействия между агентами. Например, задаётся порог “любви – ненависти” всех других агентов, при превышении которого агент умирает. В нашей работе описываются разнообразные численные эксперименты с популяциями агентов, в которых меняются способы порождения

дения “любви – ненависти” и меняется этот порог. Выявляются условия, при которых популяция погибает или существует сколь угодно долго.

Уже на этом простом примере видно важное свойство компьютерных АОМ, которого нет у других инструментов исследования. Речь идёт об установлении связи между правилами взаимодействия агентов, между агентами и окружающей средой и поведением популяции (общества). Вы задаёте правила и начальные условия, а дальше – после обработки на компьютере – получаете результат: конфигурацию общества со всеми его параметрами. Таким образом, появляется возможность оценивать эффективность любых внешних воздействий. Любопытно, что у писателей-фантастов уровня Айзека Азимова такая мысль звучала. В романе “Конец вечности” (Азимов, 1990) вводится термин “минимальное необходимое воздействие” (МНВ), которое надо осуществить, чтобы в будущей реальности получить желаемый эффект.

Правда, следует иметь в виду, что в экспериментах почти всегда имеются вероятностные переменные. Так что каждый расчёт представляет собой случайную реализацию. Поэтому результаты также имеют вероятностный характер.

Далее в статье делается упор на содержательной стороне проблем социального моделирования, подразумевая, что аппаратом являются, как правило, АОМ.

3. РАЦИОНИРОВАНИЕ

Механизмы рационализации в научном плане изучены весьма слабо. Имеющаяся литература на эту тему относится скорее к экономической теории, чем к социальному моделированию. В экономике публичных благ часто рассматривается так называемый эффект Дж. Тобина. Последний состоит в том, что при потреблении публичных благ устанавливается норматив, в рамках которого потребление или бесплатное, или – по заранее фиксированным ценам. Если вы хотите потратить больше, то покупаете продукт на рынке. Роль нормативов Тобина исследована экономистами-математиками в рамках классической модели рыночного равновесия типа Эрроу–Дебре (см., например, (Макаров, Васильев, 2006)).

Но природа самих нормативов практически не исследована. Как они формируются, каковы механизмы их появления, как происходят их изменения – ничего из этого не описано. Хотя мир таких нормативов (рационов) огромен и пропитывает все существующие типы экономики. Это – и карточки во время войны или кризисов, и талоны на питание, давно существующие в США, и нормативы бесплатной медицины, и предоставление жилья военнослужащим, и многое другое.

Но как они возникают? Обычно, когда речь идёт о рационализации публичных благ, решение принимает правительство того или иного уровня. Министерство науки и образования определяет университетам число бюджетных мест. Министерство здравоохранения утверждает перечень бесплатных медицинских услуг. Правительство определяет размер материнского капитала и других льгот многодетным семьям. Оно же устанавливает нормативы получения бесплатного или льготного жилья для военнослужащих и государственных работников разных рангов.

Таким образом, правительство играет решающую роль в установлении нормативов, относящихся к предоставлению публичных (общественных) благ, поскольку оно берёт на себя выполнение соответствующих обязательств. Другая сторона – соответствующая категория населения – играет относительно пассивную роль. Пассивность связана с недостаточной организованностью социальных групп, слабым развитием гражданского общества. Например, у военных или полицейских имеются способы защиты их интересов вплоть до привлечения руководства министерств обороны и внутренних дел, которые вынуждены работать на обе стороны: и строить квартиры, и вырабатывать нормативы их предоставления, устраивающие членов этой социальной группы.

У других же категорий населения – пенсионеров, инвалидов, многодетных матерей, защитников Чернобыля и др. – защиты меньше. Но в любом случае нормативы вырабатываются совместно обеими сторонами – теми, кто предоставляет блага, и теми, кто их потребляет. Согласитесь, что в целом механизмы проработаны слабо. А главное – они не базируются на сколько-нибудь общепризнанной теории.

Теории существуют только применительно к некоторым видам нормативов. Например, к такому виду нормативов, как налоговые ставки. О том, как устанавливать ставки налогов, написаны горы литературы. Студенты экономических специальностей обязаны изучать эти теории. Единства среди экономистов нет, но хотя бы проблема детально изучается, поскольку относится к механизму рыночной экономики, а не рационирования.

Поэтому нельзя удовлетвориться существующим положением, когда нормативы вычисляет “социальный плановик” и отдаёт их правительству. Роль народа, гражданского общества не видна. Мы с А. Бахтизиным предложили АОМ, где нормативы рационирования вычисляются с помощью механизма (чрезвычайно упрощённого) взаимодействия власти с народом.

Модель и результаты экспериментов были доложены на 4-м Всемирном конгрессе по социальному моделированию, который прошёл в сентябре 2012 г. в Тайпее.

Итак, АОМ имеет дело с шестью видами агентов, названными социальными кластерами (соцкластер):

- 1) предпринимателей или деловых людей;
- 2) военных (защитников отечества);
- 3) госслужащих (служителей отечеству);
- 4) ученых, учителей, врачей;
- 5) представителей культуры и искусства;
- 6) священнослужителей.

При этом представители социальных кластеров со 2 по 6 делятся на три ранга – высший, средний и низший.

Каждый кластер производит собственный продукт. Предприниматели производят продукт, который фигурирует в стандартных однопродуктовых моделях экономики. Государственные служащие производят продукт под названием “общественное благо”, или уровень эффективности управления обществом. Продукт военных – уровень защиты от внешних сил. Продукт ученых и учителей – знания, служителей культуры и искусства – уровень культурного развития населения. И, наконец, продукт священнослужителей – духовный уровень народа, включая этику, мораль, степень коллективизма, отношение к ближнему.

Производство каждого социального кластера задаётся в форме производственной функции, входными параметрами которой являются труд, фонды и затраты всех продуктов. Последнее означает, что ни один продукт не может быть произведен, если в затратах отсутствует хотя бы один продукт.

Теперь самое главное – как организовано потребление. Только продукция первого социального кластера направляется на личное потребление. Каждому агенту, кроме предпринимателей, количество первого продукта достаётся по действующей норме. При этом агент может потратить весь продукт, а может его некоторую часть потратить на усилия, которые он направляет на переход в более высокий ранг или в другой социальный кластер.

Переход из ранга в ранг и из одного социального кластера в другой возможен с заданными сверху вероятностями. Если агент потратил часть продукта на такой переход, то его вероятность перехода повышается. Что касается социального кластера предпринимателей, то всё, что не ушло по действующим нормам (квотам), достаётся ему.

При этом социальный кластер решает, сколько продукта направить на потребление, а сколько – на накопление. Поэтому, если все потребительские нормы заданы, то поведение всех агентов предопределено. Они знают, что получают, и их индивидуальное решение состоит только в том, чтобы или всё потратить, или что-то оставить на повышение своего статуса (ранга). Предприниматели же решают, сколько оставить на накопление.

Механизм порождения (изменения) норм потребления включает случайные элементы и устроен следующим образом. Каждый агент имеет возможность влиять на квоты в зависимости от своего веса в обществе. Этот вес определяется рангом и количеством связей с другими членами общества. В приводимых в работе расчётах (временно) сделано предположение, что каждый

агент стремится увеличить свою квоту и уменьшить все другие квоты. То есть агент заботится только о представителях своего ранга и негативно относится ко всем остальным. Естественно, что чем больше агентов в данном ранге, тем выше его (ранга) влияние. Подчеркну ещё раз существенную роль *веса человека в обществе*, который в нашем случае зависит от его ранга, социального кластера и, что особенно важно, – от количества связей в обществе. Последний показатель является переменным.

Мы провели множество экспериментов на описанной АОМ. В качестве критерия сравнения результатов экспериментов брали, как правило, темпы роста первого (материального) продукта. В целом выводы из серии расчётов можно сформулировать так: общество развивается эффективно только тогда, когда реализуется принцип равноправия социальных кластеров. Стоит только одному из социальных кластеров начать доминировать, например, начать управлять квотами или непомерно разрастись количественно, как отмечается замедление темпов роста экономики, в том числе потребления.

4. СОЦИАЛЬНЫЕ НОРМЫ – КАК ОГРАНИЧЕНИЯ В ПОВЕДЕНИИ

Как отмечалось выше, различных рационов, квот, льгот, талонов во всех странах великое множество, независимо от типа экономики и общественного строя.

Но существенно больше – мир социальных норм, ограничивающих поведение агентов – как членов различных групп общества – и общества в целом. Твердой общепринятой классификации социальных норм ещё не создано. Можно говорить лишь о сложившемся в литературе приблизительном разделении на большие классы. Это – моральные нормы, религиозные нормы, табу, обычаи, ритуалы, традиции, этикет, принятые правила поведения в малых группах (клуб, род, семья). Сюда же относятся правовые нормы, оформленные документально. Говорят ещё о политических нормах, относящихся больше к ограничениям в поведении групп, а не индивидуумов, об эстетических нормах, включая моду. Но суть остается одна: действовать в определенных рамках, соблюдать запреты. Достаточно вспомнить Талмуд – как пример совокупности норм.

В теме современного социального моделирования накопилось пока относительно небольшое число статей, в которых рассматриваются АОМ с порождением и эволюцией норм.

Одна из исходных работ, на которую часто ссылаются, принадлежит Роберту Аксельроду (Axelrod, 1986), в которой рассматривается АОМ с процессом эволюции норм. Норма закрепляется в обществе, если к ней положительно относится значительная его часть, а, самое главное, члены общества стараются воздействовать на других членов, не выполняющих нормы, методом типа штрафов. Любопытно, что уже в этой исходной работе Аксельрод ввел понятие метанормы, а именно: нормы, регламентирующей поведение агентов по поводу, как наказывать нерадивых. Из метанорм далее вырастают законы и прочие правила юридического характера.

У Р. Аксельрода и его последователей множество возможных норм задано. Иными словами, вопрос о том, как появляются социальные нормы, остаётся открытым. По-видимому, свет на этот вопрос может пролить понятие мема, вошедшее в оборот после публикации книги Р. Докинса (Dawkins, 1976). Русское *мем* – не совсем удачное звучание английского *теме*, которые произносится как *мим*. Итак, под *мемом* понимается единица культурной информации, своеобразный атом такой информации. Автор называет его эгоистичным геном, сравнивая с обычным геном, передаваемым от особи к особи.

Таким образом, множество мемов можно рассматривать в качестве исходного сырого материала для последующего формирования социальных норм. А именно: сначала идея, словосочетание, фраза становится популярной, передающейся из уст в уста, становится мемом. А дальше некоторые из мемов начинают превращаться в социальные нормы, т.е. культы, ритуалы, моду или запреты.

Следует предупредить исследователей, занимающихся моделированием возникновения и распространения социальных норм, что предмет чрезвычайно сложен и любая формализация его сильно упрощает. В статье М. Нейман (Neumann, 2010) подробно обсуждаются такие трудности. Проникновение нормы в сознание человека происходит разными путями, а отнюдь не только

осуждением девиантного поведения. Формализовать влияние моральных принципов, подчеркивает М. Нейман, весьма непросто.

В литературе время от времени появляются работы, в которых авторы анализируют и предлагают различные механизмы порождения социальных норм. Можно порекомендовать, например, работы Дж. Эпштейна, Т. Фента, Б. Шаваримату и др. (Epstein, 2000; Fent, 2006; Savarimuthu et al., 2010). Однако они имеют эпизодический характер, относятся к описанию конкретных областей человеческого поведения. Таких конкретных областей очень много, и нужна удобная классификация.

Проще всего нормы устанавливаются в рамках малых групп. Так, например, нормативы посещения фирменного фитнес-клуба или использования автомата для приготовления кофе устанавливаются руководством фирмы по согласованию с коллективом. То же относится и к дресс-коду, и к расписанию перерывов для отдыха.

Сложнее с социальными нормами, обозначенными как ограничения социального поведения, установленные законами правительств с разными механизмами законотворчества. Нормы социального поведения, регулируемые законами, в частности, собранными в гражданском кодексе, люди, формально говоря, специально изучать не обязаны. Они их впитывают в процессе жизни. СМИ, судебная система, адвокатская деятельность играют здесь, естественно, важную роль. Однако вряд ли кто-то ограничения входа без спроса в чужую квартиру или на чужую территорию, пользование чужими вещами и тому подобное познал из изучения гражданского кодекса или советов адвоката. Людей этому учит жизнь вокруг. Вопрос – как именно, каков механизм? Глубоких исследований на эту тему не встречалось.

Особый интерес представляет изучение механизма порождения норм социального поведения, идущих из древности, установленных национальными традициями, культурными особенностями, модой. Здесь – широкий набор различных по своей природе механизмов. Нормы типа “табу” возникают из необходимости выживания популяции. Например, родовые отношения: запрет иметь половые отношения с близкими родственниками, правила слушаться старших, защищать своих и пр. Близкие к ним – правила погребения умерших, запреты на питание (нельзя, например, есть свинину, или конину, или собачатину и т.д.)

Что касается норм, идущих от культуры, то процессы их формирования также крайне разнообразны: переодеваться к обеду – у британцев, чайная церемония – у китайцев и японцев, праздничные традиции – практически у всех народов (русская Масленица, бразильский карнавал...). Естественно, что нормы меняются в зависимости от уровня жизни. Испражняться за занавеской теперь не принято, зато почти везде принято купаться едва ли не голым.

О религиозных правилах и запретах в научном плане рассуждать не принято. Считается, что они пришли свыше. Ветхий Завет, Евангелие, Коран, Сура, Талмуд и другие религиозные святыни не нуждаются в объяснении, почему и как они появились и почему их содержание именно таково. Но запрета на научное изучение текстов и того, что за ними стоит, нет. Тем более что эволюция в правилах различных религий также наблюдается – где-то больше, где-то меньше.

Наконец, нельзя пройти мимо правил, установленных различными социальными кластерами для своих членов. О религиозных правилах уже говорилось. У некоторых профессий, например, также имеются свои правила поведения. У врачей – клятва Гиппократова, у военных – своя клятва, у учёных, работников культуры и искусства – также много своих правил, которые принято соблюдать. То же самое можно сказать и о деловых людях.

Какой же общий вывод из нашего призыва изучать механизмы порождения социальных норм? Во-первых, навести порядок в переписи, фиксации и классификации норм. Нужен достаточно полный, постоянно пополняемый перечень социальных норм. Во-вторых, описание истории возникновения и эволюции норм. В-третьих, что особенно важно, детальное описание механизмов порождения тех норм, где такой механизм можно объективно наблюдать.

Если человечество научится управлять социальными нормами, то тогда можно ожидать реального прогресса в морально-этической сфере. Погоня за материально-техническими достижениями перестанет доминировать, и люди поостерегутся уничтожать друг друга, стремясь к мировому господству.

5. СОЦИАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ВЛАСТЬ

Совокупность социальных норм скрепляет общество, превращает его из хаотической массы в собственно *общество*. Но общество также невозможно себе представить без *власти*. Власть агента над другими в данном контексте можно определить как степень (уровень) доступных данному агенту ограничений на поведение других агентов.

Таким образом, как социальная норма ограничивает поведение, так и власть ограничивает поведение, ограничивает свободу. Разница в том, что в случае нормы ограничение находится внутри человека, а предписывается и контролируется обществом.

Власть, как правило, распределена между членами общества крайне неравномерно. Измерить, какой властью обладает тот или иной агент, непросто. Я здесь предлагаю способ измерения власти, базирующийся на множестве возможных действий агентов, в которых один агент уменьшает это множество у другого агента. Другими словами, множество возможных (разрешенных обществом) действий определяет уровень свободы, а власть есть ограничитель этой свободы.

Например, мама запрещает ребенку залезать на стол. Иными словами, свобода индивида ограничивается действиями других людей. Ограничение свободы и есть ни что иное, как власть. В данном примере – власть мамы над ребенком.

Уровень свободы под влиянием другого человека может увеличиваться или уменьшаться. Например, поэт В.А. Жуковский с помощью товарищей дал свободу Тарасу Шевченко (выкупив из крепостных).

Власть человека может быть измерена количеством свободы, которую он может дать другим людям и, соответственно, – отнять у других людей. Логично дарованную и отобранную свободу суммировать, поскольку и то, и другое есть проявление власти.

Важный, естественно возникающий вопрос, кто носитель власти. Есть царь, диктатор, начальник, судья, полицейский. Это – понятно. Но человек ограничивает свое поведение и совершенно иначе, следуя *мнению* окружающих, совести, пониманию добра и зла, короче – следуя разнообразным социальным нормам. Чёткой границы между этими двумя источниками власти нет. Однако в последнее время стали широко применяться термины “жесткая” и “мягкая” власть (иногда – “мягкая” сила, поскольку по-английски *soft power* – одно и то же). Сам термин был введен Джозефом Наем еще в 1990 г. (Nye, 1990), но особенно часто стал встречаться в связи с применением новых технологий в мировой политике (цветные революции, информационные войны и пр.).

Есть совершенно неуловимые источники или, лучше сказать, центры “мягкой” власти, которые укоренены в народе. Причем совсем не обязательно в обществе, где развиты так называемые гражданские институты. Проиллюстрирую эту мысль цитатой из Л.Н. Толстого (Толстой, 2002). Завершая эпопею “Война и мир”, Л.Н. Толстой очень пространно и длинно рассуждал о роли предводителей, королей, полководцев, с одной стороны, и народных масс – с другой. Чего стоит его фраза: “Движение народов производит не власть, не умственная деятельность, даже не соединение того и другого, как то думали историки, но деятельность *всех* людей, принимающих участие в событии и соединяющихся всегда так, что те, которые принимают наибольшее прямое участие в событии, принимают на себя наименьшую ответственность, и наоборот”.

6. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ СВОБОДЫ И ВЛАСТИ

Если бы человечество научилось достоверно измерять свободу и власть, а также создало институты, проводящие соответствующий мониторинг, которым все доверяют, то наше понимание мира, да и его политическая картина, были бы существенно иными.

Однако великие философы и социологи прошлого и настоящего не заостряли внимания на этой проблеме. Отчасти, я думаю, это связано с тем, что количественное измерение в социальной области не считалось, да и не считается до настоящего времени, первоочередной задачей. На первый взгляд кажется, что современная социология наполнена цифрами, особенно – результатами

опросов населения. Но ключевые понятия, описывающие состояние общества, используются в основном на неколичественном уровне.

Чтобы измерить уровень имеющейся у человека свободы, следует сначала описать множество его возможных действий. Далее необходимо определить диапазон возможного осуществления этих действий. Диапазон логично измерять числами – от нуля до максимального числа, характеризующего (физический) предел.

Таким образом, применительно к отдельному действию данного человека свобода измеряется числом – величиной указанного интервала. Но вся проблема состоит в том, что этот интервал переменный, зависящий от других действий самого человека и от действий других людей. Если человек принял решение поехать в деревню и собирать в лесу грибы, то тем самым он лишает себя возможности пойти в театр и послушать оперу “Пиковая дама”. Следовательно, неправильно измерять свободу величиной интервала, в котором можно осуществлять действие. Следует брать все возможные действия в совокупности – как единое множество. Тогда уровнем свободы логично считать меру (математическое понятие) данного множества: т.е. для одномерного множества – длину, двумерного – площадь, трехмерного – объем и т.д.

Главный вопрос состоит в том, как соизмерить уровни свободы разных людей. Один живет в двумерном мире, и его уровень свободы меряется размером площади; другой живет в трехмерном мире, где этот уровень меряется величиной объема. Понятно, что объем в числовом измерении может оказаться меньше площади. Но эти два человека живут в разных мирах, поэтому каждое измерение следует оценивать какими-то весами, чтобы можно было сопоставлять их миры.

К примеру, один человек живёт в стране, где ему дана большая свобода. Но выезд в другую страну ему запрещен. Второй человек, например, может выезжать в другую страну, хотя в каждой стране у него довольно ограниченный объем свободы по сравнению с первым. Такая ситуация встречается сплошь и рядом.

Таким образом, для измерения уровня свободы важен и показатель размерности пространства, в котором действует человек, и важна величина множества возможных действий в пространстве.

Единого, всенародно признанного классификатора действий человека не существует до сих пор, хотя международная статистика наполнена разнообразными классификаторами.

Замечание: понятно, что суммарный (интегральный) по всем действиям уровень свободы можно получать по более сложным формулам. Человек по-разному ценит свободу в осуществлении того или иного действия. Поэтому логично, например, брать взвешенную сумму с весами, учитывающими субъективную ценность свободы в осуществлении разных действий.

В оставшейся части этого раздела я приведу один из возможных точных (математических) определений уровня свободы и, соответственно, власти в обществе из множества участников.

Итак, имеем множество членов общества числом n и максимальное число возможных действий человека m . Как принято в математических моделях, следует перенумеровать людей ($i = 1, \dots, n$) и их действия ($j = 1, \dots, m$).

Тогда можно ввести следующие обозначения: X_i – множество возможных действий человека с номером i . Это множество лежит в евклидовом пространстве R^m , точки которого представляют собой число всех возможных действий данного человека; x_i есть элемент множества X_i . Соответственно, $X = X_1 \times \dots \times X_n$ есть множество возможных действий всех людей в обществе; x – элемент множества X .

Далее делается принципиально важное утверждение о способах сужения (уменьшения) множества X . В обществе каждый человек, каждая группа людей, наконец, все люди вместе могут воздействовать, т.е. сужать множество X . В математических терминах это выглядит довольно сложно. А именно: формируется точечно-множественное отображение множества X в себя. Иными словами, каждой точке множества X соответствует некоторое подмножество множества X , содержательный смысл которого объясняется по ходу изложения. Смысл этого подмножества состоит в комбинации (осуществлении, наложении друг на друга) индивидуальных и коллектив-

ных действий. Каждое индивидуальное или коллективное действие также описывается в виде точно-множественного отображения.

Сначала посмотрим, как выглядит индивидуальное действие человека j на человека i .

Точка $x = (x_1, \dots, x_n) = (x_j | x(-j))$ множества X с выделенным действием x_j человека j отображается в множество $X_{ij} (x_j | x(-j))$, которое является подмножеством множества X_i возможных действий человека i .

Пользуясь введенными обозначениями, определим понятие власти *в конкретных условиях* человека j над человеком i и, соответственно, понятие уровня свободы человека i . Здесь слова “в конкретных условиях” присутствуют не случайно. В зависимости от общего состояния общества уровень власти человека над человеком и, соответственно, уровень свободы могут меняться, и существенно.

Итак, обратимся к множеству $X_{ij} (x_j | x(-j))$. Оно показывает, какая часть множества X_i доступна человеку i , если человек j осуществляет действия x_j . Остальную часть множества человек j отнимает. Отнимаемая часть и есть уровень власти человека j над человеком i . Эта самая отнимаемая часть есть множество в многомерном пространстве R^m . Естественно, хочется измерить уровень власти числом. К сожалению, мера множества (математическая, т.е. площадь – для двумерного, объем для трехмерного и т.д. пространств) по ряду причин не подходит для такого измерения. В частности, из-за того, что человек ценит разные действия по-разному, на многое просто не обращает внимания, и уже поэтому математическая мера не годится.

Возьмем действие k и применительно к нему вычислим величину ограничения свободы его использования в зависимости от влияния x_j . Получим

$$\rho_k (X_j \setminus X_{ij} (x_j | x(-j))) = \max \rho_k(x_k, y_k),$$

где максимум берется по всем парам (x, y) , причем x и y принадлежат множеству $(X_j \setminus X_{ij} (x_j | x(-j)))$. Здесь операция “ $\setminus$ ” обозначает вычитание одного множества из другого.

Теперь общее ограничение свободы человеком j у человека i , или, что то же самое, – уровень власти человека j над человеком i вычисляется сложением по всем действиям. Правда, складывать следует взвешивая с некоторыми коэффициентами, зависящими от того, как человек оценивает то или иное действие. И здесь появляется нечто удивительное. Люди оценивают одно и то же действие по-разному. Поэтому субъективное ощущение человека, теряющего некоторое количество свободы, не совпадает с субъективным ощущением человека, приобретающим некоторое количество власти. Эти количества оказываются разными.

Итак, ощущение уровня ценности действий человека j , приобретающего власть, обозначим коэффициентами λ_{jk} ($k = 1, \dots, m$), а человека i , теряющего свободу от тех же действий человека j , коэффициентами μ_{ik} ($k = 1, \dots, m$). Тогда:

$\sum_k \lambda_{ik} \rho_k (X_i \setminus X_{ij} (x_j | x(-j)))$ – уровень ограничения свободы человека i при действиях человека j , равных x_j ;

$\sum_k \mu_{jk} \rho_k (X_j \setminus X_{ij} (x_j | x(-j)))$ – уровень приобретаемой власти человека j над человеком i при действиях x_j .

Понятно, что властью обладают не только отдельные индивидуумы, но и группы людей, например парламент или мафия. Выразить власть группы над индивидуумом математически можно также в форме точно-множественного отображения. Точка $x = (x_1, \dots, x_n) = (\{x_j\}_{j \in G} | x(-G))$ отображается в множество $X_{iG}(\{x_j\}_{j \in G} | x(-G))$, которое является подмножеством множества X_i . Таким же образом можно подсчитать и уровень власти группы G над индивидуумом.

Всё общество в целом представляет собой особую группу, самую большую группу. Власть общества над каждым человеком в целом описывается таким же по форме точно-множественным отображением. Нюанс состоит в том, что власть общества является “мягкой”, выражаемой в форме всех видов социальных норм.

Таким образом, каждый человек ощущает на себе власть отдельных людей, отдельных групп и всего общества в целом. И эту власть можно подсчитать описанным выше способом. Так же можно подсчитать власть, которой обладает отдельный человек, группа и общество в целом.

Обозначим совокупное влияние всех людей на всех людей через отображение

$$x \rightarrow X(x) = X_1(x) \times \dots \times X_n(x),$$

определенное на всем множестве X . Здесь X включает совокупные действия всех людей, т.е. индивидуальное влияние на других людей и действия в группах, включая общественные действия.

Уровень свободы вычисляется через уровень власти, поскольку свобода является антиподом власти. Иначе говоря, множество X_i обеспечивает полную свободу человеку i , а получаемое после всех воздействий других участников множество $X_i(x)$ представляет собой реальную свободу.

7. РАВНОВЕСИЕ В ОБЩЕСТВЕ ПРИ СТРЕМЛЕНИИ ИНДИВИДА ПОЛУЧИТЬ КАК МОЖНО БОЛЬШЕ ВЛАСТИ

В данном разделе я постараюсь определить состояния общества, которые получаются в результате действий всех участников процесса при их различных мотивациях.

Для этого, пользуясь введенными в предыдущем параграфе обозначениями, обратимся к общему точно-множественному отображению $x \rightarrow X(x)$, переводящему произвольное состояние общества во множество состояний, в которые можно перейти из данного. Определим множество действий человека i , которые он может осуществлять при данном состоянии общества, как x . Это множество по определению есть $X_i(x)$. И человек может выбрать любое действие $x_i \in X_i(x)$.

Естественно, человек выберет такое действие, которое наилучшим образом соответствует его устремлениям. А устремления могут быть разными.

Мы привыкли, что в математических моделях людские устремления описываются некой функцией цели, например функцией полезности потребления или функцией прибыли. Здесь же имеется возможность максимизировать свободу и власть, коль скоро они выражаются количественно.

Например, достижение максимальной власти над всеми членами общества или какой-то его частью. Противоположное устремление – дать максимальную свободу такой-то группе людей.

Если целевое устремление сформулировано, то каждый человек или каждая группа решает задачу максимизации, так что множество возможных переходов $x \rightarrow X(x)$ сужается и превращается в точно-множественное отображение $x \rightarrow X^*(x)$, где состояния из $X^*(x)$ – это такие состояния, в которые люди хотят перейти, максимизируя свои целевые устремления. Неподвижные точки отображения $x \rightarrow X^*(x)$ представляют собой равновесие – классическое равновесие по Нэшу. Если такое равновесие получается при стремлении всех участников получить власть, то его можно называть оптимальным распределением власти при данном устройстве общества, которое описывается отображением $x \rightarrow X(x)$. Если полученное распределение власти для людей неудовлетворительно, то надо менять отображение $x \rightarrow X(x)$. Но это – более сложная задача.

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из изложенного обзора можно делать вывод о том, что едва ли не большинство проблем современного общества могут быть исследованы с помощью методов социального моделирования. Причём математики и компьютерные специалисты более точно формулируют проблему и, соответственно, предлагают её решение.

Возьмем, к примеру, соотношение между “жесткой” и “мягкой” властью. С одной стороны, интуитивное понятие идеального общества предполагает доминирование “мягкой” власти. Люди в таком обществе поступают согласно своей совести, общественным нормам, нравственным законам; поэтому, чем меньше “жесткой” власти, тем лучше. И, стало быть, институты такого общества должны быть направлены на воспитание “правильного” человека. Но эта в принципе правильная тенденция может превратиться в свою противоположность, когда человека начнут

оболванивать, кормить ложью и пр. Современные рекламные и пропагандистские технологии, информационные войны усиливают “мягкую” власть, о чем писал тот же Най, но причём здесь идеально организованное общество.

А вот – обратное. Другие современные тенденции, имеющие место в развитых странах, наоборот, приводят к росту удельного веса “жесткой” власти. Причём она нужна не обществу, не народу, а его отдельной части, в первую очередь сословию бюрократов. Бюрократов же действующие социальные нормы не удовлетворяют. Они недостаточно прописаны. Им нужны детальные инструкции, а то и законодательные акты.

СМИ полны тому примерами. Возьмем ювенальную юстицию: семейные нормы, выработанные столетиями и, на удивление, разделяемые самыми разными культурами, оказываются недостаточными. Надо их превратить в законы. К чему это приводит – все видят. А самое главное: нравственный уровень от этого только падает. Что же говорить о так называемой политкорректности в публичных взаимоотношениях между мужчинами и женщинами, регулирование которых пытаются обложить инструкциями.

Сейчас у нас в стране обсуждаются законы о борьбе с курением и использованием мата. Желание похвально. Но когда появляется текст соответствующего закона, то хочется то ли смеяться, то ли ругаться. На самом деле такие законы оскорбительны для общества. Для гражданского общества. Считается, что мы всем миром не в состоянии решать подобные проблемы. Нужен государственный кнут. Это ещё раз приучает людей к мысли, что они ни на что не способны и по любому поводу надо обращаться к государству. Оскорбление религиозных чувств, оскорбление памяти предков не должно регулироваться бюрократическими законами. Это – задача общества, гражданского общества.

Математическое мышление сразу наталкивает на задачу оптимального соотношения “мягкой” и “жесткой” власти. Крайности не годятся, а золотую середину умеют формулировать именно математики.

Упомяну ещё одну сложную проблему – рационального и иррационального поведения человека в обществе. Работ на эту тему – тысячи, и пишут их представители разных наук. Перечислю здесь только понятия, которые встречаются в публикациях по социальному моделированию: “доверие”, “благотворительность”, “взаимность”, “доброжелательность”, “репутация”, “эмоции” (гнев, страх), “мечь”, “риск”, “альтруизм”, “самопожертвование”, “предвидение”, “доброта”...

Примером сочетания рационального и нерационального в поведении людей может служить исследование влияния разных факторов на уровень “утечки мозгов” и обратного возвращения на родину, изложенное в работе (Blondo, Pluchino, Rapisadra, 2013).

И в заключение хочется напомнить о том, что инструмент агент-ориентированных моделей достаточно универсален. Агентами могут быть элементарные частицы, и тогда вместо физических экспериментов проводятся компьютерные. Агентами могут быть совокупности самых разных живых существ: птиц, муравьев, овец. Компьютерное моделирование позволяет понять, как муравьи строят геометрически правильные фигуры, журавли образуют клин, а бараны поступают, как бараны. Так что социальное моделирование не узурпирует этот инструмент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азимов А. (1990). Конец вечности. М.: Правда.
- Луман Никлас (2001). Власть. М.: Практис.
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. (2013). Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (Агент-ориентированные модели). М.: Экономика.
- Макаров В.Л., Васильев В.А. (2006). Информационное равновесие. Коалиционная стабильность // *Экономика и мат. методы*. № 4.
- Толстой Л.Н. (2002). Война и мир. Т. 4. Екатеринбург: У фактория. С. 370.
- Цейтлин М.Л. (1969). Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. М.: Наука.

- Acerbi Al., Ghirlanda St., Enquist M.** (2012). Old and Young Individuals' Role in Cultural Change // *JASSS*. Vol. 15. No. 4.
- Axelrod R.** (1986). An Evolutionary Approach to Norms // *The American Political Science Review*. Vol. 80. No. 4. P. 1095–1111.
- Blondo Al. Emanuele, Pluchino Al., Rapisadra An.** (2013). Return Migration After Brain Drain: A Simulation Approach // *JASSS*. Vol. 16. No. 2.
- Blume L.E.** (2004). Evolutionary Equilibrium with Forward-Looking Players. Working Paper. Cornell University. The Santa Fe Institute.
- Christofer W. di Carlo** (2010). How Problem Solving and Neurotransmission in the Upper Paleolithic led to The Emergence and Maintenance of Memetic Equilibrium in Contemporary World Religions // *Politics and Culture*. Special issue.
- Conway J.** (1970). The Game of Life // *Scientific American*. Vol. 223.
- Dawkins R.** (1976). The Selfish Gene. Oxford: Oxford University Press. (**Доккинс Р.** (1993). Эгоистичный ген. М.: Мир. С. 318).
- Epstein J.M.** (2000). Learning to Be Thoughtless: Social Norms and Individual Computation. The Brookings Institution and Santa Fe Institute. Center on Social and Economic Dynamics. Working Paper No. 6. January.
- Epstein J.M., Axtell R.** (1996). Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up. In: "Brooking Institution Press and MIT Press". Washington DC.
- Fent Th.** (2006). Collective Social Dynamics and Social Norms. MPRA Paper No. 2841.
- Henning P.A.** (2008). Computational Evolution. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. P. 175–193.
- Is Social Simulation** (2013). Is Social Simulation a Social Science Outstation? A Bibliometric Analysis of the Impact of JASSS // *JASSS*. Vol. 16. No. 1
- Kandori M.** (1992). Social Norms and Community Enforcement // *The Rev. of Econ. Studies*. Vol. 59. No. 1 (January).
- Mueller D.C.** (2003). Public Choice III. Cambridge: Cambridge University Press. (**Мюллер Д.** (2007). Общественный выбор. М.: ГУ ВШЭ).
- Neumann M.** (2010). Norm Internalization in Human and Artificial Intelligence // *J. of Artificial Societies and Social Simulation*. Vol. 13. No. 1.
- Nye J.** (1990). Soft Power: The Means to Success in World Politics. N.Y.: St. Martins Press.
- Patel A., Crooks Ad., Koizumi N.** (2012). Slumulation: An Agent-Based Modeling Approach to Slum Formation // *JASSS*. Vol. 15. No. 4.
- Savarimuthu Bastin T.R., Craneffeld St., Purvis Maryam A., Purvis Martin K.** (2010): Obligation Norm Identification in Agent Societies // *J. of Artificial Societies and Social Simulation*. Vol. 13. No. 4.
- Savarimuthu B.T.R., Purvis M.A., Purvis M.K.** (2013). Social Norm emergence in virtual agent societies. [Электронный ресурс] International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems. Режим доступа: http://www.ifaamas.org/Proceedings/aamas08/proceedings/pdf/paper/AAMAS08_0729.pdf, свободный. Яз. англ. (дата обращения: май 2013 г.).
- Squazzoni Fl.** (2012). Agent-Based Computational Sociology. Chichester: John Wiley & Sons (UK).

Поступила в редакцию
06.06.2013 г.

Social Simulation Gaining the Rate

V.L. Makarov

Given a short survey of the social simulation, how it is considered in the modern literature. Focused on agent-based models, where members of a human society play the role of the agents. To illustrate this there is a number of examples, taken from the CEMI publications and the other sources. Special attention paid to the precise formulation of such notions as trust, irrationality, fear etc. Given the mathematic description notion “power”, “freedom”; shown the ways to its qualitative measure.

Keywords: social simulation, agent-based models, social science instrument, human power measurement.

JEL Classification: C60, C63, C70.