

МЕТОДОЛОГИЯ

Возможны ли математические модели истории?*

Познавательную ситуацию в исторической науке отличает некоторая противоречивость: с одной стороны, развиваются междисциплинарные подходы, и в том числе создаются формализованные, логико-математические модели исторических явлений и процессов. С другой стороны, усиливается тенденция к строгому соблюдению дисциплинарных норм исторического знания и вместе с ней – недоверие историков к теоретическим (не только математическим, но и социологическим, философским) моделям, неизбежно упрощающим многогранный образ истории, формируемый на основе источников. Возможно ли разрешение данного противоречия? Мнения на этот счет за "круглым столом" журнала высказывают ученые разных специальностей: доктор исторических наук **Леонид Иосифович БОРОДКИН**, доктор технических наук **Сергей Юрьевич МАЛКОВ**, доктор физико-математических наук **Дмитрий Сергеевич ЧЕРНАВСКИЙ**, доктор биологии **Петр Валентинович ТУРЧИН** (Коннектикутский университет, США), доктор географических наук **Дмитрий Игоревич ЛЮРИ**, доктор географических наук **Алексей Давидович АРМАНД**, доктор философских наук **Анатолий Николаевич КРИЧЕВЕЦ**; кандидаты исторических наук **Игорь Николаевич ИОНОВ** и **Александр Алексеевич КАЗАНКОВ**, кандидат биологических наук **Светлана Александровна БОРИНСКАЯ**, кандидат военных наук **Владимир Аркадьевич ЛИТВИНЕНКО**, географ **Владимир Анатольевич КАРАВАЕВ**. "Круглый стол" ведет **Акоп Погосович НАЗАРЕТЯН** – доктор философских наук, кандидат психологических наук, член редколлегии журнала "Общественные науки и современность".

А.П. Назаретян: Применение математических моделей для исследования астрофизической или биотической фазы развития материи "узаконено" давно и, наверное, бесповоротно. Но при изучении культуры и человеческой истории возникает вопрос, в какой мере ее познанию может помочь математика? Предмет нашего обсуждения – это мотивации, цели и способы математического моделирования процессов за период порядка миллиона лет, после того, как человек изобрел огонь и начал активно вторгаться в природу. Прежде всего хотелось бы уточнить постановку вопроса: возможны ли здесь математические модели и если да, в какой мере они работают, что могут дать?

С.А. Боринская: Может быть, так: есть ли что-то в социальной истории, что поддается продуктивному моделированию?

А.П. Назаретян: Или так: в каком случае моделирование может дать предметно интересный, продуктивный прогноз? Например, в какой мере предсказуемы исторические альтернативы? Понятно, для чего выстраивают модели в естественных науках или в экономике: там необходим прогноз ситуации и модель позволяет предсказать, как процесс будет развиваться в будущем. А каковы цели математического моделирования в истории, то есть построение модели того, что уже случилось в прошлом?

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант № 01-03-00332а).

Л.И. Бородкин: Я заметил, что большинство историков при упоминании слова "моделирование" реагирует однотипно – а зачем нам модели? Ведь историки изучают, как шел исторический процесс в реальности, а клиометристы моделируют то, как он *мог бы* развиваться. Вот базовый вопрос, от которого идут все линии дискуссии. Мне известны три ситуации, где, на мой взгляд, есть смысл применять математическое моделирование.

Первая – реконструкция динамики того или иного исторического процесса, сведения о котором не сохранились в источниках в достаточном объеме. Этим вопросом занимался в свое время коллектив историков и математиков, возглавляемый академиком Н. Моисеевым. Исходя из некоторых общих предположений, ученые создали имитационную модель одного из периодов в истории Древней Греции – эпохи Пелопоннесских войн, от которой сохранилось мало информации социально-экономического характера. Модель реконструировала возможную динамику некоторых параметров изучаемого исторического процесса.

Другой вид моделирования связан с анализом исторических альтернатив. Историки теперь рассматривают проблемы альтернативности исторического процесса в качестве одного из новых направлений методологии исторического познания. В Институте всеобщей истории РАН в 2000 г. состоялся "круглый стол" на тему "Имеет ли история сослагательное наклонение?", материалы которого опубликованы в альманахе "Одиссей". Сегодня уже не кажется удивительным тот факт, что все без исключения участники "круглого стола" высказались за целесообразность изучения альтернатив исторического развития. Модели могут быть полезными при изучении сложных по характеру динамики "синергетических" процессов. На некоторых специфических участках, в точках бифуркации, где в состоянии неустойчивости происходит выбор исторических альтернатив, процесс в силу каких-то небольших импульсов или случайных причин "сворачивает с траектории", переходя в одно из потенциально возможных состояний (аттракторов). С помощью методов нелинейного моделирования можно исследовать поведение таких процессов (например, динамики стачек, биржевой динамики – такой опыт у нас имеется).

И, наконец, третья ситуация моделирования связана с оценкой последствий тех или иных преобразований, общественных трансформаций. Например, начавшаяся в России реформа П. Столыпина привела к каким-то измеримым результатам. А если бы она не проводилась? Смоделируем, как шел бы процесс без реформы, и тогда можно измерить эффект, полученный за счет преобразований. Такую проблему рассматривал в 1980-х гг. академик И. Ковальченко, исследовавший процессы социальной мобильности крестьянства в начале XX в. В том же направлении работал известный американский клиометрист Р. Фогель, который в 1960-х гг. строил модели, демонстрировавшие, как развивалась бы в XIX в. экономика США без железных дорог или какой могла бы стать аграрная экономика этой страны без отмены рабовладения в середине XIX в. В результате две книги Фогеля собрали более 500 рецензий, из которых 95% – критические. Однако в 1993 г. Фогель получил Нобелевскую премию, причем в решении Нобелевского комитета отмечалось, что одна из заслуг ученого – "разработка методологии построения контрфактических моделей в экономической истории". То есть историк, хотя и экономист по образованию, получил Нобелевскую премию по экономике именно за моделирование того, *чего не было* (но – подчеркну – для оценки "общественного сбережения", эффекта проводившихся трансформаций). Неудивительно, что эта область науки сразу стала более уважаемой и признаваемой.

Таким образом, в сообществе историков-клиометристов сформировалось понимание того, что модели могут быть полезными для реконструкции некоторых периодов, недостаточно освещенных в источниках, для изучения исторических альтернатив и построения контрфактических моделей, дающих возможность оценить эффект тех или иных реформ, преобразований и каких-то общественных программ. По всем этим направлениям есть работы; и хотя они большинством историков пока не принимаются, ситуация потихоньку все же меняется.

С.Ю. Малков: Чем, на ваш взгляд, можно объяснить, что внутри исторического цеха к математическому моделированию относятся скептически?

Л.И. Бородин: Это связано прежде всего с системой ценностей, доминирующей в исторической науке. Естественно, что историческое познание основано на глубоком изучении архивных и других источников. Ценится та работа, в которой анализируемые процессы или явления максимально полно и детально ими обеспечены. Нередко при обсуждении доклада можно услышать: "А почему вы такой-то архивный пласт не подняли? Тогда вы многого не знаете...". Нельзя не согласиться с тем, что полное и детальное знание источников – важнейший приоритет в работе историка, а моделирование в этом контексте воспринимается как вспомогательный, дополнительный инструмент, применение которого целесообразно при решении определенных задач (думается, что они сводятся преимущественно к указанным выше трем типам).

А.А. Казанков: Замечу, что очень длинного периода первобытной истории это не касается...

А.Н. Кричевец: Правильно ли я понимаю, что историки не ищут закономерности исторического процесса, а просто его описывают?

Л.И. Бородин: На этот вопрос нелегко ответить однозначно. Есть по крайней мере две разные группы историков. Значительная часть ученых исходит из того, что история развивается закономерно, по законам общественного развития. Другая группа, связанная с концепциями постмодернизма и других новых течений, ориентирована на изучение уникального, неповторимого; нетрудно понять, что эти историки отрицают закономерности исторического процесса. Первые, как правило, переоценивая роль закономерностей, не испытывают потребности в математических моделях, а стремятся подобрать факты и аргументы к уже сформулированным представлениям. При этом предполагается, что они занимаются именно объяснением истории. Другие же, не признавая закономерностей в истории (описывая те или иные исторические события с точки зрения их участников), просто не принимают всерьез возможность использования математических моделей... Специалистов, действительно ищущих исторические закономерности с помощью методологии моделирования, среди историков очень мало.

Д.С. Чернавский: К какой группе вы относите модели Л. Гумилева?

Л.И. Бородин: Его модели – скорее концептуальные теоретические построения, гипотезы. Интересные, спорные, креативные, но в целом априорные и слабо связанные с проблематикой математического моделирования исторических процессов.

Д.С. Чернавский: А что можно сказать о моделях А. Тойнби?

И.Н. Ионов: Теория цивилизаций Тойнби тоже априорна, хотя и выглядит как эмпирическое обобщение. В его жизни было три кризиса, которые сопровождались мистическими видениями. В результате он получил три разных откровения о смысле истории, и в его книге "*Study of History*", содержатся, соответственно, три разных концепции, для каждой из которых находится фактическое подтверждение. Историки перестали считать Тойнби "своим" в 1950-е гг. Сейчас он проходит, скорее, по разряду исторической социологии, а это совершенно другая дисциплина со своими особенностями. Историки и цивилизационщики по складу мышления – разные люди и им очень трудно найти общий язык.

С.А. Боринская: В биологии тоже мало обобщений. Известна теория эволюции, но в такой, например, современной области, как молекулярная биология, общих за-

кономерностей найдено очень мало: многие не видят дальше своей пробирки... Это тоже большая проблема, хотя, казалось бы, биология гораздо ближе к общенаучным стандартам, чем история.

А.П. Назаретян: Но разве экономическая история не должна каким-то образом соотноситься с моделями в экономике?

Л.И. Бородкин: Хороший вопрос. Экономическая история – довольно специфичная область истории. С. Кузнец получил Нобелевскую премию по экономике, но, по сути, занимался историческим анализом длинных рядов, закономерностей, уходящих на десятилетия назад. Экономических историков тоже можно разделить на две группы: одна идет от культуры экономического знания, другая – от культуры знания гуманитарного. У этих групп сложные взаимоотношения. Экономические историки, опирающиеся на гуманитарные подходы к истории, как правило, говорят, что без изучения менталитета людей, без знания социокультурных, психологических факторов невозможно понять роль человека в экономике. Противоположную позицию представляет ведущий мировой журнал по экономической истории "*Journal of Economic History*". Статьи, опубликованные в этом журнале, серьезно подкреплены экономическими результатами, формулами, моделями, в том числе и математическими. Однако это настолько сложное и "строгое" издание, что не каждый историк-традиционалист сможет его прочитать и тем более осмыслить. У нашей отечественной экономической истории сильные традиции в области гуманитарного знания: это, в основном, описательная история предпринимательства, история развития отдельных отраслей в промышленности России. Западная экономическая история, напротив, крайне "экономизирована" (и поэтому связана с моделированием).

А.А. Казанков: Насколько мне известно, при поступлении на исторический факультет МГУ математику сдавать не нужно. Поэтому от основной массы историков естественно ожидать скептического отношения к математическим моделям: они просто не знают и не понимают математики. Математики же не обладают историческим мышлением. Однажды мне показали математическую модель, построенную по материалам моих рассказов о древних культурах, и оказалось, что человек, не знакомый с корпусом исторических или этнографических данных, построил модель поведения людей прошлого по аналогии с собственными миропониманием и мотивами. Современного этнографа или историка такой подход совершенно не устраивает. Изучая источники, он понимает, что мотивы поведения у людей бывают гораздо более замысловатыми, чем может представиться автору модели. Поэтому необходимо сотрудничество специалистов, хорошо знающих математические методы, и тех, кто владеет материалом и может представить качественную информацию, исключаящую ошибки по аналогии.

П.В. Турчин: Здесь упомянули историческую социологию. Мне кажется, что это наиболее перспективная область для применения математических моделей в истории. Например, есть два социолога, активно занимающиеся количественным моделированием исторических процессов: это Р. Коллинз с его геополитическими моделями и Дж. Голдстоун, который более десяти лет развивает теорию революций. У этих ученых есть формализованные модели. Коллинз интересен тем, что еще в 1980 г. предсказал крах Советского Союза (его работа опубликована в 1986 г.). Голдстоун создал обобщенную модель того, как происходит революция, распад государства. Наиболее формализованная ее часть содержит ответ на вопрос, каким образом возникают революционные ситуации. Берутся несколько разных параметров, описывающих общество, они суммируются, и определяется момент, когда их взаимодействие может привести государство к краху.

Д.С. Чернавский: Но это не динамическая модель? Он не рассматривает, что именно ведет к бифуркации?

П.В. Турчин: Это не динамическая, а, скорее, качественная, концептуальная модель. Голдстоун не говорит ни о каких бифуркациях. Про синергетику, похоже, он и не знает, по крайней мере, если судить по его статьям и книгам. Но его модель можно сделать количественной, выразить в формулах.

В.А. Литвиненко: Хотелось бы обратить внимание на то, что мы сейчас входим в фазу постинституциональной стадии развития науки, когда наблюдаемые нами кризисные процессы нуждаются во всесторонней оценке. Модель нужна для того, чтобы понять – куда мы, собственно говоря, идем? Человечество вступает в фазу кризиса социальной формы развития. В связи с этим построение моделей *с целью предвидения будущего* я считаю чрезвычайно важным, потому что надеяться на случайность выбора в точке бифуркации мы уже не можем себе позволить: слишком велика техногенная мощь цивилизации. Надо четко знать, чего мы хотим и куда идем.

И.Н. Ионов: Я хотел бы несколько расширить круг затрагиваемых вопросов. Мы говорили только о математических моделях, но проблема в том, что сейчас в истории в рамках постмодернистского дискурса и широкомасштабные описания прошлого, метанарративы, и эволюционные модели подвергаются систематическим атакам, методично разваливаются. Этот развал моделей имеет позитивное значение для исторической науки, и, подчеркну, именно историки, интересующиеся исторической теорией, считают своим долгом сосредоточить силы не на создании, а на разрушении эволюционных моделей. Уровень рассуждений об истории сведен до уровня диалога по поводу определенного сюжета (казуса), преобладает ироническое отношение к возможности однозначного описания конкретной темы. Это подрывает основы любой достаточно масштабной *единичной* модели, обладающей предсказательной силой. Мы имеем развитую практику создания *множественных*, мало пересекающихся локальных моделей, прежде всего на уровне деревенских и городских общин, регионов. Но изучение эволюционных региональных и, особенно, глобальных процессов практически отсутствует. Я бы выделил целые группы проблем, которые мешают создавать эволюционные модели. Среди них есть относящиеся к области логики, в том числе математической, которые звучат для историков достаточно веско (для математиков, может быть, не очень). В истории, как и в других гуманитарных науках, не существует реальной границы между фактом и артефактом, конкретным знанием и мнением. Поэтому, формализуя сведения, которыми обладает историческая наука, никогда нельзя быть уверенными в том, что мы обобщаем фактический материал, а не фантазии или метафизические представления наблюдателей и исследователей. То есть позитивное значение единичных математических моделей, особенно обладающих предсказательной силой, для *обобщения* источникового материала минимально. Они могут создаваться скорее как объект для критики, проблематизации того или иного аспекта знаний.

Д.С. Чернавский: Когда употребляются слова: "математика", "математические модели"... не вполне ясно, о чем идет речь. Есть динамические математические модели устойчивых процессов, где все зависит от начальных условий, где есть понятия "причина" и "следствие"; обычно с такими простыми моделями, которыми фактически и в жизни, и в истории ничего не опишешь, и ассоциируется современная математика. Это неверно. Современная математика гораздо шире. Ею разработаны модели, включающие бифуркации и совокупность бифуркаций, полное наложение бифуркаций, а именно – динамический хаос. Это математические модели, в которых *нет понятия "причина"*, оно отсутствует. В реальности все, кто занимается моделями, отошли от формальной логики. Формально-логические претензии в математике уже не принимаются в расчет. История, как и вся жизнь, – процесс, не подлежащий ортодоксальной математике. Она состоит из цепи бифуркаций и перемешивающихся слоев порядка и хаоса. В истории нельзя дать долговременного предсказания. Возможно кратковременное прогнозирование, внутри *горизонта прогнозирования*. Если модель реализована так, что в ней игнорируется горизонт прогнозирования, оставляется без внимания

наличие неустойчивости, – такую модель к задачам изучения истории просто и близко подпудать нельзя.

В.А. Караваев: Мне кажется, что модель – не самоцель. Это просто некий этап жизни науки, когда она начинает понимать закономерности развития изучаемого ею объекта. Если она эти закономерности понимает с учетом их нелинейности, бифуркации, стохастичности, то на этом этапе она может воспользоваться уже разработанным, очень сложным и в то же время удобным для специалистов логическим аппаратом. И тогда наука описывает понятные закономерности с помощью известной технологии. Если она не знает этих закономерностей, то и проблема моделирования не стоит. Поэтому вопрос тут больше не к математикам, а в данном случае к исторической науке. То есть достаточно ли хорошо знает история свой объект, свой предмет, закономерности его развития, чтобы строить адекватные модели? Мне представляется, что географы знают свой объект ничуть не лучше историков и подчас так его моделируют, что лучше бы они этого не делали. Поэтому у меня два предложения: во-первых, разделить проблемы моделирования и прогнозирования – это две разные вещи. И второе. Надо обсудить проблему: какие социально-исторические процессы сейчас уже настолько понятны, что можно заниматься их моделированием?

Л.И. Бородкин: Говоря о моделях, надо понимать, каково соотношение между реальными, которые мы изучаем, и их математической моделью. Вот, скажем, у "продвинутых" историков сейчас термины "бифуркация", "аттракторы" входят в рабочий категориальный аппарат. Но это понятия, имеющие точный смысл, связанный с дифференциальным исчислением. Мы в гуманитарных приложениях интерпретируем его достаточно вольно. А ведь здесь есть тонкости "переноса". В нашей с А.Ю. Андреевым книге "История и хаос. Концепции синергетики", которая скоро выйдет из печати, анализируются разнообразные синергетические эффекты в развитии исторических процессов. В одном случае мы хотим понять, может ли динамика стачек в дореволюционной России изучаться с учетом теории хаоса, можно ли всплески стачечной активности интерпретировать в терминах неустойчивого состояния, бифуркационных явлений и т.д. И другой эффект, который мы изучаем с использованием нелинейных моделей, – кризисные явления на Петербургской бирже в течение десятилетия перед Первой мировой войной, включающего Русско-японскую войну и революцию 1905 г. Пользуясь известной программой по выявлению хаотических режимов во временных рядах, мы находим, что, скажем, стачечное движение рассматриваемого времени характеризуется показателями, присущими хаотической динамике. Но сказать, что бифуркация действительно происходит, – чересчур сильный вывод. В результате мы строим систему дифференциальных уравнений, которая достаточно естественным образом объясняет динамику стачек, взаимоотношения их участников, а также внешних сил по отношению к стачкам. Мы находим ту область параметров, где такая модель дает бифуркации, в которой начинается переход к хаотическому режиму. Таким образом нам удается подтвердить эмпирически выявленный эффект хаотического поведения математической моделью этого процесса. Поэтому я хотел бы обратить внимание на то, что, говоря о моделях неклассической математики, нам надо пытаться построить мостик между точными понятиями, которыми мы пользуемся, и параметрами моделей, формализующих изучаемые социальные процессы.

А.П. Назаретян: Что все-таки с точки зрения историков и математиков имеет больше шансов быть смоделированным? Сегодня климатологи надежно прогнозируют погоду на завтра и изменения климата на миллионы лет вперед (потепление или наступление ледникового периода), а вот лет на пятьдесят – это как бы мертвая зона. Среднесрочные прогнозы – вот что самое сложное. Нам говорят, что моделирование и прогнозирование – не одно и то же. Но, с методологической точки зрения, любое историческое утверждение является экстраполяцией, прогнозом. Утверждая, что Наполеон умер 5 мая 1821 г., мы подразумеваем, что никогда *не будут найдены* мате-

риалы, которые бы этому противоречили. Для психолога память – это не фиксация следов, а всегда некоторая экстраполяция. Всякое обобщение – экстраполяция, как в физике, так и в истории. В свою очередь, всякая экстраполяция содержит элемент вероятностного прогнозирования. Возникает вопрос: для чего легче построить математическую модель – для долгосрочных процессов, скажем, истории человечества или для истории в очень узком диапазоне, в пределах одной страны, в пределах одного поколения и т.д.?

Л.И. Бородин: Для меня вопрос глубины горизонта модели связан с моим представлением о процессе исторического развития как о неких стационарных, достаточно длинных интервалах, прерываемых бифуркациями. И если мы рассматриваем "закономерный" ход истории как *эволюционные промежутки между бифуркациями*, то в этих рамках есть смысл строить модели. После бифуркации, то есть выбора новой траектории, процесс так меняется, что требует уже другой структуры модели. Чем ближе мы движемся к сегодняшнему дню, тем интервалы между бифуркациями короче. Скажем, академик Моисеев выделял две или три бифуркации за все время вплоть до начала новой эры. Я думаю, что в XX столетии мы имеем уже несколько бифуркаций, то есть несколько точек, в которых развитие общества испытывало переход к новым альтернативным вариантам развития. Думается, что это происходило с российским обществом раза четыре. Для меня время исчисляется не количеством лет и десятилетий, а интервалами между бифуркациями, между точками выбора новой альтернативы. И поскольку они сейчас имеют характерное время порядка десятилетий или десятилетия, то, видимо, это примерно и есть то время, для которого имеет смысл строить модели.

Пусть мы изучаем социальные процессы, социальную мобильность в дореволюционном русском обществе. Здесь мы сталкиваемся с некоторыми закономерностями, происходили некоторые процессы, на деле изучаемые, принципиально измеримые, потом произошла бифуркация. Затем мы начинаем заниматься 1920-ми или 1930-ми гг. Тут характер и природа процессов совершенно другие, они становятся регулируемыми, вся "физика процесса" иная, не та, что была до 1917 г. Поэтому если строить адекватную модель, мы волей-неволей должны исходить из того, что это уже другое общество, с другими механизмами, а значит, модель должна по крайней мере иметь другие параметры и другую структуру. Когда говорят о неких реалиях исторического процесса, надо понимать, что бифуркации могут его радикально менять, вынуждая нас строить новые модели.

А.П. Назаретян: Вы хотите сказать, что строить краткосрочные модели легче?

Л.И. Бородин: Конечно, все зависит от уровня агрегирования, от уровня обобщения модели. Если мы строим, например, модель численности населения Земли – это высший уровень обобщения. А если изучать демографический процесс в данном регионе или на уровне каких-то изменений микроуровня, то это другая задача и надо конструировать модель, в которой стоят показатели смертности, рождаемости, брачности в конкретной локальной среде. Если это глобальная модель, то идет усреднение по бифуркациям. То, что я говорил ранее, относилось к теориям среднего уровня, они описывают некоторые процессы среднего уровня, не глобалистские, и там речь идет о бифуркациях в достаточно ограниченном временном пространстве.

П.В. Турчин: Прогнозировать можно, имея модель и предвидя значение какой-либо переменной в какой-то точке t . Предсказание – более общая вещь, это *эмпирическое сравнение между каким-то аспектом модели и моделируемым аспектом реальности*. Если взять в качестве примера модель какого-либо хаотического движения, то долгосрочный прогноз будущего поведения траектории невозможен. Но предсказание можно сделать о чем-то другом, по более конкретному поводу, например, как

связано давление с температурой. Такое предсказание должно сбыться, потому что закономерность, которая связывает здесь две разные переменные, остается той же самой, несмотря на хаотическое, непредсказуемое поведение траектории (если, конечно, модель соответствует реальности). Вся дискуссия, которая сейчас проходила, вертелась вокруг прогнозов, а это *не единственный способ проверять модель с помощью данных*.

Предположим, согласно модели, в аграрном обществе периодически происходит демографический кризис. Тогда реально предсказать, с какой частотой он будет происходить, какова периодичность этих кризисов. Я не могу сказать, в каком веке, через сколько лет данное общество окажется в демографическом кризисе, но если у меня будет траектория длиной в тысячу лет, я смогу сказать: "Моя модель предсказывает, что средний демографический цикл составляет 250 лет". Значит, мы должны видеть четыре таких кризиса в течение данного тысячелетия. Вот предсказание, которое *не является прогнозом*. Но для проверки такого предсказания необходимо иметь длинный период наблюдений.

Д.И. Люри: Сравнения с прогнозами в метеорологии неправомерны. Несложно научиться предсказывать погоду в средней полосе с вероятностью до 70%, так как именно с этой частотой завтрашняя погода повторяет сегодняшнюю. Тем более, что метеорологи имеют огромное количество метеостанций, снимки из космоса и иные средства, позволяющие увеличить точность прогноза. В других науках, особенно в истории, таких возможностей нет. Поэтому мне кажется, что переносить конкретные прогнозные закономерности, используемые в метеорологии, на другие объекты достаточно сложно.

Теперь о долгосрочных прогнозах. Долгосрочные прогнозы ледникового мне неизвестны. Есть прогноз – через 10 тыс. лет наступит новая ледниковая эпоха. Но серьезные ученые говорят: это осуществимо только в случае, если не увеличится антропогенное воздействие. Если же оно возрастет или хотя бы останется на современном уровне, то точное предсказание вряд ли возможно... Такую ситуацию моделирует фрактальный график, поэтому процесс разбит на малые ледниковые периоды; последний начался, кстати, в 1941 г. Поэтому говорить о том, что в метеорологии и в климатологии есть точные долгосрочные прогнозы, честно говоря, очень сложно. В Соединенных Штатах существует восемь долгосрочных прогнозов изменения климата, никак не совпадающих между собой, в том числе можно найти диаметрально противоположные предсказания: согласно одной модели в каком-то регионе предполагается иссушение, а по другой модели точно там же, наоборот, предсказывается увеличение осадков. Так что говорить о реально существующих на сегодняшний день серьезных моделях прогноза практически невозможно. Фактически в метеорологии или в климатологии не существует ни долгосрочных прогнозов, ни среднесрочных (прогнозы на 40–50 лет), а краткосрочные существуют – с относительно высокой вероятностью. Посему брать, на мой взгляд, климатологию в качестве некоего примера, который говорит, что можно успешно и краткосрочно, и долгосрочно прогнозировать, не совсем корректно.

А.Д. Арманд: Но вместе с тем не приходится сомневаться в предсказании чередования, допустим, периодов потепления и ледниковых периодов. Это факт, установленный на основании изучения палеоклиматов.

С.Ю. Малков: Здесь говорилось об аналогии между прогнозами в истории и прогнозами в климатологии. Не совсем правильная аналогия. Что мы реально моделируем в истории или в экономике? Поведение людей. Его можно моделировать, если знать, как они будут вести себя в той или иной ситуации. Изучив ресурсную базу, имея понятие о принятых стереотипах поведения, можно моделировать экономическое поведение. Краткосрочный прогноз возможен. Возможен ли долгосрочный прогноз? Тоже возможен – для данного типа ресурсопользования, для данного стереотипа поведения людей. Мы можем, например, смоделировать, когда будет исчерпана

та ресурсная база, на основе которой эта деятельность происходит. Нефти, положим, хватит на 25 лет. Значит, через 25 лет данная система ресурсопользования и стереотипы ресурсопользования уже не будут работать. Наступит кризис.

В XIX в. моделирование показывало, что улицы городов в XX в. будут завалены навозом из-за множества лошадей. Парадоксально то, что модель была совершенно правильная. Но ее обычно *неправильно интерпретируют*. Она говорит: город, в котором основным средством передвижения являются лошади, не сможет существовать в XX в. Только и всего. Поэтому в наших силах смоделировать кризис на основе представления о ресурсопользовании и наличных стереотипах поведения. Однако реакция человека на кризис сложна. Правда, ее тоже можно в принципе пытаться прогнозировать, потому что вариантов, как правило, не так уж много. Речь идет о морали: либо в основе реакции человека будет агрессия, либо терпимость. Степень духовности – вещь, к математике малоотносящаяся. Мое мнение: *выживает в историческом плане наиболее рациональная стратегия, которая является наиболее устойчивой*. Таких стратегий, стереотипов поведения может быть несколько, и они все фиксируются в мировых религиях. Можно предложить варианты замены этих стереотипов. Будет ли кризис, который отбросит все человечество назад, предсказать, наверное, невозможно, как и в случае с гужевым транспортом в городах. Тогда тоже намечался масштабный кризис, но было найдено техническое решение, позволившее его избежать (изобретен двигатель внутреннего сгорания).

А.Н. Кричевец: На что мы претендуем, составляя модели? Можно ли использовать какое-нибудь понятие типа "управленческие притязания"? Я говорю о степени наших притязаний *к моделям*. При таких-то притязаниях такие-то вещи мы моделируем так, а при таких-то притязаниях... Но ведь в математике нет такого типа терминов?

Д.С. Чернавский: Конечно, нет. В математике есть понятия "задача" или "цель", цель исследования, "дано" и "требуется". Когда сформулирована цель, то выбирается и математический метод, адекватный цели. А притязания – это цель, поставленная самому себе, то есть целеполагание.

С.Ю. Малков: Скажем, поведение отдельного человека предсказать сложно, поведение десяти человек – проще, поведение ста человек – в определенных ситуациях, тысячи – это интеграл, и оно имеет меньше колебаний, меньше вариантов... А человеческая история – история очень многих людей. Из этого следует, что историю человеческих масс можно надежнее предсказать, чем поведение отдельного индивида, обладающего так называемой душой.

А.П. Назаретян: Резюме таково: понимание ситуации не предусматривает прогнозирования, а конкретизируется в модели. То есть, уточняя свое мышление, свое видение ситуации, мы можем довести его до уровня формализации, соответствующего уровню математической модели. И то и другое не приближает нас к прогнозированию. Прогнозирование – особая деятельность, *которая связана с критикой модели*. Здесь обсуждался вопрос об агентах экономических преобразований. Если знать, как действует средний агент экономики, то более или менее можно просчитать, как будет вести себя система. Психолог В. Петренко занимается сиюминутными срезами подобных явлений: классифицирует или кластеризует агентов разных акций, в последнее время – политических. Важно понять, насколько трудоемка эта операция и насколько ее результаты недостоверны даже по отношению к людям, с которыми мы можем контактировать непосредственно. Отсюда можно сделать вывод, насколько нелегко, может быть, даже и невозможно решить такую задачу по отношению к людям, которые давно уже скончались, то есть применительно к проекциям их мировоззрения, зафиксированным в исторических источниках.

И.Н. Ионов: Когда речь идет о глобальных подходах, то говорится не только о технической задаче, предсказании или прогнозе, а, скорее, о гуманитарной задаче, попытке оптимизации путей развития человечества. Это совершенно особая проблема, несводимая к технико-экономической и неотделимая от проблемы человеческой души, свободной воли, уникальности каждой данной культуры. Последние социологические опросы показали, что максимум человеческого счастья на Земле можно обрести не в "благополучных" США или Швеции, как логично предположить, исходя из рациональных оснований, а в Нигерии, которая, по оценкам африканистов, переживает период тяжелого системного кризиса, оцениваемого извне как эволюционный тупик, катастрофа. Унифицирующий подход, даже на уровне принципов, в этом случае невозможен, он всегда вызывает фундаменталистскую реакцию моделируемой культуры. Если мы заявляем любые ценности, в частности близкие нам ценности максимальной рациональности или энергообеспеченности, или роста населения, или досуга, то индусы могут нам ответить со своей позиции, а китайцы, полинезийцы, бразильцы – со своих. Это социокультурные ограничения такого рода моделей.

Большие группы населения далеко не всегда действуют проще и рациональнее, чем малые. В истории Востока, да и везде, где ценностная ориентация деятельности доминирует, очень распространены, тысячелетиями наблюдаются и парадоксальным образом воспроизводятся совершенно иррациональные реакции на те или иные исторические ситуации. Жизнь общества – сеть напряженных противоречий, каждый раз по конкретному поводу, и без осознания и учета сложнейшей многомерной структуры этих противоречий и специфики их восприятия в той или иной культуре никакие модели работать не будут. Управляющие параметры в этих условиях часто случайны, их невозможно рационально объяснить.

В.А. Литвиненко: У меня сложилось впечатление, что мы совмещаем такие понятия, как математическое и социальное моделирование. Большая часть того, что здесь говорилось, относится к социальному моделированию. На сегодняшний день в научной фантастике отработаны до мелочей социальные модели будущего развития человечества практически на все случаи жизни, учитывая любую точку бифуркации. Вопрос в том, насколько математика может быть применима при конструировании социальной модели. Математическое моделирование конкретно: сигнал – выход. Но вопросы стратегии больше относятся к социальному моделированию... И в этом случае мы уже будем иметь дело не с математической моделью, а с совокупностью, набором математических моделей, которые применимы к определенным участкам глобальной социальной модели. О конкретной математической модели здесь, по-моему, говорить нельзя, потому что насколько бы ни была всеобъемлюща математика, с ее помощью нельзя было предсказать появление автомобиля. Вместе с тем, учитывая внутреннюю логику развития технологии на протяжении тысячелетий, можно было достоверно сказать, что рано или поздно появится транспортное средство на основе сходных технических принципов. Я говорю о том, что от этих предельных задач следует двигаться к собственно исторической. А исторические задачи – это задачи социокультурные, не так ли?

П.В. Турчин: Модели бывают разные. Существуют прогнозы, совершенно бесполезные для понимания процесса, например закон Г. Мура, утверждающий, что скорость компьютерного процессора удваивается каждые 18 месяцев, но не объясняющий, почему. Его применение ничего не дает ни в случае, если он оправдывается, ни тогда, когда он оказывается неверен. Поэтому мне кажется, что в списке Бородинки (включающем три ситуации, где есть смысл применять математическое моделирование) нет *основного пункта*. Почему я призываю к построению моделей в связке с их эмпирической проверкой? Чтобы понять, действительно ли у меня есть понимание какого-то феномена, явления. Что такое для меня модель? Я беру гипотезу, которая говорит: революция происходит в данном месте потому-то и посему-то, описан некий механизм. Я этот механизм превращаю в математическое описание, в модель. Все это

само по себе *еще ничего не значит*, потому что дальше возникает вопрос: а существует ли альтернативное объяснение? Надо взять другую, альтернативную гипотезу и тоже превратить ее в математическую модель или, может быть, даже в несколько моделей. (Теорию и гипотезу, если словесное описание нечеткое, лучше превращать в несколько моделей, чтобы понять, каков спектр познавательных возможностей.) А дальше необходимо *сталкивать альтернативные модели друг с другом*, пользуясь имеющимися данными, чтобы понять, какая из этих моделей вернее.

Столкновение моделей, базирующихся на альтернативных гипотезах, – это именно то, что я называю предсказанием. Прогноз сам по себе – бесполезная вещь (для научного понимания), потому что без теории он никакого понимания процесса не даст. Мало того – прогноз наверняка будет ложным, в чем-то он да ошибается. А предсказание, которое построено на базе столкновения двух или трех альтернативных объяснений, *дает нам более глубокое понимание процесса*. Можно эмпирически определить, *которая из двух гипотез и их моделей вернее* (или, точнее, менее ложная).

Когда имеется представление о некоторых закономерностях, это означает, что тут есть поле для предсказаний. Дальше мы должны придумать какие-то объяснения, превратить их в модели, и уже из этих моделей извлекать предсказания, способные объяснить эмпирическую закономерность. Стратегия, о которой я говорю, на самом деле давно известна и называется *научный эксперимент*.

А.Д. Арманд: Вы говорите все-таки о социальном прогнозе. Но в обществе такие способы познания неотделимы от воздействия на него. Они провоцируют то, что называется "самоосуществляющееся пророчество". При обнародовании прогноза он начинает вполне реально и заметно влиять на поведение людей. Здесь встает вопрос о пределах научности объяснения.

П.В. Турчин: Для меня математическая модель – необходимый инструмент для эксперимента, а эксперимент понимается широко, как способ понять, какая из двух теорий более, а какая менее верна. Для выяснения этого вопроса необязательно предсказывать будущее, где прогноз действительно может повлиять на ход процесса. Можно "предсказать" и какой-то аспект прошлого; скажем, не известный на данный момент факт, который может быть добыт благодаря архивным изысканиям или в ходе археологических раскопок.

А.Д. Арманд: Зачем нужны модели? Модель нужна, по моему убеждению, в том случае, если мы понимаем, что устойчивое состояние, в том числе историческое, дискретно. Нет континуума состояний, социум не может долго пребывать в любом состоянии. Есть аттракторы, и история движется от одного аттрактора к другому. Если принять этот постулат, то модели нужны для того, чтобы найти эти аттракторы, а потом вернуться к истории и посмотреть, как от одной устойчивой точки к другой двигалась реальная жизнь, и не могла ли она двигаться по иной траектории. Далее. Модели нужны *не для того, чтобы они совпадали с действительностью*. Наоборот, они нужны для того, чтобы *формализовать идею*, наше понимание общих закономерностей, а потом, сравнив действительность с моделью, уяснить, что же еще мы *не учли* в данной модели. И таким образом модель помогает нам более глубоко понять закономерности истории и идти от одной закономерности к другой, от менее глубокого знания к более глубокому. Я исхожу из аналогии с пространственными моделями. Существует модель В. Кристаллера, характеризующая распределение в пространстве населенных пунктов. Когда она была обнародована, то подверглась жестокой критике, потому что ни в одном месте Земли не совпала с действительностью. Города на практике распределяются по поверхности планеты по-другому. Но с помощью этой математической модели удалось подсчитать, *насколько* не соответствует реальное распределение городов этой модели, и выделить *момент самоорганизации* в распределении городов по поверхности Земли.

Что касается долгосрочных и краткосрочных моделей, то почему здесь не упомянули о *характерном времени*? Дело в том, что социум построен иерархически, и од-

на из возможных иерархий – иерархия по *характерным временам*. Есть глобальное время, а есть время этносов или цивилизаций, где бифуркации чаще. Последние возникают и исчезают с меньшим характерным временем, еще меньше живут государства, еще меньше живут правительства, еще быстрее меняются политические настроения людей. Если мы строим модель, то набираем 3–4 главных параметра, имеющих *свое* характерное время. А когда прогнозируют погоду на следующий день, то берут параметры, влияющие в течение ближайших суток. Когда же прогнозируют ледниковый период, то берут совершенно другую систему параметров, обладающих куда большей длительностью, и с большой вероятностью прогнозируют, что через 10 тыс. лет наступит новый ледниковый период. Вводится новое характерное время, и новая модель дает нам более точные знания.

А.П. Назаретян: А свободная воля?

А.Д. Арманд: Насчет свободной воли я бы сказал, что этот параметр – существенный, но он в принципе не отличается от фактора случайности. Так же, как мы можем прогнозировать риск наступления землетрясений: чем дольше не было сильных землетрясений на Кавказе, тем больше там вероятность восьмибалльного землетрясения. Но когда именно будет нажат очередной "спусковой крючок", спровоцирующий его, этого наша модель – и природная, и социальная, – как правило, дать не может. Здесь какая-то доля математики должна отводиться случайности, стохастике. В сфере ведения этой части модели входит и свободная воля.

А.П. Назаретян: Что же все-таки легче поддается моделированию – рациональное поведение, продуманное, максимально осмысленное, или поведение иррациональное? Я много лет занимаюсь, скажем, проблемой толпы, в частности такими явлениями, как циркулярная реакция. Толпа в принципе более предсказуема, ею легче управлять, чем группой. Можно ли сказать, что вообще иррациональное поведение – бессознательное, обусловленное неосознаваемыми мотивациями, неосознаваемыми факторами, моделируется легче и предсказывается легче, чем продуманное, осмысленное поведение людей? Проблема усугубляется еще и тем, что понятие "сознание" многозначно, в нем отчетливо различаются, по меньшей мере, три различных пласта значений: философский (сознание – бытие), социологический (сознательность – стихийность) и психологический (сознание – подсознание; осознаваемое – неосознаваемое).

Здесь, между прочим, обнаруживается еще одна проблема, о которой уже говорилось, – *самоосуществляющиеся* пророчества. Озвученный прогноз способен стать фактором, во многом определяющим ход событий. Приведу только один трагикомический факт, выявленный американскими психологами. Американцы китайского происхождения верят в китайскую астрологию, которая предсказывает месяц смерти каждого человека. Анализ их биографий показал, что, действительно, между рассчитанными и реальными датами смерти имеется высокое совпадение. Но у контрольной группы американцев некитайского происхождения таких совпадений нет. Это чисто психологический феномен. Если с детства жить с мыслью, что умрешь в определенный месяц, то это, с одной стороны, предохраняет от "несвоевременной" смерти, а с другой – "своевременно" гробит человека. То есть прогноз часто приобретает гипнотическое свойство.

Мне кажется, что в сегодняшнем обсуждении больше поставлено вопросов, чем получено ответов. Откровенно говоря, организаторы беседы так и предполагали (прогноз оправдался!). Проблема моделирования – ключевая для современной науки и поэтому, вероятно, неисчерпаемая. Невозможно методологически "закрыть" и вопрос о перспективах математической формализации исторических и социальных теорий. Он будет, как всегда, решаться дерзостью все новых усилий, и из множества бесплодных химер непременно родятся творческие прозрения...