

ФИЛОСОФИЯ И НАУКА

МОДЕЛИ И ТВОРЧЕСКАЯ ИНТУИЦИЯ В НАУЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ

С.И. Гришунин

Кафедра философии естественных факультетов
Философский факультет МГУ
Ломоносовский проспект, 27, Москва, Россия, 119992

Статья посвящена анализу роли творческой интуиции в научном поисковом прогнозировании. В статье также показано соотношение объективных моделей интуитивных допущений и формальных процедур в данной области. При этом внимание автора центрируется на концептуализации антиномии внеположных и в то же время взаимодействующих прогностических измерений: формальных (математических, алгоритмических) и неформальных (интуитивно мотивированных) познавательных процедур.

Творчество — это не нечто мистическое, не непостижимый акт сознания. Как отмечает А. Кестлер, «творческий процесс не есть акт творения в ветхозаветном смысле слова. Он не создает из ничего, а раскрывает, выбирает, переставляет, комбинирует, синтезирует уже существующие и известные факты, идеи, способности, навыки. Чем более знакомы части, тем более поразительно целое» [1. Р. 31]. Мы будем соотносить понятие творчества только с человеком. В творчестве человек выходит за рамки данного природой и на основе данного природой создает новое согласно своим целям. Предпосылкой человеческого творчества является активность реальности, взятой на всех ее уровнях. Творчество — это человеческая деятельность, создающая с помощью эвристического мышления качественно новые материальные и духовные ценности. Необходимыми моментами эвристического мышления являются интуиция и воображение.

Нередко «математически мыслящие» специалисты стараются полностью игнорировать неформальный, творческий интуитивный элемент из разработки прогнозов. В частности, американский специалист по прогнозированию Дж. Форрестер считал, что можно сконструировать объективную (свободную от интуитивных суждений), определенную до конца модель прогнозируемого процесса, полагаясь на формальные, математические процедуры и компьютеры. Наиболее четко эта точка зрения отражена в работе Дж. Форрестера «Антиинтуитивное поведение

социальных систем» [2]. Уточняя смысл заглавия, он пишет, что его основная задача состоит в том, чтобы показать, что человеческий разум не приспособлен к пониманию того, как ведут себя социальные системы. Наша социальная система относится к классу так называемых нелинейных систем, обладающих множеством цепей обратных связей. До недавнего времени, в течение длительной исторической эволюции, у человека не было необходимости понимать такие системы. Эволюционные процессы не дали нам умственного искусства, необходимого для правильного понимания динамического поведения системы, частью которой мы сейчас стали. Именно поэтому, с точки зрения Форрестера, социальная система дезориентирует нас, когда мы основываем свои решения на интуиции. Выход из этого затруднительного положения представляется Форрестеру в переходе к новой неинтуитивной концепции в исследовании сложных динамических систем с помощью математических, компьютерных моделей. Однако реально ли, в самом деле, построение объективной (свободной от интуитивных суждений и гипотез) модели прогнозируемого процесса при помощи формальных, математических процедур?

Центральным, наиболее важным этапом процесса разработки поискового прогноза является этап создания параметрической модели объекта прогноза, при помощи которой на компьютере просчитывают будущие вероятные состояния объекта. Такими моделями, как правило, служат эмпирические формулы или вскрытые закономерности в поведении объекта, выраженные в математической форме (математические модели). Стандартная технология построения модели и работы с ней состоит из следующих взаимосвязанных и нередко перекрывающихся по времени фаз: 1) анализ динамики моделируемого процесса с учетом исследуемой проблемы; 2) составление (изобретение) модели; 3) проведение машинного (компьютерного) имитационного эксперимента; 4) обработка входных и выходных данных и анализ модели; 5) коррекция (модификация в случае необходимости) модели.

На 1-й фазе осуществляется формализация исходных данных, выбираются существенные факторы (переменные) для построения модели. Выбор этих факторов отражается на структуризации модели и, что наиболее важно, на конечном результате компьютерного экспериментирования с моделью, выполняемого с целью установления неизвестных на сегодняшний день (будущих) свойств, связей и параметров элементов прогнозируемого объекта. Так, в модели мировой динамики Дж. Форрестера и Д. Медоуза использовались следующие 5 основных переменных: ресурсы, население, уровень жизни, капиталовложения, загрязнение окружающей среды. На основе этой модели были сделаны выводы о кризисных ситуациях, которые ожидают мир в конце 20 века [3]. Согласно же модели А. Кристакиса, в будущем изменения в технологии, вкусах потребителей (динамике роста искусственных потребностей), международных отношениях будут играть большую роль в кризисных ситуациях (истощении ресурсов и загрязнении среды), чем рост населения и другие переменные, используемые в модели мировой динамики Форрестера и Медоуза.

При анализе моделируемого процесса и выборе существенных факторов для построения модели исследователь-прогнозист часто сталкивается с огромным массивом экспериментальных и наблюдаемых данных (с десятками и более параметров). Непосредственный, «визуальный» анализ такого количества данных затруднен. На помощь здесь «приходит» многомерный статистический анализ и, в частности, такой его раздел, как факторный анализ, многие процедуры которого математически алгоритмизированы. Однако уже в основе различных моделей факторного анализа лежит следующая интуитивная гипотеза: наблюдаемые или измеряемые параметры являются косвенными характеристиками изучаемого объекта или явления, в действительности существуют внутренние (скрытые, не наблюдаемые непосредственно) параметры или свойства, число которых мало и которые определяют значения наблюдаемых параметров. Именно эти внутренние параметры принято называть факторами. Задача факторного анализа — представить наблюдаемые параметры в виде линейных комбинаций факторов и некоторых дополнительных, «несущественных» величин — «помех». Хотя сами факторы неизвестны, такое разложение может быть получено и такие факторы могут быть определены, т.е. для каждого объекта могут быть указаны значения таких факторов.

Основной моделью факторного анализа служит следующая линейная модель:

$$X_i = \sum_{j=1}^k a_{ij}F_j + b_iU_i + E_i, \quad i=1, \dots, n; \quad k < n,$$

где X_i — случайные величины — результаты наблюдений; F — общие факторы, U_i — факторы, специфические для величин X_i и не коррелированные с F , E_i — случайные ошибки.

Общие факторы учитывают корреляции между параметрами, характерный (специфический) фактор учитывает оставшуюся (в т.ч. и связанную с различными погрешностями) дисперсию. Коэффициенты a_{ij} и b_i при факторах называют нагрузками. Процедура оценивания в факторном анализе состоит из двух этапов; оценки факторной структуры — числа факторов, необходимого для объяснения корреляционной связи между величинами X_i , и факторной нагрузки, а затем оценки самих факторов по результатам наблюдения. Важно отметить, что задачи факторного анализа являются неопределенными в том смысле, что для заданного набора параметров и коэффициентов корреляции между ними коэффициенты факторного отображения (a_{ij} и b_i) могут быть вычислены неоднозначно. Другими словами, может быть найдено бесконечное число ортогональных (независимых) систем факторов, адекватно описывающих выборочные коэффициенты корреляции. Неопределенность модели, т.е. неоднозначность факторных нагрузок (a_{ij}), имеет своей причиной то обстоятельство, что факторное решение, определяя k -мерное пространство, содержащее общие факторы, при $k > 1$ не определяет базиса в этом пространстве, а следовательно, не определяет положения факторов в нем. С этой неопределенностью приходится сталкиваться дважды: на первом этапе, при поис-

ке какого-либо решения, удовлетворяющего модели в статистическом смысле, и на втором этапе, при придании этому решению вида, наиболее удобного с точки зрения интерпретации. И на первом, и на втором этапах неизбежно «вступает в игру» интуитивный опыт исследователя [4].

Большинство вычислительных процедур факторного анализа дают неоднозначное решение относительно факторных нагрузок. В частности, метод максимального правдоподобия, который приводит к единственным оценкам для элементов ковариационной матрицы, дает для оценок факторных нагрузок направления, которым отвечает бесчисленное множество решений, одинаково хороших по статистическим свойствам. Решающее значение при выборе того или иного фактора в том случае, когда при статистических вычислениях получают одинаковые остаточную дисперсию и коэффициенты факторного отображения, имеют интуитивные представления о важности этих факторов [5]. После того как факторное решение, достаточно хорошо описывающее выборку, найдено, система факторов неизбежно подвергается такому «вращению», чтобы полученная в итоге система (столь же хорошо описывающая выборку, что и исходная) оказалась более интерпретируемой с точки зрения специалистов соответствующей области. Таким образом, даже при использовании статистических эмпирических данных (их дает практическое изучение влияния отдельных факторов на искомый результат методами корреляции, коэффициентов факторного отображения и т.п.), когда в действительности имеется огромное число факторов (со сложными корреляциями и взаимовлиянием), полностью избавиться от интуитивного элемента не удастся.

Итак, интуитивные суждения «вступают в игру» уже на этапе формализации исходных данных, в частности, при выборе существенных факторов для построения модели. На 2-й фазе при составлении модели требуется, прежде всего, неформальный интуитивный момент, поскольку составление модели прогнозируемого объекта — это изобретение нового, а единственный метод, который может помочь выйти за пределы уже известного — интуиция [6. С. 179]. Именно интуитивное видение моделируемого процесса, возникающее на основе неформальных, интуитивных аналогий, придает экспериментальным данным содержательный смысл, помогает «изобретению» математической модели. Для иллюстрации вышесказанного приведем пример построения П.С. Краснощековым и А.А. Петровым математической модели (формулы) для темпа продвижения сторон (противников) на линии контакта в условиях военного конфликта, использованной для прогнозирования в военно-технической области [7]. В ходе анализа динамики продвижения противников на линии контакта (моделировалась только физическая сторона данного процесса) были неоднократные попытки аппроксимации экспериментальных данных различного рода зависимостями. Однако для того, чтобы найти наиболее точную и обоснованную форму математического выражения моделируемого процесса, Краснощеков и Петров «приняли на вооружение» простую схему процесса, опирающуюся на интуитивную аналогию с процессами горения на границе двух сред.

Пусть R — скорость фронта волны горения (в нашем случае фронта волны уничтожения) относительно неподвижного пространства. Легко понять, что ско-

рость этого фронта относительно движущейся среды (например, боевых единиц стороны А) равна $R + U$, где U — собственная скорость перемещения среды (боевых единиц стороны А). Следовательно, в единицу времени сгорит (будет уничтожено) $(R + U)m$ элементов среды (боевых единиц стороны А), где m — плотность среды. Это количество сгорит (будет уничтожено) в результате взаимодействия с противоположной средой (стороной), причем тем больше, чем больше плотность ν противоположной стороны, а именно $C^{ba}\nu$, где C^{ba} — коэффициент пропорциональности, характеризующий эффективность выжигания (уничтожения) средой В среды А. Таким образом,

$$(R + U)m = C^{ba}\nu. \quad (1)$$

Аналогично было получено

$$(Y - R)\nu = C^{ab}m, \quad (2)$$

где Y — собственная скорость перемещения среды — боевых единиц стороны В, C^{ab} — коэффициент пропорциональности, характеризующий эффективность выжигания (уничтожения) средой А среды В [7].

Далее получение формулы для темпа продвижения сторон (противников) на линии контакта, используя выражения (1) и (2), было уже делом математической техники [7].

Для любого факта в прикладной математике может быть найдено удовлетворительное объяснение в рамках нескольких математических моделей. В то же время цель любой науки состоит в установлении закономерностей, лежащих в основе эмпирических фактов, наблюдаемых в данной конкретной области. Эти закономерности, как правило, в естественных науках выражаются в виде математических соотношений (формул). Обычно на начальных этапах развития научной теории (в частности, в физических науках) на основании наблюдаемых фактов вырабатывается некоторое математическое соотношение, интерпретирующее эти факты. По сути дела это математическое соотношение — математическая модель определенного явления. Система уравнений теоретической физики — модель вполне конкретной реальности, и система уравнений классической механики, части физики — модель определенной совокупности процессов и явлений физической реальности, и уравнения сплошной среды — модель движения жидкости, и математическое описание задачи определения подъемной силы крыла самолета — тоже модель и т.д. Если проследить историю развития естественных наук, то можно заметить, что вся она насыщена конкуренцией между научными теориями, схемами, призванными объяснять определенную совокупность наблюдаемых фактов. При этом весьма естественно стремление из множества этих научных теорий, схем выбрать, в конечном счете, ту, которая наиболее просто и совершенно с позиций нашей человеческой природы интерпретирует эти факты. В связи с этим Эйнштейн сформулировал два критерия оценки «правильности» той или иной теории. По Эйнштейну, соответствие теории опыту (совокупности наблюдаемых фактов) есть необходимое условие, но отнюдь не достаточное. Ведь нередко теорию, не согласующуюся с фактами, можно с помощью дополнительных гипотез «подпра-

вить» и привести в соответствие с реальностью. Поэтому критерий соответствия теории наблюдаемым фактам Эйнштейн назвал критерием внешнего оправдания. Другой критерий Эйнштейн назвал критерием внутреннего совершенства: «Во втором критерии речь идет не об отношении к опытному материалу, а о предпосылках самой теории, о том, что можно было бы кратко, хотя и не вполне ясно назвать «естественностью» или «логической простотой» предпосылок (основных понятий и основных соотношений между ними). Этот критерий, точная формулировка которого представляет большие трудности, всегда играл большую роль при выборе между теориями и при их оценке» [8. С. 37].

В силу вышеуказанной параллели между математическими моделями и научными теориями качество математической модели, какая бы реальность ни моделировалась, также должно оцениваться теми же критериями, которые Эйнштейн сформулировал для оценки физических теорий. Именно эти критерии были использованы при выборе модели и оценке ее «правильности» в приведенном выше примере моделирования процесса продвижения сторон (противников) на линии контакта в условиях военного конфликта. Построенная модель (схема) соответствовала немногочисленным экспериментальным данным и была действительно проста [7]. В прикладной математике в качестве критериев оценки модели выступают требования (критерии) адекватности и простоты [9; 10]. Под требованием адекватности модели изучаемому реальному объекту относительно выбранной системы его характеристик понимается: а) правильное качественное описание объекта по выбранным характеристикам (например, в итоге изучения модели мы делаем правильный вывод об устойчивости движения реального объекта); б) правильное количественное описание объекта по выбранным характеристикам с некоторой разумной степенью точности. Согласно требованию достаточной простоты модели по отношению к выбранной системе ее характеристик она (модель) должна быть такой, чтобы современные математические средства исследования (в частности вычислительные) давали возможность провести с разумной точностью анализ выбранных характеристик. С точки зрения требования адекватности сложные модели предпочтительнее простых, поскольку, применяя сложную модель, можно учесть большее число факторов, которые могут влиять на исследуемые характеристики. В то же время стремление привлечь как можно больше факторов (параметров), характеризующих моделируемый объект, может привести к громоздким, порой необозримым системам уравнений, не поддающимся изучению. Как замечают Р. Акофф и М. Сасиени, «...как правило, степень понимания явления обратно пропорциональна числу переменных, фигурирующих в его описании» [11. С. 82]. Таким образом, модель не должна быть ни слишком сложной, ни слишком упрощенной. Другими словами, должно быть найдено оптимальное компромиссное решение между простотой и адекватностью (в этом суть так называемой оптимизации модели). Эта оптимизация достигается при помощи метода перебора моделей. Он (этот метод) состоит в следующем.

Прежде всего задания, включая многочисленные наложенные требования и ограничения, должны быть сформулированы на математическом языке. После

этого придумывается возможная модель исследуемого объекта (это соответствует 2-й вышеуказанной фазе процесса построения модели). Далее с помощью компьютера выясняют, в какой мере такая модель удовлетворяет поставленным, содержащимся в задании условиям (такой мерой может быть, например, среднеквадратичное отклонение от заданных условий). Этот шаг соответствует 3 и 4 вышеуказанным фазам проведения машинного (компьютерного) имитационного эксперимента и анализа модели. Обычно первый результат неудовлетворителен или, во всяком случае, нет уверенности, что он оптимален. Тогда модель модифицируется (5-я фаза построения модели), снова математически испытывается, и эта процедура повторяется многократно. Наконец, наступает момент, когда модель признается оптимальной. Количественная проверка пригодности перепоручается компьютеру. Придумывание же, изобретение моделей требует, как мы видели выше интуитивной догадки. И само признание результата окончательным, оптимальным включает неформальную оценку, интуитивное суждение о достаточности проверки.

Изобретение компьютеров и использование их в математическом моделировании «породило» надежды, что при помощи них (компьютеров) удастся, хотя бы в принципе, избежать интуитивного характера выбора оптимального решения. Подобного рода надежды безосновательны даже в случае так называемого рационального выбора (т.е. в проблемах, в которых возможен рационально мотивированный выбор, и эта мотивировка может быть сообщена другому лицу). Компьютерные, математические и другие методы формализации процесса выбора, как четко показывает О.И. Ларичев [12; 13], являются лишь подмогой, вспомогательной опорой при окончательном принятии решения, существенно опирающегося на интуитивный опыт лица, принимающего решение.

Примером поиска оптимальной модели может служить построение модели (уравнения вращения) центробежного фрикционного регулятора скорости вращения. Идея этого регулятора состоит в стабилизации этой скорости за счет увеличения, при ее возрастании, тормозящего момента трения шарика об ограничительное кольцо. Было замечено, что стремление к увеличению точности в поддержании постоянной скорости вращения приводило к неожиданному эффекту — «качаниям» скорости вращения, вызванным нарушением устойчивости режима вращения с постоянной скоростью. Для установления условий устойчивости этого режима и было осуществлено построение модели регулятора. Однако принятая сначала идеализированная модель регулятора, учитывающая момент сопротивления вращению всей системы и коэффициент трения шарика об ограничительное кольцо, как показали математические вычисления, не была оптимальной, а была излишне простой и не могла объяснить наблюдаемые явления. Необходимо было учесть еще что-то и модифицировать модель. Как пишет Ю.И. Неймарк [14], на помощь в рассматриваемом случае пришла интуитивная догадка о том, что нужно учесть контактную упругость между ограничительным кольцом и шариком и ничтожное, возможно, благодаря этой упругости, изменение положения шарика в системе, которое, как оказалось, вызывало немалые изменения момента трения.

Одним из традиционных требований, которые предъявляются к математической модели, является требование замкнутости. Под замкнутостью математической модели объекта подразумевается замкнутая система конечных уравнений (число независимых уравнений должно быть равно числу искомых величин), в рамках которой состояние объекта в любой момент времени можно определить по начальному состоянию. Причем все величины, входящие в эту систему уравнений, должны определяться либо в рамках модели, либо задаваться начальными условиями. Как показывает практика математического моделирования сложных процессов [15; 16], наши средства анализа и знания окружающего мира недостаточны для того, чтобы полностью описать происходящее в нем на языке математики. Да и вряд ли когда-либо удастся осуществить такое полное математическое описание, ибо язык математики, как и любой другой язык, не является универсальным. Вследствие этого модели часто не бывают замкнутыми, т.е. системы уравнений содержат величины, которые не определяются в рамках моделей и не задаются начальными условиями. Эти величины, как правило, подбираются и задаются экспертами, использующими свой интуитивный опыт. Реализуется это методами индивидуальных и коллективных экспертных оценок (методами коллективной генерации идей, эвристического прогнозирования и др.). Например, на современном этапе развития имитационного моделирования в сфере взаимодействия человека и биосферы, как указывает Н.Н. Моисеев [15], исследователям не удастся построить единую замкнутую модель биосферы. Для этого у нас просто недостает знаний. Значительную часть связей, играющих важную роль в биосферных процессах, «машинные математики» пока не в состоянии формализовать, т.е. описать на языке математики. Для их представления приходится использовать различного рода параметризации, основанные на интуитивных оценках экспертов.

При построении замкнутой модели процессов, в которых участвуют люди, возникают дополнительные трудности. Все величины, фигурирующие в модели таких процессов, делятся на три типа. К первому типу относятся величины, являющиеся искомыми функциями своих аргументов (эндогенные или фазовые переменные). Ко второму типу относятся известные функции координат и времени (экзогенные переменные или параметры модели). К третьему типу относятся функции, которые формируют люди, участвующие в процессе, и которые обычно называют управлениями (или параметрами управления). Замкнутость модели в этом случае означает, что если только становятся известны начальное состояние процесса, условия на границах области пространства, в которой он протекает, параметры модели и управления, то система уравнений (т.е. модель процесса), в которой отражена совокупность отношений между всеми вышеперечисленными величинами, позволяет определить в данной области пространства на данном интервале времени все фазовые переменные (искомые величины). Трудность создания такой замкнутой модели процесса, в котором участвуют люди, состоит в том, что в настоящее время полное математическое описание коллективного поведения людей в различных ситуациях невозможно. Люди часто действуют в очень слож-

ной и психологически напряженной обстановке. Бывает, что психологические и физические нагрузки превышают уровень человеческих возможностей, и запланированные управления не реализуются. Таким образом, модель процесса, строго говоря, оказывается незамкнутой. А чтобы замкнуть ее, необходимо численное представление управлений (количественное описание поведения людей в различных ситуациях). Для их представления также приходится использовать различного рода параметризации, основанные на интуитивных оценках экспертов.

Часто при анализе сложных объектов, когда известны не все связи между определяющими величинами (бывает, что не выявлены и все определяющие величины), недостающие зависимости в модели назначаются, исходя из недостаточно мотивированных и, в сущности, произвольных соображений. Однако после математической обработки и применения компьютеров произвольность становится малозаметной, завуалированной, а решение (выбор оптимальной модели) приобретает видимость математически обоснованного, объективного, что нередко приводит к фетишизации «чисто математических», компьютерных методов. При этом не берется в расчет тот факт, что любая модель несет в себе черты интуитивного восприятия ее автором изучаемого объекта. И действительно, ряд исследователей считало, что можно сконструировать объективную (свободную от субъектно-личностного момента), определенную до конца модель изучаемого процесса, полагаясь на математические, алгоритмические процедуры анализа и имитационное компьютерное моделирование. В частности, Дж. Форрестер в своей работе «Антиинтуитивное поведение социальных систем» [2. С. 11] пишет, что «сейчас имеется возможность конструировать *реалистичные* модели социальных систем», несравненно более сложных и труднопонимаемых, чем технологические. При этом он указывает, что «...любая концепция и взаимосвязь, ясно формулируемые на обычном языке, могут быть переведены на язык численной модели» [2. С. 13], и после того, «...как модель описана, можно пользоваться вычислительной машиной для изучения поведения системы» [2. С. 17]. Следует отметить, что и группа Медоуза настаивала на том, что ей удалось сконструировать «ясную (определенную до конца) ... теорию, или модель ... долгосрочного глобального взаимодействия между народонаселением и экономическими системами ... в условиях конечной среды обитания» [17]. В то же время в модели мировой динамики Дж. Форрестера [3], претендующей на реалистичное отражение взаимодействия социальной системы и окружающей среды, ряд зависимостей и переменных произвольны или выбраны на основе авторских интуитивных обобщений. Например, почему в этой модели уровень рождаемости зависит от относительной величины эффективного капитала на душу населения вне сельского хозяйства? Тщетно было бы искать ответ на этот вопрос и на ряд еще такого же рода вопросов в книге Форрестера «Мировая динамика». Зависит — вот и все. Предполагается также, что с ростом стандарта жизни «склонность к накоплению капитала» растет. Потому, дескать, поясняет Форрестер, что, если величина капитала на душу населения мала, то велик соблазн много потратить из того, что произведено. А если она достаточно велика, то не так хочется потреблять, и потому большая часть произведенных продуктов накапливается. Однако имеются теории накопления капитала, которые

связывают накопление с состоянием экономики, и в первую очередь рынка капитала. Кроме того, в модели мировой динамики нет зависимостей, отражающих самые очевидные связи в экономике: технологические, распределительные, финансовые. Даже терминов (характеристик) таких нет. Все это указывает на то, что данная модель далека от реалистичности, объективности, свободной от субъектно-личностного момента. Утверждение же Форрестера о том, что любая концепция и взаимосвязь, ясно сформулированные на обычном языке, могут быть описаны на языке математики, также не совсем верно. Например, в настоящее время «машинным математикам» не удастся сформулировать для гипотетической модели взаимодействия человека и биосферы математическую задачу, которая бы адекватно воспроизводила смысл выражений «разрешение противоречий» или «коэволюция человека и биосферы» [15], и именно потому, что сегодня мы не можем (и может быть, вообще не сможем) четко сформулировать этот смысл на языке количественных понятий. Для представления этого смысла необходимо использовать различные параметризации, основанные на интуитивных экспертных оценках.

Итак, какие бы математические, алгоритмические процедуры не использовались в процессе конструирования модели объекта прогноза, полностью изгнать неформальный, интуитивный элемент из этого процесса не удастся. Интуитивные суждения и догадки всегда присутствуют в модели, но не всегда они четко определены. Они присутствуют, когда человек конструирует модель, т.е. решает, какие факторы влияют на исследуемый объект и какова должна быть взаимосвязь между этими факторами в модели; когда человек, использующий модель, решает, какие численные значения приписать входным параметрам, вводимым в модель; и когда человек анализирует, проверяет и интерпретирует результаты, т.е. выходные параметры модели. Любая модель несет на себе отпечаток интуитивного опыта ее автора и включает в себя интуитивные допущения и гипотезы. Это надо помнить, когда изучаются обладающие «высокой точностью» результаты на выходе модели, т.е. выходные данные. Мы должны обращаться к исходным допущениям, когда пытаемся объяснить (интерпретировать) эти результаты, полученные при помощи эксперимента с моделью. Формальные, математические процедуры и компьютеры являются необходимым компонентом в моделировании сложных прогнозируемых объектов, однако, в целом, они служат, прежде всего, для ускорения процесса, посредством которого мы раскрываем значение наших интуитивных допущений и гипотез.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Koestler A.* The act of creation. — N.Y., Macmilan, 1964.
- [2] Современные проблемы кибернетики. — М.: Знание, 1977.
- [3] *Форрестер Дж.* Мировая динамика. — М.: Наука, 1978.
- [4] *Харман Г.* Современный факторный анализ. — М.: Статистика, 1972.
- [5] *Львовский Е.Н.* Статистические методы построения эмпирических формул. — М.: Высшая школа, 1988.
- [6] *Бройль Луи де.* По тропам науки. — М.: Изд-во иностр. лит., 1962.

- [7] *Краснощеков П.С., Петров А.А.* Принципы построения моделей. — М.: Изд-во МГУ, 1983.
- [8] Эйнштейн и современная физика. — М.: Гостехиздат, 1956.
- [9] *Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко А.Г.* Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. — М.: ЛКИ URSS, 2007.
- [10] *Блехман И. И., Мышкис А.Д., Пановко А.Г.* Механика и прикладная математика: логика и особенности приложений математики. — М.: Наука, 1990.
- [11] *Акофф Р., Сасиени М.* Основы исследования операций. — М.: Мир, 1971.
- [12] *Ларичев О.И.* Наука и искусство принятия решения. — М.: Наука, 1979.
- [13] *Ларичев О.И.* Объективные модели и субъективные решения. — М.: Наука, 1987.
- [14] *Неймарк Ю.И.* Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний. — М.: Наука, 1972.
- [15] *Моисеев Н.Н.* Алгоритмы развития. — М.: Наука, 1987.
- [16] *Моисеев Н.Н.* Человек, среда, общество. Проблемы формального описания. — М.: Наука, 1982.
- [17] *Meadows D.H., Meadows D.L., Rendens J., Berhens W.W.* The Limits to Growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. — N.Y., Macmilan, 1972.

MODELS AND CREATIVE INTUITION IN SCIENTIFIC FORECASTING

S.I. Grishunin

Department of Philosophy of Natural Sciences
Philosophical Faculty of Moscow State University
Lomonosov Prospect, 27, Moscow, Russia, 119992

The article is devoted to the analysis of a role of creative intuition in scientific search forecasting. In this article the correlation of objective models, intuitive assumptions and formal procedures in scientific search forecasting also is shown.