

Имеющее место в научных публикациях разнообразие подходов к построению теорий принятия управленческих решений приводит к большим трудностям при построении формальных моделей исследуемых динамических процессов, нуждающихся в принятии управленческих решений. Предлагается модель для динамических систем любой природы и универсальный алгоритм принятия управленческих решений по восстановлению функциональности проектных возможностей исследуемой динамической системы. Рассмотрены основные положения предлагаемой автором теории и приведен пример принятия решения в медицинской практике.

© В.А. Кондратенко, 2013

УДК 519.8

В.А. КОНДРАТЕНКО

О ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКСПЕРТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Введение. Теория принятия решений, как и любая другая научная теория, выполняет как познавательную, так и прогнозирующую функции по отношению к наблюдаемым природным или рукотворным явлениям.

Познавательная функция заключается в исследовании и формальном описании всех физических переменных величин и их параметров, которые функционально полно и однозначно характеризуют все допустимые состояния изучаемых природных или рукотворных явлений, а также закономерности всех взаимодействий и взаимоотношений между упомянутыми переменными состояниями в процессе их (явлений) нормальной жизнедеятельности.

Прогнозирующая функция, при указанной функциональности познавательной функции, заключается в обеспечении возможности:

- во-первых, автоматического выявления научно обоснованных причин отклонения динамики функционирования наблюдаемого явления от нормативных показателей;
- во-вторых, автоматического формирования алгоритма устранения выявленных причин, вызвавших нарушение нормативного хода наблюдаемого явления.

Естественно, что любая теория принятия решения с упомянутой функциональностью, должна быть обеспечена математической

моделью, способной покрыть | данную функциональность.

Цель работы заключается в создании необходимой математической (логики-диалектической) модели для каждой теории в естественных науках и, тем более, для теории принятия управленческих решений, о сущности смыслового наполнения которых подробно рассказано в публикации автора [1].

Напомним один из важнейших тезисов данной публикации о недопустимости подмены натурального экспериментирования вычислительным экспериментированием (в объеме отражения функционально полного сценария жизнедеятельности познаваемого физического или физиологического явления) при прогнозировании эволюции исследуемого природного явления. Такая подмена неизбежно приводит к фатальным ошибкам в прогнозировании.

Объясняется это тем, что как у философов науки, так и в естествоиспытателей и математиков, нет убедительных и неопровержимых, обязательно формально доказуемых, логических утверждений, позволяющих чисто теоретическим путем, без привлечения результатов натурального эксперимента, установить истинность:

- 1) как самого научного мышления;
- 2) так и истинность заключительного причинно-следственного отношения «конъюнкция посылок – заключение» в целом при функционально полном рассуждении с логическим следствием о диалектике жизнедеятельности исследуемого природного явления.

Именно по этим причинам философы науки не признают чисто теоретического содержательного доказательства теорем, без его подтверждения исторической практикой.

В работе приводится описание логики-диалектической модели, обеспечивающей сполна требования любой задачи по теме принятия решений. Данная модель проверена на сотнях задач, касающихся, естественно, не только темы принятия решений.

Под логики-диалектической моделью (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое динамическое состояние данной системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т. е. причинно-следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями, выраженные исключительно с помощью логических операций и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояниями, которые исследуют истину в мышлении о конкретном явлении и отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:

1) природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т. е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определенной физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

2) природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;

3) природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;

4) природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

5) природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всем многообразии его форм и во всей его противоречивости;

6) диалектические отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формальном виде.

Понятие «природа движущих сил» предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Пример. Диагностика и лечение патологии инфаркта миокарда

Симптомы, в совокупности, предупреждающие человека о возникновении у него инфаркта миокарда: боль за грудиной бывает настолько интенсивной, что практически «парализует» волю пациента. Возникает ощущение приближающейся смерти. Боль за грудиной не исчезает после прекращения физической нагрузки и часто распространяется (иррадирует) в плечо и руку (чаще слева), шею, челюсть. Боль может быть как постоянной, так и перемежающейся (интермиттирующей). Вовремя понять, что произошло, и немедленно вызвать бригаду скорой (лучше специализированной кардиологической) помощи, и предпринять все возможные в сложившейся ситуации действия – значит повысить свой шанс на жизнь не только в ближайшее время, но и в дальнейшем.

Кроме боли за грудиной инфаркт миокарда характеризуется следующими симптомами и признаками: частое поверхностное дыхание; учащенное неритмичное сердцебиение; учащенный и слабый пульс на конечностях; обморок (синкопе) или потеря сознания; ощущение слабости, может быть очень выраженным; обильный липкий холодный пот; тошнота и даже рвота; бледность кожи лица.

Несмотря на то, что указанные симптомы и признаки позволяют в большинстве случаев вовремя распознать инфаркт миокарда, каждый из них и даже их комбинации могут встречаться и при других заболеваниях. Но поскольку сердечный приступ – это жизненно опасное состояние, то лучше немедленно обратиться за неотложной медицинской помощью. До прибытия неотложной помощи следует положить под язык обычную (500 мг) таблетку аспирина. Можно воспользоваться и нитроглицерином, но только в том случае, если артериальное давление не снижено.

Медицинская практика показывает, что почти у 25 % пациентов инфаркт миокарда может протекать бессимптомно, так называемая «немая ишемия», или «немой сердечный приступ». Но отсутствие симптомов не исключает повреждения сердечной мышцы. А поскольку нет «сигнала тревоги», пациент остается в неведении относительно развивающейся катастрофы, что негативно отражается на прогнозе для его жизни.

Диагностические исследования проводимые в отделении кардиореабилитации: ЭКГ, ЭХО КГ; эргоспирометрия с физической нагрузкой; лазерная флоуметрия; чрезкожное определение % O_2 и CO_2 в крови; полный биохимический анализ крови (27 показателей); компьютерные методы исследований:

- 1) исследование гемодинамики (АПКО);
- 2) исследование состояния сердца (кардиовизор);
- 3) аллелготестирование и определение всего спектра вредных нагрузок на организм (химических, фармакологических, гепатогенных, обменных и т. д.).

Цель лечения в условиях больницы при инфаркте – восстановление кровотока в закупоренном тромбом сосуде. Срочные лечебные мероприятия направлены на расширение просвета закупоренного кровеносного сосуда и максимально возможное спасение волокон и клеток сердечной мышцы. «Золотым часом» кардиологи определяют первый час с момента развития сердечного приступа, когда эффективность лечения максимальна.

Так представляется диагностика и лечение патологии инфаркта миокарда по методологии Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. Бакулева в России.

Далее, обратимся к предлагаемой автором универсальной математической теории принятия управленческих решений, чтобы процесс диагностики и лечения патологии инфаркта миокарда отразить в математическом формате и продемонстрировать огромные преимущества данного формата, так как он позволяет не только убедиться в истинности мышления с логическим следствием по исследуемой теме, но и обеспечивает выводимость заключения теоремы из ее посылок на основе полученных в эксперименте данных.

Формирование математической модели процесса диагностики и лечения инфаркта миокарда. Симптомы, в совокупности, предупреждающие человека о возникновении у него патологии инфаркта миокарда, назовем аксиомами диагностики этого заболевания, и присвоим каждой из аксиом идентификатор в формате математического формализма.

Итак, аксиоме **a1**: «Интенсивная, контрастная боль за грудиной, иррадиирующая в плечо и руку (чаще слева), шею, челюсть» присвоим идентификатор **p1(X)**, в котором **p1** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a2**: «Частое поверхностное дыхание» присвоим идентификатор **p2(X)**, в котором **p2** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a3**: «Учащенное неритмичное сердцебиение» присвоим идентификатор **p3(X)**, в котором **p3** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a4**: «Учащенный и слабый пульс на конечностях» присвоим идентификатор **p4(X)**, в котором **p4** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a5**: «Обморок (синкопе) или потеря сознания» присвоим идентификатор **p5(X)**, в котором **p5** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a6**: «Ощущение слабости, может быть очень выраженным» присвоим идентификатор **p6(X)**, в котором **p6** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a7**: «Обильный липкий холодный пот» присвоим идентификатор **p7(X)**, в котором **p7** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a8**: «Тошнота и даже рвота» присвоим идентификатор **p8(X)**, в котором **p8** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a9**: «Бледность кожи лица» присвоим идентификатор **p9(X)**, в котором **p9** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Диагностические исследования, проводимые в отделении кардиореабилитации

Аксиоме **a10**: «ЭКГ и ЭХО КГ подтверждает наличие у пациента инфаркта миокарда (ИМ)» присвоим идентификатор **p10(X)**, в котором **p10** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a11**: «Эргоспирометрия с физической нагрузкой подтверждает наличие у пациента ИМ» присвоим идентификатор **p11(X)**, в котором **p11** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a12**: «Лазерная флоуметрия подтверждает наличие у пациента ИМ» присвоим идентификатор **p12(X)**, в котором **p12** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a13**: «Чрезкожное определение % O₂ и CO₂ в крови подтверждает наличие у пациента ИМ» присвоим идентификатор **p13(X)**, в котором **p13** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a14**: «Полный биохимический анализ крови (27 показателей) подтверждает наличие у пациента ИМ» присвоим идентификатор **p14(X)**, в котором **p14** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a15**: «Исследование гемодинамики (АПКО) с определением 22 параметров, в т. ч. ударного объема, диаметра сосуда, эластичности сосудистой стенки, сосудистого сопротивления, подтверждает наличие у пациента ИМ» присвоим идентификатор **p15(X)**, в котором **p15** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a16**: «Исследование состояния сердца (кардиовизор) с оцениванием состояния миокарда, подтверждает наличие у пациента ИМ» присвоим идентификатор **p16(X)**, в котором **p16** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a17**: «Аллерготестирование и определение всего спектра вредных нагрузок на организм неинвазивным биорезонансным способом (МОРА) подтверждает наличие у пациента ИМ» присвоим идентификатор **p17(X)**, в котором **p17** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Назначение методики лечения на основе диагностических данных

Аксиоме **a18**: «Целью лечения в условиях больницы при ИМ является восстановление кровотока в закупоренном тромбом сосуде, который питает миокард, и максимально возможное спасение волокон и клеток самого миокарда» присвоим идентификатор **p18(X)**, в котором **p18** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a19**: «Основное медицинское вмешательство, проводимое при лечении острого сердечного приступа, это растворение тромба (тромболиз), которое осуществляется с помощью лекарств, вводимых внутривенно. Если эти препараты начинают поступать в организм в течение первых часов с момента появления признаков инфаркта, они способны восстановить проходимость закупоренного сосуда. Но чем больше проходит времени, тем быстрее снижается эффективность этих препаратов» присвоим идентификатор **p19(X)**, в котором **p19** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a20**: «Опоздание с медикаментозным лечением инфаркта на три часа с момента возникновения приступа делает применение лекарственных тромболитиков, практически, бессмысленным» присвоим идентификатор **p20(X)**, в котором **p20** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

Аксиоме **a21**: «Аксиомы № 1 – № 20 в совокупности обеспечивают правильную диагностику и назначение правильной методики лечения болезни ИМ» присвоим идентификатор **p21(X)**, в котором **p21** – несет на себе смысловую нагрузку, отраженную в кавычках, а **X** – уникальный идентификатор пациента.

На основе аксиом **a1** – **a21** запишем математическую модель диагностики и лечения болезни ИМ.

$$\begin{aligned}
 (\forall X)((p1(X) \wedge p2(X) \wedge p3(X) \wedge p4(X) \wedge p5(X) \wedge p6(X) \wedge p7(X) \wedge p8(X) \wedge p9(X) \wedge \\
 \wedge p10(X) \wedge p11(X) \wedge p12(X) \wedge p13(X) \wedge p14(X) \wedge p15(X) \wedge p16(X) \wedge p17(X) \wedge \\
 \wedge p18(X) \wedge p19(X) \wedge p20(X)) \Rightarrow p21(X) \Rightarrow (\exists X)((p1(X) \wedge p2(X) \wedge p3(X) \wedge p4(X) \wedge \\
 \wedge p5(X) \wedge p6(X) \wedge p7(X) \wedge p8(X) \wedge p9(X) \wedge p10(X) \wedge p11(X) \wedge p12(X) \wedge p13(X) \wedge \\
 \wedge p14(X) \wedge p15(X) \wedge p16(X) \wedge p17(X) \wedge p18(X) \wedge p19(X) \wedge p20(X)) \Rightarrow \\
 \Rightarrow p21(X)). \quad (1)
 \end{aligned}$$

Если в формуле (1) выражение:

$(p1(X) \wedge p2(X) \wedge p3(X) \wedge p4(X) \wedge p5(X) \wedge p6(X) \wedge p7(X) \wedge p8(X) \wedge p9(X) \wedge p10(X) \wedge p11(X) \wedge p12(X) \wedge p13(X) \wedge p14(X) \wedge p15(X) \wedge p16(X) \wedge p17(X) \wedge p18(X) \wedge p19(X) \wedge p20(X))$ заменить формулой $F1(X)$, то формула (1) примет такой вид:

$$(\forall X)(F1(X) \Rightarrow p21(X)) \Rightarrow (\exists X)(F1(X) \Rightarrow p21(X)). \quad (2)$$

В теории автоматического доказательства теорем для приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 формальных правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка [2]. Два из них выглядят так:

$$\begin{aligned}
 (F1(X) \Rightarrow F2(X)) &\equiv (\neg F1(X) \vee F2(X)), \\
 (F1(X) \Rightarrow F2(X)) &\equiv (F1(X) \wedge \neg F2(X)).
 \end{aligned}$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall.$$

И одно из них предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула (2) на первом шаге примет такой вид:

$$(\forall X)(\neg F1(X) \vee p21(X)) \Rightarrow (\exists X)(\neg F1(X) \vee p21(X)). \quad (3)$$

А на следующем шаге (3) преобразуется в:

$$(\neg F1(X) \vee p21(X)) \wedge \neg (\neg F1(X) \vee p21(X)). \quad (4)$$

Формула (4) представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов, что свидетельствует о ее противоречивости и об истинности теоремы в целом, так как методология автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы. Теорема доказана.

Заключение. Предлагаемая в работе универсальная математическая теория принятия управленческих решений на основе действующей в медицинской практике методологии диагностики и лечения определенной патологии человеческого организма, позволяет отразить эту методологию в математическом формате, обеспечивая при этом возможность доказательства целесообразности и эффективности лечения анализируемой патологии, руководствуясь базой аксиом, функционально полно характеризующих как диагностику, так и методологию лечения болезни. База аксиом сформирована путем натурального экспериментирования непосредственно с больными, страдающими анализируемой патологией. Ответ на вопрос, на каком этапе следует завершить создание математической модели и, соответственно, создание формальной теории жизнедеятельности исследуемого природного явления, можно сформулировать так:

- как только будет получен ответ на последний вопрос всех целей познания, при условии, что каждый ответ оформлен в формате доказательства соответствующей теоремы, сформулированной и доказанной с помощью грамматических ресурсов формального языка логики предикатов первого порядка, обслуживающего теорию автоматического доказательства теорем.

Почему ответы на вопросы целей познания должны оформляться непременно в формате доказательства соответствующих теорем, и почему теоремы должны непременно формулироваться и доказываться с помощью грамматических ресурсов формального языка логики предикатов первого порядка, обслуживающего теорию автоматического доказательства теорем? Во-первых, для доказательства истинности мышления при логических утверждениях по любой из дискутируемых тем, другого формата отражения правоты дискутирующих сторон, кроме формата доказательства теорем, просто не существует. Во-вторых, формальные доказательства единогласно признаны всеми философами науки единственным форматом объективного суждения об истинности того, или иного логического утверждения. Впрочем, современная наука обоснованно требует от естествоиспытателей отражения познанных естественных законов жизнедеятельности всего живого исключительно в математическом формате. Так как этот формат обеспечивает афористический стиль представления новых научных знаний, и стимулирует самоконтроль адекватности, корректности, достоверности и истинности (при наличии формального теоретического доказательства) новых знаний. В итоге, теория автоматического доказательства теорем декларирует собственную методологию доказательства теорем, обладающую минимальной трудоемкостью даже при «ручном» доказательстве этих теорем, в сравнении с любым содержательным доказательством теорем.

В.О. Кондратенко

ПРО ПІДТРИМКУ ПРИНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЕКСПЕРТНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

У наукових публікаціях має місце різноманітність підходів до побудови теорій ухвалення управлінських рішень, яка приводить до великих труднощів у побудові формальних моделей досліджуваних динамічних процесів, що потребують їх ухвалення. Пропонується універсальна модель для динамічних систем будь-якої природи й універсальний алгоритм прийняття управлінських рішень по відновленню функціональності проектних можливостей досліджуваної динамічної системи. Розглянуто основні положення нової теорії і наведений приклад ухвалення рішення в медичній практиці.

V.A. Kondratenko

ABOUT DECISION MAKING SUPPORT IN EXPERT DIAGNOSTIC SYSTEMS

A variety of approaches taking place in scientific publications to creation of theories of adoption of administrative decisions leads to great difficulties at creation of formal models of the studied dynamic processes needing adoption of administrative decisions.

In article the universal model for dynamic systems of any nature and universal algorithm of adoption of administrative decisions on restoration of functionality of design opportunities of studied dynamic system is offered. In article basic provisions of the new theory are considered, and the decision-making example in medical practice is given.

1. *Кондратенко В.А.* Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. – Киев: Алефа, 2010. – 267 с.
2. *Кондратенко В.А., Кондратенко А.И.* Теория и практика искусственного интеллекта в автоматическом доказательстве теорем. – Киев: Научное издание «Полиграфкнига». – 2006.

Получено 15.05.2013

Об авторе:

Кондратенко Виктория Александровна,
кандидат физико-математических наук, научный сотрудник
Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины.
E-mail: vitalyot@ukr.net