

УДК 001.89 (075.8)
doi:10.18720/SPBPU/2/id24-439

*Волкова Виолетта Николаевна*¹,
профессор, д-р экон. наук, профессор;
*Козлов Владимир Николаевич*²,
профессор, д-р техн. наук, профессор

ВКЛАД ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ А. А. ДЕНИСОВА В РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ СИСТЕМ

^{1,2} Россия, Санкт-Петербург,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
¹ violetta_volkova@list.ru, ² kozlov_vn@spbstu.ru

Аннотация. 50 лет назад, в 1974 г. А. А. Денисов предложил теорию, базирующуюся на диалектическом обобщении законов функционирования и развития систем различной физической природы и на применении математической теории поля, названную им теорией информационного поля.

В данной статье характеризуются основные идеи этой теории и ее вклад, который за прошедшие 50 лет ученые, объединяемые Научно-педагогической школой «Системный анализ в проектировании и управлении», внесли на основе этой теории в развитие теории систем, системного анализа и других наук о системах.

Ключевые слова: информационное поле, система, системный анализ, теория информационного поля, теория систем.

Violetta N. Volkova¹,
Professor, Doctor of Economics;

Vladimir N. Kozlov²,
Professor, Doctor of Technical Sciences

THE CONTRIBUTION OF INFORMATION FIELD THEORY OF A. A. DENISOV TO THE DEVELOPMENT OF SYSTEMS THEORY

^{1,2} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
¹ violetta_volkova@list.ru, ² kozlov_vn@spbstu.ru

Abstract. 50 years ago, in 1974, A. A. Denisov proposed a theory based on a dialectical generalization of the laws of functioning and development of systems of various physical natures and on the application of mathematical field theory, which he called the theory of the information field. This article characterizes the main ideas of this theory and its contribution, which over the 50 years, scientists united by the Scientific and Pedagogical School “System Analysis in Engineering and Control” have made on the basis of this theory in the development of systems theory, system analysis and other sciences of systems.

Keywords: information field, system, system analysis, information field theory, systems theory.

Введение

В 1974 г. *А. А. Денисовым* (см. рис. 1) была предложена теория, базирующаяся на диалектическом обобщении законов функционирования и развития систем различной физической природы. Теория первоначально была ориентирована на отображение и анализ пространственно-распределенных систем, опиралась на аппарат математической теории поля, и была названа *теорией информационного поля* [1, 2], а затем был предложен более удобный для практического дискретный вариант теории, названный вначале *теорией информационных цепей* [3, 4], который стал основой информационного подхода к исследованию систем.

В статье кратко характеризуется вклад, который основные положения и результаты, полученные на основе этой теории, внесли, внесли в развитие теории систем, системного анализа и других наук о системах.

1. Развитие идеи общности в системах различной физической природы

В 1958 г., ещё будучи студентом, А. А. Денисов обратил внимание на общность математического описания процессов в электрических и гидравлических средах (например, законы Ньютона и Кулона, сходство гидравлической и электрической цепи и т. д.), и у него появилась идея о



Рис. 1. А. А. Денисов на
трибуне Верховного Совета
СССР

возможности управления потоками жидкостей с помощью электрических воздействий. В результате в 1960–1970-е гг. А. А. Денисов предложил и развил совместно со своими учениками новое направление – **электрофлюидику**. Были разработаны электрогидравлические и электропневматические преобразователи рода энергии сигналов и генераторов для различных применений. По работам в этой области получено более 80 авторских свидетельств, 6 патентов в ведущих странах мира (США, Англия, ФРГ, Франция, Швеция, Япония) [5].

На основе дальнейшего распространения идеи общности процессов в системах различной физической природы на социально-экономическую сферу А. А. Денисов предложил концепцию, названную им теорией информационного поля [1, 2]. Идея концепции основана на определении материи, которое дал **В. И. Ленин**: «Материя – объективная реальность, данная нам в ощущениях» [6]. Понятие «в ощущениях» Анатолий Алексеевич предложил понимать как восприятие материи «в информациях». Отсюда можно сделать вывод: информация (ощущение) – отражение материи? Это вызвало критику философов: поскольку информацию можно измерять, значит и материю можно измерять? А это недопустимо в философии. Поэтому первое издание в 1975 г. [1], уже напечатанное, философы Ленинградского политехнического института хотели запретить. Но проректор того периода **В. Р. Окорок** устроил обсуждение, в ходе которого А. А. Денисов доказал свои идеи. К тому времени к пониманию информации как отражения материи пришел философ А. И. Урсул [7].

Один из первых результатов получен А. А. Денисовым на основе обобщенных соотношений, отображающих логическую связь точечных объектов:

$$Л = R \frac{M_1 M_2}{4\pi r^2} \quad (1a)$$

или информации о них

$$Л = R \frac{J_1 J_2}{4\pi r^2}. \quad (16)$$

Соотношения (1) отражают логику взаимодействия точечных материальных объектов M_1 и M_2 (информаций о них J_1 и J_2). Применительно к физическим полям это соотношение обращается в законы Кулона или Ньютона, открытые экспериментально: если проквантовать законы Кулона $F = q_1 q_2 / 4\pi\epsilon$ и Ньютона $F = g m_1 m_2 / r^2$ условными квантами заряда Δq и массы Δm , то материальные свойства объектов заряд $q/\Delta q$ и масса $m/\Delta m$ станут безразмерными и их можно переобозначить через J и M .

Закон, иллюстрируемый этими соотношениями, справедлив в системах различной физической природы (см. прил. 2 в [8]) в экономике [9, с. 81–83 и 317].

В дальнейшем, развивая идею общности процессов в различных средах, А. А. Денисов предложил гипотезу о единой (общей) теории поля [10, 11], основанную не на стремлении объединить гравитационное и электромагнитное поля на одном уровне, что пытались, делать авиаконструктор **Роберт ди Бартини** и учёный-энциклопедист **Побиск Георгиевич Кузнецов** на примере объединения законов Ньютона и Кулона, суммируя формализованные записи этих законов на одном уровне [12], а на основе обобщенных законов, применяя их в различных средах (гравитационной, электромагнитной, социально-экономической и др.) с использованием различных констант.

2. Два закона отражения действительности

Поскольку в теории информационного поля понятие *информации* рассматривается как парная категория по отношению к материи, как структура материи, А. А. Денисов, заимствуя из философии понятия чувственного и логического отражения, ввел формализованные понятия, соответствующие этим видам отражения: *чувственное* отражение в форме *чувственной информации J* (или *информации восприятия*), и *логическое отражение*, в результате которого формируется *логическая информация H* (или *информационный потенциал*).

Законы отражения формализовано представлены в табл. 1, в которой *M* – измеряемое материальное свойство (масса, цвет, заряд и т. п.), создающее *J* – *чувственную информацию* или *информацию восприятия*; *H* – логическая информация.

Таблица 1

Законы чувственного и логического отражения

Закон чувственного отражения	Закон логического отражения
$J = R_k \mathbf{M} = \oint_S \mathbf{O} d\mathbf{S},$ $\operatorname{div} \mathbf{O} = R_k \rho,$ где $\mathbf{O}$ – вектор интенсивности потока существования (отражения); $\rho = dM_i/dV$ – объемная плотность <i>i</i>-го материального свойства; R_k – информационная проницаемость среды. В общем случае R_k зависит от $\mathbf{O}$.	$H = R \mathbf{M} = \oint_S \mathbf{E} d\mathbf{S},$ $\operatorname{div} \mathbf{E} = R \rho,$ где $\mathbf{E}$ – вектор напряженности поля логики; $\rho = dM_i/dV$ – объемная плотность <i>i</i>-го материального свойства; $R = R_k R_o$ – безразмерная константа, характеризующая логическую реакцию (поведение) отражающего объекта (субъекта) на поток $\mathbf{O}$. В общем случае R_o зависит от $\mathbf{O}$.

Результаты, которые получаются при применении законов отражения, могут быть представлены в различных системах координат. Наиболее распространено сферических координатах и в изотропной среде, т. е. если распределение материальных свойств сферически симметрично, что показано в табл. 1. В работах [2, 4 и др.] показано, что интерес могут представлять и результаты, получаемые в частных производных.

Поскольку существует два закона отражения, то можно получать информацию об объектах и ситуациях на основе обоих законов. Например, можно: а) воспринимать яблоко на основе отражения его свойств (параметров) – запах, вкус, осязание, измеряемых разными датчиками количественно или экспертно органами чувств человека, или рецепторами робота, и делать заключение об объекте на основе алгоритма «сборки» (если такой существует); б) увидеть объект (с помощью одного органа восприятия – зрения), и понять, что он означает, если есть воспринимающее пространство, имеющее представление об объектах такого рода. В частности, увидеть и сразу понять, что это яблоко.

Поскольку формализованно показана [2, 4 и др.] зависимость логической информации от чувственной: $H = f(J)$, при моделировании ситуации полученное чувственное отражение $J_i = R_k M_i$ может преобразовываться в сущность H_i , т. е. должно происходить осмысление информации, получение семантической/прагматической информации. Однако проблемой является то, как осуществляется это преобразование?

В живых организмах, вероятно, «выращивается» такое внутреннее пространство, накапливающее опыт наблюдений логических взаимодействий в природе и обществе. Например, в первой работе А. А. Денисова [1] это демонстрируется на основе отражения взаимодействия зайца и лисы. В таком «выращиваемом» пространстве постепенно формируются образы, понятия, язык, благодаря чему становится возможным и второй способ отражения – логическое, в результате которого воспринимается целое яблоко, или иные предметы (если о них есть представление у человека или отражающего устройства), и отражение реальных процессов становится более оперативным. Возможно, модель такого пространства можно «вырастить» на основе обучаемой нейронной сети, используя аналог понятия «гиперсеть», предложенного **К. Анохиным** при объяснении деятельности мозга [13].

Получение информации с помощью двух законов отражения позволяет глубже понять современную проблему «больших данных». Простое накопление как можно больших массивов данных будет создавать ситуацию очередного информационного барьера. Необходимо не только накапливать данные и обрабатывать их (с помощью средств анализа данных), но и, используя второй закон отражения, получать комплексы взаимосвязанной информации, что возможно на основе научно-технической информации. Можно также использовать способности личностей извлекать информацию из информационного поля природы, что исследуется [14, 15] и подтверждается практикой.

3. Решение проблемы преобразования чувственной информации в логическую на основе вводимых мер

Для практических приложений в теории А. А. Денисова предложены детерминированные и вероятностные оценки информации восприятия J , и значимости (потенциала) H [4, 8 и др.].

Детерминированно чувственная информация J вводится как мера отраженной объективной реальности, элементной базы системы в форме:

$$J = A/\Delta A, \quad (2)$$

где A – количество каких-либо знаков, воспринимаемых измерительными приборами или органами чувств, ΔA – «квант», с точностью до которого нас интересует воспринимаемая информация (в частном случае – разрешающая способность прибора).

Поскольку логическая информация H зависит от J [2, 4 и др.], в теории А. А. Денисова предложена формула, обобщающая способы усреднения в физике, для чего вводится параметр γ , который может выбирать постановщик задачи:

$$H = \sqrt[\gamma]{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n J_i^\gamma}, \quad (3)$$

где J_i – результаты измерения A_i согласно (2); n – объем понятия, т. е. число, охватываемых понятием объектов; γ – параметр логики усреднения, при различных значениях которого получаются различные выражения для определения H . При $\gamma = 1$ получается основной закон классической логики Аристотеля, согласно которому *собственная сущность (суть) системы обратна объему понятия n о ней* $H = J/n$. При других значениях γ получаются: среднегеометрическое ($\gamma = 0$), среднегармоническое ($\gamma = -1$). Выбор γ зависит от конкретной задачи, исследуемой ситуации.

Вероятностная оценка H выводится [4, 8]:

$$H = \int f(J_i) dJ_i \Rightarrow H = \sum_{i=1}^n q_i J_i = - \sum_{i=1}^n q_i \log p_i, \quad (4)$$

где p_i – вероятность события.

В случае использования информации для достижения цели p_i называют вероятностью недостижения цели или степенью нецелесоответствия; q_i – вероятность использования элемента информации.

При $q_i = p_i$:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i,$$

т. е. мера **К. Шеннона**.

При равновероятном выборе элемента $p_i = 1/n$:

$$H = -\sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \log \frac{1}{n} = \log n.$$

Для прагматической информации

$$H_q = -\sum_{i=1}^n q_i \log(1 - p_i'), \quad (5)$$

где p_i' – вероятность достижения цели, степень целесообразности.

В частном случае p_i может быть статистической вероятностью. Однако в общем случае вероятность достижения цели p_i' и вероятность использования оцениваемой компоненты (свойства) при принятии решения q_i могут иметь более широкую трактовку и использоваться не в строгом смысле с точки зрения теории вероятностей, а характеризовать единичные явления, события, когда p_i выступает как *степень целесообразности*.

В качестве аналога понятий *содержания*, *смысла* в теории введено понятие *информационной сложности*:

$$C = J \cap H \quad \text{или} \quad C = J \times H. \quad (6)$$

В компьютерной информатике этим преобразованиям можно поставить в соответствие термины *данные* (J) $\rightarrow$ *информация* (H) $\rightarrow$ *знания* (C).

4. Формализованное представление законов диалектической логики как основа моделирования процессов с учетом кинематики и динамики

А. А. Денисов предложил формализованное представление законов диалектической логики.

Первый закон – основной закон логики, справедлив как для классической логики, так и для диалектики. Закон получается в случае, если принять при измерении сущности H наиболее простой способ усреднения, соответствующий линейной логике, т. е. $\gamma = 1$:

$$H = J/n. \quad (7)$$

Второй закон диалектики – закон развития: «*Все течет и все изменяется*». Формально развитие понятия H в соответствии с этим законом можно представить следующим образом:

$$H_\tau = \tau dJ/dt, \quad (8)$$

где τ – информационное сопротивление объекта изменениям, а d символизирует отрицание «не».

Третий закон диалектики – закон *отрицания отрицания* без формализации наиболее труден для понимания. Если J есть A , то $\Delta_1 J$ есть «не A », а $\Delta_2 J$ есть «не не A », но это в отличие от классической логики не возврат к

A , а развитие по спирали. В формализованном виде сущность H отрицания отрицания составляет

$$H_1 = L_{11}d^2J_1/dt^2, \quad (9)$$

где $L = \tau_0^2$ – ригидность процесса, характеризующая инерционность объекта исследования.

Четвертый диалектический закон – закон единства и борьбы противоположностей. С учетом этого закона итоговая сущность в случае одного объекта формируется как сумма противоположностей:

$$H = J/n + \tau dJ/dt + Ld^2J/dt^2, \quad (10)$$

где n – объем понятия об объекте; τ – информационное сопротивление объекта изменениям; L – ригидность объекта (сопротивляемость изменениям, инертность).

Пятый закон – закон перехода количественных изменений в качественные. Из этого закона следует, что сумма свойств частей не есть свойство целого (т. е. закономерность целостности, предсказанная Аристотелем), а отрицание целого не обязательно означает отрицание частей. Формально этот закон требует учета нелинейности многих процессов.

Шестой диалектический закон – закон всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости явлений. С учетом закона всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости получена систему соотношений [4]:

$$H_i = f(J_i/n_{ii}, \tau_{ii} dJ_i/dt, L_{ii} d^2J_i/dt^2, J_j/n_{ij}, \tau_{ij} dJ_j/dt, L_{ij} d^2J_j/dt^2, \dots), \quad (11)$$

или в случае линейной аппроксимации:

$$\begin{aligned} H_1 &= J_1/n_{11} + J_2/n_{12} + \dots + \tau_{11}dJ_1/dt + \tau_{12}dJ_2/dt + \dots + L_{11}d^2J_1/dt^2 + L_{12}d^2J_2/dt^2 + \dots, \\ H_2 &= J_1/n_{21} + J_2/n_{22} + \dots + \tau_{21}dJ_1/dt + \tau_{22}dJ_2/dt + \dots + L_{21}d^2J_1/dt^2 + L_{22}d^2J_2/dt^2 + \dots, \\ &\vdots \\ H_i &= J_i/n_{ii} + J_j/n_{ij} + \dots + \tau_{ii}dJ_i/dt + \tau_{ij}dJ_j/dt + \dots + L_{ii}d^2J_i/dt^2 + L_{ij}d^2J_j/dt^2 + \dots, \\ &\vdots \\ H_m &= J_1/n_{m1} + J_2/n_{m2} + \dots + J_m/n_{mm} + \tau_{m1}dJ_1/dt + \tau_{m2}dJ_2/dt + \dots + \tau_{mm}dJ_m/dt + \\ &\quad + L_{m1}d^2J_1/dt^2 + L_{m2}d^2J_2/dt^2 + \dots + L_{mm}d^2J_m/dt^2. \end{aligned}$$

Таким образом, формализованное представление законов диалектической логики позволяет учесть не только *статику*, но и *кинематику* и *динамику* моделируемых процессов.

В работах А. А. Денисова оговаривается, что к полученным на основе диалектической логики соотношениям следует относиться не как к строгим математическим. Исследование приведенной системы уравнений отличается от математического решения с учетом отличия диалектической логики от бинарной, т. е. при отсутствии закона исключенного третьего переменными будут не только значения «0» и «1», а, например, истинно на $n\%$. С учетом пятого закона характеристические константы n , τ и L в общем случае могут изменяться по мере развития модели.

5. Оценки целостности системы и свободы элементов

В период возникновения теории А. А. Денисова в СССР проводились реформы, названные в честь их инициатора косыгинскими. Было осознано, что в условиях социалистической формы государства, при реализации принципов равномерного пропорционального развития всех отраслей и сфер производства, уравниловки в стимулировании труда работников и т. п. принципов, которые, казалось бы, обеспечивают социальную справедливость, стал проявляться принцип отсутствия побуждения к труду.

Для повышения эффективности экономики была предложена идея программно-целевого планирования. Предполагалось, что привычное в экономических теориях представление о том, что чем более жесткое регулирование вводится с помощью разработки и контроля целевых программ, тем больше должна повышаться эффективность экономики. Но на практике оказалось не так.

Для решения проблемы были созданы комиссии, которые должны были разрабатывать прогнозы и Основные направления социально-экономического развития страны. А. А. Денисову было предложено принять участие в этой работе.

Осмысление проблемы управления экономикой привело А. А. Денисова к пониманию зависимости проблемы управления экономикой от структуры системы управления, определяющей взаимоотношения членов общества и руководящих органов управления, что в теории систем объясняется с помощью одной из основных закономерностей, регулирующих взаимоотношения между системой и ее элементами, называемой закономерностью *эмерджентности*, которая опирается на известное положение Аристотеля о несводимости суммы свойств системы Q_S к сумме свойств q_{ai} ее элементов $Q_S \neq \sum_{i=1}^n q_{ai}$.

В работах *Л. фон Бергаланфи* [16], *А. Холла* [17] и других исследователей, развивающих теорию систем, было осознано, что любая развивающаяся система находится между состоянием абсолютной целостности $Q_S \neq \sum_{i=1}^n q_{ai}$ и абсолютной аддитивности $Q_S = \sum_{i=1}^n q_{ai}$, и состояние системы (ее «срез») можно охарактеризовать степенью проявления одного из этих свойств или тенденций к его нарастанию или уменьшению. Для оценки этих тенденций Л. фон Бергаланфи ввел [16], а А. Холл [17] исследовал две сопряженные закономерности: *прогрессирующая систематизация* – стремление системы ко все большей целостности, к подавлению свободы элементов, и *прогрессирующая факторизация* – стремление системы к состоянию со всё более независимыми элементами.

А. А. Денисов ввел сравнительные количественные оценки проявления этих закономерностей [4, 8 и др.]. Для этого использовал понятие информационной сложности C (6), ввел понятия *системной* C_s , *собственной*

C_o и взаимной C_v сложности и предложил оценки, характеризующие степень целостности системы α и свободы ее элементов β :

$$\alpha = -C_v/C_o, \quad (12)$$

$$\beta = C_c/C_o, \quad (13)$$

$$\alpha + \beta = 1. \quad (14)$$

Исследования позволили понять, что аксиому Аристотеля нередко трактуют неверно – как «Сумма свойств целого больше суммы частей». Напротив, оказалось, что у целого свойств меньше, но они другого качества, что подтверждается и практикой. Например, C_o – сумма свойств элементов, из которых собрано сложное устройство (телевизор, смартфон и т. п.), является очень большой. Но для пользователя сложность C_c использования устройства (кнопки на панели управления) существенно меньше за счет C_v , которая представляет собой сложность взаимодействия элементов системы, определяемую ее конструкцией, основанной, на длительном и сложном процессе изобретения принципов конструирования, способов функционирования устройства, последующего проектирования и изготовления устройства. Чем больше C_v , тем больше целостность системы. При этом C_v характеризует внутреннюю работу системы не на достижение цели, а на себя (что оказалось важным в процессе исследования организационных структур и названо «вязкой прослойкой»), и поэтому в формализованных записях имеет отрицательный знак.

Применение оценок (12) и (13) для исследования организационных структур показали, что вид структуры влияет на оценку α (12) и β (13). Сопоставление структур позволило сделать выводы, которые помогают корректировать оргструктуры с учетом принятых принципов управления [18 и др.]. Это инициировало исследования структур на уровне управления страной.

А. А. Денисов связал проблему регулирования степени целостности α (12) и свободы элементов β (13) с энтропино-негэнтропийными процессами в обществе. Исследования показали, что эффективность ($\mathcal{E}$) функционирования системы вначале при усилении регулирования, увеличивающей степень целостности системы α , растет, а при чрезмерном регулировании начинает снижаться, поскольку подавляются инициативы (негэнтропийные тенденции), способствующие развитию системы.

Усиление регулирования увеличивает степень целостности α системы, а это привело к снижению эффективности экономики, что и проявилось на практике в период активного внедрения программно-целевого планирования. Универсальный принцип снижения эффективности проявляется и при стремлении достичь большей $\mathcal{E}$ за счет капиталовложений, увеличения кадровых ресурсов – «закон убывающей отдачи капитала», «закон убывающей отдачи персонала».

Были приняты новые формы управления – самоокупаемость, самофинансирование и т. п. Однако реализация их тормозилась. Начался период перестройки.

А. А. Денисов использовал результаты своих исследований в политической деятельности в период избрания народным депутатом и членом Верховного Совета СССР (1989–1991 гг.). В этот период активно обсуждалась проблема – «социальная справедливость или полная свобода?». Поскольку в соответствии с (14) реальная развивающаяся система всегда находится между состояниями целостности, стабильности, с одной стороны, и свободы элементов, с другой, невозможно одновременно обеспечить и большую целостность (устойчивость экономики, безопасность, обороноспособность, социальную справедливость и т. п. общесистемные свойства), и беспредельную свободу граждан. Если неограниченно возрастает свобода элементов, то снижается безопасность, увеличивается число конфликтов, но создаются условия для развития системы.

В своих выступлениях и публикациях Анатолий Алексеевич показывал (основные опубликованы в последующем в виде книги [19]), что руководители государства должны выбирать промежуточное состояние, которое обеспечило бы и целостные, системные свойства, управляемость, реализующую социальную справедливость, и в то же время свободу граждан в проявлении их интересов и способностей, что необходимо для развития страны. Эти требования отражают появившиеся в тот период понятия типа «свободная регулируемая экономика» или «регулируемый рынок», который должен обеспечивать развитие экономики.

В настоящее время значимыми являются также исследования, которые показывают, что возрастание степени целостности и подавления свободы элементов обеспечивается не только регулированием «сверху», на основе многоуровневых иерархических структур или создания большого числа контролирующих организаций (вредность которых теперь понята, и их «деятельность» приостановлена), но и усилением связности, ограничивающей свободу элементов, например, в социальных сетях, что также начинает проявляться на практике.

6. Методы моделирования систем, полученные на основе информационных оценок

На основе введенных мер чувственной и логической информации получены методы организации сложных экспертиз [8 и др.].

1) Метод, основанный на информационной оценке (5), достоинством которого является учет в оценке H одновременно двух критериев p_i' и q_i , оценки по которым дают эксперты разных групп: p_i' оценивает эксперт, который включает компоненту в модель, а q_i – оценивает тот, кто разрабатывает модель и принимает решение, проводя сравнительный анализ

учитываемых компонент и выбирая наиболее значимые с его точки зрения. При этом $\sum_i^n q_i = 1$, где n – общее число компонент.

2) Метод сравнительного анализа сложных систем в течение определенного начального периода их проектирования (внедрения, развития) путем сопоставления изменения информационных оценок во времени. Основан на одновременном применении детерминированных и вероятностных оценок.

3) Метод оценки ситуаций, описываемых информационными уравнениями в статике и динамике.

Значимость и принципиальная новизна методов, полученных на основе теории информационного поля, осознавалась постепенно. Вначале было осознано, что эти модели позволяют организовать принципиально новое взаимодействие с экспертами: предлагаемые методы подразумевают выявление мнений *единичных экспертов*, которые оценивают значимость оцениваемых компонент на реализацию целей, поставленных в задаче. Эту оценку эксперт дает, осознанно понимая ее неточность, и оценивает свой выбор с какой-то вероятностью (первый метод). Применение информационной логарифмической оценки (5) позволяет объединять в модели разнородные количественные и качественные критерии, которые исходно могли иметь собственные количественные меры или шкалы для сопоставления качественных оценок. При этом важно, что эксперты могут оперировать при сравнении оцениваемых компонент с целыми числами, а не с долями, как при применении метода нормирования. Эти оценки удобно представлять в виде таблиц или гистограмм. Оценки, выраженные в битах, можно суммировать, делить, проводить нормирование не на этапе оценки, а на этапе обработки оценок. Это позволяет не проводить переоценку моделей каждый раз полностью, как при применении традиционных методов экспертных оценок, а формировать дополненные модели и проводить нормирование для них. Второй метод позволяет уточнить оценку на основе проверки в течение некоторого времени, вводя количественные оценки, которые также могут неточно оценивать ситуацию, но отражают понимание ситуации на данный момент. Предполагается повторение процедур оценки, для чего разработаны автоматизированные диалоговые процедуры. Третий метод позволяет учесть взаимное влияние компонент. Начаты исследования возможности применения этого метода для моделирования пространства подвижного равновесия [20].

Разработанные методы развивались, публиковались в учебниках и применялись аспирантами в диссертациях, студентами в курсовых и дипломных работах.

Заключение

В статье рассмотрены основные идеи предложенной А. А. Денисовым теории информационного поля. Идеи теории информационного поля

применяются в различных областях: физика, экономика, организационное управление, и сферах: от анализа характеристик личности, влияющих на его поведение, до анализа любых организационных форм и государства.

На основе теории информационного поля получены значимые результаты для исследования процессов управления движением в непрерывных пространственно-временных и произвольно-эволюционирующих ситуациях [21]. Начатые в настоящее время исследования пространства подвижного равновесия [20] представляются перспективными для более глубокого понимания открытой Л. фон Бергаланфи закономерности развития, противоположной второму началу термодинамики, необходимо развивать в связи с активным внедрением инновационных технологий с элементами искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Денисов А. А. Теоретические основы кибернетики: Информационное поле. – Л.: ЛПИ, 1975. – 40 с.
2. Денисов А. А. Информационное поле. – СПб.: Изд-во «Омега», 1998. – 62 с.
3. Денисов А. А. Основы теории информационных цепей. – Л.: ЛПИ, 1977. – 48 с.
4. Денисов А. А. Современные проблемы системного анализа: учебник. – 3-е изд. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 304 с.
5. Анатолий Алексеевич Денисов. Биобиблиографическая серия: Выдающиеся ученые СПбГПУ. – № 15. – Изд. 2-е, перераб. и дополн. / Ред. коллегия: В. Н. Козлов, Е. Г. Катаева, Ю. И. Лыпарь, В. С. Нагорный, И. Г. Черноруцкий, А. В. Шапошников. Отв. ред. серии д-р техн. наук профессор В. Н. Козлов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 192 с.
6. Ленин В. В. Философские тетради / Полн. собр. соч. – Т. 29. – С. 153.
7. Урсул А. А. Отражение и информация. – М.: Мысль, 1973. – 231 с.
8. Волкова В. В., Денисов А. А. Основы теории систем и системного анализа: учебник для студентов вузов. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1997. – 510 с. Изд. 2-е – 1999. – 512 с. Изд. 3-е – Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 520 с.
9. Математика и кибернетика в экономике: Словарь-справочник / Отв. ред. Н. П. Федоренко. – М.: Экономика, 1975. – 700 с.
10. Денисов А. А. Основы электромагнетизма (Единая теория поля). – Ростов-на-Дону: Изд-во «РЮИ», 2000. – 34 с.
11. Денисов А. А. Единая общая теория поля. – 2-е изд. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. – 22 с.
12. Бартини Р. Р. ди, Кузнецов П. П. Множественность геометрий и множественность физик // Моделирование динамических систем. Теоретические вопросы моделирования. – Вып. 2. Труды семинара «Кибернетика электроэнергетических систем». – Брянск, 1974.
13. Мыслящая гиперсеть [Электронный ресурс] // В мире науки. – № 5–6, май/июнь 2021. – Электронный ресурс портала «Научная Россия». – URL: <https://scientificrussia.ru> (дата обращения: 21.09.2024).
14. Налимов В. В. Непрерывность против дискретности в языке и мышлении. – Тбилиси: Изд-во Тбилисского госуниверситета, 1978. – 84 с.
15. Коган И. И. Прикладная теория информации. – М.: Радио и связь, 1981. – 216 с.

16. Bertalanffy L. von. General system theory: foundations, development, applications. – New York: G. Braziller, 1969. – 289 p. (1st Publ.: FRG, 1945).
17. Холл А. Опыт методологии для системотехники. – М.: Сов. радио, 1975. – 448 с.
18. Волкова В. В., Денисов А. А. О разработке и оценке иерархических структур // В кн.: Статистические методы управления: Ученые записки по статистике. – М.: Наука, 1980. – С. 18–33.
19. Денисов А. А. Глазами народного депутата СССР. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 660 с.
20. Волкова В. В., Логинова А. А. Состояние «подвижного равновесия» (по А. А. Богданову) как объект управления // Современная конкуренция. – 2023. – Т. 17. – № 3 (93). – С. 101–114.
21. Денисов А. А. Информационные основы управления. – Л.: Энергоиздат, 1983. – 72 с.