

УДК 378; 656

# Человеко-центрическое функциональное управление на транспорте

## Human-centric functional management in transport

**Литвинов В.В.**, аспирант, РТУ МИРЭА E-mail: litvinov@mirea.ru, Москва, Россия

**Litvinov V.V.**, graduate student, RTU MIREA, E-mail: litvinov@mirea.ru, Moscow, Russia



### Аннотация

Исследуется человеко-центрическое функциональное управление, раскрывается содержание понятия, показана связь этого управления с техническим сетевым управлением. Человеко-центрическое управление использует разные модели: модель когнитивного поля, модель информационного поля и модель «функционального пространства состояний». Пространство функциональных состояний обеспечивает полное представление состояний, которые системы или модели могут занимать. Пространства функциональных состояний обеспечивают также представление процессов и информационных взаимодействий. Это представление соответствует топологической модели, в которой вершины обозначают состояние, а дуги обозначают процессы. Предложенный подход решает три задачи: описание состояния системы; семантическое управление информацией; описание поведения системы или объекта в терминах функционального пространства состояний.

**Ключевые слова:** транспорт, человеко-центрическое функциональное управление, модель коллективного разума, интеллектуальная система управления, семантическое управление.

### Abstract

Human-centric functional management is explored, the content of the concept is revealed, and the connection of this management with technical network-centric management is shown. Human-centric management uses different models: the cognitive field model, the information field model and the "functional state space" model. Functional state space provides a complete representation of the states that systems or models can occupy. Functional state spaces also provide a representation of processes and information interactions. This representation corresponds to a topological model in which vertices represent states and arcs represent processes. The proposed approach solves three problems: describing the state of the system; semantic information management; description of the behavior of a system or object in terms of a functional state space.

**Keywords:** transport, human-centric functional control, collective intelligence model, intelligent control system, semantic control.



## Введение

Человеко-центрическое функциональное управление (ЧЦФУ) является направлением развития сетецентрического управления [1–3] и сетецентрических систем [4, 5]. Сетецентрическое управление основано на сочетании иерархической структуры и сетевой структуры. Областью применения ЧЦФУ являются транспортные ситуационные комнаты, центры управления движением и интеллектуальные транспортные системы.

ЧЦФУ в сфере транспорта использует ряд специальных принципов:

1. Применение принципа subsidiarity [6] для отдельного транспортного средства в нештатной ситуации.
2. Применение коррелятивного подхода [7] для анализа ситуации, окружающей подвижный объект,
3. Использование информационного управления [8] для оперативности анализа и управления.
4. Применение методов теории информации [9] для оценки вероятностных управленческих ситуаций.
5. Применение скользящей модели информационной ситуации для описания окружения объекта транспорта, которое меняется соразмерно перемещению объекта транспорта.
6. Человеко-центрическое управление использует модель когнитивного поля [10] и поэтому является переходным звеном между автоматизированным управлением транспорта и полностью интеллектуальным управлением транспортными средствами. Человеко-центрическое управление опирается на идеологию человеческого интеллекта, но переносит методы анализа в компьютерную или в интеллектуальную область анализа.
7. Человеко-центрическое функциональное управление использует модель информационного поля [11], как модель глобального информационного множества.
8. Человеко-центрическое функциональное управление использует моделирование, которое называют «человеко-центрическое функциональное моделирование». Это моделирование использует модель «функционального пространства состояний» [12]. Это особая модель в параметрическом пространстве управления, которая описывает все состояния объекта транспорта, как состояние движения, так и физическое состояние частей и органов управления объекта.

Последний пункт определяет функциональность такого вида управления. Считается, что функциональные пространства состояний потенциально обеспечивают информационную семантическую модель управления. Информационная семантическая модель управления служит поддержкой информационного управления. Такая модель связывает человеко-центрическое функциональное управление с информационным управлением и с информатикой [13].

Пространство функциональных состояний является новой управленческой моделью и новым информационным ресурсом. Пространство функциональных состояний (*functional state space, FSS*) обеспечивает полное пред-

ставление состояний, которые моделируемые транспортные объекты могут занимать. Пространства функциональных состояний обеспечивают также представление процессов и информационных взаимодействий. FSS обеспечивает извлечение знаний [14]. Человеко-центрическое функциональное моделирование (HCFM) дает возможность решения сложных проблем управления транспорта и организацию человеко-центрического функционального управления.

## Основы ЧЦФУ (HCFM)

HCFM дает возможность глобального управления движением, когда информация о подвижном объекте определяется в терминах функциональных пространств состояний. Пространство функциональных состояний является развитием понятия параметрическое информационное пространство.

Подход HCFM дает возможность решать три задачи:

- 1) описание состояния управляемого подвижного объекта или неподвижного объекта транспортной инфраструктуры в терминах функционального пространства состояния;
- 2) семантическое управление объектом транспортной инфраструктуры;
- 3) описание поведения управляемого объекта в терминах функционального пространства состояния.

Эти три задачи коротко звучат: состояние, управление, поведение. Метод, основанный на HCFM [15] моделирует состояние объектов с точки зрения FSS. Это информационное пространство дает возможность описывать не только состояние, но и поведения многих объектов. Построение FSS использует семиотический подход [16]. Для управления FSS применяют оппозиционные переменные [17]. FSS возникла в рамках философии как модель семантических представлений [18].

Топологическая модель FSS есть граф. Она содержит сеть узлов, представляющих два типа узлов. Первый тип представляет параметры и совпадает с узлами параметрического пространства. Второй тип узлов в параметрическом пространстве не встречается. Он описывает функциональные состояния системы. Узлы FSS соединены ребрами, представляющими процессы или переходы, посредством которых система HCFM и соответственно ЧЦФУ переходит из одного функционального состояния в другое. Состояния называют функциональными состояниями, потому что каждое из них определяется не только параметрами, но и всеми функциями, с помощью которых объект или система объектов функционирует.

В пространстве FSS проблемы представляются как отсутствие информации о маршруте, позволяющему объекту в пространстве состояний переходить из одного функционального состояния в другое. Это полная аналогия алгоритмического решения задачи [19]. При этом переходы в FSS ближе к несеквенциальным алгоритмам [20]. Все переходы между функциональными состояниями (все решения) являются одним из двух типов. >>>

Переходы первого типа состоят из прямых переходов из одного функционального состояния в другое (прямые переходы – дуга). Такой переход можно назвать простым, поскольку он соответствует одной информационной единице [21]. Переход второго типа состоит из пошаговых переходов между промежуточными функциональными состояниями и образует маршрут. Такой маршрут соответствует цепочке или группе информационных единиц. Переход второго типа соответствует одной составной модели. В простой интерпретации это информационная ситуация.

Переходы первого типа используют для решения простых вычислений и для качественных описаний или классификаций. Переходы первого типа используют для качественных оценок, например в теории предпочтений [22]. Переходы первого типа используют для решения логических задач, для качественного анализа, для сравнительного анализа. В качественных шкалах не вычислимы. в терминах известных сегментов пути. Переходы первого типа используют в задачах распознавания образов и оценке информативности [23]. Переходы первого типа реализуют путем распознавания шаблонов, идентифицирующих случаи, в которых одно и то же решение применялось для решения проблемы в прошлом.

Переход второго типа используют при рассуждениях и вычислениях. Переход второго типа возникают при наличии цепочки аргументов или цепочки вычислений. Их применяют для решения задач, которые вычислимы в терминах известных сегментов пути. Там, где все возможные переходные процессы могут быть представлены в виде комбинации некоторого базового набора функций, эти функции, как говорят, «охватывают» пространство функциональных состояний, тем самым позволяя представлять каждый возможный процесс или функциональное состояние.

Процессы рассуждения типа 1 и типа 2 применимы и к человеческому познанию [24]. Применительно к познанию или другим интеллектуальным системам любой последовательный процесс может быть представлен как секвенция [20]. Цепочка рассуждений может быть представлена как алгоритм рассуждения или поведения.

Для моделей объектов или информационных систем функциональные состояния в топологическом пространстве являются понятиями или узлами. Переходные процессы в топологическом пространстве являются дугами. FSS или «концептуальное пространство» образует пространство параметров, через которое система движется, когда она достигает цели. Проблема возникает при использовании двух систем. Первая система является интеллектуальной или управляющей. Вторая система является управляемой

Валидное представление проблем и решений в функциональном пространстве состояний интеллектуальной системы, используемой для управления подвижным объектом, не всегда является адекватным представлением проблем и решений в пространстве функциональных состояний самой интеллектуальной транспортной системы.

Маршрут в пространстве состояний интеллектуальной системы не всегда соответствует представлению этого маршрута в пространстве состояний подвижного

объекта. Поэтому возникает задача оценки информационного соответствия [25] реального маршрута интеллектуальной системы и его представлению движения подвижного объекта. Затем задача состоит в том, чтобы решить, как выбрать между использованием функционального пространства состояний интеллектуальной системы и пространства функциональных состояний систем, рассматриваемых интеллектуальной системой

## Индивидуальные и коллективные интеллектуальные транспортные системы

Эта часть строится на аналогии человеческого поведения и рассуждения перенесенного в интеллектуальное управление. Человеко-центричное функциональное управление является прототипом для индивидуальных и групповых ИТС. Индивидуальная когнитивная система человека была представлена как обладающая общей способностью решать проблемы, измеряемой общим фактором интеллекта [26]. Некоторые исследователи предполагают, что этот фактор представляет общую способность нечеловеческих интеллектуальных систем решать проблемы, хотя другие с этим не согласны [27]. Предполагается, что все известные сегодня искусственные интеллектуальные системы обладают узкой способностью решать проблемы.

Человеко-центричное функциональное управление предлагает метрику как для узкой способности решения проблем, так и для общей способности решения проблем (если таковая имеется) интеллектуальных систем. Предполагается, что узкая способность решать проблемы — это расстояние, которое можно перемещать через концептуальное пространство в единицу времени, умноженное на линейную плотность понятий вдоль пути этой навигации.

Предполагается, что общая способность к решению проблем ИТС или человеком представляет собой объем концептуального пространства, в котором можно перемещаться в единицу времени, умноженный на объемную плотность понятий, через которые необходимо ориентироваться. Узкая способность решать проблемы нацелена на узкий путь через концептуальное пространство, чтобы решить конкретную проблему, а общая способность решать проблемы нацелена на любой возможный путь через концептуальное пространство, которое способно решить любую проблему в целом.

Определяя коллективное познание группы по аналогии как механизм, позволяющий группе выполнять процессы коллективного рассуждения, была выдвинута гипотеза о том, что группы обладают врожденным коллективным познанием с общей способностью решать проблемы, измеряемой общим фактором коллективного разума [28]. Это коллективное познание отличается от традиционных решений коллективного разума (GCI) тем, что предполагается, что оно обладает общей способностью решать проблемы, где решения частного когнитивного интеллекта, как предполагается, имеют узкую способность решать проблемы. >>>

Развивающаяся наука об общем коллективном разуме (GCI) [29] определяет модель гипотетической платформы, способной действовать как коллективное познание, позволяя индивидам собираться в потенциально массивные сети сотрудничества на самоподдерживающейся основе, где эти сети создают потенциал для экспоненциального увеличения общего фактора коллективного интеллекта по сравнению с уровнем, присутствующим в группе. Это подразумевает значительное увеличение результатов коллективного рассуждения.

Одним из требований GCI для достижения такого значительного увеличения способности решать проблемы является использование человеко-центрического функционального управления для семантического представления информации, чтобы пониманием, а не просто информацией, можно было обмениваться с гораздо большей скоростью и масштабом.

Как уже упоминалось, эти пространства функциональных состояний являются полными представлениями смысла, потому что они описывают полное значение любого функционального состояния в терминах всех функций или процессов, которые потенциально могут быть использованы для перехода в это состояние или из него, и потому что они описывают полное значение и процесс или функцию в терминах функциональных состояний, которые они могут быть использованы для транзита иона в или из него. В случае индивидуальной или коллективной когнитивной системы HCFM предполагает, что все процессы рассуждения могут быть описаны как переход к понятиям или от них (функциональные состояния индивидуального или коллективного познания), и все понятия могут быть описаны в терминах процессов рассуждения, используемых для достижения этих концепций, или в терминах процессов рассуждения, используемых для получения других концепций из этих понятий. Полное представление смысла в случае индивидуальной или коллективной когнитивной системы (то есть полное представление человеческого смысла в области познания) является законченной семантической моделью. В случае систем, отличных от индивидуального или коллективного познания, функциональное пространство состояний также определяет полное представление смысла в данной области.

## Увеличение потенциала для решения проблем, связанных с управлением

Для любой системы, которая может быть рассмотрена любой интеллектуальной системой, в каждой области поведения, проявляемой этой системой, система имеет поведение, описываемое некоторым функциональным пространством состояний. С другой стороны, любое представление информационных или рассуждающих процессов, которое является действительным в индивидуальном концептуальном пространстве интеллектуальной системы или в коллективном концептуальном пространстве группы таких систем, представляет собой действительное поведение индивидуальных или коллективных интеллектуальных систем. Но информация о системе, кото-

рая действительна в индивидуальном или коллективном концептуальном пространстве, не обязательно должна описывать действительное поведение рассматриваемой системы. В качестве глупого, но легко запоминающегося примера можно предположить, что свиньи могут летать, и определить действительную семантическую модель этой мысли в концептуальном пространстве. Однако полет не является одним из видов поведения в функциональном пространстве состояний свиньи.

Поскольку задача в пространстве функциональных состояний определяется как отсутствие пути между одним функциональным состоянием и следующим, решение задач в концептуальном пространстве или в любом другом пространстве функциональных состояний подразумевает нахождение этого пути. В случае концептуального пространства это приравнивается к нахождению рассуждений, позволяющих индивидуальному познанию переходить от понятия, представляющего первое функциональное состояние, к понятию, представляющему второе. В случае любого другого функционального пространства состояний это приравнивается к поиску процессов, которые позволяют системе переходить из одного функционального состояния в другое. Для свиньи решение проблемы полета приравнивается к поиску процессов, позволяющих ей перейти из любого состояния, связанного с сушей, в любое воздушно-капельное состояние.

Величина общей способности группы решать проблемы по отношению к системе может быть представлена двумя способами. Одним из представлений является объем коллективного концептуального пространства, в котором группа может перемещаться в единицу времени, умноженный на плотность понятий, через которые должно проходить коллективное познание. Другой — объем пространства функционального состояния системы, в котором группа может перемещаться за единицу времени, умноженный на плотность функционального состояния, через которое система должна пройти, чтобы совершить этот переход. В обоих случаях до сих пор было выявлено три паттерна, которые, по-видимому, имеют потенциал экспоненциального увеличения этого объема, по которому группа может ориентироваться в ходе решения проблем [30]. Затем прогнозируются, что эти закономерности позволят GCI экспоненциально увеличить общую способность группы решать проблемы в отношении этих систем, создавая потенциал для более надежного решения «острых проблем» [31].

## Заключение

ЧЦФУ включает человеческий интеллект на уровне создания семантической модели описания движения объекта и на уровне организации переходов второго типа в FSS. Функциональные пространства состояний являются важными компонентом управления, поскольку они объединяют параметрическое пространство и функциональное пространство транспортного объекта. Основное значение ЧЦФУ в возможности создания интеллектуальной системы, основанной на использовании коллективного разума для поддержки принятия решений. Мето- >>>

дическим средством является FSS, техническим средством является ситуационная комната. Существующие ситуационные комнаты решают в основном репрезентационную задачу. Они представляют пространственную ситуацию в визуальной форме и человек является анализатором. ЧЦФУ дает возможность предложение по управлению: «что возможно и что получится». Объединение параметрического и функционального пространства является новым технологическим решением. Это объединение создает потенциал для коллективного достижения экспоненциального увеличения общей способности решать проблемы и, следовательно, создают потенциал для группы экспоненциально увеличивать коллективное воздействие своей исследовательской и другой деятель-

ности. TSS позволяют общему коллективному разуму как интеллектуальной системе потенциально стать двигателем, способным радикально ускорить прогресс в исследованиях поведения и управления транспортом. Оно дает возможность подключения GCI или других интеллектуальных систем. По существу это модель коллективного взаимодействия в ситуационной комнате и центрах управления транспортом. Эта возможность еще не была достигнута никакими другими средствами, Применение коллективного принятия решений или GCI может быть самым важным направлением управления транспортом. Однако для реализации GCI еще предстоит проделать большую работу по разработке методов функционального пространства состояний. ■

## Список литературы

1. Кудж С. А. Принципы сетецентрического управления в информационной экономике // *Economic Consultant*. – 2013. – №. 4. – С. 30-33.
2. Сурма И. В. и др. Сетецентрическое управление»: современная парадигма развития систем управления в вооруженных силах ведущих держав мира // *Национальная безопасность*. – 2014. – №. 2. – С. 31.
3. Bashlykova A. A. et al. An approach to ensuring interoperability in network-centric control systems // *Journal of Radio Electronics*. – 2020. – №. 6. – С. 15.
4. Samad T., Bay J. S., Godbole D. Network-centric systems for military operations in urban terrain: The role of UAVs // *Proceedings of the IEEE*. – 2007. – Т. 95. – №. 1. – С. 92-107.
5. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я., Кудж С.А. Концепция сетецентрического управления сложной организационно-технической системой- М.: Макс ПРЕСС, 2010. -136 с.
6. Цветков В.Я. Применение принципа субсидиарности в информационной экономике // *Финансовый бизнес*. -2012. – №6. – С.40-43.
7. Tsvetkov V. Ya. Framework of Correlative Analysis // *European researcher*.2012. № 6-1 (23). С. 839-844.
8. Замышляев А.М. Информационное управление в транспортной сфере // *Наука и технологии железных дорог*. – 2017. Т.1. – 4(4). – С.11-24.
9. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Цветков В. Я. Основы теории информации – М.: МАКС Пресс, 2007. – 356 с.
10. Williams A. E. The Cognitive Blockchain: A Theoretical Approach Towards Removing the Barriers to Blockchain Scalability and Deployment. Preprint / Version 1. 22-05-16.
11. Рогов И.Е. Управление в информационном поле // *Славянский форум*. 2021, 4(34). С.97-113
12. Williams A. E. Selecting Between Semantic Modeling of Intelligence and Semantic Modeling of Systems. – 2022.
13. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика. – М.: Янус- К, 2002. – 392 с.
14. Болбаков Р. Г. Метамоделирование при извлечении знаний // *Славянский форум*. 2021, 4(34). С.7-17
15. Alam, O., Kienzle, J., 2012. Designing with inheritance and composition, in: *Proceedings of the 3rd International Workshop on Variability & Composition*, ACM, New York, NY, USA. pp. 19-24. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2161996.2162002>, doi:10.1145/2161996.
16. Цветков В.Я. Семиотический подход к построению моделей данных в автоматизированных информационных системах // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2000. – №5. – С. 142-145.
17. Цветков В.Я. Использование оппозиционных переменных для анализа качества образовательных услуг // *Современные наукоёмкие технологии*. – 2008. – №1. – С.62-64.
18. Awodey, S., 2018. A cubical model of homotopy type theory. *Annals of Pure and Applied Logic* 169, 1270-1294.
19. Раев В.К. Алгоритмическое управление // *Образовательные ресурсы и технологии*. – 2017. – № 1 (18). – С. 36-40.
20. Козлов А.В., Титов Е.К. Области применимости несеквенциальных алгоритмов // *ИТ – Стандарт*. 2021. 4(29). С.45-50.
21. Ozhereleva T. A. Systematics for information units // *European Researcher*. 2014, № 11/1 (86), pp. 1894-1900.
22. Tsvetkov V. Ya. Not Transitive Method Preferences. // *Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research*. 2015. 1(3), – pp.34-42.
23. Номоконов И. Б. Визуальная информативность // *ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении*. – 2019. – № 3 (13). – С.66-72.
24. Battell, C., Felty, A., 2016. The logic of hereditary harrop formulas as a specification logic for hybrid, in: *Proceedings of the Eleventh Workshop on Logical Frameworks and Meta-Languages: Theory and Practice*, ACM, New York, NY, USA. pp. 3:1-3:10.
25. Номоконова О. Ю. Виды информационных соответствий // *Славянский форум*. -2018. – 2(20). – С.44-49.
26. Cousineau, G., Mauny, M., 1998. *The Functional Approach to Programming*. Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139173018.
27. Ernst, E., 2013. Inheritance versus parameterization, in: *Proceedings of the 5th Workshop on Mechanisms for Specialization, Generalization and Inheritance*, ACM, New York, NY, USA. pp. 26-29.
28. Ismailova, L.Y., Wolfengagen, V.E., Kosikov, S.V., 2019. A computational model for supporting access policies to semantic web, in: Samsonovich, A.V. (Ed.), *Biologically Inspired Cognitive Architectures 2018*, Springer International Publishing, Cham. pp. 145-154.
29. Keller, C., Altenkirch, T., 2010. Hereditary substitutions for simple types, formalized, in: *Proceedings of the Third ACM SIGPLAN Workshop on Mathematically Structured Functional Programming*, ACM, New York, NY, USA. pp. 3-10.
30. Kosikov, S., Wolfengagen, V., Ismailova, L., Sliptsov, I., 2018. Means for parameterization of exemplar queries. *Procedia Computer Science* 145, 282 – 287. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918323457>.
31. Kosikov, S.V., Ismailova, L.Y., Wolfengagen, V.E., 2019. Network modeling environment for supporting families of displaced concepts, in: Samsonovich, A.V. (Ed.), *Biologically Inspired Cognitive Architectures 2018*, Springer International Publishing, Cham. pp. 187-196.