

Научная статья
УДК 681.5
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.11.43.012

Системный подход в управлении подразделениями пожарной охраны на современном этапе

Сергей Александрович Гилек¹
Алена Александровна Ступина^{1,2}
Марина Вениаминовна Петухов³
Николай Викторович Мартинович¹
Дарья Андреевна Билецкая⁴

¹ Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС, 662972, России, Железногорск,

² Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева, Россия

³ Академия ГПС МЧС России, г. Москва

⁴ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий) г. Москва

Автор ответственный за переписку: Николай Викторович Мартинович, martin-nv@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены фундаментальные знания о теории систем и системном анализе. Рассматривается методологическая концепция системного подхода, проводится краткий экскурс по этапам развития систем управления в организационных системах. Рассмотрение подразделений пожарной охраны как специфического объекта управления, основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие происшествия. Подчеркивается решающая роль в управлении информацией в условиях ограниченности времени и интенсивного потока данных во время реагирования на чрезвычайные ситуации. В статье основное внимание уделяется обоснованию важности избирательности информации, избыток информационных потоков может привести к информационной перегрузке, влияя на принятие решений по управлению кризисами.

Ключевые слова: системный анализ, управление, пожарная охрана, принятие решений.

Для цитирования: Гилек С.А., Ступина А.А., Петухова М.В., Мартинович Н.В., Билецкая Д.А. Системный подход в управлении подразделениями пожарной охраны на современном этапе // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 4 (31). С. 109-121. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.11.43.012>.

SYSTEMATIC APPROACH TO MANAGING FIRE DEPARTMENTS AT THE PRESENT STAGE

Sergey A. Gilek¹
Alena A. Stupina^{1,2}
Marina V. Petukhova³
Nikolai V. Martinovich¹
Daria A. Biletskaya⁴

¹Siberian Fire and Rescue Academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

³Civil defence Academy of EMERCOM of Russia, Khimki, Russia

⁴Federal State Budgetary Institution «All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia» (Federal Center for Science and High Technologies), Moscow, Russia

Corresponding author: Nikolay V. Martinovich, martin-nv@mail.ru

Abstract. The article discusses fundamental knowledge about systems theory and systems analysis. The methodological concept of the systems approach is considered, and a brief excursion is given into the stages of development of management systems in organizational systems. Consideration of fire departments as a specific management object, the main task of which is to directly respond to emerging incidents. Emphasizes the critical role of information management in time-constrained, data-intensive environments during emergency response. The article focuses on justifying the importance of selectivity of information; excess information flows can lead to information overload, affecting decision-making on crisis management.

Keywords: system analysis, management, fire protection, decision making.

For citation: Gilek S.A., Stupina A.A., Petukhova M.V., Martinovich N.V., Bilitskaya D.A. Systematic approach to managing fire departments at the present stag // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2023. № 4 (31): 109-121. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.11.43.012>.

Интенсивное развитие технологий и производств обусловило повсеместную цифровизацию и внедрение киберфизических систем нового класса в различных сферах жизнедеятельности человека, что неизбежно получило свое отражение и на содержании требований к эффективности работы. Повышение эффективности управления за счет внедрения и развитие цифровых технологий в различных организационных системах требует формирования и реализации научного подхода, системности исследования закономерностей и ограничений, возникающих в процессе функционирования различных организационных систем. Использование разнообразной методологической базы системного подхода позволяет не только проводить реинжиниринг структуры и процессов системы, но и целенаправленно, обосновано внедрять эффективные системы нового класса в их деятельность. Специфической особенностью методики системного анализа является то, что она должна опираться на понятие системы и использовать закономерности построения, функционирования и развития систем.

Системный анализ и управление в организационных системах неразрывно связан с понятием система и основополагающей общей теорией систем. Сформулированная в 1930-е года австрийским биологом Карлом Людвигом фон Берталанфи (Ludwig von Bertalanffy) системная концепция [1-3] получила свое признание и широкое распространение только после Второй мировой войны. Как и многие научные концепции общая теория систем является обобщением вклада предшественников начиная с философии Платона и метафизики Аристотеля. Истоки системного мышления прослеживаются в работах Лейбница, Николая Кузанского, диалектике К. Маркса и Гегеля, на что также указывал сам Берталанфи в своих более поздних работах [4].

Отдельным направлением развития системного анализа возможно выделить отечественную школу. Идеи А. А. Богданова [5], В. М. Бехтерева [6] также основанные на работах ранних мыслителей таких как Герберт Спенсер, Анри Сен-Симон, К. Маркс и Гегель, были направлены на поиск и формализацию общеорганизационных законов в различных областях и в значительной степени являлись существенным методологическим обобщением, послужившим фундаментальной основой для открытий и революционных идей в различных направлениях.

Работы отечественных исследователей в области функционирования биологических объектов и социальных явлений, рассматривающих процессы, возникающие в наблюдаемом объекте как систему, легли в основу теории функциональных систем П. К. Анохина [7-8], близкую по уровню общности к общей теории систем Берталанфи. В своих работах [9] П. К. Анохин, неоднократно отмечал, что почти все сторонники системного подхода и общей теории систем подчеркивают, как центральное свойство системы «взаимодействие множества

компонентов. Близким является «упорядоченное взаимодействие» или «организованное взаимодействие» используемые в теории функциональных систем. По сути, именно на этих определениях понятия системы и процессов взаимодействия основано все обсуждение системного подхода в настоящий момент.

Несмотря на критику «классической» общей теорией систем за теоретическую неопределённость и отсутствия связи с конкретными научными дисциплинами [7,8,10] концепция получила признание и развитие в прикладных науках таких как: системотехника, исследование операций. Общие понятия системы и подходы, заложенные в теории систем Берталанфи применяются в кибернетики, теории информации, теория игр, теории принятия решений и многих других прикладных направлениях.

Развитие науки и технологий, обусловленных военными потребностями Второй мировой войны, интенсификацией экономики в период восстановления после войны, обеспечило всплеск разработок и появление новых идей практически во всех сферах деятельности. Интеграция новых научно-технических направлений в общую теорию систем позволило в 1950-1970-х годах предложить новые идеи и переосмыслить фундаментальные теории.

Прежде всего методологическая концепция системного подхода получила свое развитие в философских работах: И.В. Блауберга [11-13]; Р.Л. Акоффа [14,15]; А.И. Уёмова [16-19]; В.Н. Садовского [20-22] и т.д.

Методология и подходы общей теории систем являлись основой фундаментальных исследований и новых математических подходов к построению различных систем в работах: А.Н. Колмогорова [23-25]; А.А. Ляпунова [26,27]; М. Месаровича [28,29]; Р. Кальмана [30] и т.д.

Разработка фундаментальной методологической основы позволила сделать прорыв в прикладных направлениях таких как кибернетика. Основоположником кибернетики в современном понимании как науки об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в организационных системах, заложил Норберт Винер. В своих работах [31-33] Н. Винер сформулировал фундаментальные принципы и понятия такие как кибернетический подход, кибернетическая система. Применение предложенных Н. Винером кибернетических принципов основных на системном подходе нашли свое отражение в работах Дж. фон Неймана [34,35] и А. Тьюринга [36,37] заложивших основание информатики и основных принципов создания современных электро-вычислительных машин. Следуя принципам кибернетики У. Эшби сформулировал закон о требуемом разнообразии и ввел понятие «самоорганизация» применительно к разнообразным системам [38]. Кибернетика второго порядка, изложенная Х. фон Фёрстером в своей работе [39,40] заложила основы современных систем управления и искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI).

Последние усилия в изучении кибернетики, систем управления и поведения в условиях изменений, а также в таких смежных областях, как теория игр, внедрение эволюционных и генетических алгоритмов в управлении организационными системами, привели к возрождению интереса к этой всё более актуальной области.

Созданная ко второй половине XX века база фундаментальных и прикладных знаний в области управления организационными системами это результат усилий и всплеска технологий в послевоенный период, бурное развитие экономики и сопутствующей конкуренции. Совокупность факторов и глобальных мировых процессов позволили к 1980-х годам перейти обществу к рубежу так называемой «Третьей промышленной революции» [41], и обеспечить переход от аналоговых технологий к цифровым [42-44].

В настоящий время в мире комплексное развитие цифровых технологий, основанных на создании киберфизических систем (cyber-physical system CPS), позволяет говорить о новом историческом поворотном моменте в истории развития человечества, начала процессов очередной промышленной революции и перехода на новый технологический уклад. По классификации отечественных ученых данный этап развития назван «Шестым технологическим укладом» [42], за рубежом более известен как «Индустрия 4.0» [43]. Данный исторический эволюционный этап развития по мнению многих экспертов будет характеризоваться

применением технологий, основанных на создании киберфизических систем (cyber-physical system - CPS), подразумевающей интеграцию вычислительных ресурсов в физические объекты любого вида.

Смысл новой революции кроется в том, что происходит взаимопроникновение материального и виртуального миров, продуктом взаимодействия которых становятся новые киберфизические комплексы единой системы. Как результат развития и внедрения технологий нового технологического уклада «Индустрии 4.0» станет переход к «Обществу 5.0», которое является следующей ступенью трансформации информационного общества, начавшегося формироваться еще на этапе «Третьей промышленной революции». Такой тип социальной организации производит оптимизацию ресурсов, в том числе посредством поиска и использования новых резервов, минимизацию ограничений, интеграцию физического и киберпространства.

Формирование новых подходов в управлении, анализ динамично изменяющихся процессов, появления новых ранее не учитываемых параметров с учетом изменения общества в целом, появление новых инструментов и технологий нового технологического уклада позволяет адекватно эволюционным изменениям трансформировать не только процессы, но и организационные структуры различных исследуемых систем и создать условия для полноценной реализации потенциала существующих и внедрения новых перспективных технологий управления организационными системами.

Развитие систем управления в организационных системах обусловлено не только появлением новых видов и классов внешних воздействий, методов обработки и анализа информации, но и новыми подходами к формированию структур системы управления организационными системами. В широком смысле система управления — это совокупность управленческих методов, процедур, инструментов и организационных механизмов, которые используются для достижения определенных целей в рамках организации или предприятия. Она направлена на регулирование и контроль деятельности, управление ресурсами и персоналом, а также на принятие решений, основанных на анализе как внешних, так и внутренних информационных потоках. Основной теоретико-методологической базы управления, как прикладного научного раздела составляют положения кибернетики и теории информации.

Основоположниками классической теории управления являются Фредерик Тейлор [45], Анри Файоль [46], Макс Вебер [47], Вильфредо Парето [48]. Ключевые идеи включают научный подход к управлению, рациональное планирование и организацию труда, а также формальную структуру управления. Большинство современных теорий управления представляют собой комбинацию различных подходов и методов и могут использоваться в зависимости от отрасли, характеристик организации и конкретных задач, которые необходимо решить.

Важно отметить, что сегодня теория управления является динамичной и постоянно развивающейся областью знаний. Новые идеи и методы появляются в результате изменений в экономической и социальной среде, а также благодаря развитию технологий. Таким образом, для успешного управления организацией в современных условиях необходимо постоянно совершенствовать свои знания и умения в области теории управления, учитывать возможность применения технологий нового класса.

Теория системного подхода рассматривает организацию как систему, состоящую из взаимосвязанных элементов, и подчеркивает важность взаимодействия между ними. Основные принципы, заложенные в общей теории систем, получили свое развитие в работах по теории управления: Кеннета Е. Боулдинга [50-51], Уильяма Р. Эшби [38]. В 1940-1980 гг. разработанные фундаментальные принципы теории управления позволили сформировать мощную научную школу принятия оптимальных решений, основанную на исследованиях в области математического программирования, исследование операций в экономике, сетевого планирования. Работы Канторовича Л. В. [52-53], Оптнера Стенфорда Л. [54], Форрестера Дж. Р. [55], Моисеева Н.Н. [56] и др. наиболее ярких представителей этой школы послужили в свою очередь основой для исследований в области теории организации, управление качеством и

формированию кибернетической школы управления, получивших отражение в работах: Винера Н. [32], Исикавы К. [57], Рапопорта А.Н [58], Мильнера Б. З. [59], Парсонса Т [60] и др.

Исследованию управленческой деятельности организации, оптимизации возникающих в исследуемой системе процессов посвящены фундаментальные работы исследователей в данной области: Р.С. Каплана, Д.П. Нортон [61,62]; М. Хаммера, Д. Чампи [63]; Г. Харрингтона [64]; Т. Оно [65] и др.

Обобщение фундаментальных принципов, заложенных ранее различными исследователями классической теории управления и анализ тенденций развития научной мысли в данной области в настоящий момент позволяет сформулировать понятие системного подхода в теории управления. Системный подход в теории управления — это комплексный и многогранный подход к управлению организацией, который позволяет рассматривать ее как единую систему, выявлять связи и взаимодействия между ее элементами, а также определять взаимодействие организации с окружающей средой. Он является эффективным инструментом для оптимизации работы организации и принятия обоснованных решений.

Функционирование сложных систем в современных условиях требует непрерывности реализации протекающих в них целевых, вспомогательных и обеспечивающих процессов. К объектам подобного класса принято относить элементы и подсистемы критических инфраструктур [66,67].

Подразделение пожарной охраны является специфическим объектом управления основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие происшествия, а также решения задач повседневного управления создающих условия наиболее быстрого и эффективного реагирования на возникающие инциденты. Задачи, решаемые оперативным пожарно-спасательным подразделением, как было отмечено выше, закреплены законодательно и помимо непосредственно тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) включают ряд обеспечивающих мероприятий [68].

Одной из основных задач пожарной охраны согласно [69] является спасение людей и имущества при пожарах, оказание первой помощи, а также организация и осуществление тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ. Все оперативные события, происшествия, пожары и возможные чрезвычайные ситуации, реагирование на которые осуществляется подразделениями пожарной охраны, возможно объединить обобщающим термином - инцидент.

Сведения о характеристиках инцидента являются основой принятия решений для определения необходимого количества сил и средств, планирования тактики их действий с целью нивелировать воздействие инцидента на среду обитания человека. В данной интерпретации понятие информация становится ключевым элементом при реализации мероприятий по формированию активных барьеров и снижению возможных негативных последствий возникающих инцидентов.

В первоначальном смысле термин информация обозначает в общем сведение об объекте [70]. Первое научное осмысление этого понятия началось с теории связи, фундаментальных работ Р. Хартли [71], К. Шеннона [72]. Информационный подход к анализу систем был предложен в 1975 г [73]. Информационное описание объекта и процессов со сосредоточенными параметрами, предложенное в работе [74] позволяет отразить взаимоотношения элементов различных систем во всем своем многообразии.

Концептуализация информационных ресурсов для решения задачи обеспечения безопасности населения и территории от различных чрезвычайных ситуаций с использованием различных моделей встречается в [75-78], так в работе [78] приведен пример построения в общем виде онтологии информационных ресурсов для решения задач управления при защите территорий от затопления. Необходимо отметить, что несмотря на тот факт, что представленная модель, несомненно, позволяет реализовать на ее основе ситуационное и аналитическое моделирование для задач управления при защите территорий от затопления, по нашему мнению,

принятые в модели обобщения не учитывают специфику деятельности подразделений пожарной охраны и возникающие в результате этой деятельности информационные потоки.

Таким образом проведенный в работе анализ позволяет сделать вывод о том, что в настоящий момент накоплен значительный фундаментальный багаж знаний в области применения методов и подходов системного анализа, позволяющий применять современные технологии для решения задач управления подразделениями пожарной охраны как специфического объекта. Тем не менее существующие модели не всегда в полной мере учитывают особенности организационной структуры и существующих объективных ограничений в процессе функционирования системы управления подразделениями пожарной охраны как специфической организационной системы

Одна из главных функций системы управления подразделениями пожарной при реагировании на инциденты является обеспечение ключевых управляющих элементов системы достоверными данными об оперативной обстановке для принятия своевременных оптимальных решений. Формирование информационного поля при реагировании происходит не равномерно имеет свои особенности на определенных этапах действия подразделений пожарной охраны. Данные особенности обусловлены как широким спектром инцидентов, общей структурой управления так и возникающими ограничениями времени, и возрастающим потоком информации в процессе реагирования.

В условиях, имеющихся для принятия решений при реагировании на инциденты ограничений времени возрастает требования к достоверности и востребованности информации. Каждая единица информации должна служить тем или иным целям и задачам управления. Избыточный поток информации создает условия информационной перегруженности и негативно сказывается на принятии управленческих решений. Выбор оптимального количества и вида информации в системе управления подразделениями пожарной охраны в условиях ограниченного времени характерной при реагировании на инциденты, является ключевым условием успешных действия в первую очередь по спасению людей и митигации рисков в широком смысле.

Список источников

1. Bertalanffy Ludwig Von (1950), An Outline of General System Theory, British Journal for the Philosophy of Science T. Vol. 1 (No. 2).
2. Bertalanffy Ludwig von The Theory of Open Systems in Physics and Biology// Science 13 January 1950 111: 23-29 [DOI: 10.1126/science.111.2872.23] (in Articles).
3. Bertalanffy Ludwig Von. (1974). Perspectives on General System Theory. Edited by Edgar Taschdjian. George Braziller, New York
4. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем — обзор проблем и результатов. // Системные исследования. Ежегодник. — М.: «Наука», 1969. — 203с
5. Богданов А. А. Тектология: Всеобщая организационная наука. — М.: Финансы, 2003
6. Брушлинский А. В., Кольцова В. А. Социально-психологическая концепция В. М. Бехтерева // Бехтерев В. М. Избранные работы по социальной психологии. — М.: Наука, 1994
7. Анохин П.К. Принципиальные вопросы теории функциональных систем / П.К Анохин // Философские аспекты теории функциональных систем. - М.: Наука, 1978. – С. 49-106.
8. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональных систем. — М.: Наука, 1980.
9. Анохин П.К. Идеи и факты в разработке теории функциональных систем / П.К. Анохин // Психологический журнал. – 1984. –Т.5. – С. 107-118.
- 10 Савельев А. В. Онтологическое расширение теории функциональных систем // Журнал проблем эволюции открытых систем. — Казахстан, Алматы, 2005. — № 2 (7). — С. 101—110.
11. Блауберг И. В., Садовский, В. Н., Юдин, Э. Г. Системные исследования и общая теория систем. В кн.: Системные исследования. Методологические проблемы. АН СССР, Институт истории естествознания и техники. М.: «Наука», 1969, С. 15-16

12. Блауберг И. В. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. — М., 1969.
13. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода, М., 1973.
14. Акоф Р. Л. Системы, организации и междисциплинарные исследования. В кн.: Исследования по общей теории систем. Сборник переводов. М.: «Прогресс», 1969, С. 143—164;
15. Акоф Р. Л. Общая теория систем и исследование систем как противоположные концепции науки о системах. В кн.: Общая теория систем. Пер. с англ. В. Я. Алтаева и Э. Л. Наппельбаума. М.: «Мир», 1966, С. 66—80;
16. Уёмов А. И. Системный подход и общая теория систем. — М.: Мысль, 1978. — 272 с.;
17. Уёмов А. И. Системы и системные параметры. // Проблемы формального анализа систем. — М., Высшая школа, 1968. — С. 15—34.;
18. Уёмов А. И. Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследования. В кн.: Системные исследования. Ежегодник. — М.: «Наука», 1969. — 203 с., С. 80—96;
19. Уёмов А. И. Л. фон Берталанфи и параметрическая общая теория систем. В кн.: Системный подход в современной науке. — М.: «Прогресс-Традиция», 2004. — 560 с., С. 37-52.
20. Садовский В. Н. Основания общей теории систем: логико-методологический анализ. М.: «Наука», 1974;
21. Садовский В. Н. Смена парадигм системного мышления. В кн.: Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. 1992—1994. М., 1996, С. 64—78;
22. Садовский В. Н. Общая теория систем как метатеория. XIII международный конгресс по истории науки. М.: «Наука», 1971.
23. Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов. - М.: Наука, 1987. - 304 с.
24. Колмогоров А. Н. Автоматы и жизнь // Возможное и невозможное в кибернетике / Сост. В. Д. Пекелис; под ред. А. И. Берга и Э. Я. Кольмана. — М.: Наука, 1964. — 624 с. — С. 10—29.
25. Колмогоров А. Н. О понятии алгоритма // Успехи математических наук. — Российская академия наук, 1953. — Т. 5, № 4 (56). — С. 175—176.
26. Ляпунов А. А. Об управляющих системах живой природы // Проблемы кибернетики, сб. № 10. Государственное издательство физико-математической литературы: 1963, С. 179—193;
27. Ляпунов А. А. Связь между строением и происхождением управляющих систем. В кн.: Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. — М.: «Наука», 1973, С. 251—257.
28. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такаха; Пер. с англ. Э. Л. Наппельбаума; под ред. В. С. Емельянова. — М.: «Мир», 1978
29. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем. Пер. с англ. Под ред. И. Ф. Шахнова. Предисл. чл.-кор. АН СССР Г. С. Поспелова. М.: «Мир», 1973;
30. Кальман Р., Фалб, П., Арбиб, М. Очерки по математической теории систем Архивная копия от 19 сентября 2016 на Wayback Machine. Пер. с англ. Наппельбаума, Э. Л. Под ред. Цыпкина, Я. З. М.: «Мир», 1971.
31. Norbert Wiener. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. (Hermann & Cie Editeurs, Paris, The Technology Press, Cambridge, Mass., John Wiley & Sons Inc., New York, 1948)
32. Н. Винер. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958
33. Норберт Винер. Я - математик. — М.: Наука, 1967. — 353 с.
34. Нейман Дж. Вычислительная машина и мозг. — Нью-Хейвен: Yale University Press, 1958.
35. Нейман Дж. Математические основы квантовой механики. — М.: Наука, 1964.
36. Turing A. On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem (англ.) // Proceedings of the London Mathematical Society — London Mathematical Society, 1937. — Vol. s2-42, Iss. 1. — P. 230—265. — ISSN 0024-6115; 1460-244X; 0024-6115 — doi:10.1112/PLMS/S2-42.1.230

37. Turing, Alan (October 1950), «Computing Machinery and Intelligence», *Mind* LIX (236): 433—460, doi: 10.1093/mind/LIX.236.433, ISSN 0026-4423, retrieved 2008-08-18
38. Эшби Уильям Росс. Введение в кибернетику [Текст] / Пер. с англ. Д. Г. Лахути ; Под ред. В. А. Успенского ; С предисл. А. Н. Колмогорова. - Москва : Изд-во иностр. лит., 1959. - 432 с. : черт.; 21 см.
39. Principles of Self-Organizing Systems in Heinz Von Foerster and George W. Zopf, Jr. (eds.), Principles of Self-Organization (Sponsored by Information Systems Branch, U.S. Office of Naval Research), 1962.
40. Heinz Von Foerster. Cybernetics of cybernetics. Communication and Control in Society (ed. K. Krippendorff), Gordon and Breach, 1974.
41. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом = The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. — М.: Альпина нон-фикшн, 2014. — 410 с. — 3,500 экз. — ISBN 978-5-91671-332-9.
42. Глазьев С. Ю. Перспективы становления в мире нового VI технологического уклада / С. Ю. Глазьев // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2010. – № 2. – С. 4-10.
43. Шваб К. Четвертая промышленная революция. Технологии четвертой промышленной революции / К. Шваб, Н. Дэвис – М.: Эксмо, 2018. – 320 с.
44. Шестакова И. Г. Новая темпоральность цифровой цивилизации: будущее уже наступило / И. Г. Шестакова // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 20-29. – DOI 10.18721/JHSS.10202.
45. Тейлор Ф. У. Принципы научного менеджмента / Тейлор Фредерик Уинслоу; Пер. с англ. А. И. Зак. - Москва : Журн. «Контроллинг» : Изд-во стандартов, 1991. - 104 с.; 22 см. - (Библиотека журнала «Контроллинг») (Серия «Классики менеджмента»); ISBN 5-86005-010-0 : Б. ц.
46. Fayol, Henri Administration industrielle et générale. — Paris. — Dunod et Pinat. — 1916. — 174 p.
47. Вебер М. Избранные произведения / Пер. с нем.; сост., общ. ред. и послесл. Ю. Н. Давыдова; предисл. П. П. Гайденко; коммент. А. Ф. Филиппова. — М.: Прогресс, 1990.
48. Парето В. Трансформация демократии, М.: Издательский дом «Территория будущего», 2011. — 207 с. (Серия «Университетская библиотека Александра Погорельского»).
50. Кеннет Е. Боулдинг: экономическая теория организации // Селигмен Б. Основные течения современной экономической мысли. — М.: Прогресс, 1968.
51. Кеннет Е. Боулдинг: экономическая теория организации // Селигмен Б. Основные течения современной экономической мысли. — М.: Прогресс, 1968.
52. Канторович Л. В. 1959. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М.: Изд-во АН СССР.
53. Канторович Л. В. 1974. Экономические проблемы научно-технического прогресса. Экономика и математические методы 10 (3): 432–448.
54. Станфорд Л.О. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности / Л.О. Станфорд; пер. с англ. и вступ. ст. С. П. Никанорова. - 3-е изд., стер. – М.: Концепт, 2006. - 205 с.
55. Forrester J. W. Counterintuitive behavior of social systems / J. W. Forrester // *Technology Rev.* - 1971b. - Vol. 43. - P. 53-68.
56. Моисеев Н.Н. Численные методы теории оптимального управления /Н.Н. Моисеев. - М., 1968. - 163 с.
57. Исикава Каору. Японские методы управления качеством: Сокр. пер. с яп. / Исикава Каору. - Москва: Экономика, 1988. - 215 с.: ил.; 20 см.; ISBN 5-282-00114-4: 2 p.

58. Рапопорт А.Н. Автоматные модели поисковой оптимизации и управления: Монография / А. Н. Рапопорт; Предисл. Ю. И. Неймарка; М-во общ. и проф. образования Рос. Федерации. Вят. гос. техн. ун-т. - Киров, 1999. - 131 с.: ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-230-07368-3
59. Мильнер Б.З. Системный подход к организации управления: научное издание / Б.З. Мильнер, Л.И. Евенко, В.С. Рапопорт. - Москва: Экономика, 1983. - 224 с. - 12.14 р.
60. Parsons T. A sociological approach to the theory of organizations // *Administrative science quarterly* – June. – 1956. – pp. 63-85 – 2; September. – 1956. – pp. 225-239; Reprinted Parsons T. *Structure and process in modern societies*, 1960. – pp. 16-58
61. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон. □ М.: Олимп-Бизнес, 2016. – 320 с.
62. Kaplan R. S. Measuring the strategic readiness of intangible assets / R. S. Kaplan, D. P Norton // *Harvard Business Review*. – 2004. – 82 (2). – P. 52-63.
63. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Дж Чампи. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1997. □ 332 с.
64. Харрингтон, Д. Оптимизация бизнес-процессов: Документирование, анализ, упр., оптимизация / Д. Харрингтон, К. С. Эсселинг, Х. Ван Нимвеген.-СПб. : Азбука : БМикро, 2002. –328 с.
65. Оно Т. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства / Т. Оно. – М: Издательство ИКСИ, 2012. – 208 с.
66. Arseniev, D.G. The Model of a Cyber-Physical System for Hybrid Renewable Energy Station Control. In: Arseniev D., Overmeyer L., Kälviäinen H., Katalinić B. (eds) *Cyber-Physical Systems and Control. CPS&C 2019 // Lecture Notes in Networks and Systems*. - 2020. - V. 95. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_37.
67. Yassine H.M. Optimal production manufacturing based on intelligent control system / H.M. Yassine, V.P. Shkodyrev // *Notes in Networks and Systems*. - 2021 – №157. – pp. 210–220.
68. Мартинович Н. В. Поддержка принятия решений при управлении повседневной деятельностью подразделения пожарной охраны: специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мартинович Николай Викторович, 2022. – 208 с. – EDN FXNBCC.
69. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1978., с. 25
70. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://base.garant.ru/10103955/> (дата обращения: 01.10.2023)
71. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. - М.:Высш.шк., 2004 - 616с.:ил.
72. Хартли Р. Передача информации// Теория информации и ее приложения. - М.: 1959
73. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике: Сб. статей. - М.: Иностран. лит. 1963.
74. Денисов А.А. Теоретические основы кибернетики: Информационное поле. - Л.: ЛПИ, 1975. - 40 с.
75. Денисов А.А. Основы теории информационных цепей: Конспект лекций. - Л.: ЛПИ, 1977. - 408 с.
76. Проектирование систем поддержки управления природно-техногенной безопасностью территорий с использованием онтологий / А. В. Калач, В. В. Ничепорчук, Е. В. Калач, И. А. Кубасов // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. – 2021. – № 3. – С. 95-105. – DOI 10.17308/sait.2021.3/3739.
77. Ничепорчук В.В. Архитектура территориальной системы мониторинга чрезвычайной ситуации / В.В.Ничепорчук, А.И. Ноженкова//*Информатизация и связь*, 2018 -№2 - С.35-41
78. Комраков А. А. Использование онтологий для описания структуры массивов информационного обмена/ А.А. Комраков // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2019. Т.15, №1. С.182-189. DOI: 10.25559//SITITO.15.201901.182-189.

79. Калач А. В. Поддержка принятия управленческих решений при защите территорий от университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2021. – № 1. – С. 74 -86. – DOI 10.17308/sait.2021.1/3372.

List of sources

1. Bertalanffy Ludwig Von (1950), An Outline of General System Theory, British Journal for the Philosophy of Science Vol. 1 (No. 2).
2. Bertalanffy Ludwig von The Theory of Open Systems in Physics and Biology // Science 13 January 1950 111: 23-29 [DOI: 10.1126/science.111.2872.23] (in Articles)
3. Bertalanffy Ludwig Von. (1974). Perspectives on General System Theory. Edited by Edgar Taschdjian. George Braziller, New York
4. Bertalanffy L. von. General systems theory—a review of problems and results. // System research. Yearbook. - М.: «Science», 1969. - 203s
5. Bogdanov A. A. Tectology: General organizational science. - М.: Finance, 2003
6. Brushlinsky A.V., Koltsova V.A. Social-psychological concept of V.M. Bekhterev // Bekhterev V.M. Selected works on social psychology. - М.: Nauka, 1994
7. Anokhin P.K. Fundamental questions of the theory of functional systems / P.K Anokhin // Philosophical aspects of the theory of functional systems. - М.: Nauka, 1978. – P. 49-106.
8. Anokhin P.K. Key issues in the theory of functional systems. - М.: Nauka, 1980.
9. Anokhin P.K. Ideas and facts in the development of the theory of functional systems / P.K. Anokhin // Psychological Journal. – 1984. –Т.5. – pp. 107-118.
- 10 Savelyev A.V. Ontological extension of the theory of functional systems // Journal of problems in the evolution of open systems. - Kazakhstan, Almaty, 2005. - No. 2 (7). — P. 101—110.
11. Blauberger I.V., Sadovsky, V.N., Yudin, E.G. System research and general theory of systems. In the book: System Research. Methodological problems. USSR Academy of Sciences, Institute of History of Natural Science and Technology. М.: “Science”, 1969, pp. 15-16
12. Blauberger I.V. Systematic approach: prerequisites, problems, difficulties. - М., 1969.
13. Blauberger I.V., Yudin E.G. Formation and essence of the systems approach, М., 1973.
14. Akof R. L. Systems, organizations and interdisciplinary research. In the book: Studies in general systems theory. Collection of translations. М.: «Progress», 1969, pp. 143-164;
15. Akof R. L. General systems theory and systems research as opposing concepts of systems science. In the book: General theory of systems. Per. from English V. Ya. Altaev and E. L. Nappelbaum. М.: «Mir», 1966, pp. 66-80;
16. Uyomov A.I. System approach and general theory of systems. - М.: Mysl, 1978. - 272 p.;
17. Uyomov A.I. Systems and system parameters. // Problems of formal analysis of systems. - М., Higher School, 1968. - P. 15-34.;
18. Uyomov A.I. Logical analysis of the system approach to objects and its place among other research methods. In the book: System Research. Yearbook. - М.: “Nauka”, 1969. - 203 pp., pp. 80-96;
19. Uyomov A. I. L. von Bertalanffy and parametric general theory of systems. In the book: System approach in modern science. - М.: «Progress-Tradition», 2004. - 560 pp., pp. 37-52.
20. Sadovsky V. N. Foundations of the general theory of systems: logical and methodological analysis. М.: “Nauka”, 1974;
21. Sadovsky V. N. Changing paradigms of systems thinking. In the book: System Research. Methodological problems. Yearbook. 1992-1994. М., 1996, pp. 64-78;
22. Sadovsky V. N. General theory of systems as a metatheory. XIII International Congress on the History of Science. М.: “Science”, 1971.
23. Kolmogorov A. N. Information theory and algorithm theory. - М.: Nauka, 1987. - 304 p.
24. Kolmogorov A. N. Automata and life // Possible and impossible in cybernetics / Comp. V. D. Pekelis; edited by A. I. Berg and E. Ya. Kolman. - М.: Nauka, 1964. - 624 p. - P. 10-29.
25. Kolmogorov A. N. On the concept of an algorithm // Advances in mathematical sciences. - Russian Academy of Sciences, 1953. - T. 5, No. 4 (56). — P. 175-176.

26. Lyapunov A. A. On control systems of living nature // Problems of cybernetics, collection. No. 10. State publishing house of physical and mathematical literature: 1963, pp. 179-193;
27. Lyapunov A. A. Relationship between the structure and origin of control systems. In the book: System Research. Methodological problems. Yearbook. - M.: "Science", 1973, pp. 251-257.
28. Mesarovich M. General theory of systems: mathematical foundations / M. Mesarovich, J. Takahara; Per. from English E. L. Nappelbaum; edited by V. S. Emelyanova. — M.: "Mir", 1978
29. Mesarovich M. Theory of hierarchical multi-level systems. Per. from English Ed. I. F. Shakhnova. Preface member-corr. USSR Academy of Sciences G. S. Pospelova. M.: «Mir», 1973;
30. Kalman R., Falb, P., Arbib, M. Essays on the mathematical theory of systems Archived copy of September 19, 2016 on the Wayback Machine. Per. from English Nappelbaum, E. L. Ed. Tsyapkina, Ya. Z. M.: "World", 1971.
31. Norbert Wiener. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. (Hermann & Cie Editeurs, Paris, The Technology Press, Cambridge, Mass., John Wiley & Sons Inc., New York, 1948)
32. N. Wiener. Cybernetics, or Control and Communication in Animals and Machines. M.: Soviet radio, 1958
33. Norbert Wiener. I am a mathematician. - M.: Nauka, 1967. - 353 p.
34. Neumann J. Computer and brain. — New Haven: Yale University Press, 1958.
35. Neumann J. Mathematical foundations of quantum mechanics. - M.: Nauka, 1964.
36. Turing A. On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem (English) // Proceedings of the London Mathematical Society - London Mathematical Society, 1937. - Vol. s2-42, Iss. 1. - P. 230-265. — ISSN 0024-6115; 1460-244X; 0024-6115 - doi:10.1112/PLMS/S2-42.1.230
37. Turing Alan (October 1950), "Computing Machinery and Intelligence," Mind LIX (236): 433—460, doi: 10.1093/mind/LIX.236.433, ISSN 0026-4423, retrieved 2008-08-18
38. Ashby William Ross. Introduction to cybernetics [Text] / Trans. from English D. G. Lahuti; Ed. V. A. Uspensky; With a preface A. N. Kolmogorov. - Moscow: Foreign publishing house. lit., 1959. - 432 p.: crap.; 21 cm.
39. Principles of Self-Organizing Systems in Heinz Von Foerster and George W. Zopf, Jr. (eds.), Principles of Self-Organization (Sponsored by Information Systems Branch, U.S. Office of Naval Research), 1962.
40. Heinz Von Foerster. Cybernetics of cybernetics. Communication and Control in Society (ed. K. Krippendorff), Gordon and Breach, 1974.
41. Rifkin J. The Third Industrial Revolution: How horizontal interactions are changing energy, the economy, and the world as a whole = The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. - M.: Alpina non-fiction, 2014. - 410 p. — 3,500 copies. — ISBN 978-5-91671-332-9.
42. Glazyev S. Yu. Prospects for the formation of a new VI technological structure in the world / S. Yu. Glazyev // MIR (Modernization. Innovation. Development). – 2010. – No. 2. – P. 4-10.
43. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Technologies of the fourth industrial revolution / K. Schwab, N. Davis - M.: Eksmo, 2018. - 320 p.
44. Shestakova I. G. New temporality of digital civilization: the future has already arrived / I. G. Shestakova // Scientific and technical bulletins of the St. Petersburg State Polytechnic University. Humanities and social sciences. – 2019. – T. 10, No. 2. – P. 20-29. – DOI 10.18721/JHSS.10202.
45. Taylor F.W. Principles of scientific management / Taylor Frederick Winslow; Per. from English A.I. Zak. - Moscow: Journal. «Controlling»: Standards Publishing House, 1991. - 104 p.; 22 cm. - (Library of the magazine "Controlling") (Series «Classics of Management»); ISBN 5-86005-010-0; B. c.
46. Fayol Henri Administration industrielle et générale. — Paris. - Dunod et Pinat. — 1916. — 174 p.

47. Weber M. Selected works / Trans. with German; comp., total. ed. and after. Yu. N. Davydova; preface P. P. Gaidenko; comment A. F. Filippova. - M.: Progress, 1990.
48. Pareto V. Transformation of democracy, M.: Publishing house "Territory of the Future", 2011. - 207 p. (Series «University Library of Alexander Pogorelsky»).
50. Kenneth E. Boulding: economic theory of organization // Seligman B. Main currents of modern economic thought. - M.: Progress, 1968.
51. Kenneth E. Boulding: economic theory of organization // Seligman B. Main currents of modern economic thought. - M.: Progress, 1968.
52. Kantorovich L. V. 1959. Economic calculation of the best use of resources. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences.
53. Kantorovich L. V. 1974. Economic problems of scientific and technological progress. Economics and mathematical methods 10 (3): 432–448.
54. Stanford L.O. System analysis for solving problems of business and industry / L.O. Stanford; lane from English and entry Art. S. P. Nikanorova. - 3rd ed., erased. – M.: Concept, 2006. - 205 p.
55. Forrester, J. W. Counterintuitive behavior of social systems / J. W. Forrester // Technology Rev. - 1971b. - Vol. 43. - P. 53-68.
56. Moiseev N.N. Numerical methods of optimal control theory / N.N. Moiseev. - M., 1968. - 163 p.
57. Ishikawa Kaoru. Japanese quality management methods: Abbr. lane from Japanese / Ishikawa Kaoru. - Moscow: Economics, 1988. - 215 p.: ill.; 20 cm; ISBN 5-282-00114-4: 2 r.
58. Rapoport A. N. Automatic models of search optimization and management: Monograph / A. N. Rapoport; Preface Yu. I. Neimark; M-in general and prof. education Ros. Federation. Vyat. state tech. univ. - Kirov, 1999. - 131 p.: ill., table; 21 cm; ISBN 5-230-07368-3
59. Milner B.Z. Systematic approach to management organization: scientific publication / B.Z. Milner, L.I. Evenko, V.S. Rapoport. - Moscow: Economics, 1983. - 224 p. - 12.14 r.
60. Parsons T. A sociological approach to the theory of organizations // Administrative science quarterly – June. – 1956. – pp. 63-85 – 2; September. – 1956. – pp. 225-239; Reprinted Parsons T. Structure and process in modern societies, 1960. – pp. 16-58
61. Kaplan R. S., Norton D. P. Balanced Scorecard. From strategy to action / R.S. Kaplan, D.P. Norton. M.: Olimp-Business, 2016. – 320 p.
62. Kaplan R. S. Measuring the strategic readiness of intangible assets / R. S. Kaplan, D. P Norton // Harvard Business Review. – 2004. – 82 (2). – P. 52-63.
63. Hammer M. Reengineering the Corporation: Manifesto of a Revolution in Business / M. Hammer, J. Champi. St. Petersburg: St. Petersburg University Publishing House, 1997. 332 p.
64. Harrington D. Optimization of business processes: Documentation, analysis, management, optimization / D. Harrington, K. S. Esseling, H. Van Nimwegen.-SPb.: ABC : BMikro, 2002. 328 p.
65. Ono T. Toyota production system: moving away from mass production / T. Ono. – M: Publishing House ICSI, 2012. – 208 p.
66. Arseniev D.G. The Model of a Cyber-Physical System for Hybrid Renewable Energy Station Control. In: Arseniev D., Overmeyer L., Kälviäinen H., Katalinić B. (eds) Cyber-Physical Systems and Control. CPS&C 2019 // Lecture Notes in Networks and Systems. - 2020. - V. 95. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_37.
67. Yassine H.M. Optimal production manufacturing based on intelligent control system / H.M. Yassine, V.P. Shkodyrev // Notes in Networks and Systems. - 2021 – No. 157. – pp. 210–220.
68. Martinovich, N.V. Decision support in managing the daily activities of a fire department: specialty 05.13.10 «Management in social and economic systems»: dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Martinovich Nikolay Viktorovich, 2022. – 208 p. – EDN FXNBCC.
69. Buslenko N. P. Modeling of complex systems. - M.: Nauka, 1978., p. 25
70. Federal Law of December 21, 1994 No. 69-FZ "On Fire Safety" [Electronic resource] – Access mode: <https://base.garant.ru/10103955/> (access date: 10/01/2023)

71. System analysis and decision making: Dictionary-reference book: Textbook. manual for universities / Ed. V.N. Volkova, V.N. Kozlova. - M.: Higher school, 2004 - 616 pp.: ill.
72. Hartley R. Transfer of information // Information theory and its applications. - M.: 1959
73. Shannon K.E. Works on information theory and cybernetics: Sat. articles. - M.: Foreign. lit. 1963.
74. Denisov A.A. Theoretical foundations of cybernetics: Information field. - L.: LPI, 1975. - 40 p.
75. Denisov A.A. Fundamentals of the theory of information chains: Lecture notes. - L.: LPI, 1977. - 408 p.
76. Design of support systems for managing natural and man-made safety of territories using ontologies / A. V. Kalach, V. V. Nicheporchuk, E. V. Kalach, I. A. Kubasov // Bulletin of Voronezh State University. Series: System analysis and information technologies. – 2021. – No. 3. – P. 95-105. – DOI 10.17308/sait.2021.3/3739.
77. Nicheporchuk V.V. Architecture of the territorial emergency monitoring system / V.V. Nicheporchuk, A.I. Nozhenkova // Informatization and communications, 2018 - No. 2 - P.35-41
78. Komrakov A. A. Using ontologies to describe the structure of information exchange arrays / A. A. Komrakov // Modern information technologies and IT education. 2019. Vol. 15, No. 1. P.182-189. DOI: 10.25559//SITITO.15.201901.182-189.
79. Kalach A. V. Support for making management decisions when protecting territories from the university. Series: System analysis and information technologies. – 2021. – No. 1. – P. 74-86

Информация об авторах

А.А. Ступина - доктор технических наук, профессор

М.В. Петухова – кандидат исторических наук

Н.В. Мартинович – кандидат технических наук

Information about the author

A.A. Stupina - Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science)
in Engineering Sciences, Full Professor

M. V. Petukhova - Ph.D. of Pedagogic Sciences, Docent

N.V. Martinovich. - Ph.D. of Engineering Sciences

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакция 10.12.2023; одобрена после рецензирования 15.12.2023; принята к публикации 15.12.2023.

The article was submitted 10.12.2023, approved after reviewing 15.12.2023, accepted for publication 15.12.2023.