

Управление в организационных системах

Научная статья
Статья в открытом доступе
УДК 519: 005.32:331.015.11
doi: 10.30987/2658-4026-2025-4-405-414

Структурно-функциональный анализ групповой деятельности операторов в организационных системах управления

Сергей Алексеевич Багрецов¹, Олег Сергеевич Киселевский², Марина Витальевна Хохлова³,
Дмитрий Владимирович Логвинов⁴

¹ Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия

² Белорусско-Российский университет, Республика Беларусь, 212000, г. Могилев, проспект Мира, 43,

^{3,4} Брянский государственный технический университет; Брянская область, Брянск, Россия

¹ sergeibagrecov@bk.ru

² kiselevski@bsuir.by

³ marvit13@yandex.ru

⁴ logvinovdmitriv@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-6399-4396>

Аннотация.

В работе представлена схема проектирования и оценки групповой деятельности операторов в эргатических системах, опирающаяся на системно-деятельностный подход. Описание строится на четырёх уровнях (морфологическом, функциональном, информационном, организационном) с учётом официальных и неофициальных структур малых групп. Систематизированы пять моделей кооперации и пять функциональных топологий; показано, как их сочетать по межзависимости задач и ограничениям каналов связи. Заданы пороги управляемости и механизмы гомеостаза (эскалации, дублирование, независимая перекрёстная проверка, сценарии переключения между централизованным и сетевым режимами). Операционализированы ключевые метрики и предложен интегральный показатель эффективности (ИПЭ) групповой операторской деятельности с этико-рисковым допуском. Введены «паспорта каналов» и правила маршрутизации, переводящие требования совместимости и надёжности в регламент взаимодействий. Схема связывает типологию с проектной практикой и задаёт дорожную карту внедрения и мониторинга. Заданы пороги управляемости и механизмы гомеостаза (эскалации, дублирование, независимая перекрёстная проверка, предусмотренные сценарии переключения между централизованным и сетевым режимами), операционализированы показатели и источники данных. Устранён методический разрыв между классификацией и проектной практикой: обеспечен переход от анализа к настройке структуры, каналов, ролей и мониторинга.

Ключевые слова: эргатические системы; групповая деятельность операторов; системно-деятельностный подход; структурно-функциональный анализ; малые группы; модели кооперации; функциональные топологии; пороги управляемости; паспорта каналов; маршрутизация; интегральный показатель эффективности (ИПЭ); этико-правовой контур

Для цитирования: Багрецов С.А., Киселевский О.С., Хохлова М.В. и др. Структурно-функциональный анализ групповой деятельности операторов в организационных системах управления // Эргодизайн. 2025. №4 (30). С. 117-125. <http://dx.doi.org/10.30987/2658-4026-2025-4-405-414>.

Original article

Open access article

Structural-Functional Analysis of Group Operator Activity in Organizational Control Systems

Sergey A. Bagretsov¹, Oleg S. Kiselevsky², Marina V. Khokhlova³, Dmitriy V. Logvinov⁴✉

¹ A.F. Mozhaisky Military Space Academy, Saint Petersburg, Russia

² Belarusian-Russian University, 43 Mira Avenue, Mogilev, 212000, Republic of Belarus

^{3,4} Bryansk State Technical University, Bryansk Region, Bryansk, Russia

¹ sergeibagrecov@bk.ru

² kiselevski@bsuir.by

³ marvit13@yandex.ru

⁴ logvinovdmitriv@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-6399-4396>

Abstract.

The article presents a scheme for designing and evaluating group activities of operators in ergatic systems, grounded in the systemic-activity approach. The description is built on four levels (morphological, functional, informational, organizational), taking into account both formal and informal small-group structures. The paper categorises systematically five cooperation models and five functional topologies, illustrating their possible integration based on mutual task dependencies and limitations of communication channels; defines the thresholds of manageability and homeostasis mechanisms (escalation, duplication, independent cross-checking, predefined scenarios for switching between centralized and network modes). The authors introduce operationalized metrics and an integral efficiency index (IEI) for group operator activity, supplemented by ethical-risk admission criteria; establish “channel passports” and routing rules, translating compatibility and the reliability requirements into interaction regulations. The framework links typology with practical design and sets a roadmap for implementing and monitoring. The work determines manageability thresholds and homeostasis mechanisms (including escalation, duplication, independent cross-checking and pre-planned scenarios for mode switching); specifies operational indicators and data sources; eliminates the methodological gap between classification and project practice, ensuring a smooth transition from analysis to configuration of structure, channels, roles, and monitoring procedures.

Keywords: ergatic systems, group activities of operators, systemic-activity approach, structural-functional analysis, small groups, cooperation models, functional topologies, manageability thresholds, channel passports, routing, integral efficiency index (IEI), ethic-legal framework

For citation: Bagretsov S.A., Kiselevsky O.S., Khokhlova M.V., Loginov D.V. Structural-Functional Analysis of Group Operator Activity in Organizational Control Systems. *Ergodizayn [Ergodesign]*. 2025;4(30):405-414. Doi: 10.30987/2658-4026-2025-4-405-414.

Введение

Развитие цифровых технологий и ускорение изменений в мировой экономике, обусловленные цифровизацией, ведут к необходимости поиска новых научных подходов и направлений исследований в области организации управления совместной деятельностью. В отечественной психологии проблемам малых групп и командообразованию уделяется особое внимание в работах С.А. Багрецова и соавт. [1], [2]; М.В. Белова и Д.А. Новикова [3], [4]; А.Л. Журавлёва и Т.А. Нестика [7]; В.М. Львова и соавт. [10], [11]; Н.А. Назаренко и П.И. Падерно [12]; Н.Н. Обозова и соавт. [13]; А.В. Сидоренкова и Н.Ю. Ульяновой [14]; В.В. Спасенникова [15], [16]; А.С. Чернышева и соавт. [18] и др. В зарубежных исследованиях изучению малых групп и виртуальных команд посвящены работы Т. Anderson [19]; L.R. Frey [20]; S. Kauffeld [21]; J.S. Lurey, M.S. Raisinghani [23]; T. Zuofa, E.G. Ochieng [28].

Организационные системы управления представляют собой сложные

человеко-машинные комплексы (рис. 1), в которых машинная обработка информации сочетается с координирующей деятельностью оператора. Наряду с термином «система человек–машина» используется понятие «эргатическая система», фиксирующее антропоцентричный сдвиг: по мере развития технологий роль оператора смещается от пассивного звена к активному субъекту целеполагания, диагностики и координации (С.А. Багрецов, А.В. Бондаренко, Б.В. Обносов [1]; М.В. Белов, Д.А. Новиков [3]; В.М. Львов, В.В. Павлюченко, В.В. Спасенников [10]).

Усложнение социально-экономических структур и процессов, рост доли коллективного обслуживания в наукоёмких отраслях и высокая цена ошибок выдвигают задачу проектирования групповой операторской деятельности. Методические трудности связаны с неопределённостью реакций управляемых объектов, многообразием межзависимостей работ, ограничениями информационной пропускной способности человека и каналов связи, а также

с факторами когнитивной эргономики (Б.С. Горячкин, А.С. Петренко [6]; Н.А. Назаренко, П.И. Падерно [12]; В.В. Спасенников [17]; J.S. Lurey, M.S. Raisinghani [23]; T. Zuofa, E.G. Ochieng [28]).

Цель исследования – интегрировать эргономические и психологические разработки в эргатических системах и методы



Рис. 1. Обобщённая модель организационной системы управления человеко-машинной (эргатической) системой (ЧМС) [2]

Fig. 1. Generalized model of the organizational management system of the human-machine (ergatic) system (HMS) [2]

Методологическая основа формировалась поэтапно: выделены четыре взаимодополняющих уровня описания (морфологический, функциональный, информационный, организационный); унифицированы пять моделей групповой деятельности и пять функциональных топологий (цепь, звезда, круг, сеть, иерархия); заданы проектные пороги управляемости ролей и каналов с механизмами гомеостаза (эскалации, дублирование, независимая перекрёстная проверка, предусмотренные сценарии переключения между централизованным и сетевым режимами); операционализированы показатели и источники данных; предложена сводная оценка с этико-рисковым допуском. Отбор компонентов осуществлялся при наличии измеримого признака, определяемых источников данных и методической совместимости с системно-деятельностной концепцией и практиками инженерной психологии и когнитивной эргономики.

Графовое представление групповой структуры

Использование методов теории графов позволяет получить количественные показатели групповой структуры. Основные – **живучесть** и **централизация (момент) группы**. **Живучесть** (нормированное число избыточных рёбер) для простого неориентированного **связного** графа:

структурного анализа групповой работы [4] в целостную рамку проектирования и оценки групповой операторской деятельности: от выбора модели кооперации к настройке потоков информации и ролей, от показателей к устойчивому циклу улучшений в организационных системах.

$$K = \frac{2 [E - (N - 1)]}{(N - 1)(N - 2)} \in [0, 1] \quad (1)$$

где N – число операторов (узлов), E – число связей (рёбер). Интерпретация: $E - (N - 1)$ – количество рёбер сверх минимально необходимого для связности (дерева); знаменатель – максимально возможный запас избыточных рёбер.

Показатель связности K отражает степень связанности сети: при $K = 0$ структура вырождается в дерево с жёсткой иерархией, а при $K = 1$ сеть близка к полной связности. Для ориентированных графов K обычно вычисляют по неориентированному остову (игнорируя направления) или заменяют классическими метриками рёберной и вершинной связности.

Централизация по степени (Фримен) для простого неориентированного графа при $N \geq 3$:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^N (d_{max} - d_i)}{(N - 1)(N - 2)} \in [0, 1] \quad (2a)$$

где d_i – степень вершины i . d_{max} – максимальная степень (у лидера). При $M \approx 1$ – сеть имеет структуру «звезда», а при $M \approx 0$ – равномерную.

Для ориентированного графа без петель удобно отдельно измерять «централизацию по степени» по входам и по выходам с корректной нормировкой:

$$M^{in} = \frac{\sum_{i=1}^N (d_{max}^{in} - d_i^{in})}{(N-1)^2}$$

$$M^{out} = \frac{\sum_{i=1}^N (d_{max}^{out} - d_i^{out})}{(N-1)^2} \quad (2b)$$

где d_i^{in} и d_i^{out} – входящая и исходящая степени вершины i , а d_{max}^{in} и d_{max}^{out} – их максимальные значения по графу. Такая нормировка гарантирует $M^{in/out} \in [0, 1]$; значение 1 достигается на ориентированной «звезде»: все дуги либо входят в одну вершину

(для M^{in}), либо выходят из одной вершины (для M^{out}).

На рис. 2 показаны типовые функциональные топологии малых групп («цепочка», «звезда», «круг», «сеть», «дерево») [4].

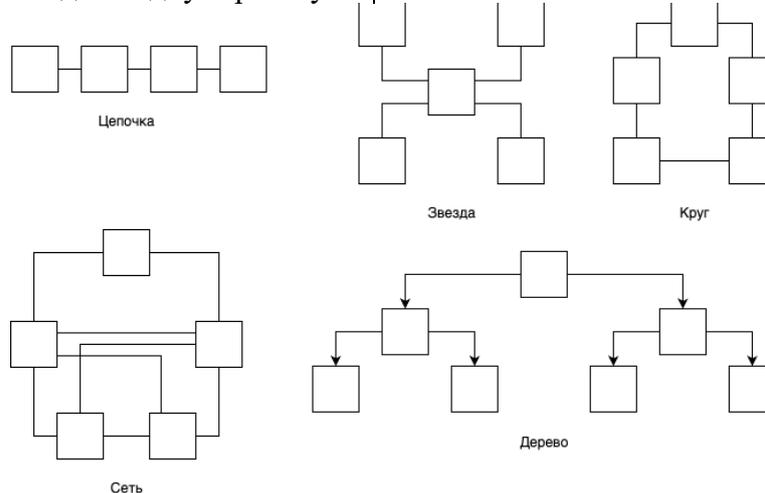


Рис. 2. Варианты функциональной организации малых групп
Fig. 2. Variants of functional organization of small groups

Аппаратурные и имитационные методы

Многочисленные исследования показывают, что наиболее объективные результаты достигаются при использовании аппаратных методов и имитационного моделирования совместной деятельности.

Для организационных систем управления представляют интерес аппаратные методики моделирования и изучения групповой деятельности. В основе их конструирования и классификации лежат принципы [18]:

- технический (конструкция и функциональные возможности модели, регистрация компонентов деятельности);
- когнитивный (включённость психологических процессов в моделируемую деятельность);
- организационно-экономический (характер, тип, уровень взаимосвязанности действий при выполнении заданий).

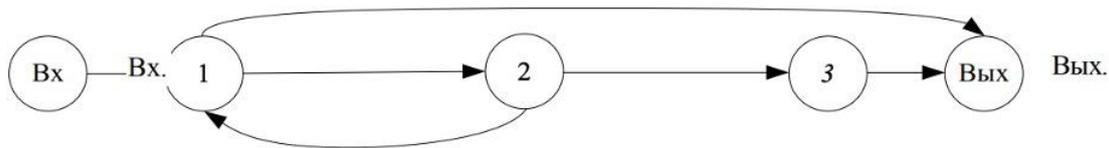
Повышению достоверности способствует дополнение аппаратных исследований социометрией, анализом физиологических реакций операторов и наблюдением в процессе работы.

В исследовании Б.М. Герасимова с соавт. [5] (журнал «Кибернетика и вычислительная техника») представлена многоуровневая имитационная модель групповой

операторской деятельности, комбинирующая теорию графов и аппарат массового обслуживания. Это позволяет при варьировании эргономических факторов оценивать загрузку и пропускную способность операторов, а также вероятности своевременного и безошибочного решения задач управления.

Структура маршрутов

Для каждой входящей задачи задан ориентированный граф прохождения через коллектив операторов. Он задаётся матрицей смежности $V = \|v_{ij}\|$; строками и столбцами которой являются номера операторов $i = (1, \dots, n)$, а также специальные вершины «Вход» и «Выход», а $\|v_{ij}\| \in [0, 1]$ фиксирует допустимые переходы. Если из вершины выходит несколько рёбер, используется матрица маршрутизации $P^j = \|p_{i \rightarrow \ell}^j\|$ (для типа задач j), согласованная с V : $p_{i \rightarrow \ell}^j > 0$ только когда $v_{i\ell} = 1$ и $\sum_{\ell} p_{i \rightarrow \ell}^j = 1$. Номинальный «объём работ» по типу j можно характеризовать C_j – числом операторских действий (в простейшем случае – длина основной цепочки от «Входа» к «Выходу»; при ветвлениях – математическое ожидание числа посещения узлов). Пример графа и соответствующая матрица $\|v_{ij}\|$ приведены на рис. 3 [5].



$\ v_{ij}\ $	Номер подзадачи	Первый оператор	Второй оператор	Третий оператор	Выход
Номер задачи	Вход	1	0	0	0
$j, C_j, \lambda_j, \bar{t}_j \text{ доп.}$	Первый оператор	0	1	0	1
$\sigma_j \text{ доп.}$	Второй оператор	1	0	1	0
	Третий оператор	0	0	0	1

Рис. 3. Граф решения задачи коллективом операторов и его матрица смежности [5].

Fig. 3. Graph of the problem solution by a team of operators and its adjacency matrix [5].

Поток заявок и типизация

Входной поток – простейший (пуассоновский) с интенсивностью λ .

Межприходные – интервалы независимы и экспоненциальны; в модели они генерируются методом обратной функции [5]:

$$\Delta t_k = -\frac{\ln U_k}{\lambda} \quad U_k \sim U(0, 1) \quad t_k = t_{k-1} + \Delta t_k \quad t_0 = 0 \quad (3)$$

Альтернативно, в дискретном времени на шаге Δ число новых заявок $\sim \text{Pois}(\lambda\Delta)$. Каждой заявке при поступлении присваивается тип $j \in [1, 0]$ с вероятностью $q_j = \frac{\lambda_j}{\lambda}$, где $\lambda = \sum_{k=1}^J \lambda_k$ (либо – по заданным бизнес-весам).

Временные и качественные параметры.

Для оператора a и типа j время обслуживания $\tau_{aj} \sim F_{aj}$ (распределение задаётся данными эксперимента/нормативами; фиксируются $\mathbb{E}\tau_{aj}$ и $\text{Var}\tau_{aj}$). Вероятность ошибки $e_{aj} \in [1, 0]$ учитывается при завершении обслуживания. Для каждого типа задан допустимый срок (дедлайн) $t_j^{\text{доп}}$ и допуск $\sigma_j^{\text{доп}}$ (для анализа чувствительности). Дисциплина очереди у операторов – FIFO; каждый оператор моделируется как одноканальный прибор с буфером $B_a \in \mathbb{N} \cup \{\infty\}$.

Процедура имитации [5]:

1. Инициализация: $t \leftarrow 0$; очереди пусты; сгенерировать ближайшее поступление t_1 (завершений пока нет).

$$P_j^{\text{св}} = \frac{1}{z} \sum_{r=1}^z P_{jr}^{\text{св}}$$

где $P_{jr}^{\text{св}}$ – доля задач типа j , завершённых «своевременно» в r -й репликации; $P_{jr}^{\text{св, безош}}$ – доля задач типа j , завершённых «своевременно и безошибочно».

$$\rho_{aj} = \frac{1}{z} \sum_{r=1}^z \rho_{ajr} \quad \rho_a = \sum_{j=1}^J \pi_j \rho_{aj} \quad \pi_j \geq 0 \quad \sum_{i=1}^J \pi_j = 1 \quad \rho_{ajr} \in [1, 0] \quad (5)$$

2. Шаг события: перейти к ближайшему событию (поступление/завершение).

3. Поступление: определить тип j , поместить заявку в очередь узла, на который указывает дуга из «Входа»; при свободном операторе – запустить обслуживание.

4. Завершение у оператора a : с вероятностью e_{aj} отметить «ошибку»; выбрать следующий узел по P^j . Если это «Выход», завершить задачу и зафиксировать метки «в срок/не в срок» и «с ошибкой/без ошибки»; иначе – поместить в очередь следующего узла (и, если он свободен, стартовать обслуживание).

5. Повтор: до достижения горизонта моделирования T_{hor} или целевого числа завершений; провести z независимых репликаций.

Оценки результатов (по типам задач). По итогам z репликаций для каждого типа j [5]:

$$P_j^{\text{св, безош}} = \frac{1}{z} \sum_{r=1}^z P_{jr}^{\text{св, безош}} \quad (4)$$

Загрузка операторов. Для оператора a и типа j средняя занятость:

где ρ_{ajr} – доля времени, в течении которого типа a был занят задачами типа j в r -й репликация; π_j – веса типов (например, $\pi_j = \frac{\lambda_j}{\sum_k \lambda_k}$, либо заданные бизнес-веса).

$$P_{aj}^{\text{св, безош}} = \frac{1}{Z} \sum_{r=1}^Z \pi_j P_{ajr}^{\text{св, безош}}$$

Такое уточнение постановки фиксирует структуру маршрутов, генерацию входного потока, правила обработки и полный набор КРІ (по типам и по операторам), что позволяет сопоставимо оценивать пропускную способность, узкие места и влияние эргономических/организационных изменений.

Результаты

Многоуровневая трактовка эргатической системы задаёт опорную схему для проектирования. Система описывается на четырёх уровнях: морфологическом (состав и строение), функциональном (распределение функций и связность стадий «восприятие – переработка – решение – исполнение»), информационном (каналы, форматы, задержки и помехи), организационном (роли, ответственность и регламенты). Разводятся технологический контур (операции, параметры процесса) и организационно-управленческий контур (распределение ролей, координация, эскалации); их согласованность определяет устойчивость.

$$D = \begin{cases} \frac{2E}{N(N-1)}, & \text{неориентированный граф} \\ \frac{E}{N(N-1)}, & \text{ориентированный граф} \end{cases} \quad D \in [1, 0] \quad (7)$$

Дополнительно используются: диаметр сети (максимальная длина кратчайшего пути), живучесть K , централизация M , а также процессные показатели: своевременность передач ответственности (доля передач в нормативе), глубина очереди эскалаций (среднее/максимум незакрытых эскалаций), доля предотвращённых ошибок (перехваченных до реализации эффекта).

Пороговые условия и переключения (гомеостаз). Пусть λ – входная интенсивность на узел-центр, μ – его средняя производительность; $\rho = \lambda/\mu$ – коэффициент загрузки. Вводятся пороги ρ_{\max}, T_{\max} (норматив средней задержки \bar{T}), M_{\max} (допустимая централизация).

Качество по оператору

Аналогично агрегируется показатель «своевременно и безошибочно» по оператору [5]:

$$P_a^{\text{оператора}} = \sum_{r=1}^J P_{ajr}^{\text{св, безош}} \quad (6)$$

Опираясь на данный подход, далее конкретизируются формы кооперации через пять моделей групповой деятельности (иерархическая, взаимодействующая, дублирующая, последовательная, индивидуальная) и соответствующие им функциональные топологии (цепь, звезда, круг, сеть, иерархия) с проектными ориентирами по рискам и гомеостазу (тактовые синхронизации, дублирование, независимая проверка, протоколы эскалации и «последнего слова») с учётом накопленного опыта отечественных и зарубежных исследований: О.С. Киселевский [8], В.В. Спасенников [17], S. Kularajan, J.A. Czocher [22], P.L. Mcleod, R.B. Kettner-Polley [24], V. Spasennikov, K. Androssov, G. Golubeva [25], D. Vuchkovski, M. Zalaznik, M. Mitrega, G. Pfajfar [26], G. Wittenbaum [27] и др.

Метрики, пороги и правила переключения

Плотность сети – доля реализованных связей от максимально возможных (графы без петель и кратных рёбер/дуг) [3]:

Правило: если $\rho > \rho_{\max}$ или $\bar{T} > T_{\max}$ или $M > M_{\max}$, включается сетевой режим (обход центра), усиливаются дублирование и независимая перекрёстная проверка, повышается частота синхронизаций. Возврат – по гистерезису: $\rho < \rho_{\text{back}}$, $\bar{T} < T_{\text{back}}$ в течении $\tau_{\text{стаб}}$.

Интегральный показатель эффективности (ИПЭ)

Чтобы объединить разнотипные показатели в сопоставимое управленческое решение, вводится сводная оценка с этико-рисковым допуском [1]:

$$\text{ИПЭ} = g * S$$

$$g = 1 \{ \forall m: q_m \leq q_m^{max} \} \quad w_i \geq 0$$

$$\in [1, 0]$$

Пояснения. g – индикатор-допуск (этико-рисковый «шлюз»): 1 – все обязательные требования безопасности/комплаенса выполнены; 0 – выявлен неприемлемый риск, агрегирование/ранжирование запрещено. Компоненты: X_R – **регламентные результаты** (выполнение плана, надёжность, время реакции), X_O – **операционные эффекты** (снижение ошибок, стабильность передач ответственности, управляемость), X_I – **устойчивость и безопасность** (соответствие требованиям, отказоустойчивость), X_N – **качество сети взаимодействий** (согласованность, взаимопомощь, распределённость). Все X_i нормируются к $[1, 0]$ локальным регламентом; w_i – неотрицательны и суммируются к 1.

Варианты агрегации: вместо линейной формы S можно применять геометрическое среднее $S_{geo} = \prod_i X_i^{w_i}$ (сильнее штрафует слабые компоненты) или гармоническое $S_{har} = \frac{\sum_i w_i}{\sum_i w_i / X_i}$ (ещё консервативнее).

Рекомендуется публиковать ИПЭ вместе с анализом чувствительности по w_i и способам нормирования.

«Паспорта каналов» и маршрутизация

Регламентация каналов обмена через «паспорта» и правила маршрутизации переводит общие требования в операционные нормы: в паспорте фиксируются назначение канала, владелец и потребители, пропускная способность (сообщ./мин), допустимая задержка и надёжность доставки, форматы и метаданные, тип связи и направленность, триггеры эскалации и маршруты резервирования (включая независимую проверку), требования к журналированию, контрольные точки мониторинга, периодичность тестов и план деградации/переключения. Правила маршрутизации задают «кто – кого – о чём – через какой канал – в какой срок» и протокол разрешения коллизий (приоритеты, механизм выбора решения, фиксация и разбор).

Обсуждение

$$S = \sum_{i \in \{R,O,I,N\}} w_i X_i$$

$$\sum_{i \in \{R,O,I,N\}} w_i = 1 \quad X_i \in [1, 0] \quad (8)$$

Сопоставление типологий с функциональными топологиями и порогами управляемости переводит описательные схемы в **проектный язык**, где выбор формы кооперации увязывается с межзависимостями задач и параметрами каналов, а устойчивость обеспечивается формализованными сценариями гомеостаза. Это согласуется с результатами, согласно которым централизованные топологии эффективнее при простых задачах, а сетевые – при сложных, при условии учёта пропускной способности каналов и стоимости координации. Системно-деятельностная концепция и инженерно-психологические регламенты дополняются операционными инструментами – «паспорта каналов», правила маршрутизации и разрешения коллизий, а также управленческие пороги (интенсивность событий, задержки, частоты синхронизаций, предел связности руководителей), отражающие требования к профессиональной надёжности.

С этико-правовой точки зрения ключевые риски связаны с производственной безопасностью и охраной труда (срывы передач ответственности, перегрузка каналов, нарушения регламентов), защитой конфиденциальных технологических данных, справедливостью распределения ролей и недискриминационной оценкой операторов, а также с экологическими и социальными последствиями организационных изменений. Управление рисками обеспечивается входным этико-рисковым «шлюзом» сводной оценки, матрицей рисков с планами снижения, сертификацией каналов и интерфейсов по «паспортам», независимыми разборами инцидентов с обязательной обратной связью, прозрачными критериями и апелляционными процедурами при кадровых решениях. Минимальные условия допуска – отсутствие неприемлемых рисков и соответствие требованиям безопасности и охраны труда.

Заключение

Предложена интегрированная система структурно-функционального анализа

групповой деятельности операторов в эргатических системах, объединяющая уровни описания (морфологический, функциональный, информационный, организационный), пять моделей групповой деятельности и пять функциональных топологий (цепь, звезда, круг, сеть, иерархия). Заданы пороги управляемости и механизмы гомеостаза (эскалации, дублирование, независимая перекрёстная проверка,

предусмотренные сценарии переключения между централизованным и сетевым режимами), операционализированы показатели и источники данных, предложена сводная оценка с этико-рисковым допуском. Тем самым устранён методический разрыв между классификацией и проектной практикой: обеспечен переход от анализа к настройке структуры, каналов, ролей и мониторинга.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Багрецов С.А., Бондаренко А.В., Обносов Б.В.** Квалиметрия групповой деятельности операторов сложных систем управления / под ред. Б. С. Алёшина. Москва : Физматлит, 2006. 384 с. ISBN 5-9221-0697-X. EDN QXOOZH.
2. **Багрецов С.А., Ложкин Г.В., Спасенников В.В.** Анализ неформальной структуры малой группы в эргатических системах // Кибернетика и вычислительная техника. 1990. № 88. С. 102-107.
3. **Белов М.В., Новиков Д.А.** Методология комплексной деятельности. Москва: Ленанд, 2018. 320 с. ISBN 978-5-9710-5060-5. EDN VCNASZ.
4. **Белов М.В., Новиков Д.А.** Классификация математических моделей деятельности // Управление большими системами: сборник трудов. 2021. № 91. С. 5-37. DOI 10.25728/ubs.2021.91.1. EDN XBRZJD.
5. **Герасимов Б.М., Ложкин Г.В., Скрыль С.В. и др.** Имитационная модель для оценки комплексного влияния инженерно-психологических факторов на эффективность эргатической системы // Кибернетика и вычислительная техника. 1984. № 61. С. 88-93. EDN UANZAV.
6. **Горячкин Б.С., Петренко А.С.** Применение теории цепей Маркова для моделирования деятельности человека-оператора в контуре управления системы «человек-машина» // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 6. С. 76-82. DOI 10.37882/2223-2966.2023.06.10. EDN BPCDSX.
7. **Журавлев А.Л., Нестик Т.А.** Совместное творчество как ресурс деятельности организации: состояние и перспективы исследований // Психологический журнал. 2011. Т. 32, № 1. С. 3-21. EDN NSIPFF.
8. **Киселевский О.** Инновационно активный менеджмент знаний // Наука и инновации. 2025. № 6(268). С. 26-33. DOI 10.29235/1818-9857-2025-6-26-33. EDN KBNZOM.
9. **Кондратенко С.В., Кузьменко А.А., Спасенников В.В.** Методология оценки деятельности операторов в человеко-машинных системах // Вестник Брянского государственного технического университета. 2017. № 1(54). С. 261-270. DOI 10.12737/24950. EDN YNEEWX.
10. **Львов В.М., Павлюченко В.В., Спасенников В.В.** Инженерно-психологические вопросы проектирования деятельности операторов // Психологический журнал. 1989. Т. 10, № 5. С. 66-74. EDN TQVXVJ.
11. **Львов В.М., Багрецов С.А.** Концепция управления совместной деятельностью операторов // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2009. № 1(47). С. 31-52. EDN LGNSSN.
12. **Назаренко Н.А., Падерно П.И.** Модель процесса проектирования алгоритмов деятельности

REFERENCES

1. **Bagretsov S.A., Bondarenko A.V., Obnosov B.V.** Qualimetry of Group Activities of Operators of Complex Management Systems. Moscow: Fizmatlit; 2006. 384 p.
2. **Bagretsov S.A., Lozhkin G.V., Spasennikov V.V.** Analysis of Informal Small Group Structures in Ergatic Systems. Cybernetics and Computer Engineering. 1990;(88):102-107.
3. **Belov M.V., Novikov D.A.** Methodology of Complex Activity. Moscow: Lenand; 2018. 320 p.
4. **Belov M.V., Novikov D.A.** Classification of Mathematical Models of Activity. Large-Scale Systems Control. 2021;(91):5-37. DOI 10.25728/ubs.2021.91.1.
5. **Gerasimov B.M., Lozhkin G.V., Skril S.V. et al.** Simulation Model for Assessing the Combined Impact of Engineering-Psychological Factors on Ergatic System Performance. Cybernetics and Computer Engineering. 1984;(61):88-93.
6. **Goryachkin B.S., Petrenko A.S.** Application of Markov Chain Theory for Modelling Human Operator Activity in Man-Machine Control Systems. Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences. 2023;(6):76-82. DOI 10.37882/2223-2966.2023.06.10.
7. **Zhuravlyov A.L., Nestik T.A.** Collective Creativity as Organization's Activity Resource: Situation and Perspectives of Study. Psikhologicheskii Zhurnal. 2011;32(1):3-21.
8. **Kiselevsky O.** Innovatively Active Knowledge Management. Science and Innovations. 2025;6(268):26-33. DOI 10.29235/1818-9857-2025-6-26-33.
9. **Kondratenko S.V., Kuzmenko A.A., Spasennikov V.V.** Methodology in Assessment of Operator Activity in Man-Machine Systems. Bulletin of Bryansk State Technical University. 2017;1(54):261-270. DOI 10.12737/24950.
10. **Lvov V.M., Pavlyuchenko V.V., Spasennikov V.V.** Engineering-Psychological Problems of Designing Operator's Activity. Psikhologicheskii Zhurnal. 1989;10(5):66-74.
11. **Lvov V.M., Bagretsov S.A.** Concept of Managing Operators' Joint Activity. Human Factors: Problems of Psychology and Ergonomics. 2009;1(47):31-52.
12. **Nazarenko N.A., Paderno P.I.** Model of the Process of Designing Algorithms for Operating Activities.

- операторов // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2020. № 8-9. С. 11-19. EDN UNHNAF.
13. **Обозов Н.Н., Буга А.В., Куприн А.А. и др.** Психология управления в условиях совместной деятельности. Санкт-Петербург: Центр научно-информационных технологий "Астерион", 2012. 248 с. ISBN 978-5-94856-984-0. EDN SELXDP.
14. **Сидоренков А.В., Ульянова Н.Ю.** Методики изучения эффективности малых производственных групп // Российский психологический журнал. 2011. Т. 8, № 4. С. 9-16. EDN OOTUR.
15. Авторское свидетельство № 1809455 А1 СССР, МПК G09B 7/07. Устройство для оценки психологической совместимости испытуемых : № 4884060 : заявл. 07.09.1990 : опубл. 15.04.1993 / **В. В. Спасеников, Ю. И. Смирнов, С. И. Торбин, С. Н. Федотов** ; заявитель Тверской областной совет ВОИР, Калужский государственный педагогический институт им. К.Э. Циолковского. – EDN DYMSKB.
16. **Спасеников В.В.** Теория и практика формирования виртуальных команд для совместной деятельности в условиях цифровой экономики // Экономическая психология: прошлое, настоящее, будущее. 2019. № 4. С. 265-283. EDN NXKCI.
17. **Спасеников В.В.** Человеческий фактор в эргономических исследованиях: прошлое, настоящее, будущее (теоретический обзор) // Эргодизайн. 2025. № 3(29). С. 373-397. DOI 10.30987/2658-4026-2025-3-373-397. EDN VKMBML.
18. **Чернышев А.С., Лунев Ю.А., Сарычев С.В.** Аппаратурные методики психологической диагностики группы в совместной деятельности : Монография. Москва : Институт психологии РАН, 2005. 190 с. ISBN 5-9270-0069-X. EDN SURTMX.
19. **Anderson T., Kanuka H.** On-Line Forums: New Platforms for Professional Development and Group Collaboration. Journal of Computer-Mediated Communication. 1997;3(3). DOI 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00078.x.
20. **Frey L.R.** The Symbolic-Interpretive Perspective on Group Dynamics. Small Group Research. 2004;35(3):277-306. DOI 10.1177/1046496404263771.
21. **Kauffeld S.** Self-directed work groups and team competence. Journal of Occupational and Organizational Psychology. 2006;79(1):1-21. DOI 10.1348/096317905X53237.
22. **Kularajan S., Czocher J.A.** The Role of Reasoning with Quantities in Undergraduates' Modeling Activities. International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education. 2025. DOI 10.1007/s40753-025-00273-7.
23. **Lurey J.S., Raisinghani M.S.** An empirical study of best practices in virtual teams. Information & Management. 2001;38(8):523. DOI 10.1016/S0378-7206(01)00074-X. EDN DYMNNH.
24. **McLeod P.L., Kettner-Polley R.B.** Contributions of Psychodynamic Theories to Understanding Small Groups. Small Group Research. 2004;35(3):333-361. DOI 10.1177/1046496404264973.
25. **Spasennikov V, Androsov K, Golubeva G.** Ergonomic Factors in Patenting Computer Systems for Personnel's Selection and Training. CEUR Workshop Proceedings; 2020;2744:short51-1-short51-8. DOI 10.51130/graphicon-2020-2-4-51.
26. **Vuchkovski D., Zalaznik M., Mitreĝa M., Pfajfar G.** A look at the future of work: The digital transformation of teams from conventional to virtual. Journal of Business Proceedings of Saint Petersburg Electrotechnical University. 2020;8-9:11-19.
13. **Obozov N.N., Buga A.V., Kuprin A.A., et al.** Psychology of Management in Conditions of Joint Activity. Saint Petersburg: Centre for Scientific Information Technologies Asterion; 2012. 248 p.
14. **Sidorenkov A.V., Ulyanova N.Yu.** The Methods for Investigation of the Small Production Groups Efficacy. Russian Pshychological Journal. 2011;8(4):9-16.
15. **Spasennikov V.V., Smirnov Ju.I., Torbin S.I., et al.** Device for Estimating Psychological Compatibility of Persons Under Test. Patent RU 1809455 A1; Apr 15, 1993.
16. **Spasennikov V.V.** Theory and Practice of Virtual Teams Formation for Collaborative Work in Digital Economy. Economic Psychology: Past, Present, Future. 2019;(4):265-283.
17. **Spasennikov V.V.** Human Factors in Ergonomic Research: Past, Present, Future (Theoretical Review). Ergodesign. 2025;3(29):373-397. DOI 10.30987/2658-4026-2025-3-373-397.
18. **Chernyshev A.S., Lunev J.A., Sarichev S.V.** Hardware Techniques for Psychological Diagnosis of a Group in Collaboration Processes. Moscow: Institute of Psychology RAS; 2005. 190 p.
19. **Anderson T., Kanuka H.** On-Line Forums: New Platforms for Professional Development and Group Collaboration. Journal of Computer-Mediated Communication. 1997;3(3). DOI 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00078.x
20. **Frey L.R.** The Symbolic-Interpretive Perspective on Group Dynamics. Small Group Research. 2004;35(3):277-306. DOI 10.1177/1046496404263771.
21. **Kauffeld S.** Self-Directed Work Groups and Team Competence. Journal of Occupational and Organizational Psychology. 2006;79(1):1-21. DOI 10.1348/096317905X53237.
22. **Kularajan S., Czocher J.A.** The Role of Reasoning with Quantities in Undergraduates' Modeling Activities. International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education; 2025. DOI 10.1007/s40753-025-00273-7.
23. **Lurey J.S., Raisinghani M.S.** An Empirical Study of Best Practices in Virtual Teams. Information & Management. 2001;38(8):523. DOI 10.1016/S0378-7206(01)00074-X.
24. **McLeod P.L., Kettner-Polley R.B.** Contributions of Psychodynamic Theories to Understanding Small Groups. Small Group Research. 2004;35(3):333-361. DOI 10.1177/1046496404264973.
25. **Spasennikov V, Androsov K, Golubeva G.** Ergonomic Factors in Patenting Computer Systems for Personnel's Selection and Training. CEUR Workshop Proceedings; 2020;2744:short51-1-short51-8. DOI 10.51130/graphicon-2020-2-4-51.
26. **Vuchkovski D., Zalaznik M., Mitreĝa M., Pfajfar G.** A Look at the Future of Work: The Digital Transformation of Teams from Conventional to Virtual. Journal of Business

Research. 2023;163:113912. DOI 10.1016/j.jbusres.2023.113912. EDN UUUMSS.
27. **Wittenbaum G.** The Bias Toward Discussing Shared Information. *Communication Research*. 2000;27(3):379-401. DOI 10.1177/009365000027003005.
28. **Zuofa T., Ochieng E.G.** Investigating Barriers to Project Delivery using Virtual Teams. *Procedia Computer Science*. 2021;181:1083-1088. DOI 10.1016/j.procs.2021.01.304. EDN RFJQFL.

Research. 2023;163:113912. DOI 10.1016/j.jbusres.2023.113912.
27. **Wittenbaum G.** The Bias Toward Discussing Shared Information. *Communication Research*. 2000;27(3):379-401. DOI 10.1177/009365000027003005.
28. **Zuofa T., Ochieng E.G.** Investigating Barriers to Project Delivery Using Virtual Teams. *Procedia Computer Science*. 2021;181:1083-1088. DOI 10.1016/j.procs.2021.01.304.

Информация об авторах:

Багрецов Сергей Алексеевич – доктор технических наук, профессор Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, профессор кафедры, тел. 8(911)779-86-94, международные идентификационные номера автора SPIN-код: 7463-8396, AuthorID: 514551

Киселевский Олег Сергеевич – кандидат технических наук, доцент Белорусско-Российского университета, международные идентификационные номера автора SPIN-код: 3550-9731

Хохлова Марина Витальевна – доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой гуманитарных и социальных дисциплин Брянского государственного технического университета, международные идентификационные номера автора: Spin-код 3578-1303, Author-ID-РИНЦ 467796

Логвинов Дмитрий Владимирович – аспирант ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», тел. 89996212001, E-mail: logvinovdmitriv@gmail.com; ORCID 0009-0004-6399-4396

Information about the authors:

Bagretsov Sergey Alekseevich – Doctor Engineering, Professor of A.F. Mozhaisky Military Space Academy, Professor of the Department, ph.: +7(911)779-86-94, the author's international identifiers: SPIN-code: 7463-8396, AuthorID: 514551.

Kiselevskiy Oleg Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Belarusian-Russian University, the author's international identifiers: SPIN-code: 3550-9731.

Khokhlova Marina Vitalievna – Doctor of Pedagogy, Professor, Head of the Department of Humanities and Social Disciplines of Bryansk State Technical University, the author's international identifiers: SPIN-code: 3578-1303, Author ID Scopus: 467796.

Logvinov Dmitry Vladimirovich – Postgraduate Student of Bryansk State Technical University, ph.: +79996212001, email logvinovdmitriv@gmail.com, ORCID: 0009-0004-6399-4396.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.09.2025; одобрена после рецензирования 28.10.2025; принята к публикации 29.10.2025. Рецензент – Коськин А.В., доктор технических наук, профессор, член редакционного совета журнала «Эргодизайн»

The paper was submitted for publication on the 12th of September 2025; approved after the peer review on the 28th of October 2025; accepted for publication on the 29th of October 2025. Reviewer – Koskin A.V., Doctor of Engineering, member of the editorial board of the journal “Ergodesign”.