

УДК 658.5

**РЕВЕРСИВНО-ПЕРЕХОДНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

© 2025 С.А. Назаревич

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
г. Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила в редакцию 25.11.2025

В статье представлена концепция реверсивно-переходных моделей, позволяющих управлять развитием организационных и производственных систем. Определены ключевые составляющие для формирования траекторий переходов, основанные на показателях системотехнических процессов, характеризующих квалитетические условия для типологии организационных и производственных систем. Механизм реализуется на основе применения матриц переходных вероятностей, учитывающих исходное состояние исследуемой системы и уровень качества целевого функционирования системотехнических процессов, результат визуализирован ориентированным сетевым графом состояний. Управление организационным развитием учитывает реверсивные сценарии переходов между типами систем, что отражает фактическую сложность и нелинейность трансформационных процессов, при исследовании учитываются только результаты анализа текущего состояния исследуемой системы, без обращения к ретроспективным данным. Разработанный подход позволяет проводить оценку качества функционирования организационных и производственных систем в автоматизированном режиме, формировать рекомендации для выбора типологии развития и итеративно проводить исследование для коррекции плана организационного развития.

Ключевые слова: модели, организационные системы, качество, процессы, типология, технология, организация.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-6-73-78

EDN: GIERZZ

АКТУАЛЬНОСТЬ

Современные организации в настоящих условиях экономической и технологической турбулентности функционируют с учетом высоко рискованной ориентации на конкурентоспособность и итеративное улучшение качества процессов создания ценности. Морально-техническое устаревание продукции, низкая гибкость процессов приводит к созданию условий антиэтнотцентрического восприятия отечественной продукции приборостроительной и машиностроительной отрасли, отражающих регресс потребительских и технических характеристик производимой продукции и услуг. Общее устаревание, дисфункциональность промышленной и технологической инфраструктуры, системный кризис прикладных и фундаментальных исследований формирует необходимость и актуальность разработки механизмов коррекции организационного развития и анализа уровня качества функционирования организационных и производственных систем предприятий. Организация производства новой продукции, устаревшими базовыми технологиями производства, приводит к масштабированию псевдоинноваций и отрицательной динамики для организационного и продуктового развития предприятия.

Таким образом, актуальной задачей является диагностика состояний организационных и производственных систем, прогнозирование их эволюционных траекторий и коррекции типа для формирования устойчивой и соответствующей профилю внешних вызовов, внутренней структуры управления системотехническими процессам создания ценности.

Проблема применения традиционных инструментов и подходов к оценке организационного развития заключается в стремлении к динамическому мониторингу систем, излишней детализации и увеличении реперных точек контроля, в динамике. Подходы к анализу организационного потенциала включают либо оценку управляющих систем через исследование групповых категорий объекта исследования, таких как: производственный потенциал, информационный потенциал, кадровый потенциал, где оценивается формат традиционной организации внутренних функциональных процессов, в рамках классической концепции IDEFO от входа к выходу. Либо оценивается результативность функции и ее дисперсия, в соответствии с утвержденным планом развития. Для решения некоторых задач данный подход

Назаревич Станислав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества. E-mail: albus87@inbox.ru

вполне оправдан и практически эффективен, но требует уточнения и дополнения в целях расширения области применения и функционального назначения при исследовании уровня качества организации системотехнических процессов организационных и производственных систем.

Системотехнические процессы — связующее звено для организационных и производственных систем, формируют причинно-следственные связи для реализации многовариантных задач достижения цели в конкретных условиях перевода потребительских требований в конструкторскую документацию производимого изделия или услуги. Таким образом, системотехнические процессы являются составной частью производственного процесса, формирующие типологию организационных и производственных систем [1 - 5]. Следовательно, учет уровня качества организации системотехнических процессов, создает возможность для диагностики и анализа организационного потенциала с целью коррекции развития и трансформации организационных и производственных систем к более жизнеспособному типу.

ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ РЕШЕНИЯ

В основу трансформации организационных и производственных систем, положен принцип итеративного перехода от текущего состояния к целевому состоянию, в зависимости от потенциала системы. Переход систем из состояния текущей функциональности в состояние постфункциональности, осуществляется на основании процесса управления изменениями, путем измерения численных характеристик системотехнических процессов, формирующих квалитетические условия, для реверсивно-переходных моделей.

Под реверсивно-переходными моделями понимаются возможные состояния типологии организационных и производственных систем, характеризующие эволюцию их основной производственной функции [1 - 7]. Типология организационных и производственных систем включает:

- традиционную систему (*S*) – классическая организационная и производственная система, где системотехнические процессы организованы по жестким, заранее установленным правилам и процедурам. Стабильная организационная иерархия и тотальный контроль, процессы линейные, изменения медленные и консервативные.

- бережливую систему (*SL*), где основной концепцией является ориентация на процессную деятельность по оптимизации видов потерь, повышение эффективности и качества.

- обучающую систему (*SE*), она создает акцент на коллективном обучении и обмене знаниями. Персонал обучается на собственном опыте, коллективное совершенствование, образовательная корпоративная культура [4, 6, 8].

- амбидекстрную систему (*SR*), её реализует реверсивный тип организации процессов от исследования к эксплуатации, позволяет оптимизировать и управлять существующими видами деятельности и формировать визионерство для улучшения потребительских характеристик продукции

- самообучающую систему (*SE*), она изменяет собственную структуру и корпоративное управление на основе полученных знаний, проводит постоянную самоорганизацию и структурные трансформации [4 - 6].

- высокотехнологическую систему (*ST*), которая использует высокоэффективные процессы на основе современных технологий. Система является технологическим драйвером для отрасли по созданию продуктов и технологий [8-10].

- система-систем (*SS*) – сложная экосистема взаимосвязанных и взаимозависимых компонентов процессов жизненного цикла, системообразующее свойство выражено в виде увеличения степени автономии структурных подразделений до уровня научно-производственных комплексов, создающих полный цикл производства.

- инновационную систему (*SI*) – комплексно генерирует новые бизнес-модели, продукты и услуги, формируя рынки будущего, через группу стартапов и технологичных продуктов, обладающих либо абсолютной, либо региональной технической новизной, уровнем техники и изобретательским уровнем.

Типология организационных и производственных систем представлена реверсивно-переходными моделями, демонстрирующими траекторию развития от жесткой, механистической организации к живой, адаптивной, эволюционирующей системе, способной к устойчивости перед вызовами среды.

Реверсивно-переходные модели визуализированы ориентированным графом состояний (рис.1) типологии организационных и производственных систем, функции перехода реализованы путем создания матриц переходных вероятностей для каждого этапа эволюции.

Особенностью разработанных моделей является реверсивный подход к направленности развития. Системы имеют возможность обратной трансформации, где вероятность перехода

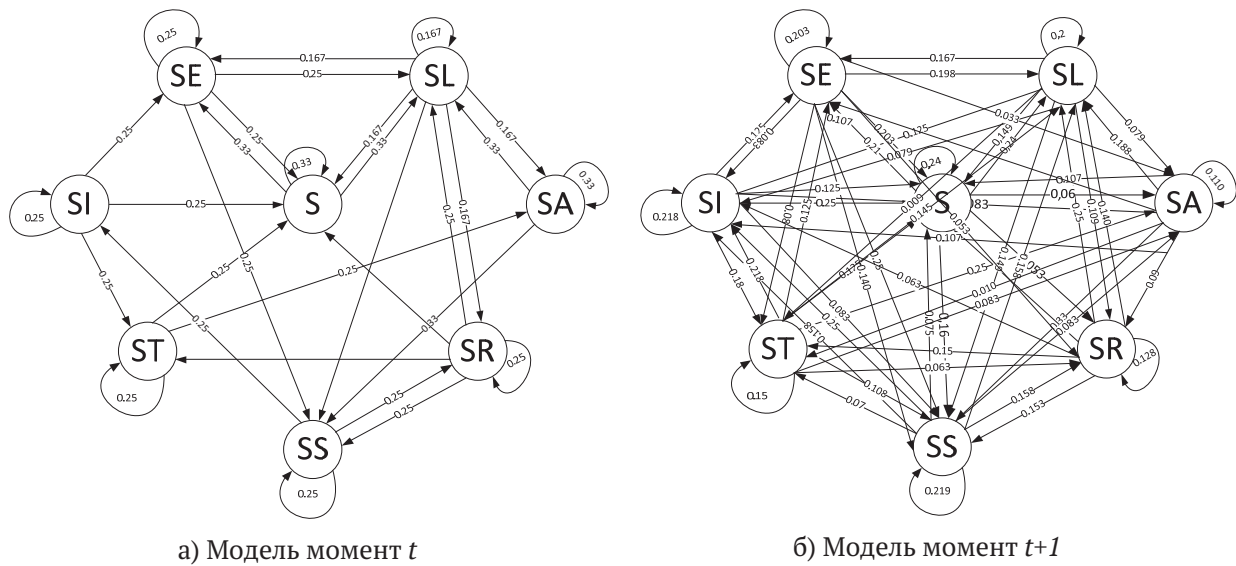


Рис. 1. Реверсивно-переходные модели

характеризует возможность организационных и производственных систем двигаться к целевому типу или остаться в текущем состоянии до следующего цикла исследования квалиметрических условий.

Квалиметрические условия необходимы для классификации типологии организационных и производственных систем (таб.1) и характеризуют качество целевого функционирования системотехнических процессов, представляются группой следующих показателей: структурная гибкость (S_s), скорость адаптации (V), инновационная активность (I), уровень автономии (A), внешняя интеграция (E), отношение к риску (R), глубина обучения (L), скорость решений (D), формализация процессов (P), уровень технологии (T), эксплуатация/исследования (U).

Механизм оценивания реализуется путем самоидентификации и проведения внутреннего аудита, оценка формируется балльным способом (таб.1). Результат формирует ряд квалиметрических условий для идентификации текущего типа организационных и производственных систем. Каждый тип организационных и производственных систем, исходя из полученных численных характеристик системотехнических процессов (таб.1) имеет траектории для организационного развития, полученные равновероятным способом (рис.1.а) на момент исследования.

Таблица 1. Представление вероятностей перехода

	(S_s)	(V)	(I)	(A)	(E)	(R)	(L)	(D)	(P)	(T)	(U)	Σ
	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	{1...10}	
S	2	3	2	3	2	2	2	9	3	2	2	32
SE	5	6	5	4	5	4	7	5	5	5	4	55
SA	7	8	7	8	7	6	9	7	3	7	6	75
SL	6	9	6	7	6	5	8	8	4	6	3	68
ST	8	7	9	6	8	7	7	6	4	10	7	79
SR	9	8	8	7	8	7	8	7	5	8	5	80
SS	10	9	8	9	10	8	9	8	3	9	6	89
SI	9	8	10	8	9	9	8	7	2	9	9	88

В табл. 2 представлены потенциальные переходы между типами и сформированы матрицы переходных вероятностей, характеризующие возможность осуществления перехода на текущий момент исследования t , причем при исследовании на момент времени $t+1$ количество переходных вероятностей возрастает, увеличивая возможность исходов. Матрицы переходных вероятностей достигают стационарного распределения, сводящего точность оценивания и выбора траектории развития к минимуму примерно на 7 и 8 шагах исследования. Следовательно, формирование предварительной оценки текущего состояния систем рационально проводить до 3 шага исследования, при равновероятном способе.

Таблица 2. Представление вероятностей перехода равновероятностным способом

Система	Траектория перехода из состояния в состояние на момент шага времени t								Вероятность перехода из состояния в состояние на момент шага времени t							
	S	SL	SS	SE	SA	SR	ST	SI	S	SL	SS	SE	SA	SR	ST	SI
S	S	S	-	S	-	-	-	-	S	0.33	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	-	-	SL	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.00
SS	-	-	SS	-	-	SS	-	SS	SS	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00
SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	-	SE	0.25	0.2	0.25	0.25	0.00	0.0	0.00
SA	-	SA	SA	-	SA	-	-	-	SA	0.00	0.33	0.333	0.00	0.33	0.00	0.00
SR	-	SR	SR	-	-	SR	SR	-	SR	0.0	0.25	0.25	0.00	0.00	0.25	0.25
ST	ST	ST	-	-	ST	-	ST	-	ST	0.25	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25
SI	SI	-	-	SI	-	-	SI	SI	SI	0.25	0.0	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25

Из S : Возможны переходы в $\{S, SL, SE\} \rightarrow 3$ варианта. $P = 1/3 \approx 0.333$.

Из SL : Возможны переходы в $\{S, SL, SS, SE, SA, SR\} \rightarrow 6$ вариантов. $P = 1/6 \approx 0.167$.

Из SS : Возможны переходы в $\{SS, SR, SI\} \rightarrow 3$ варианта. $P = 1/3 \approx 0.333$.

Из SE : Возможны переходы в $\{S, SL, SS, SE\} \rightarrow 4$ варианта. $P = 1/4 = 0.25$.

Из SA : Возможны переходы в $\{SL, SS, SA\} \rightarrow 3$ варианта. $P = 1/3 \approx 0.333$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Таким образом, процесс итеративного перехода от текущего состояния к целевому определяется вероятностью на момент исследования и визуализирован моделью ориентированного направленного графа (рис.1), демонстрирующего цикл трансформации для типологий организационных и производственных систем, где вершины определены, как состояния, дуги характеризуют вероятность перехода.

Для повышения точности оценки текущего типа исследуемых организационных и производственных систем, при формировании матриц переходных вероятностей используется квалиметрические условия (рис.2а), позволяющие на основании оценки качества целевого функционирования системотехнических процессов, более полно и точно сформировать принадлежность исследуемой системы к определенному типу. Результаты дополнения матриц переходных вероятностей, с целью определения возможной траектории и вероятности перехода к следующему типу систем, получены и визуализированы на рис.2 б, с учётом рекомендаций для улучшения качества системотехнических процессов.

Предложенный подход реализован с помощью прикладного информационного продукта на базе языка *Python*, результаты представлены на рис. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработан подход к улучшению качества функционирования организационных и производственных систем, на основании применения реверсивного переходных моделей, учитывающих качество целевого функционирования системотехнических процессов. Подход позволяет системно и комплексно исследовать и решать задачи актуализации программ стратегического развития организаций путём определения траектории организационной эволюции основных структурных подразделений, реализующих системотехнические процессы и участвующих в создании, как нового продукта, так и в глубокой диверсификации существующей выпускаемой номенклатуры изделий. Использование квалиметрических условий и матриц переходных вероятностей, позволяет сократить количество реперных точек контроля, перейти к смешенному виду динамично-статического мониторинга, созданию более комфортного механизма анализа и исследования организационных и производственных систем, снижая нагрузку на кадровый персонал. Таким образом, упрощаются процессы исследования организационного потенциала, и автоматизируется оценка уровня качества системотехнических процессов, как в динамичном, так и статичном режимах. Обоснован подход к принятию решения об изменении типа организации в зависимости от уровня готовности кадрового персонала и структурных подразделений к проведению изменений, как частичного и локального характера, так и полного реинжиниринга основных процессов создания ценности.

=====

ВВОД КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

=====

Введите значения от 1 до 10 для каждого параметра:
(Нажмите Enter для использования значения по умолчанию)

Структурная гибкость (Ss) [2]: 5
 Скорость адаптации (Vs) [3]: 4
 Инновационная активность (Is) [2]: 6
 Уровень автономии (As) [3]: 8
 Степень внешней интеграции (Es) [2]: 8
 Отношение к риску (Rs) [2]: 6
 Глубина обучения (Ls) [2]: 5
 Скорость принятия решений (Ds) [9]: 4
 Степень формализации (Ps) [3]: 2
 Уровень технологии (Ts) [2]: 5
 Уровень эксплуатации/исследования (Us) [2]: 6

ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ТИП СИСТЕМЫ: Обучающаяся организация
 УВЕРЕННОСТЬ КЛАССИФИКАЦИИ: 43.5%

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ:

Целевая система для перехода: Береливая система
 Вероятность перехода: 0.250

Рекомендуемые изменения параметров:

1 Скорость адаптации (Vs):
 Текущее значение: 4 → Целевое: 9
 Действие: УВЕЛИЧИТЬ на 5 пунктов
 Рекомендации: Ускорьте процессы обратной связи, создайте agile-команды

1 Степень внешней интеграции (Es):
 Текущее значение: 8 → Целевое: 6
 Действие: УМЕНЬШИТЬ на 2 пункта

1 Глубина обучения (Ls):
 Текущее значение: 5 → Целевое: 8
 Действие: УВЕЛИЧИТЬ на 3 пункта
 Рекомендации: Внедрите систему менторства, создайте базу знаний

1 Скорость принятия решений (Ds):
 Текущее значение: 4 → Целевое: 8
 Действие: УВЕЛИЧИТЬ на 4 пункта

1 Степень формализации (Ps):
 Текущее значение: 2 → Целевое: 4
 Действие: УВЕЛИЧИТЬ на 2 пункта

а) Интерфейсное окно ввода данных

б) Рекомендации для улучшения

Из \ В	S	SE	SL	SA	SR	ST	SS	SI
Традиционная	0.312	0.375	0.312	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Обучающаяся	0.250	0.250	0.250	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000
Береливая	0.159	0.159	0.159	0.206	0.159	0.000	0.159	0.000
Самообучающаяся	0.000	0.000	0.333	0.333	0.000	0.000	0.333	0.000
Амбидекстрная	0.000	0.000	0.233	0.000	0.233	0.302	0.233	0.000
Высокотехнологическая	0.250	0.000	0.250	0.250	0.000	0.250	0.000	0.000
Система систем	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.333	0.333
Инновационная	0.250	0.250	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.250

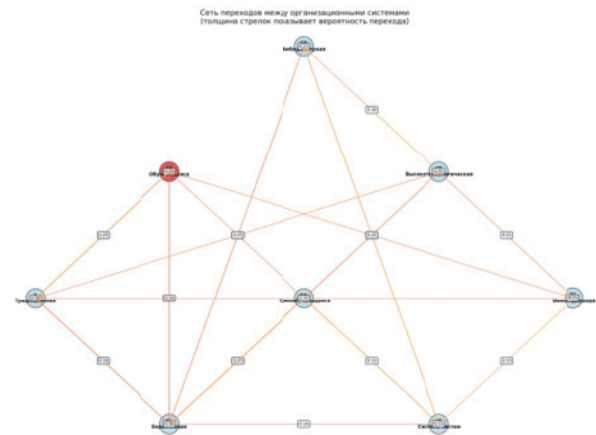
=====

МАТРИЦА ПЕРЕХОДНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ - шаг 2

=====

Из \ В	S	SE	SL	SA	SR	ST	SS	SI
Традиционная	0.241	0.261	0.241	0.064	0.050	0.000	0.143	0.000
Обучающаяся	0.130	0.196	0.180	0.052	0.123	0.000	0.186	0.083
Береливая	0.114	0.124	0.220	0.102	0.115	0.048	0.223	0.053
Самообучающаяся	0.053	0.053	0.164	0.180	0.164	0.000	0.275	0.111
Амбидекстрная	0.112	0.037	0.167	0.124	0.169	0.146	0.169	0.078
Высокотехнологическая	0.130	0.133	0.264	0.197	0.040	0.062	0.123	0.000
Система систем	0.093	0.083	0.078	0.000	0.189	0.184	0.189	0.194
Инновационная	0.216	0.219	0.203	0.062	0.000	0.125	0.062	0.062

в) Матрица переходных вероятностей



г) Сетевой граф состояний переходов

Рис. 2. Анализ потенциала систем для реализации реверсивно-переходных моделей

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Новиков, Д.А. Модели и механизмы управления научными проектами в университетах / Д.А. Новиков, А.Л. Суханов. – М.: Институт управления образованием, 2005. – 80 с.
- Туккель, И. Л. Управление инновационными проектами / И. Л. Туккель, А.В. Сурина, Н.Б. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 416 с.
- Береснева, М.А. Механизмы управления самоорганизующимися социальными системами на уровне организации / М.А. Береснева // Таврический научный обозреватель. – 2016. – Т. 4 (9). – С. 177-186
- Митягина М.Н. Исследование особенностей переходных состояний модели жизненного цикла модификации / М.Н. Митягина, С.А. Назаревич // Системный анализ и логистика. – 2022. – № 4 (34). – С. 36–43.
- Назаревич, С.А. Организационное забывание как системный инструмент реинжиниринга для организационной системы / С.А. Назаревич, Е.А. Пашина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27. – № 3(125). – С. 16-23
- Кауфман, Н.Ю. Трансформация управления знаниями в условиях развития цифровой экономики / Н.Ю. Кауфман // Креативная экономика. – 2018. – Т. 12. – № 3. – С. 261–270.
- Уренцев, А.В. Управление качеством сложных технических систем в современной конкурентной среде / А.В. Уренцев // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: Сборник докладов Первой Всероссийской научной конференции. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 175-179.
- Леонова, О. Г. Подходы к управлению интеллектуальным капиталом / О. Г. Леонова // Петербургский экономический журнал. – 2025. – № 2. – С. 61-70.
- Шашмури, А.А. Сравнительный анализ традиционных и цифровых систем управления производственными организациями / А.А. Шашмури // Метрологическое обеспечение инновационных технологий : Сборник статей VII Международного форума, Санкт-Петербург, 04 марта 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2025. – С. 471-472.
- Фаттахов, Х.И. Системы управления организационными структурами в цифровой экономике / Х.И. Фаттахов, Ю.В. Нефедова, Р.Ф. Гарифуллин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73. – № 4. – С. 119-123.

REVERSIBLE-TRANSIENT MODELS FOR IMPROVING THE PERFORMANCE OF ORGANIZATIONAL AND PRODUCTION SYSTEMS

© 2025 S.A. Nazarevich

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation,
Saint Petersburg, Russia

This article presents the concept of reversible transition models for managing the development of organizational and production systems. Key components for shaping transition trajectories are identified, based on indicators of system-technical processes that characterize the qualimetric conditions for the typology of organizational and production systems. The mechanism is implemented through the use of transition probability matrices that take into account the initial state of the system under study and the level of performance of the system-technical processes. The result is visualized using a directed network graph of states. Organizational development management considers reversible transition scenarios between system types, reflecting the actual complexity and nonlinearity of transformation processes. The study considers only the results of an analysis of the current state of the system under study, without resorting to retrospective data. The developed approach enables automated assessment of the performance of organizational and production systems, the formation of recommendations for selecting a development typology, and iterative research to adjust the organizational development plan. **Keywords:** *models: organizational systems, quality, processes, typology, technology, organization.*

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-6-73-78

EDN: GIERZZ

REFERENCES

1. *Novikov, D.A. Modeli i mekhanizmy upravleniya nauchnymi proektami v universitetah / D.A. Novikov, A.L. Suhanov. – M.: Institut upravleniya obrazovaniem, 2005. – 80 c.*
2. *Tukkel', I. L. Upravlenie innovatsionnymi proektami / I. L. Tukkel', A.V. Surina, N.B. Kul'tin. – SPb.: BHV-Peterburg, 2017. – 416 s.*
3. *Beresneva, M.A. Mekhanizmy upravleniya samoorganizuyushchimisya social'nymi sistemami na urovne organizatsii / M.A. Beresneva // Tavricheskij nauchnyj obozrevatel'. – 2016. – T. 4 (9). – S. 177-186*
4. *Mityagina, M.N. Issledovanie osobennostey perekhodnykh sostoyaniy modeli zhiznennogo cikla modifikatsii / M.N. Mityagina, S.A. Nazarevich // Sistemnyy analiz i logistika. – 2022. – № 4 (34). – S. 36-43.*
5. *Nazarevich, S.A. Organizatsionnoe zabyvanie kak sistemnyy instrument reinzhiniringa dlya organizatsionnoy sistemy / S.A. Nazarevich, E.A. Pashina // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2025. – T. 27. – № 3(125). – S. 16-23*
6. *Kaufman, N.Yu. Transformatsiya upravleniya znaniyami v usloviyakh razvitiya cifrovoj ekonomiki / N.Yu. Kaufman // Kreativnaya ekonomika. – 2018. – T. 12. – № 3. – S. 261-270.*
7. *Urencev, A.V. Upravlenie kachestvom slozhnykh tekhnicheskikh sistem v sovremennoy konkurentnoy srede / A.V. Urencev // Modelirovanie i situatsionnoe upravlenie kachestvom slozhnykh sistem: Sbornik dokladov Pervoy Vserossijskoj nauchnoy konferentsii. – Sankt-Peterburg, 2020. – S. 175-179.*
8. *Leonova, O. G. Podhody k upravleniyu intellektual'nym kapitalom / O. G. Leonova // Peterburgskij ekonomicheskij zhurnal. – 2025. – № 2. – S. 61-70.*
9. *Shashmurin, A.A. Sravnitel'nyy analiz traditsionnykh i cifrovyykh sistem upravleniya proizvodstvennymi organizatsiyami / A.A. Shashmurin // Metrologicheskoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologiy : Sbornik statej VII Mezhdunarodnogo foruma, Sankt-Peterburg, 04 marta 2025 goda. – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyy universitet aerokosmicheskogo priborostroeniya, 2025. – S. 471-472.*
10. *Fattahov, H.I. Sistemy upravleniya organizatsionnymi strukturami v cifrovoj ekonomike / H.I. Fattahov, Yu.V. Nefedova, R.F. Garifullin // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva. – 2017. – T. 73. – №. 4. – S. 119-123.*