*Научная статья*

https://doi.org/10.54220/v.rsue.1991-0533.2026.94.2.005
УДК 658.5:004.8:338.45

# МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНИЗОВАННОЙ СЛОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В РАМКАХ ЭНТРОПИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ

***Погорелова Л. А.*[1]***
[1] *Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова, Новочеркасск, Россия*
** pogorelova_la@npi-tu.ru*

**Аннотация.** *Введение.* В условиях становления адаптивных производств Индустрии 5.0 повышение гибкости производственной системы сопровождается усложнением ее структуры, связей и управленческих взаимодействий, что при недостаточной зрелости контуров координации способно приводить не к росту адаптивности, а к перегрузке и снижению наблюдаемости процессов. Цель статьи состоит в разработке модели поступательного формирования организованной сложности производственной системы, обеспечивающей использование усложнения как ресурса гибкости и адаптивности. *Материалы и методы.* Исследование основано на методах системного анализа, концептуального моделирования и пороговой классификации диагностических состояний на основе сигнальных метрик. Методическая конструкция статьи базируется на согласованном использовании условной энтропии как индикатора неопределенности информационно-управленческих потоков, интегральной структурно-функциональной сложности как показателя адаптивного потенциала и тезаурусного потенциала как фактора воспроизводимости решений и согласования взаимодействия «человек – искусственный интеллект». *Результаты исследования.* Разработана модель управляемого формирования организованной сложности производственной системы. Предложена пороговая логика диагностики траектории ее развития по сигнальным метрикам, включая лаг «событие → система», долю решений вне системы, время согласования и объем незавершенного производства. Систематизированы четыре направления подготовки предприятия к управляемому наращиванию сложности: информационная, организационная, процессная и тезаурусная готовность. Определены минимальный набор входных данных для диагностики и алгоритм перехода от расчета показателей к выбору управленческих воздействий и мониторингу эффекта. *Обсуждение и заключение.* Наращивание структурно-функциональной сложности обеспечивает рост гибкости и адаптивности только при одновременном снижении либо удержании на допустимом уровне неопределенности управленческих потоков. Теоретическая значимость статьи связана с уточнением различия между организованной сложностью и перегрузкой производственной системы, практическая – с возможностью использования предложенного регламента для диагностики состояния системы и выбора управленческих мер. Дальнейшее развитие исследования целесообразно связывать с эмпирической апробацией модели на пилотных участках и калибровкой пороговых значений с учетом отраслевой специфики.

**Ключевые слова:** производственная система, организованная сложность, условная энтропия, структурно-функциональная сложность, тезаурусный потенциал, управление предприятием, промышленность.

***Для цитирования:*** Погорелова Л. А. Модель формирования организованной сложности производственной системы в рамках энтропийного управления. *Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ).* 2026;2(33):64-76. DOI 10.54220/v.rsue. 1991-0533.2026.94.2.005.

*Research article*

JEL M11 L23 O33

# A MODEL OF THE FORMATION OF THE ORGANIZED COMPLEXITY OF THE PRODUCTION SYSTEM WITHIN THE FRAMEWORK OF ENTROPY MANAGEMENT

***Pogorelova L.*[1]***

[1] *Platov South Russian State Polytechnic University, Novocherkassk, Russia*

** pogorelova_la@npi-tu.ru*

**Abstract.** *Introduction.* Under the emergence of adaptive Industry 5.0 production systems, increasing production-system flexibility is accompanied by greater structural, relational, and managerial complexity. When coordination mechanisms are insufficiently mature, this may lead not to higher adaptability but to system overload and reduced process observability. Against this background, the purpose of the article is to develop a model for the gradual formation of organized complexity in a production system, enabling complexity to be used as a resource for flexibility and adaptability. *Materials and methods.* The study is based on the methods of systems analysis, conceptual modeling, and threshold classification of diagnostic states using signal metrics. The methodological framework of the article relies on the coordinated use of conditional entropy as an indicator of uncertainty in information and managerial flows, integral structural-functional complexity as an indicator of adaptive capacity, and thesaurus potential as a factor of decision reproducibility and the alignment of human–artificial intelligence interaction. *Research results.* A model for the managed formation of organized complexity in a production system has been developed. A threshold logic for diagnosing its development trajectory using signal metrics is proposed, including the «event → system» lag, the share of decisions made outside the system, approval time, and work-in-progress volume. Four areas of enterprise preparedness for the managed increase of complexity are systematized: informational, organizational, process, and thesaurus readiness. A minimum set of input data for diagnostics and an algorithm for moving from indicator calculation to the selection of managerial interventions and effect monitoring are identified. *Discussion and conclusion.* It is shown that an increase in structural-functional complexity ensures growth in flexibility and adaptability only when uncertainty in managerial flows is simultaneously reduced or maintained within an acceptable range. The theoretical significance of the article lies in clarifying the distinction between organized complexity and production-system overload, while its practical significance is associated with the possibility of using the proposed framework to diagnose system conditions and select managerial measures. Further development of the study should be associated with empirical testing of the model at pilot sites and with the calibration of threshold values taking into account industry-specific features.

**Keywords:** production system, organized complexity, conditional entropy, structural and functional complexity, thesaurus potential, enterprise management, industry.

**For citation:** Pogorelova L. A Model of the Formation of the Organized Complexity of the Production System within the Framework of Entropy Management. *Vestnik of Rostov State University of Economics (RINH).* 2026;2(33):64-76. DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2026.94.2.005.

**Введение**

Современная производственная система развивается под воздействием двух разнонаправленных тенденций. С одной стороны, предприятия вынуждены повышать гибкость, расширяя номенклатуру, увеличивая параллельность операций, сокращая время переналадок и ориентируясь на выпуск кастомизированной продукции [1]. С другой стороны, усложнение производственной структуры нередко сопровождается ростом дезорганизации производственной среды, проявляющейся в противоречивости статусов, разрывах ответственности на стыках подразделений, увеличении доли решений, принимаемых вне формализованного контура управления, и удлинении управленческого цикла [2]. В логике Индустрии 5.0 адаптивность становится одним из ключевых свойств производственной системы.

Как показано в работе [12], готовность отраслей будущего к изменяющимся условиям производственно-сбытовых цепочек выступает существенной характеристикой нового этапа промышленного развития, ориентированного на человекоориентированность, устойчивость и стабильность. В этих условиях адаптивность непосредственно связана со сложностью системы, поскольку расширение разнообразия заказов, режимов работы и вариантов реагирования требует увеличения числа элементов, связей и возможных маршрутов [13]. Однако само по себе усложнение не обеспечивает адаптивности, так как при отсутствии согласованных механизмов управления оно может сопровождаться ростом организационных издержек и снижением наблюдаемости процессов. Вследствие этого практическое значение приобретает не просто наращивание сложности, а формирование таких условий, при которых она сохраняет организованный характер и становится источником гибкости, а не перегрузки.

В статье предлагается модель поступательного формирования организованной сложности производственной системы в условиях становления адаптивных производств поколения Индустрии 5.0, обосновывается пороговая логика диагностики траектории ее развития на основе сигнальных метрик координации и систематизируются направления подготовки системы к управляемому усложнению.

**Материалы и методы**

Для достижения поставленной цели использованы методы системного анализа, концептуального моделирования и пороговой классификации диагностических состояний на основе сигнальных метрик. В качестве опорного подхода рассматривается методика управления, сформированная в предыдущих работах автора [16-18].

Для раскрытия методики уточним, как условная энтропия, структурно-функциональная сложность и тезаурусный потенциал отражают разные контуры управления и дополняют друг друга в единой диагностике.

Условная энтропия характеризует меру неопределенности дальнейшей траектории развития системы: противоречивости статусов, задержек управленческого сигнала, несогласованности данных и роста доли нештатных согласований [3, 4]. Снижение энтропии в управлении достигается за счет регламентов и согласованных связей между структурными составляющими производственной системы, что уменьшает «разрывы» между реальным процессом и его информационным отражением [9, 10].

Интегральная структурно-функциональная сложность выступает как управленческий индикатор адаптивности и гибкости производственной системы. В рамках методики энтропийного управления производственной системой требуется понимание сложности системы в целом как единого показателя. Структурная сложность системы характеризуется количеством ее

элементов и их взаимосвязями между собой: чем больше взаимодействий между элементным составом системы в течение анализируемого периода, тем выше структурная сложность системы. Функциональная сложность зависит от: количества одновременно выполняемых работ, то есть от того, насколько запараллелены работы; продолжительности самой длинной работы при максимальном запараллеливании; среды функционирования производственной системы. Для получения комплексной оценки целесообразно рассчитывать интегральный показатель как взвешенную сумму структурной и функциональной составляющих, причем веса определяются адаптивно – через оценку вклада каждой компоненты в текущий результат. В каждый момент при оценке сложности системы отдается приоритет наиболее значимой составляющей, которая в большей степени компенсирует работу второго элемента сложности системы [16]. Это позволяет учесть специфику конкретного предприятия и рассматриваемого периода, повышая точность диагностики и адресность управленческих воздействий.

Тезаурусный потенциал характеризует интеллектуальный контур производственной системы, включающий тезаурус персонала, искусственного интеллекта и механизмы их согласованного взаимодействия. Масштабирование лучших практик требует унификации терминологии, описания типовых ситуаций и обеспечения машинной интерпретации знаний, что повышает воспроизводимость управленческих решений и сопоставимость результатов [11]. Разработка модели опирается на принцип: сложность должна возрастать как ресурс гибкости и адаптивности, при этом неопределенность управленческих взаимодействий должна снижаться или удерживаться на минимально допустимом уровне.

**Результаты исследования**

В производственных системах часто возникают ситуации, когда при усложнении структуры искажаются информационные потоки, вызывая так называемую перегрузку. Под перегрузкой в производственной системе понимается состояние, при котором усложнение структуры и функционала (рост числа взаимосвязей, параллельных операций и вариантов исполнения) сопровождается ухудшением качества управленческих потоков: увеличивается интенсивность и неоднородность сообщений между подразделениями, возрастает вероятность искажений и несогласованности данных, что снижает наблюдаемость и делает управленческие сигналы запаздывающими [3]. В условиях роста неопределенности закономерно увеличивается количество исключений и нестандартных ситуаций, что перегружает контур координации и усиливает долю «ручных» согласований, то есть решений «вне системы» [4]. На уровне результатов это проявляется в нарушении ритмичности работы: неритмичный выпуск ухудшает экономические показатели и становится следствием организационных сбоев и несвоевременного обеспечения ресурсами, что приводит к росту простоев, накоплению незавершенного производства и увеличению длительности производственного цикла [5, 6].

Организованная сложность производственной системы, напротив, трактуется как целевое состояние развития, при котором рост структурно-функциональной сложности (как адаптивного потенциала) сопровождается усилением управляемости за счет механизмов координации и управления сложными системами, а также снижением неопределенности информационно-управленческих потоков (за счет регламентов, согласованных связей и прозрачности контуров управления) [15]. В работах, посвященных эволюции производственных систем в инновационной экономике, подчеркивается необходимость сочетания гибкости и адаптивности с согласованной организацией производства и управленческих механизмов, то есть сложность должна

развиваться как ресурс гибкости, а не как источник дезорганизации [7]. Аналогично исследования по развитию гибких производственных систем показывают, что эффект гибкости достигается не самим «усложнением», а выстроенным механизмом управления, который обеспечивает согласование элементов системы и поддерживает ее адаптивный потенциал [8].

Ключевым признаком организованной сложности выступает снижение неопределенности и дезорганизации информационно-управленческих потоков: по мере развития системы должны уменьшаться противоречия данных и задержки прохождения управленческого сигнала, а наблюдаемость процесса – возрастать. В прикладных работах по цифровизации производственных контуров акцентируется, что управляемость достигается при переходе к устойчивым механизмам сбора и обработки данных и регламентированным контурам управления, что снижает «разрывы» между реальным процессом и его информационным отражением [9]. Следовательно, целевое состояние требует обратного – согласованности правил и распределения ответственности, уменьшающих энтропию управленческих взаимодействий [10].

Практическая реализация целевой траектории развития предполагает не только расчет показателей, но и создание условий, при которых управленческие воздействия дают устойчивый эффект. В противном случае рост структурно-функциональной сложности может сопровождаться ростом условной энтропии, что направляет систему по траектории перегрузки.

Концептуальная модель траекторий

Для обоснования логики управляемого роста сложности важно показать, что усложнение производственной системы может развиваться по двум принципиально различным сценариям. На рисунке 1 представлена концептуальная зависимость: при росте структурно-функциональной сложности условная энтропия управленческих взаимодействий либо увеличивается (траектория перегрузки), либо снижается или стабилизируется при наличии подготовленных контуров управления (траектория организованной сложности).

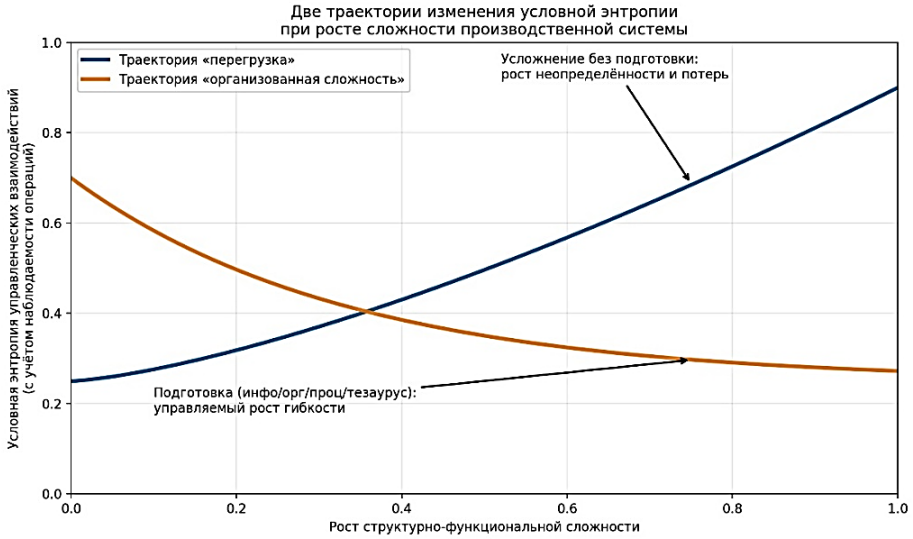


Рисунок 1 – **Две траектории изменения условной энтропии при росте сложности производственной системы**

Figure 1 – **Two trajectories of change in conditional entropy with increasing complexity of the production system**

Данные рисунка 1 отражают логику перехода от неупорядоченного усложнения производственной системы к организованной сложности, при которой увеличение числа элементов, связей и вариантов реагирования сопровождается развитием механизмов координации, обеспечивающих сохранение управляемости, наблюдаемости процессов и воспроизводимости решений.

Для практического применения методики энтропийного управления [17] важно не только фиксировать рост структурно-функциональной сложности, но и оперативно определять, по какой траектории развивается система: к организованной сложности или к перегрузке.

Пороговая диагностика и подготовка предприятия

В таблице 1 предложена пороговая логика, связывающая динамику ключевых параметров со снижением или ростом неопределенности управленческих потоков и формулирующая соответствующий управленческий вывод.

Таблица 1 – **Пороговая логика диагностики траектории развития производственной системы**

Table 1 – **Threshold logic of diagnostics of the trajectory of the production system development**

| **Наблюдаемая динамика** | **Сигнальные метрики** | **Интерпретация** | **Управленческий вывод** |
|---|---|---|---|
| Сложность ↑ и одновременно качество управленческих потоков ухудшается | Лаг «событие →система» ↑; доля решений «вне системы» ↑; время согласования ↑; НЗП ↑ | Перегрузка: усложнение усиливает неопределенность, наблюдаемость падает, растут потери координации | Сначала меры подготовки (инфо + оргконтуры), затем – расширение параллельности |
| Сложность ↑, качество управленческих потоков улучшается | Лаг «событие →система» ↓; доля «вне системы» ↓; время согласования ↓; НЗП↓ | Организованная сложность: рост адаптивного потенциала не сопровождается ростом энтропии | Можно безопасно развивать гибкость: параллельность операций, альтернативные маршруты, кастомизацию |
| Сложность ↓, а управляемость улучшается | Лаг «событие → система» ↓; доля «вне системы» ↓; пересогласования ↓; доля типовых ситуаций ↑ | Стабилизация контура управления (подготовка идет успешно) | Закрепить стандарты и тезаурус; после стабилизации – переходить к наращиванию сложности |
| Сложность ↑, но часть метрик улучшилась, часть ухудшилась | Лаг «событие → система» ↓, но «вне системы» ↑; время согласований ↑ | Переходный режим: локальная цифровизация, стандартизация без согласования ответственности | Точечно закрыть «разрыв»: либо оргконтур (матрица ответственности / регламенты), либо инфоконтур (статусы / качество данных) |

Таблица 1 задает простое правило интерпретации: если на фоне усложнения ухудшаются показатели наблюдаемости и координации (лаг, доля решений «вне системы», согласования, цикл), то система переходит в режим перегрузки и требует приоритета мер подготовки. Если же при росте сложности качество управленческих потоков стабилизируется или улучшается, то усложнение носит организованный характер и может использоваться как ресурс гибкости (параллельность, альтернативные маршруты, кастомизация).

Наращивание организованной сложности требует предварительной подготовки производственной системы –

комплекса организационно-информационных мероприятий, обеспечивающих рост гибкости при сохранении управляемости.

Содержательно подготовка может быть представлена четырьмя взаимосвязанными направлениями.

1. Информационная готовность. Сокращение противоречий данных и задержек управленческого сигнала за счет унификации статусов в потоках информации.

2. Организационная готовность. Выстраивание контуров ответственности на стыках подразделений, снижение доли решений «вне системы» [10].

3. Процессная готовность. Стабилизация ритмичности и управляемости потоков работ: нормализация объемов незавершенного производства, согласование режимов обеспечения ресурсами, снижение простоев и колебаний производственного цикла [5, 6].

4. Тезаурусная готовность. Формирование единого понятийного поля: разработка словаря ключевых терминов и типовых производственных ситуаций, унификация правил интерпретации и закрепление лучших практик в форме, пригодной для тиражирования [11].

Управляемый характер такого перехода требует предварительно сформированной готовности производственной системы. В таблице 2 систематизированы основные направления этой подготовки, раскрывающие, за счет каких организационных, информационных, процессных и тезаурусных условий усложнение может быть удержано в контролируемом контуре и преобразовано в источник адаптивного потенциала.

Таблица 2 – **Направления подготовки производственной системы к управляемому наращиванию организованной сложности**
Table 2 – **Directions for preparing the production system for a controlled increase in organized complexity**

| **Направление подготовки** | **Ключевой фокус** | **Типовые меры** | **Метрики контроля** | **Эффект в методике** |
|---|---|---|---|---|
| Информационная готовность | Единые статусы/справочники, устранение дублей, сокращение задержек передачи информации; повышение наблюдаемости операций | Владельцы данных, реестр статусов, единые справочники, правила качества данных | Лаг «событие → система»; % дублей или ошибок; покрытие отраслевой онтологии | Снижение условной энтропии за счет уменьшения противоречий в управляющих взаимодействиях |
| Организационная готовность | Контуры ответственности и координации на стыках; минимизация «ручных» решений вне системы | Матрица ответственности, регламенты согласований, каталог типовых решений | Доля решений «вне системы»; время согласования; число пересогласований | Стабилизация управленческих потоков → меньше энтропийных потерь на стыках подразделений |
| Процессная готовность | Управляемость потоков: простои, колебания цикла; согласование обеспечения ресурсами | Лимиты НЗП, правила диспетчеризации, стандарты реакции на простои | Закон Литтла; вариабельность межприходов; простои | Рост параллельности превращается в гибкость, а не дезорганизацию (контур управляемой сложности) |
| Тезаурусная готовность | Единое понятийное поле для типовых ситуаций; унификация интерпретаций; тиражируемые лучшие практики | Словарь терминов и ситуаций, онтология причин (простой/брак), база кейсов и правил | Доля распознанных типовых ситуаций; время обучения; согласованность терминов; повторяемость решений | Рост тезаурусного потенциала и воспроизводимости решений; согласование «человек – ИИ» |

Регламент применения и выбор воздействий

Для обеспечения воспроизводимости результатов диагностики и возможности практической апробации предложенной модели целесообразно представить ее в виде пошагового регламента. Такой регламент задает требования к входным данным, периодичность расчета показателей, логику интерпретации результатов и набор управленческих воздействий по обозначенным контурам.

В рамках внедрения модели ключевым условием является формирование событийного следа процесса, который обеспечивает сопоставимость измерений и позволяет рассчитывать показатели в одинаковых окнах наблюдения. Входные данные целесообразно закрепить в виде перечня обязательных атрибутов (табл. 3).

Таблица 3 – **Минимальный набор входных данных для расчета показателей диагностики**
Table 3 – **Minimum set of input data for calculating diagnostic indicators**

| Группа данных | Предполагаемый источник | Атрибуты | Назначение в модели |
|---|---|---|---|
| События процесса | ERP, журнал операций | ID-операции, время начала/окончания, исполнитель | Расчет длительностей, лагов, вариативности, загрузки |
| Статусы согласований | ERP, карточка документа | Инициатор, маршрут, этап, время подписания, возвраты | Оценка «энтропии согласований», доли пересогласований |
| Простои и причины | Система диспетчирования, журнал простоев | Причина, длительность, участок, привязка к операции | Выявление потерь, уточнение причинных кластеров |
| Качество/ несоответствия | Журнал дефектов | Тип дефекта, стадия выявления, повторяемость, корректирующие действия | Поиск источников вариативности и неустойчивости |
| Нормативы | ERP/техкарты | Нормы времени, маршрут, допустимые альтернативы | Сравнение факта с нормой, выявление нестабильности |
| Справочник решений | База знаний | Причина → типовое решение → ответственный | Тезаурусный контур (сокращение неопределенности решений) |

Таблица 3 фиксирует минимально достаточный состав данных, без которого расчет сигнальных показателей (лаг «событие → система», доля решений «вне системы», время согласования, НЗП и др.) становится несопоставимым по периодам и участкам. Тем самым перечень входных данных задает «каркас наблюдаемости» процесса и обеспечивает воспроизводимость диагностики траектории развития производственной системы.

Для перехода от концептуальной модели к прикладному использованию требуется формализовать порядок действий: какие данные собираются, как контролируется их качество, какие показатели рассчитываются и как выполняется интерпретация результатов.

На рисунке 2 представлен алгоритм применения методики, обеспечивающий сопоставимость расчетов по окнам наблюдения и прозрачность управленческого выбора.

Использование алгоритма позволяет связать входные данные (табл. 3) с диагностическим выводом по траектории (табл. 1) и последующими управленческими воздействиями.

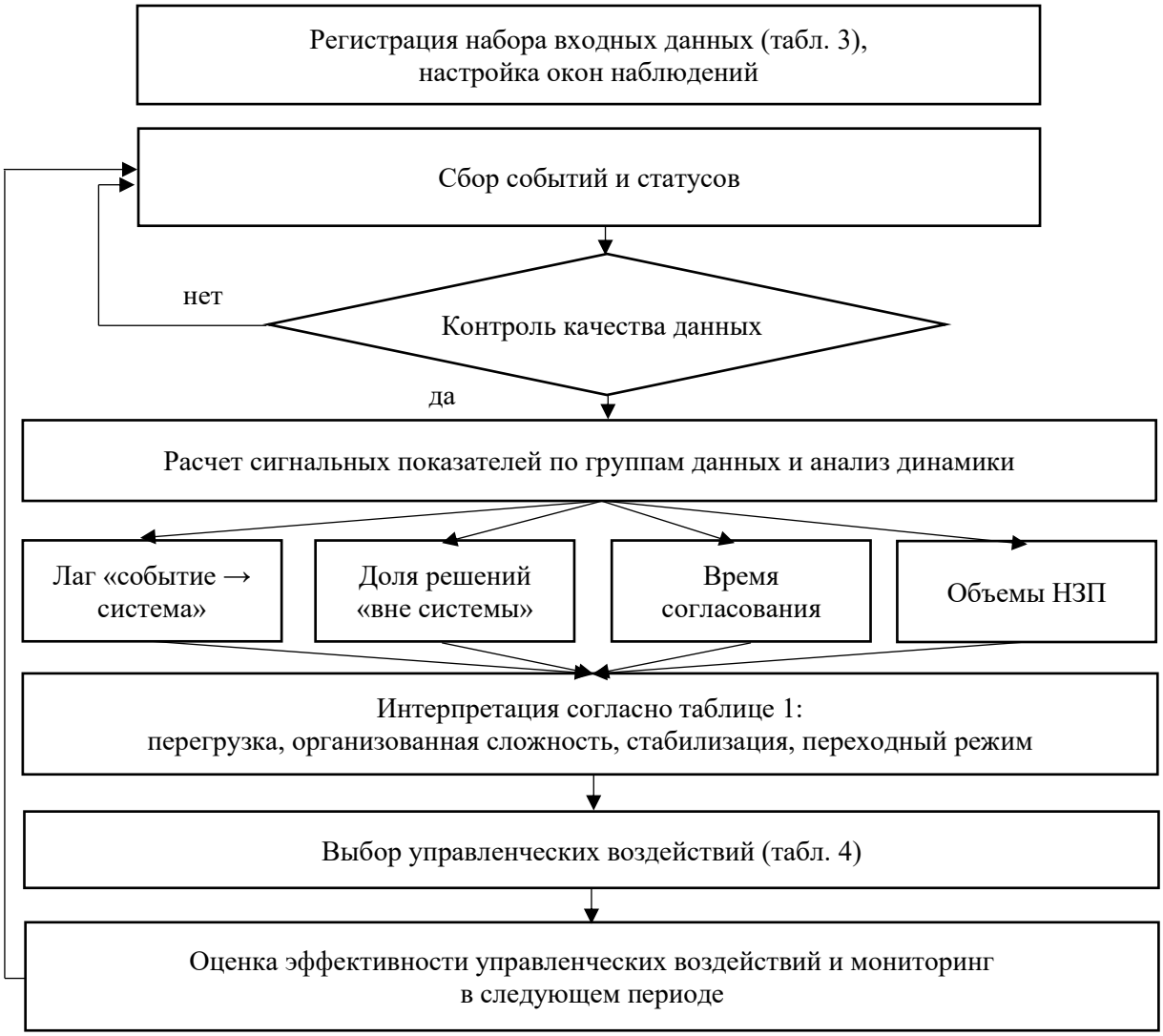


Рисунок 2 – **Алгоритм управляемого формирования организованной сложности производственной системы**

Figure 2 – **An algorithm for organizational complexity based on signal indicators in the entropy management model**

Представленный алгоритм задает замкнутый цикл управления: «сбор данных → контроль качества → расчет показателей → интерпретация → воздействие → оценка эффекта», что позволяет снижать долю субъективных решений и повышать воспроизводимость диагностики. Встроенная проверка качества данных выступает ключевым «фильтром» наблюдаемости: при ее отсутствии сигнальные метрики могут искажать траекторию и приводить к неверным управленческим выводам. Итерационный характер регламента обеспечивает мониторинг результатов и корректировку мер подготовки предприятия до достижения режима организованной сложности.

В таблице 4 представлен выбор управленческих воздействий, формируемый по результатам сигнальной диагностики траектории развития производственной системы. Таблица увязывает диагностические ситуации и динамику ключевых метрик с рекомендуемыми мерами, обеспечивая переход от интерпретации показателей к управленческим решениям.

Таблица 4 – **Выбор управленческих воздействий по результатам сигнальной диагностики**
Table 4 – **Selection of management actions based on the results of signal diagnostics**

| **Диагностическая ситуация (по табл. 1)** | **Рекомендуемые управленческие воздействия** | **Ожидаемый эффект после мер** |
|---|---|---|
| Перегрузка (инфоразрыв) | 1) реестр статусов и единые правила смены статусов;<br>2) назначение владельцев данных;<br>3) устранение дублей справочников;<br>4) автоматизация фиксации событий | Лаг «событие → система» ↓; % ошибок ↓; рост наблюдаемости операций |
| Перегрузка (оргразрыв) | 1) матрица ответственности на стыках;<br>2) перечень типовых решений;<br>3) запрет «обходных» каналов для критичных решений | Доля «вне системы» ↓; число возвратов / пересогласований ↓ |
| Перегрузка (энтропия согласований) | 1) сокращение маршрута согласования: исключить дублирующие этапы;<br>2) параллельные согласования там, где возможно;<br>3) регламент сроков по этапам и лимит возвратов;<br>4) унификация причин возврата (классификатор) | Время согласования ↓; пересогласования ↓; доля «типовых причин возврата» ↑ |
| Перегрузка потока работ | 1) лимиты НЗП по участкам;<br>2) диспетчеризация по узкому месту;<br>3) выравнивание выпуска;<br>4) стандарты реакции на простои;<br>5) синхронизация обеспечения ресурсами | НЗП ↓; цикл ↓; простои ↓; улучшение ритмичности выпуска |
| Переходный режим (цифровизация без ответственности) | 1) закрепить ответственность за решения;<br>2) матрица ответственности подразделений;<br>3) привязать решения к объектам учета в системе | Доля «вне системы» ↓; согласования ↓ при сохранении улучшенного лага |
| Переходный режим (ответственность есть, но данные «шумят») | 1) стандартизировать справочники и коды причин;<br>2) контроль качества данных;<br>3) единые шаблоны документов;<br>4) обучение корректному внесению данных | Лаг ↓; % ошибок ↓; рост доли корректных статусов |
| Организованная сложность | 1) расширять параллельность операций;<br>2) вводить альтернативные маршруты;<br>3) усиливать кастомизацию;<br>4) закреплять лучшие практики в базе знаний | Устойчивое сохранение низких значений метрик; рост доли типовых ситуаций и повторяемости решений |
| Стабилизация (подготовка дала эффект) | 1) словарь терминов и ситуаций;<br>2) онтология причин;<br>3) база «причина → решение → ответственный»;<br>4) шаблоны решений для тиражирования | Доля распознанных типовых ситуаций ↑; повторяемость решений ↑; сокращение времени ввода |
| Нестабильность исполнения при нормальной загрузке | 1) стандартизация операций;<br>2) обучение и допуск;<br>3) контроль входных условий;<br>4) SMED/подготовка рабочих мест | Вариативность ↓; простои ↓; предсказуемость цикла ↑ |

Предложенная структура позволяет стандартизировать управленческий отклик на типовые комбинации сигнальных показателей и тем самым повысить воспроизводимость решений при мониторинге по окнам наблюдения.

**Заключение**

Предложенный подход позволяет рассматривать адаптивность производственной системы не как прямое следствие роста сложности, а как результат ее организованного формирования. Теоретическое значение полученных положений связано с разграничением продуктивного усложнения и дезорганизующего роста сложности, тогда как практическое – с возможностью использовать сигнальные метрики и регламент диагностики для выбора управленческих воздействий, поддерживающих гибкость без утраты управляемости производственного контура.

**Список литературы**

1. *Казакова, Т. В., Горшкова, Л. А.* Адаптивность, динамичность, гибкость – главные факторы обеспечения устойчивости организации в условиях неопределенности // Креативная экономика. – 2022. – Т. 16, № 5. – С. 1911-1924. – DOI 10.18334/ce.16.5.114693.

2. *Никонова, А. А.* Методологические вопросы создания адаптивных производственных систем // Хроноэкономика. – 2020. – № 5 (26). – С. 21-34. – DOI 10.5281/zenodo.4020537.

3. *Щепкина, Н. Н.* Информационные потоки в управлении прибылью предприятия // Транспортное дело России. – 2019. – № 2. – С. 76-78.

4. *Маликова, Д. М.* Опытно-серийное производство – перспективное направление интеграции науки управления и производства в современных условиях // Инновационное развитие экономики: тенденции и перспективы. – 2018. – Т. 1. – С. 402-413.

5. *Кустова, И. В., Михеев, А. Г.* Анализ ритмичности и качества организации производства // Современные инновации в науке и технике : сборник научных статей 12-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 14-15 апреля 2022 г. / отв. ред. М. С. Разумов. – Курск, 2022. – С. 142-145.

6. *Киселев, Э. В., Котова, К. И.* Оперативное управление для обеспечения ритмичности производства // Качество в производственных и социально-экономических системах : сборник научных трудов 7-й Международной научно-технической конференции, Курск, 19 апреля 2019 г. – Курск, 2019. – Т. 1. – С. 194-198.

7. *Туровец, О. Г., Родионова, В. Н.* Эволюция производственных систем в условиях становления инновационной экономики // Организатор производства. – 2008. – № 2 (37). – С. 69-72.

8. Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry : report / M. Breque, L. De Nul, A. Petridis. – Luxembourg : Publications Office of European Union, 2021. – DOI 10.2777/308407.

9. *Семенов, А. П., Казарин, Д. В.* Цифровизация ремонтного производства тягового подвижного состава // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1 (45). – С. 93-103. – DOI 10.20291/2079-0392-2020-1-93-103.

10. *Коннова, Т. А.* Проблемы предприятия в современной России // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых) : материалы Международной молодежной научной конференции : в 6-ти т., Казань, 7-8 ноября 2019 г. – Казань, 2019. – Т. VI. – С. 258-262.

11. Цифровые двойники знаний и онтологии для высшего технологического образования / Ю. И. Волокитин, О. В. Гринько, В. П. Куприяновский [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2021. – Т. 9, № 1. – С. 128-144.

12. Пятая промышленная революция – инновации в области биотехнологий и нейросетей / Ю. А. Аренс, Н. А. Каткова, Е. А. Халимон, И. С. Брикошина // E-Management. – 2021. – Т. 4, № 3. – С. 11-19. – DOI 10.26425/2658-3445-2021-4-3-11-19.

13. *Булавко, О. А., Туктарова, Л. Р.* Развитие гибких производственных систем в условиях нового технологического уклада // Бизнес. Образование. Право. –

2021. – № 2 (55). – С. 39-43. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.55.207.

14. *Скорнякова, Е. А., Васюков, В. М.* Стандартизация процесса обеспечения гибкости производства // Метрологическое обеспечение инновационных технологий : сборник статей IV Международного форума, Санкт-Петербург, 4 марта 2022 г. – СПб., 2022. – С. 187-188.

15. Современные механизмы и инструменты управления большими производственными системами / С. А. Федосеев, М. Б. Гитман, В. Ю. Столбов // Управление большими системами : сборник трудов. – 2010. – № 31. – С. 323-352.

16. Формирование интегрального показателя оценки сложности производственной системы в рамках энтропийного управления / Л. А. Погорелова, М. А. Комиссарова // Инновации в менеджменте. – 2025. – № 1 (43). – С. 44-50.

17. Методика энтропийного управления сборочным производством / Л. А. Погорелова, П. В. Овчинников // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2024. – № 68. – С. 235-253. – DOI 10.17223/19988648/68/12.

18. *Погорелова, Л. А.* Методология оценки уровня развития производственной системы на основе информационного подхода // Друкеровский вестник. – 2023. – № 3 (53). – С. 204-212. – DOI 10.17213/2312-6469-2023-3-204-212.

## References

1. Adaptability, Dynamism, and Flexibility as the Main Factors Ensuring the Sustainability of an Organization Under Conditions of Uncertainty / T. Kazakova, L. Gorshkova // Creative Economy. – 2022. – Vol. 16, № 5. – P. 1911-1924. – DOI 10.18334/ce.16.5.114693.

2. *Nikonova, A.* Methodological Issues in Creating Adaptive Production Systems // Chronoeconomics. – 2020. – № 5 (26). – P. 21-34. – DOI 10.5281/zenodo.4020537

3. *Shchepkina, N.* Information Flows in Enterprise Profit Management // Transport Business of Russia. – 2019. – № 2. – P. 76-78.

4. *Malikova, D.* Pilot-Batch Production as a Promising Direction for Integrating Management Science and Production in Modern Conditions // Innovative Development of Economy: Trends and Prospects. – 2018. – Vol. 1. – P. 402-413.

5. *Kustova, I., Mikheev, A.* Analysis of Rhythm and Quality of Production Organization // Modern Innovations in Science and Technology : collection of scientific articles of the 12th All-Russian Scientific and Technical Conference, Kursk, April 14-15, 2022 / ed. by M. Razumov. – Kursk, 2022. – P. 142-145.

6. *Kiselev, E., Kotova, K.* Operational Management to Ensure Production Rhythm // Quality in Production and Socio-Economic Systems : collection of scientific articles of the 7th International Scientific and Technical Conference, Kursk, April 19, 2019. – Kursk, 2019. – Vol. 1. – P. 194-198.

7. *Turovets, O., Rodionova, V.* Evolution of Production Systems in the Context of the Formation of an Innovative Economy // Organizer of Production. – 2008. – № 2 (37). – P. 69-72.

8. Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry : report / M. Breque, L. De Nul, A. Petridis. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2021. – DOI 10.2777/308407.

9. Digitalization of Repair Production of Traction Rolling Stock / A. Semenov, D. Kazarin // Bulletin of the Ural State University of Railway Transport. – 2020. – № 1 (45). – P. 93-103. – DOI 10.20291/2079-0392-2020-1-93-103.

10. *Konnova, T.* Problems of the Enterprise in Modern Russia // XXIV Tupolev Readings (School of Young Scientists) : proceedings of International Youth Scientific Conference : in 6 vols., Kazan, Nov., 7-8, 2019. – Kazan, 2019. – Vol. VI. – P. 258-262.

11. Digital Twins of Knowledge and Ontologies for Higher Technological Education / Yu. Volokitin, O. Grinko, V. Kupriyanovsky [et al.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2021. – Vol. 9, № 1. – P. 128-144.

12. The Fifth Industrial Revolution: Innovations in Biotechnology and Neural Networks / Yu. Arens, N. Katkova, E. Khalimon, I. Brikoshina // E-Management. – 2021. – Vol. 4, № 3. – P. 11-19. – DOI 10.26425/2658-3445-2021-4-3-11-19.

13. Development of Flexible Manufacturing Systems Under the Conditions of a New Technological Paradigm / O. Bulavko, L. Tuktarova // Business. Education. Law. – 2021. – № 2(55). – P. 39-43. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.55.207.

14. *Skornyakova, E., Vasyukov, V.* Standardization of the Process of Ensuring Production Flexibility // Metrological Support of Innovative Technologies : collection of articles of the IV International Forum, St. Petersburg, March, 4, 2022. – St. Petersburg, 2022. – P. 187-188.

15. Modern Mechanisms and Tools for Managing Large Production Systems / S. Fedoseev, M. Gitman, V. Stolbov // Management of Large Systems : collection of proceedings. – 2010. – № 31. – P. 323-352.

16. *Pogorelova, L., Komissarova, M.* Formation of an Integral Indicator for Assessing the Complexity of a Production System Within Entropy-Based Management // Innovations in Management. – 2025. – № 1 (43). – P. 44-50.

17. *Pogorelova, L., Ovchinnikov, P.* Methodology of Entropy-Based Management of Assembly Production // Tomsk State University Journal of Economics. – 2024. – № 68. – P. 235-253. – DOI 10.17223/19988648/68/12.

18. *Pogorelova, L.* Methodology for Assessing the Development Level of a Production System Based on the Information Approach // Drucker Bulletin. – 2023. – № 3 (53). – P. 204-212. – DOI 10.17213/2312-6469-2023-3-204-212.

**Об авторе**

***Погорелова Людмила Александровна,*** *доцент кафедры производственного и инновационного менеджмента, Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова, Новочеркасск, Россия, pogorelova_la@npi-tu.ru.*

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 18.01.2026; одобрена после рецензирования 21.03.2026; принята к публикации 20.05.2026.

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)
© 2026 Погорелова Л. А.

**About the Author**

***Lyudmila Pogorelova,*** *Associate Professor of the Department of Production and Innovation Management, Platov South Russian State Polytechnic University, Novocherkassk, Russia, pogorelova_la@npi-tu.ru.*

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

The article was submitted on 18.01.2026; approved after reviewing on 21.03.2026; accepted for publication on 20.05.2026.

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)
© 2026 L. Pogorelova