

# ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И РЫНОК ПРОДУКЦИИ

## ECONOMICS, MANAGEMENT AND PRODUCT MARKET

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)

УДК 656.078.11, 656.27

DOI: 10.18503/1995-2732-2020-18-3-79-89

### РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗМОВ ИНТЕГРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЕДИНОЕ ТРАНСПОРТНО-ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО

Зубков В.В.<sup>1</sup>, Сирина Н.Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «Федеральная грузовая компания», Московское представительство, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия

**Аннотация.** Постановка задачи (актуальность работы): промышленные и производственные предприятия, транспортные компании функционируют при затянувшемся кризисе. В условиях стагнации производства и интеллектуализации систем управления необходимо развитие более эффективных подходов в управлении производственными и транспортными процессами. Таких подходов, которые способны создать условия промышленному и транспортному комплексам для ускоренного выхода из сложившейся кризисной ситуации. Решение данной задачи возможна путем развития механизмов интеграции промышленных предприятий в единое транспортно-информационное пространство, для чего требуется консолидация бизнес-процессов, информационных ресурсов, технологий, создание межотраслевых информационно-интеллектуальных моделей управления, формирующих анализ проблемных участков (областей) единого транспортно-производственных процессов, а также обеспечивающих контроль их фактических состояний и результатов, прогнозирование возможных их состояний и результатов от реализации производственных и транспортных процессов. Цель работы: формирование механизмов интеграции промышленных и производственных предприятий в единое транспортно-информационное пространство. Новизна работы: впервые разработана концептуальная межотраслевая информационно-интеллектуальная модель управления информационными потоками в категориях внутренних промышленных и промышленных транспортно-производственных услуг, которая взаимоувязывает и преобразовывает информационные потоки распределенных (корпоративных) информационных систем в межотраслевом пространстве функционирования транспортно-производственных процессов. Сформирована концептуальная модель управления транспортно-производственными процессами, которая основана на накоплении и применении полученных знаний, в контексте с используемым ресурсным потенциалом. Разработана методика представления форм знаний о транспортно-производственных процессах. Результат: принципы построения концептуальных моделей и методики представления форм знаний о транспортно-производственных процессах использовались при создании интегрированных информационно-интеллектуальных систем управления «Производственного предприятия Комплексной Транспортной Услуги» и «Проблемные вопросы», которые прошли государственную регистрацию. Практическая значимость: разработанные межотраслевые интегрированные информационно-интеллектуальные системы управления «Производственного предприятия Комплексной Транспортной Услуги» и «Проблемные вопросы» применяются при реализации и управлении транспортно-производственными процессами на производственных, промышленных предприятиях и транспортных участках, подразделениях в границах Восточного полигона.

**Ключевые слова:** промышленные предприятия, транспортные участки, информационные потоки, транспортно-производственные процессы, концептуальная модель, интеллектуализация, информационные системы.

© Зубков В.В., Сирина Н.Ф., 2020

#### Для цитирования

Зубков В.В., Сирина Н.Ф. Развитие механизмов интеграции промышленных предприятий в единое транспортно-информационное пространство // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2020. Т. 18. №3. С. 79–89. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2020-18-3-79-89>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

## DEVELOPMENT OF THE MECHANISMS FOR INTEGRATING INDUSTRIAL ENTERPRISES INTO A COMMON TRANSPORT AND INFORMATION AREA

Zubkov V.V.<sup>1</sup>, Sirina N.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JSC Federal Freight Transport Company, Moscow Representative Office, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia

**Abstract. Problem Statement (Relevance):** Industrial and manufacturing enterprises and transport companies operate in the conditions of a prolonged crisis. In the conditions of the stagnation of production and intellectualization of management systems, it is necessary to develop more efficient approaches to managing production and transport processes. Such approaches should create conditions for industrial and transport complexes to speed up their recovery from the current crisis situation. The solution to this problem is possible by developing mechanisms for integrating industrial enterprises into a common transport and information area, which requires the consolidation of business processes, information resources, technologies, the creation of inter-industry information and intellectual management models that form the analysis of problem areas of unified transport and production processes, as well as ensuring control of their actual status and results, as well as forecasting their possible status and results obtained from the implementation of production and transport processes. **Objective:** Formation of the mechanisms for integrating industrial and manufacturing enterprises into a common transport and information area. **Originality:** For the first time, the authors developed a conceptual inter-industry information and intellectual model for managing information flows in the categories of internal industrial and industrial transport and production services, which links and transforms the information flows of distributed (corporate) information systems in the inter-industry area of transport and production processes. A conceptual model for managing transport and production processes has been formed and based on the accumulation and application of knowledge obtained in the context of the resource potential used. The authors developed a method of presenting forms of knowledge about transport and production processes. **Findings:** The principles of building conceptual models and methods of presenting forms of knowledge about transport and production processes were used in the creation of integrated information and intelligent management systems "Production enterprises of Integrated Transport Services" and "Problem issues", which were officially registered. **Practical Relevance:** The developed inter-industry integrated information and intellectual management systems "Production enterprises of Complex Transport Services" and "Problematic issues" are used, when implementing and managing transport and production processes at production, industrial enterprises and transport sites, divisions within the boundaries of the Eastern Polygon.

**Keywords:** industrial enterprises, transport sites, information flows, transport and production processes, conceptual model, intellectualization, information systems.

### For citation

Zubkov V.V., Sirina N.F. Development of the Mechanisms for Integrating Industrial Enterprises into a Common Transport and Information Area. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2020, vol. 18, no. 3, pp. 79–89. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2020-18-3-79-89>

### Введение

В настоящее время задачи по динамизированному выходу промышленных и производственных предприятий, транспортных компаний из сложившегося кризиса и дальнейшего эффективного роста их объемов производства, а также задачи по подготовке к новым этапам эволюции кризисных процессов требуют развития новых определяющих подходов в моделях управления транспортно-производственными процессами. Таких подходов, которые способны обеспечить промышленную и транспортную отрасли механизмами интеграции в условиях развития стратегий интеллектуализации систем управления и формирования единого транспортно-информа-

ционного пространства, с учетом различных осциллирующих течений, зарождающихся на всех этапах и уровнях экономики страны. Для реализации процесса развития и совершенствования моделей управления как производственными, так и транспортными бизнес-процессами в сложившихся условиях требуется:

- консолидация информационных ресурсов, технологий, инфраструктур промышленной и транспортной отраслей на уровне промышленных, производственных предприятий и транспортных участков, объектов, направлений;
- структурализм информационных потоков;
- создание комплекса интегрированных информационно-интеллектуальных систем управления транспортно-производственными процессами;

- разработка искусственных когнитивных систем, обеспечивающих детализацию информационных потоков, получение знаний о производственных и транспортных бизнес-процессах из единой информационной среды и дальнейшее их накопление, для определения оптимальных вариантов решений при управлении процессами.

Поэтапное формирование вышеперечисленных определяющих компонент создает условия для развития механизмов интеграции промышленных предприятий в единое транспортно-информационное пространство как в сегментах внутренних промышленных и промышленных транспортно-производственных услуг, так и в сегментах региональных и межрегиональных транспортно-производственных услуг.

Существует множество исследований методов, информационных технологий и архитектур промышленных и производственных больших потоков информации с точки зрения электронных данных. Однако с точки зрения конкретных моделей внедрения и реализации интеграции больших информационных потоков, в том числе объединения и слияния информационных архитектур в едином информационном пространстве относительно мало научных разработок.

Данная работа является продолжением научных исследований. Так, в [1] рассмотрены достижения промышленного интернета, ключевые технологии, включая эталонные архитектуры. В [2] предложены модели структур реализации для проектирования и планирования больших информационных данных в различных отраслях промышленности, а в [3] представлены варианты облачных вычислений для сетевых производственных предприятий.

Существующий кризис показал актуальность интеллектуализации производственных и транспортных бизнес-процессов, актуальность построения межотраслевых информационно-интеллектуальных моделей управления. Такие модели позволяют заинтересованным субъектам транспортно-производственных процессов определять собственное направление по управлению информационными потоками, использованию полученных знаний, и обеспечивают определение оптимальных вариантов решений при управлении процессами, в контексте ресурсного потенциала и профессионального (квалификационного) интереса [4].

Развитие межотраслевых информационно-интеллектуальных моделей и технологий усиливает синергетический эффект процесса получения, накопления знаний и процесса компетентного, профессионального управления, на

всем этапе функционирования производственных и транспортных бизнес-процессов.

Отметим, что для эффективных упреждений негативных воздействий глобального кризиса на экономику страны в целом, необходимо развитие и совершенствование механизмов интеграции основополагающей промышленной отрасли в единое транспортно-информационное пространство, в связи с чем, актуально значение анализа проблемных участков (областей) транспортно-производственных процессов, контроля их фактических состояний и результатов, а также прогнозирования возможных их состояний и возможных полученных результатов от реализации производственных и транспортных процессов [5].

### **Методы исследования, информационно-технологические разработки**

Для формирования механизмов интеграции промышленных предприятий в единое транспортно-информационное пространство необходимо разработать методику представления форм знаний о транспортно-производственных процессах, которая должна обеспечивать отображение проблемных участков этих процессов и подпроцессов, при их реализации [6].

Представление форм знаний необходимо взаимозаинтересованным субъектам транспортных услуг в категориях внутренних промышленных, промышленных транспортно-производственных услуг, региональных и межрегиональных, для согласованного взаимодействия при определении оптимальных вариантов решений проблемных задач, появляющихся при функционировании процессов [6–7]. Методика должна поддерживать когнитивную связь от отображения проблемного участка (области) функционирования процессов, подпроцессов до произведенных по форме (формального) отображения производственных и транспортных процессов, подпроцессов. При этом процессы, подпроцессы должны отображаться так, чтобы имелась возможность формирования их прототипа для дальнейшего моделирования и управления.

Для разработки методики представления форм знаний о транспортно-производственных процессах построена концептуальная межотраслевая информационно-интеллектуальная модель управления информационными потоками в категориях внутренних промышленных и промышленных транспортно-производственных услуг. Данная модель представлена на **рис. 1**.



Рис. 1. Концептуальная межотраслевая информационно-интеллектуальная модель управления информационными потоками

Fig. 1. A conceptual inter-industry information and intelligent model for managing information flows

Развитие концептуальной межотраслевой информационно-интеллектуальной модели управления информационными потоками позволит основополагающим отраслям экономики (промышленной, транспортной) ускоренно выйти на новый качественный уровень управления процессами, при этом за определяющий вектор будет принято формирование многоагентной и многоструктурной комплексности интегрированных информационных систем управления с приумножением количества информационных потоков, качества их сбора, учета, обработки, анализа, хранения, распространения и образования профессионального (квалификационного) стратифицированного слоя, применяемых при определении оптимальных вариантов решений проблемных задач [7,8].

После построения концепции взаимодействия информационных потоков в межотраслевом пространстве необходимо сформировать концепцию управления транспортно-производственными процессами в едином транспортно-информационном пространстве.

Концептуальная модель управления транспортно-производственными процессами, осно-

ванная на накоплении и применении полученных знаний, в контексте с используемым ресурсным потенциалом, представлена на рис. 2.

Как видно на рис. 2, нижний слой модели представлен уровнем графического представления и уровнем формальных языков описания проблемных участков, областей функционирования транспортно-производственных процессов. Результат этих уровней выражается отображением накопленных знаний о проблемных участках, областях процессов.

Отображение знаний осуществляется универсальным описанием и соответствует конкретному представлению формы знаний, для этих целей в среднем слое концептуальной модели предусмотрен уровень универсального описания проблемных участков, областей транспортно-производственных процессов. Данный уровень в своем сегменте взаимодействует с уровнем инфраструктуры проблемных участков, областей и включает в себя агентную платформу, на основе которой происходит взаимодействие заинтересованных субъектов транспортных услуг при определении оптимальных вариантов решений проблемных задач [9].



Рис. 2. Концептуальная модель управления транспортно-производственными процессами  
Fig. 2. A conceptual model of managing transport and production processes

Представления форм знаний с агентной платформой формируют верхний слой концептуальной модели, который включает в себя уровень транспортно-производственных процессов, уровень управления производственными предприятиями и уровень интеграции предприятий.

В уровне транспортно-производственных процессов происходит их формализация при помощи разработанных форм знаний, с учетом определения ресурсного потенциала, необходимого для эффективной реализации процессов, подпроцессов, а также планируемых к привлече-

нию заинтересованных субъектов. Применение форм знаний, формализация, основывающаяся на накопленных знаниях, создают условия для развития уровня управления производственными предприятиями, который представлен системой определения оптимальных вариантов решений. Взаимодействие этих уровней в верхнем слое модели формирует уровень интеграции предприятий. Главным результатом данного уровня является интеграция производственных предприятий в комплекс интегрированных информационных систем управления процессами на ре-

гиональном уровне в едином транспортно-информационном пространстве. Представления форм знаний в данном сегменте верхнего слоя модели, формируют протокол интеграции интегрированных информационных систем и формируют единые правила и требования, необходимые для успешного взаимодействия заинтересованных субъектов [10].

Для отображения транспортно-производственных процессов применяется система обозначений графов активности UML 2.0 как наиболее применяемая и доступная система формализаций. Исполнители процессов и формализация процессов графически отображаются путем их соотношения с действиями субъектов модели. Определение и указание конкретной формализации обеспечивает контроль над правильным выполнением действий исполнителем процесса, что в том числе обеспечивает правильность и корректность установки взаимосвязи между проблемными участками, областями функционирования процессов и непосредственно самими транспортно-производственными процессами. Исполнителей процессов множество, при этом каждый несет свой функционал. При определении

исполнителей процессов в формализации предусмотрено отображение их реализуемых технологических операций, использование которых обеспечивает выполнение функций транспортно-производственного процесса.

На рис. 3 представлен алгоритм реализации концептуальной модели управления транспортно-производственными процессами.

Как представлено на рис. 3, за реализацию транспортно-производственных процессов отвечает субъект системы «Управляющий процессами». Отображение транспортно-производственных процессов данный субъект получает от субъекта системы «Маршрутизатор процессов». Маршрутизатор транспортно-производственных процессов представляет собой внешнее хранилище с интерфейсом, которое обеспечивает взаимодействие с субъектами внешней среды. Субъект «Управляющий процессами», при коммуникации с субъектом системы «Пользовательский интерфейс», начинает реализацию процессов в соответствии с пользовательскими информационными данными, а также контролирует этапы реализации выполнения самих процессов и при этом выполняет внешнее администрирование системы.

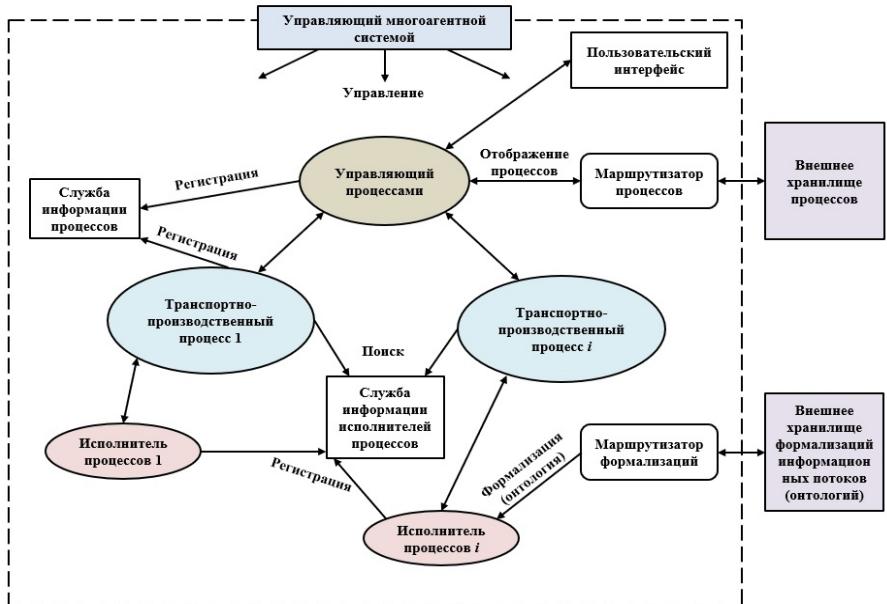


Рис. 3. Алгоритм реализации концептуальной модели управления транспортно-производственными процессами  
Fig. 3. The implementation algorithm for the conceptual model of managing transport and production processes

Все транспортно-производственные процессы находятся в разных информационных потоках управления, поэтому для каждого выполняемого процесса субъектом «Управляющий процессами» формируется субъект «Транспортно-производственный процесс», управляющий действиями субъектов системы «Исполнитель процессов».

Генерация субъектов «Транспортно-производственный процесс» обеспечивается субъектом системы «Управляющий процессами» непосредственно в период выполнения конкретного транспортно-производственного процесса и при обеспечении условия регистрации субъектов «Транспортно-производственный процесс» в информационной службе «Служба информации процессов». Для выполнения данных действий субъекты системы «Транспортно-производственный процесс» формируют субъекты системы «Исполнитель процессов» или находят их из уже ранее сформированных, за счет «Службы информации исполнителей процессов» и на основании электронных данных их отображающегося конкретного транспортно-производственного процесса.

Каждый субъект «Исполнитель процессов» выполняет свои действия в контексте соответствующей формализации из «Маршрутизатор формализаций», управление такой операцией возложено на конкретно соответствующего субъекта системы «Маршрутизатор формализаций».

Разработанный алгоритм реализации концептуальной модели управления транспортно-производственными процессами обеспечивает выполнение транспортно-производственных процессов на основе формализации информационных потоков, которые включают в себя накопленный опыт и знания о непосредственно в процессах и объектах процессов.

Таким образом, концептуальная модель управления транспортно-производственными процессами определяет логические цепочки, взаимосвязи между проблемными участками, областями функционирования процессов и непосредственно самими транспортно-производственными процессами. Авторы в своем исследовании каждое представление формы знаний ( $R_i$ ) рассматривают, как кортеж:

$$R_i = \{R_i^w, R_i^c, R_i^p, R_i^s\}, \quad (1)$$

где  $R_i^w$  – множество функций  $i$ -го представления формы знаний;  $R_i^c$  – множество взаимосвязей между отображениями  $i$ -го представления фор-

мы знаний;  $R_i^p$  – множество процессов функций  $i$ -го представления формы знаний;  $R_i^s$  – множество подпроцессов функций  $i$ -го представления формы знаний.

Множество функций  $i$ -го представления формы знаний имеет следующий вид:

$$R_i^w = \{w_j \mid j = \overline{1, J^w}\}, \quad (2)$$

где  $J^w$  – количество функций  $i$ -го представления формы знаний,  $R_i^w \neq \emptyset$ .

Из множества всех функций фиксируемся на основных подмножествах:

$$R_i^{wp} \subseteq R_i^{wR} \subseteq R_i^w, \quad (3)$$

где  $R_i^{wp}$  – множество функций субъектов, реализующих процессы (подпроцессы) производственных, промышленных предприятий в  $i$ -м представлении формы знаний;  $R_i^{wR}$  – множество значений применяемого ресурсного потенциала.

Субъекты, реализующие процессы (подпроцессы) и применяемый ресурсный потенциал, определяются конкретно по каждому проблемному участку или области реализации процессов.

Множество взаимосвязей между отображениями  $i$ -го представления формы знаний выражаем следующим образом:

$$R_i^c = \{c_{ij} \mid j = \overline{1, J^c}\}, \quad (4)$$

где  $J^c$  – количество взаимосвязей между функциями  $i$ -го представления формы знаний,  $J^c = |R_i^c|$ .

$$c_{ij} = (c_j^f C_j), \quad (5)$$

где  $c_j^f$  – множество свойств  $j$ -й взаимосвязи;  $C_j$  – кортеж  $j$ -х взаимосвязей  $i$ -го представления формы знаний.

Взаимосвязи между функциями представления форм знаний осуществляют отображение норм, правил, определяющих взаимодействие субъектов (объектов) при управлении транспортно-производственными процессами.

Множество процессов функций  $i$ -го представления формы знаний представляем таким образом:

$$R_i^p = \{p_{ij} \mid j = \overline{1, J^p}\}, \quad (6)$$

где  $p_{ij}$  – множество процессов  $j$ -й функции  $i$ -го представления формы знаний,  $J^p = |R_i^p|$ . При этом  $R_i^p$ , может не иметь значений, тогда:

$$R_i^p = \left\{ p_{ija} \mid A = \overline{1, A_j^p}, \right\}, \quad (7)$$

где  $p_{ija}$  –  $A$ -й процесс  $j$ -й функции  $i$ -го представления формы знаний;  $A_j^p$  – количество процессов  $j$ -й функции  $i$ -го представления формы знаний,  $p_{ij}$  может быть  $\emptyset$ .

Множество подпроцессов функций  $i$ -го представления формы знаний представлено следующим образом:

$$R_i^s = \left\{ s_{ija} \mid j = \overline{1, J^s}, \right\}, \quad (8)$$

где  $s_{ija}$  – множество подпроцессов  $j$ -й функции  $i$ -го представления формы знаний,  $J^s = |R_i^s|$ , при этом, определяя значения  $R_i^s$ , их может не быть, тогда:

$$s_{ija} = \left\{ s_{ja} \mid a = \overline{1, a_j^s}, \right\}, \quad (9)$$

где  $s_{ja}$  –  $a$ -й подпроцесс  $j$ -й функции  $i$ -го представления формы знаний;  $a_j^s$  – количество подпроцессов  $j$ -й функции  $i$ -го представления формы знаний,  $s_{ij}$  может быть  $\emptyset$ .

Отсюда следует, что перед тем, как приступить к отображению (описанию) транспортно-производственных процессов (подпроцессов), требуется осуществить формализацию участков, областей функционирования этих процессов (подпроцессов), в том числе формализацию проблемных участков, областей функционирования. Для этого необходимо определить и отобразить (описать) функции представления формы знаний, а именно объекты (правила, стандарты, нормы), которые применяются в информационных потоках и взаимоувязывают транспортно-производственные процессы (подпроцессы) и субъектов их реализации. При определении, отображении (описании) субъектов реализации процессов (подпроцессов) необходимо в представлениях форм знаний отображать (описывать) их ресурсный потенциал, который реализует или не реализует функции конкретного процесса (подпроцесса).

Разработанная методика представления форм знаний о транспортно-производственных про-

цессах нашла свое применение при создании интегрированных информационно-интеллектуальных систем управления «Производственного предприятия Комплексной Транспортной Услуги» и «Проблемные вопросы» [11, 12].

Построение функционала системы «Производственного предприятия Комплексной Транспортной Услуги» происходит поэтапно: получение информационных данных и их обработка, компьютерный учет и анализ, онлайн-визуализация параметров работы производственного предприятия и транспортного участка, онлайн-визуализация интегральных параметров процессов, генерация оптимальных вариантов решений в виде управлеченческих рекомендаций (онлайн-оповещения заинтересованных пользователей) [11].

Данная система обеспечивает:

- прогнозирование и планирование работы производственных предприятий промышленной отрасли и транспортных участков и подразделений на установленный протоколом период времени;
- планирование транспортных услуг по организации приема и отправления грузов железнодорожным и автомобильным транспорта;
- получение информационных данных и контроль над информационными сведениями о потоках корреспонденций грузов, следующих как на предприятия, так и с предприятий;
- анализ выполнения плановых показателей работы производственных предприятий и транспортных участков, подразделений за установленный протоколом период;

- сбор электронных данных и формирование отчетности о допущенных отказах технических средств и невыполнении установленного технологического процесса на предприятиях и транспортных участках, с определением причин и ответственных должностных лиц;

- автоматизацию (исключен человеческий труд) планирования и формирования заказа на транспортные услуги по подводу транспортных средств и подвижного состава для предприятий на установленный протоколом период времени;

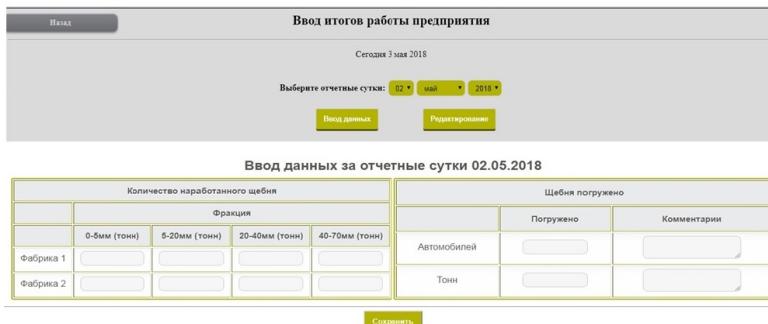
- формирование управлеченческих рекомендаций (в виде всплывающих информационных полей) по возможным решениям проблемных задач, образующихся при реализации транспортно-производственных процессов.

Система «Проблемные вопросы» обеспечивает:

- интеллектуализацию управления транспортно-производственными процессами, которая основывается в определении оптимальных вариантов решений проблемных задач;

- оценку и сравнение вариантов решений, которое осуществляется на основе объективных и субъективных информационных данных;
- обработку, ранжирование, хранение информационных данных о приоритетных направлениях функционирования производственных предприятий и транспортных участков, подразделений;
- накопление и хранение знаний о проблемах

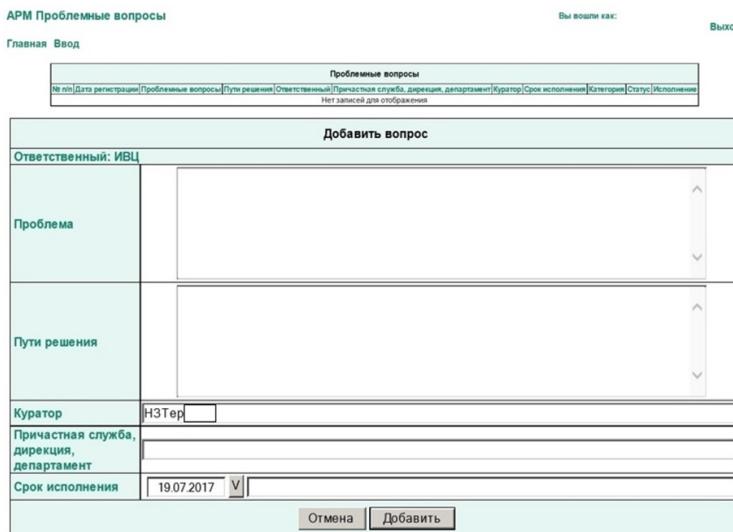
**АСУ Подразделения Комплексной Транспортной Услуги (ПКТУ)**



Количество наработанного щебня				Щебня погружено	
				Погружено	Комментарии
Фракция	0-5мм (тонн)	5-20мм (тонн)	20-40мм (тонн)	40-70мм (тонн)	
Фабрика 1					
Фабрика 2					

Рис. 4. Фрагмент визуализации цифрового слоя системы «Производственного предприятия Комплексной Транспортной Услуги»

Fig. 4. A visualized segment of a digital layer of the system "Production enterprises of Integrated Transport Services"



Добавить вопрос	
Ответственный: ИВЦ	
Проблема	
Пути решения	
Куратор	НЗТер
Причастная служба, дирекция, департамент	
Срок исполнения	19.07.2017

Рис. 5. Фрагмент визуализации цифрового слоя системы «Проблемные вопросы»

Fig. 5. A visualized segment of a digital layer of the system "Problem issues"

ных участках, областях процессов;

- предоставление вариантов решений проблемных вопросов с учетом привлекаемого ресурсного потенциала из возможных вариантов, заинтересованным субъектам (агентам), с дальнейшей оценкой их воздействий [12].

Фрагменты визуализации интегрированных информационно-интеллектуальных систем представлены на рис. 3, 4.

### Заключение

Предложенный метод развития механизмов интеграции промышленных предприятий в единое транспортно-информационное пространство позволяет:

1. Основным отраслям экономики (промышленной, транспортной) перейти на новый качественный уровень управления процессами, в котором определяющим направлением выступает формирование многоагентной и многоструктурной комплексности интегрированных информационных систем управления.

2. Определять логические цепочки, взаимосвязи между проблемными участками, областями функционирования процессов и непосредственно самими транспортно-производственными процессами.

3. Формализовать участки, области функционирования процессов (подпроцессов), в том числе формализовать их проблемные участки и области функционирования.

4. Информационно-интеллектуальным системам управления интегрировать в межотраслевые системы единого транспортно-информационного пространства.

5. Консолидировать информационные потоки многих информационных систем и адаптировать

распределенные системы управления на различных промышленных и производственных предприятиях, транспортных участках и подразделениях.

Разработанные интегрированные информационно-интеллектуальные системы управления «Производственного предприятия Комплексной Транспортной Услуги» и «Проблемные вопросы» прошли государственную регистрацию, и нашли свое применение при реализации и управлении транспортно-производственными процессами на производственных, промышленных предприятиях и транспортных участках, подразделениях в гранницах Восточного полигона.

Параметры проведенных расчетов использования данных информационно-интеллектуальных систем показывают положительную динамику увеличения качества планирования эксплуатационной работы промышленных предприятий и транспортных участков, обслуживающих эти предприятия, в частности, качество планирования увеличено на 22%, на ряде предприятий достигнуто увеличение объема отгружаемой готовой продукции в 2 раза, непроизводительные производственные издержки снижены на 13%. Наблюдается устойчивая тенденция снижения добавленной стоимости готовой продукции.

### Список литературы

1. Wei Qin, Sigi Chen, Mugen Peng. Recent advances in Industrial Internet: insights and challenges. Digital Communications and Networks, vol. 6, iss. 1, February 2020, pp. 1–13, doi: 10.1016/j.dcan.2019.07.001.
2. Xianyu Zhang, Xinguo Ming, Dao Yin. Application of industrial big data for smart manufacturing in product service system based on system engineering using fuzzy DEMATEL. Journal of Cleaner Production, vol. 265, 20, August 2020, 121863, doi:10.1016/j.jclepro.2020.121863.
3. Istvan Mezgar, Ursula Rauschecker. The challenge of networked enterprises for cloud computing interoperability. Computers in Industry, vol. 65, iss. 4, May 2014, pp. 657–674, doi:10.1016/j.compind.2014.01.017.
4. Новая парадигма научных исследований: условия реализации инновационной стратегии / Гринберг Р.С., Журавин С.Г., Немцов В.Н. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. №1. С. 147–151.
5. Когнитивное управление формализованным математическим контентом / Костенко К.И., Лебедева А.П. // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. Т.14. №3. С. 615–624.
6. Загорулько Ю.А. О концепции интегрированной модели представления знаний // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 322, №5. С.98–103.
7. Бездушный А.А. Математическая модель системы интеграции данных на основе онтологий // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2018. Т.6, №2. С. 15–40.
8. Использование паттернов онтологического проектирования для разработки онтологий предметных областей / Загорулько Ю.А., Боровикова О.И., Загорулько Г.Б. // Материалы Всероссийской конференции с международным участием, ЗОНТ 2017. 2017. Т. 1. С. 139–148.
9. Гагарин А.П., Березняк Т.В. Динамика инновационных процессов в области информационных технологий и подходы к их моделированию // Наукомекие технологии. 2014. Т. 15. №1. С. 116–121.
10. Концептуальная модель ситуационного центра промышленного предприятия / Гитман М.Б., Пустовойт К.С., Столбов В.Ю., Федосеев С.А., Гун Г.С. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. №1. С. 102–106.
11. А.С. 2018616359 Российская Федерация. АСУ Производственного предприятия Комплексной Транспортной Услуги / В.В. Зубков, О.В. Амельченко, Е.А. Негодяев [и др.]. № 2018614531; заявл. 23.04.2018; опубл. 30.05.2018.

12. А.с. 2017660359 Российская Федерация. АРМ Проблемные вопросы / В.В. Зубков, О.В. Амельченко. № 2017617667; заявл. 24.06.2017; опубл. 21.09.2017.

#### References

- Wei Qin, Sigi Chen, Mugen Peng. Recent advances in Industrial Internet: insights and challenges. *Digital Communications and Networks*, vol. 6, issue 1, February 2020, pp 1–13. doi: 10.1016/j.dcan.2019.07.001.
- Xianyu Zhang, Xinguo Ming, Dao Yin. Application of industrial big data for smart manufacturing in product service system based on systems engineering using fuzzy DEMATEL. *Journal of Cleaner Production*, vol. 265, 20 August 2020, 121863. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121863.
- Istvan Mezgar, Ursula Rauschecker. The challenge of networked enterprises for cloud computing interoperability. *Computers in Industry*, vol. 65, Issue 4, May 2014, pp 657–674. doi:10.1016/j.compind.2014.01.017.
- Grinberg R.S., Zhuravkin S.G., Nemtsev V.N. The new scientific investigate paradigm under innovative strategy implementation. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2014, no. 1, pp. 147–151. (In Russ.)
- Kostenko K.I., Lebedeva A.P. The formalized mathematical content cognitive management. *Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie* [Modern Information Technologies and IT Education], 2018, vol. 14, no. 3, pp. 615–624. (In Russ.)
- Zagorulko Yu.A. On the concept of integrated knowledge representation model. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Tomsk Polytechnic University], 2013, vol. 322, no. 5, pp. 98–103. (In Russ.)
- Bezdushny A.A. Ontologies based mathematical model of data integration. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Informatsionnye tekhnologii* [Vestnik of Novosibirsk State University. Series: Information Technologies], 2018, vol. 6, no. 2, pp 15–40. (In Russ.)
- Zagorulko Yu.A., Borovikova O.I., Zagorulko G.B. Application of ontological patterns design for subject domains development. *Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem ZONT 2017* [Proceedings of the Open Russian Conference with an International Participation KONT 2017]. 2017, vol. 1, pp. 139–148. (In Russ.)
- Gagarin A.P., Bereznyak T.V. Dynamics of innovative processes in the area of information technologies and approaches to their simulation. *Naukoemkie tekhnologii* [Science Intensive Technologies], 2014, vol. 15, no. 1, pp. 116–121. (In Russ.)
- Gitman M.B., Pustovoit K.S., Stolbov V.Yu., Fedoseev S.A., Gun G.S. The conceptual model of the situational center of the industrial enterprise. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2014, no. 1, pp. 102–106. (In Russ.)
11. Zubkov V.V., Amelchenko O.V., Negodyaev E.A. et al. *ASU Proizvodstvennogo predpriyatiya Kompleksnoy Transportnoy Uslugi* [The automated control system of the production enterprise of an Integrated Transport Service]. Author's certificate 2018616359, the Russian Federation, no. 2018614531; applied on 23.04.2018; published on 30.05.2018.
12. Zubkov V.V., Amelchenko O.V. *ARM Problemnye voprosy* [Problem Issues Workstation]. Author's certificate 2017660359, the Russian Federation, no. 2017617667; applied on 24.06.2017; published on 21.09.2017.

Поступила 03.07.2020; принята к публикации 07.08.2020; опубликована 25.09.2020  
Submitted 03/07/2020; revised 07/08/2020; published 25/09/2020

**Зубков Валерий Валерьевич** – канд. техн. наук, заместитель начальника Департамента производственной инфраструктуры Московского представительства АО «Федеральная Грузовая Компания», Екатеринбург, Россия. Email: zubkovvv1973@gmail.com

**Сирина Нина Фридриховна** – д-р техн. наук, проф., проректор по учебной работе и связям с производством, Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия. Email: nsirina@usurt.ru

**Valery V. Zubkov** – PhD (Eng.), Deputy Head of the Production Infrastructure Department, the Moscow Representative Office, JSC Federal Freight Transport Company, Yekaterinburg, Russia. Email: zubkovvv1973@gmail.com

**Nina F. Sirina** – DrSc (Eng.), Professor, Vice-Rector for Academic Affairs and Production Relations, Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia. Email: nsirina@usurt.ru