

Облачная платформа систем поддержки принятия решений для задач планирования деятельности цифровых производств*

А. С. Величко, В. В. Грибова[†], А. В. Колмогоров

Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток, Россия

[†]Контактный e-mail: gribova@iacp.dvo.ru

Рассмотрена задача разработки платформы для процессов цифрового производства. Описаны возможные онтологии предметной области, состоящей в организации и планировании экономической деятельности предприятий и учреждений, в том числе в производственной сфере. Спроектирована модульная архитектура облачной платформы для “цифровизации” производственных процессов в области обрабатывающих производств и строительства. Определены задачи, решаемые каждым функциональным модулем.

Ключевые слова: цифровая экономика, организация, планирование производства, облачная платформа.

Библиографическая ссылка: Величко А.С., Грибова В.В., Колмогоров А.В. Облачная платформа систем поддержки принятия решений для задач планирования деятельности цифровых производств // Вычислительные технологии. 2019. Т. 24, № 6. С. 13–20. DOI: 10.25743/ICT.2019.24.6.003.

Введение

Современный бизнес в своей деятельности во многом использует цифровые технологии, которые влияют на конкуренцию, давая такие преимущества, как снижение издержек, расширение географии поставок, увеличение рыночной доли бизнеса. Цифровые технологии позволяют бизнесу структурировать и автоматизировать процессы экономической деятельности. В работе [1] обоснована необходимость использования цифровых технологий в бизнесе. В проведенном исследовании систематизированы области применения цифровых технологий в производственной сфере, были опрошены 157 управляющих пятидесяти крупных компаний в пятнадцати странах мира. Сравнительный анализ показал, что те, кто успешно управляет, использует и внедряет цифровые технологии в своей деятельности, более конкурентоспособны по сравнению с теми, кто отстает в такой “цифровизации”.

В процессе управления цифровыми технологиями в бизнесе возникает необходимость создания цифровых платформ — комплексных программных решений, направленных на “цифровизацию” бизнес-процессов внутри компаний, таких как логистика, производство, управление поставками и др.

*Title translation and abstract in English can be found on page 20.

© ИВТ СО РАН, 2019.

В данной работе описываются концепция и архитектура для создания подобной платформы, направленной на организацию цифрового производства. Разрабатываемая платформа особое внимание уделяет таким факторам, как организация планирования производства, выбор надежного поставщика, работа с поставками и логистикой.

1. Разработка онтологий предметной области

Под онтологией цифрового производства будем понимать формализацию рассматриваемой предметной области — организации экономической и производственной деятельности — с помощью концептуальной схемы, которая состоит из структуры данных, содержащей все релевантные для данной предметной области классы объектов, их связи и правила взаимоотношений между ними.

1.1. Онтология экономической деятельности

Собственники и управленцы предприятий и учреждений, руководствуясь разнообразными экономическими мотивами для производства благ (товаров и услуг), прежде всего должны уметь планировать и организовывать производственные процессы. Под последними понимаются внутренняя упорядоченность, объединение различных элементов производства, установление связей и согласованных действий между участниками производственного процесса, создание организационных условий. Для каждого предприятия или учреждения определяется основной вид экономической деятельности на основе классификатора ОКВЭД [2].

В процессе такого планирования необходимо определить, какие товары производить, как организовать процесс их производства, т. е. ответить на ряд вопросов, результатом которых будет: конструкторская информация (что представляет собой товар, его состав и дискретность до компонентов как неделимых единиц, свойства, качество), технологическая информация (процессы, необходимые для производства, требования, сроки) и организационно-плановая подготовка (какое оборудование использовать, кто будет поставлять компоненты, график работ, определение необходимой квалификации людей и т. п.).

На рис. 1 представлена возможная онтология экономической деятельности предприятия для целей ее цифровизации. Актуальной для развития бизнеса является оптимизация процессов производственной деятельности с целью выбора наиболее выгодных условий и уменьшения расходов на каждом этапе. С точки зрения региональной специфики деятельности бизнеса в российской экономике, например на Дальнем Востоке, проблема логистических (складских) и транспортных издержек в производственном секторе экономике стоит особо остро. Развитие производственных технологий позволит бизнесу управлять всеми этими процессами с помощью разрабатываемых и внедряемых цифровых платформ. Поэтому в дальнейшем ограничимся описанием онтологии именно производственной деятельности.

1.2. Онтология организации производственной деятельности

Для разработки онтологии организации производственной деятельности предприятия мы используем подход, принятый в производственном и операционном менеджменте [3] (рис. 2). В основе бизнеса, направленного на производство, лежит производ-

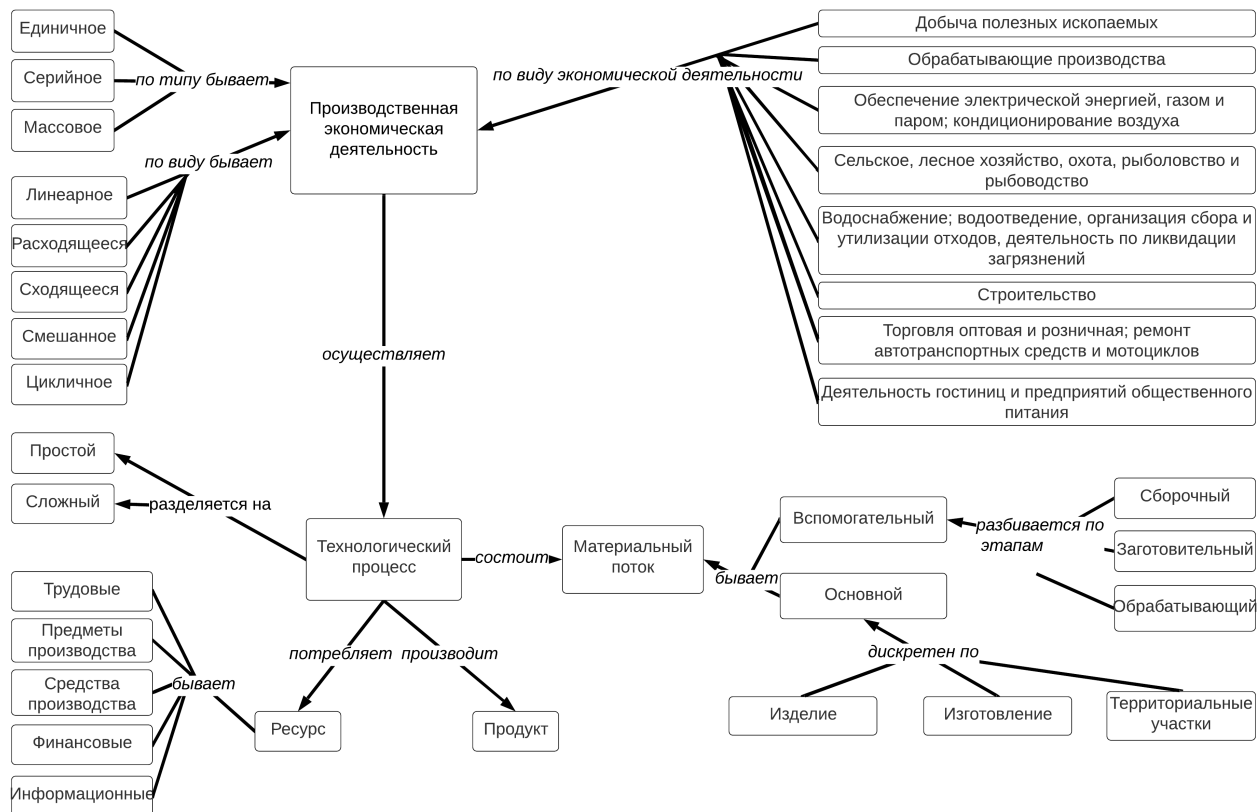


Рис. 1. Онтология экономической деятельности

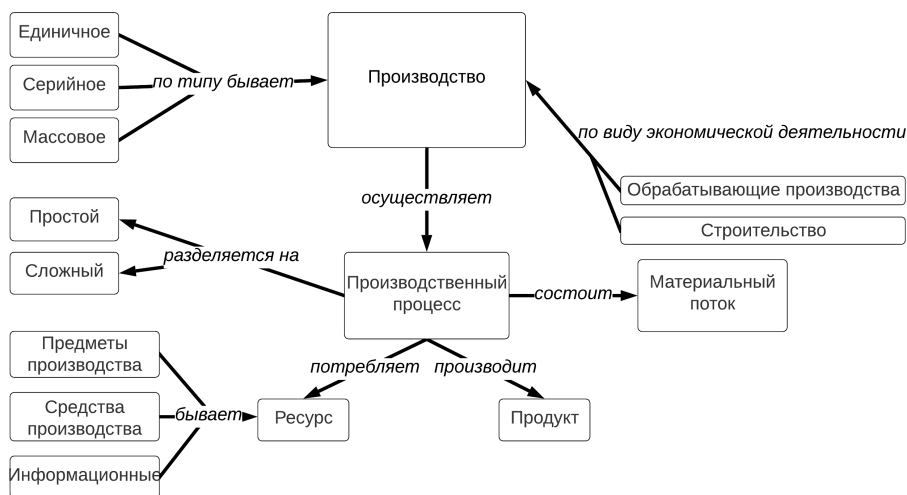


Рис. 2. Онтология производственной деятельности

ственный процесс, который влияет на работу предприятия в целом и является главным инструментом, генерирующим доход. Производственный процесс — это воспроизводство определенных материальных благ, он осуществляется на предприятии рабочей силой с использованием средств производства. Целью производственного процесса является удовлетворение материальной потребности общества. Производственный процесс на входе получает ресурсы и выполняет преобразование ресурсов, материалов, различных предметов труда в готовую продукцию или услугу. Каждый производственный

процесс может состоять из одного или нескольких процессов, т. е. быть простым или сложным, составным.

Можно выделить следующие виды ресурсов [4]:

- 1) живой труд, труд людей;
- 2) материальные ресурсы — средства производства (здания, станки);
- 3) природные ресурсы — предметы производства (сырье);
- 4) финансовые ресурсы;
- 5) информационные ресурсы (документация, схемы).

В процессе производства потребляются ресурсы, которые в результате воздействия на них технологического процесса преобразуются в товар, продукцию или услугу (материальные и нематериальные блага). В результате такого преобразования возникают материальные потоки как совокупность процессов, направленных на выпуск благ.

В технологическом процессе выделяют основной и вспомогательные материальные потоки. Основной материальный поток отвечает за выпуск на рынок благ из используемых материалов, деталей, заготовок, сырья и вспомогательных услуг, в результате возникает экономическое благо, которое будет отправлено на рынок сбыта. Основной материальный поток дискретен, т. е. может состоять из нескольких технологических этапов. Дискретность проявляется, во-первых, в разделении продукта на компоненты, во-вторых, в возникновении последовательности этапов технологического процесса, в-третьих, возможно выделить цеха, участки, где происходит преобразование компонентов продукта.

Вспомогательный материальный поток направлен на выпуск продукции, которая будет использоваться на предприятии. В нем можно выделить этапы, например заготовительный, обрабатывающий, сборочный. Этапы могут различаться в зависимости от вида экономической деятельности. Например, заготовительный процесс на предприятиях машиностроения направлен на получение заготовок из исходных материалов для преобразования в деталь. Результатом является заготовка. Примеры таких процессов: литье, прокатка, штамповка, резка. Обрабатывающий процесс направлен на преобразование заготовки в деталь, например химическая, термическая, физическая обработка. Сборочный процесс направлен на соединение разных деталей. Результатом являются сборочные единицы, комплексы, компоненты.

2. Этапы организации и планирования производства

На основе обзора литературы, проведенного авторами в работе [5], можно выделить актуальные для последующей “цифровизации” этапы организации и планирования цифрового производства:

- 1) оптимизация размещения (выбор места) производства;
- 2) выбор оптимального поставщика ресурсов;
- 3) оптимизация доставки до места производства и хранения ресурсов;
- 4) управление процессом поставок и закупок;
- 5) реализация защищенных контрактов, обязательств доставки продукции.

Первый этап — выбор места производства и расположения с учетом спроса на производимую продукцию, расстояния до поставщиков ресурсов, расстояния до рынков сбыта. Второй этап — выбор поставщиков ресурсов для производства продукции — предполагает поиск информации о поставщиках и предоставляемых ими ресурсах в базах данных, агрегаторах и проверку поставщиков на надежность. Третий этап —

логистика — подразумевает определение способов доставки ресурсов для производства с наименьшими издержками. Четвертый этап — управление производством, заказ новой продукции и сбыт произведенной. Пятый этап предполагает работу с договорами, контрактами, условиями сделки по доставке и отправке продукции.

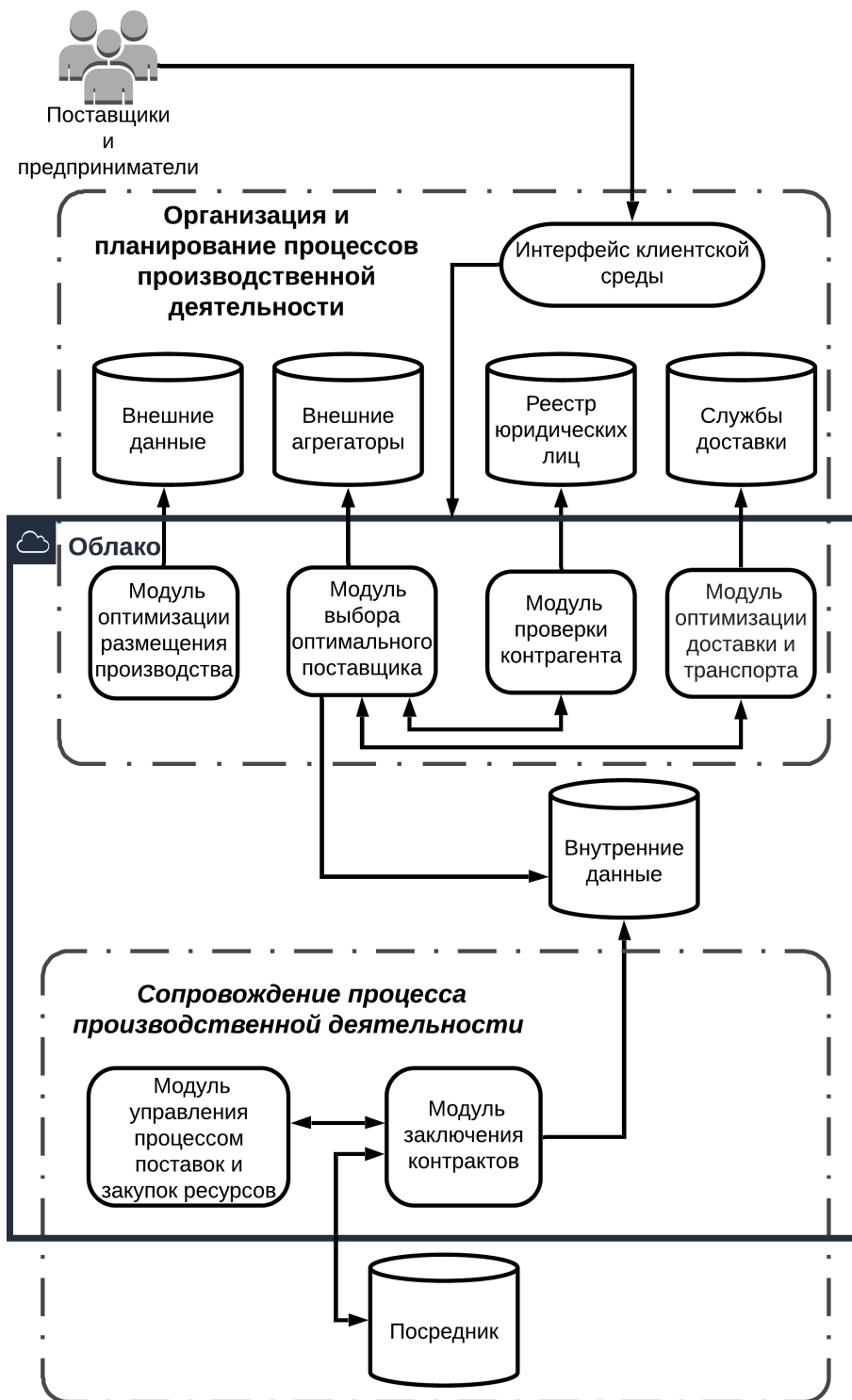


Рис. 3. Архитектура платформы

Перечисленные этапы зачастую реализуются в программных решениях путем разработки и реализации нескольких облачных сервисов. Недостатком таких сервисов является их узкая специализация по решаемым задачам, каждый сервис имеет свой интерфейс, подход, требования к знаниям сотрудников. Не существует общего сервиса (платформы), покрывающего все этапы. Поэтому актуально создание такой платформы, которая объединяла бы достоинства всех решений с одновременной минимизацией недостатков. Подобная платформа, описанная в данной работе, позволит повысить конкурентоспособность производства за счет уменьшения объема внутрифирменных затрат. Как следствие, в глобальном аспекте применение таких цифровых платформ на различных предприятиях положительно повлияет на экономику страны в целом.

3. Архитектура платформы

Базовым архитектурным решением для платформы является модульность, используются независимые программные модули, решающие определенную задачу для этапов организации и планирования производства. Платформа объединяет все модули в единую систему. Архитектура платформы состоит из блока организации и планирования процессов производственной деятельности и блока модулей, сопровождающих осуществление процесса производственной деятельности (рис. 3).

Блок организации и планирования процессов производственной деятельности содержит модули оптимизации размещения производства, выбора оптимального поставщика, оптимизации доставки и транспорта, проверки контрагента, а также интерфейс клиентской среды.

Блок сопровождения процесса производственной деятельности включает модуль управления процессом поставок и закупок ресурсов и модуль заключения контрактов.

Платформа расширяема, и в ней предусмотрено добавление новых модулей в рабочую систему.

Заключение

Рассмотрена проблема разработки цифровых платформ — комплексных программных решений, направленных на задачи планирования и организации экономической деятельности предприятий и учреждений. Разработана онтология — формализация рассматриваемой предметной области — на основе подходов производственного и операционного менеджмента, в частности для возможного использования в деятельности обрабатывающих производств и в строительстве. На основе анализа этапов организации и планирования производства, которые слабо представлены в существующих программных решениях в виде нескольких облачных сервисов, разработана архитектура цифровой облачной платформы и ее функциональных модулей. Уже создан ряд модулей облачной платформы [6], ведется работа по реализации полнофункционального инструментального комплекса [7].

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-07-00244).

Список литературы / References

- [1] **Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A.** The nine elements of digital transformation. Available at: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-nine-elements-of-digital-transformation/> (accessed 10.07.2019).
- [2] Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 N 14-ст). Адрес доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (дата обращения 10.07.2019). Russian classification of economic activities. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (accessed 10.07.2019). (In Russ.)
- [3] **Чейз Р.Б., Эквилайн Н.Дж., Якобс Р.Ф.** Производственный и операционный менеджмент. М.: Изд. дом “Вильямс”, 2001. 704 с.
Chase, R.B., Aquilano, N.J., Jacobs, R.F. Production and operations management. Irwin/McGraw-Hill, 1998. 889 p.
- [4] **Добрынин А.И., Тарасевич Л.С.** Экономическая теория. СПб.: Изд. СПбГУЭФ, 2004. 544 с.
Dobrynin, A.I., Tarasevich, L.S. Economic theory. Sankt Peterburg: SPbGUEF, 2004. 544 p. (In Russ.)
- [5] **Грибова В.В., Величко А.С., Колмогоров А.В.** Концепция цифровой платформы для производственной деятельности // Информ. технологии. 2019. № 8. С. 502–511.
Gribova, V.V., Velichko, A.S., Kolmogorov, A.V. Digital platform concept for business activities // Inform. Technologies. 2019. No. 8. P. 502–511. (In Russ.)
- [6] **Величко А.С., Грибова В.В., Федорищев Л.А.** Облачный сервис для интерактивного моделирования межтерриториальной торговли // Моделирование и анализ информационных систем. 2016. Т. 23, № 4. С. 412–426.
Velichko, A.S., Gribova, V.V., Fedorishchev, L.A. Cloud service for interactive simulation of interregional trade // Modelirovanie i Analiz Informatsionnykh Sistem. 2016. Vol. 23, No. 4. P. 412–426. (In Russ.)
- [7] **Velichko, A.S., Gribova, V.V., Fedorishchev, L.A.** Simulation software for multicommodity flows model of interregional trade // IEEE Xplore. 2018. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8482140> (accessed 10.07.2019).

Поступила в редакцию 3 октября 2019 г.

Cloud platform for decision-making support of digital production planning

VELICHKO, ANDREI S., GRIBOVA, VALERIYA V.*, KOLMOGOROV ALEKSEI V.

¹Institute for Automation and Control Processes FEB RAS, Vladivostok, 690041, Russia

*Corresponding author: Gribova, Valeriya V., e-mail: gribova@iacp.dvo.ru

Purpose. The paper deals with the problem of decision-making support for digital production planning.

Methodology. The formalization of the subject area (ontology) is developed on the basis of the approach used in production and operational management, in particular, for the possible planning of digital production in back-office industries and construction.

Findings. Main stages of digital production planning are identified such as optimization for the placement (choice of place) of production, optimal selection of suppliers of resources, optimization of storage of resources and delivery to the place of production. The analysis of the stages for organization and production planning currently is poorly represented in existing software solutions as a set of several cloud services.

Originality/value. Taking into account the conditions for the modern stage of development of technologies for the digital production we can identify the key requirements for the functionality and use of the software platform. The architecture of a digital cloud platform and its functional modules has been developed for the planning of digital production. It is a decentralized platform as a public network, consisting of independent software modules (cloud services) connected to a tool with an expandable number of modules. The tool consists of a unit for the organization and planning of production processes and the block of the modules that accompanies implementation of process of production activity. Currently, a number of modules of the system have been developed and experimentally tested. Now we are developing the full-featured tool.

Keywords: digital economy, organization, production planning, cloud platform.

Cite: Velichko, A.S., Gribova, V.V., Kolmogorov A.V. Cloud platform for decision-making support of digital production planning // Computational Technologies. 2019. Vol. 24, No. 6. P. 13–20. (In Russ.) DOI: 10.25743/ICT.2019.24.6.003.

Acknowledgements. This research was partly supported by RFBR (grant No. 19-07-00244).

Received October 3, 2019