

УДК 658.53

МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПО СОЗДАНИЮ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

© 2024 И.Н. Хаймович^{1,2}, Ю.П. Верещагин¹

¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева
Самара, Россия

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила в редакцию 16.12.2024

Современные бизнес-процессы требуют все более сложных и адаптивных подходов к управлению и оптимизации. В условиях быстро меняющегося рынка и усиливающейся конкуренции компании стремятся максимально эффективно использовать ресурсы, снижать издержки и повышать качество продукции. Одним из ключевых направлений в этой области является функциональное и сетевое моделирование, которое позволяет визуализировать, анализировать и оптимизировать процессы на разных уровнях. В данной статье рассматриваются методы функционального и сетевого моделирования на примере бизнес-процесса производства вспененного полистирола — одного из важных строительных материалов, используемых в различных отраслях промышленности. Вспененный полистирол, обладая прекрасными теплоизоляционными свойствами и легкостью, стал неотъемлемой частью современного строительства. Однако его производство сопряжено с рядом сложных этапов, требующих тщательной координации и управления. Использование методов функционального и сетевого моделирования позволяет не только анализировать текущие процессы, но и выявлять узкие места, оптимизировать ресурсы, прогнозировать результаты различных сценариев. В статье будут представлены основные подходы к моделированию, их преимущества и недостатки, а также примеры применения в контексте производства вспененного полистирола. Надеемся, что полученные результаты будут полезны не только специалистам в области управления производственными процессами, но и широкой аудитории, интересующейся вопросами оптимизации бизнес-процессов в условиях современной экономики. При анализе любого предприятия постоянно сталкиваешься с проблемами четкой трактовки основ всех процессов, которые напрямую связаны с производственно-техническими процессами и их совершенствованием. Инструменты бизнес-моделирования имеют решающее значение для разработки и внедрения успешных бизнес-моделей.

Ключевые слова: бизнес-процессы, управление, оптимизация, функциональное моделирование, сетевое моделирование, управление производственными процессами.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-12-18

EDN: EDIDGB

ВВЕДЕНИЕ

Современные бизнес-процессы требуют все более сложных и адаптивных подходов к управлению и оптимизации. В условиях быстро меняющегося рынка и нарастающей конкуренции компании стремятся максимально эффективно использовать ресурсы, снижать затраты и повышать качество продукции. Одним из ключевых направлений в этой области является функциональное и сетевое моделирование, которое позволяет визуализировать, анализировать и оптимизировать процессы на разных уровнях.

В данной статье рассматриваются методы функционального и сетевого моделирования на примере бизнес-процесса по созданию пенополистирола — одного из важных строительных материалов, используемого в различных отраслях. Пенополистирол, обладая отличными теплоизоляционными свойствами и легкостью, стал неотъемлемой частью современного строительства. Однако его производство связано с рядом сложных этапов, требующих тщательной координации и управления.

Использование методов функционального и сетевого моделирования позволяет не только анализировать текущие процессы, но и выявлять узкие места, оптимизировать ресурсы, а также предсказывать результаты различных сценариев. В статье будут представлены основные подходы к моделированию, их преимущества и недостатки, а также примеры применения в контексте производства пенополистирола. Мы надеемся, что полученные результаты будут полезны не только для специалистов в области управления производственными процессами, но и для широкой аудитории, интересующейся вопросами оптимизации бизнес-процессов в условиях современной экономики.

Хаймович Ирина Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением, профессор Высшей школы передовых цифровых технологий. E-mail: khaymovich.in@ssau.ru
Верещагин Юрий Павлович, аспирант vereshagin_yurii@mail.ru

При анализе любого предприятия постоянно сталкиваешься с проблемами ясного толкования основ всех процессов, которые непосредственно связаны с производством и техническими процессами и их совершенствованиями. Инструменты бизнес-моделирования имеют решающее значение для разработки и внедрения успешных бизнес-моделей.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Функционально моделирование бизнес-процессов и IDEF1. Функциональное моделирование бизнес-процессов стало важным инструментом для анализа и оптимизации деятельности организаций. Одной из ключевых методологий, используемых в этой области, является IDEF1 (Integrated DEFinition Methods), разработанная в 1970-х годах в рамках проекта по моделированию и оптимизации процессов в Министерстве обороны США. В данной статье мы рассмотрим исторический контекст IDEF1, его применение в функциональном моделировании и альтернативные точки зрения на его использование. IDEF (Integrated DEFinition) представляет собой набор методов для функционального моделирования и анализа бизнес-процессов. IDEF1, как часть этой серии, был разработан для поддержки функционального моделирования и описания информационных систем. Основная цель IDEF1 заключается в создании четкого и понятного представления о том, какие функции выполняет система, и как они взаимодействуют друг с другом. В 1970-х годах, когда началось активное внедрение компьютерных технологий в бизнес-практику, возникла необходимость в стандартизированных методах моделирования, которые могли бы помочь организациям более эффективно управлять своими процессами. IDEF1 стал одним из первых шагов в этом направлении, предоставляя инструменты для визуализации и анализа функций и данных. IDEF1 основывается на нескольких ключевых концепциях:

1. Функции. Основные действия или процессы, которые выполняет организация.
2. Данные. Информация, необходимая для выполнения функций и принимаемая в процессе их выполнения.
3. Связи. Взаимодействия между функциями и данными, которые помогают понять, как информация перемещается между различными процессами.

IDEF1 использует графические нотации для представления этих элементов, что делает модели более доступными для понимания и обсуждения.

Несмотря на широкое признание IDEF1, существуют альтернативные подходы к функциональному моделированию бизнес-процессов:

1. BPMN (Business Process Model and Notation). Этот стандарт, разработанный для описания бизнес-процессов, предлагает более гибкие и наглядные средства для моделирования, включая диаграммы потоков и события. BPMN позволяет лучше визуализировать сложные процессы и взаимодействия между различными участниками.

2. (Unified Modeling Language). Хотя UML изначально предназначался для моделирования программного обеспечения, его можно адаптировать для бизнес-процессов. UML предлагает мощные средства для описания взаимодействий и структур, что делает его подходящим для интеграции с IT-решениями.

3. Lean и Six Sigma. Эти методологии фокусируются на оптимизации процессов и устранении потерь. Они предлагают инструменты для анализа процессов и их улучшения, что может быть более целесообразным в определенных контекстах, чем использование IDEF1.

Примеры применения IDEF1:

1. Производственные компании. IDEF1 может быть использован для моделирования процессов производства, от закупки сырья до доставки готовой продукции, с акцентом на функции и данные, необходимые для каждого этапа.

2. Финансовый сектор. Банки могут использовать IDEF1 для описания процессов кредитования, обработки транзакций и управления клиентскими данными, что помогает выявить узкие места и оптимизировать операции.

3. Государственные учреждения. IDEF1 может быть полезен для моделирования процессов предоставления услуг населению, таких как оформление документов или обработка заявок, позволяя улучшить качество обслуживания.

Функциональное моделирование бизнес-процессов с использованием IDEF1 остается актуальным инструментом для организаций, стремящихся к оптимизации своей деятельности. Однако важно учитывать существующие альтернативы и адаптировать методы под конкретные нужды бизнеса. Как и в любой другой области, выбор инструмента моделирования должен основываться на специфических требованиях и контексте, в котором он будет применяться.

СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сетевое моделирование бизнес-процессов стало неотъемлемой частью управления проектами и оптимизации бизнес процессов. Наиболее распространенный инструмент визуализации бизнес процессов в этой области является – диаграмма Ганта. Она помогает наглядно отобразить как временные ряды, так и правильную последовательность выполнения, как самого процесса, так и его технологической составляющей. В данной статье мы рассмотрим исторический контекст сетевого моделирования, обсудим альтернативные точки зрения и приведем примеры его применения.

Сетевое моделирование начало развиваться в середине 20 века, когда стало необходимым управлять сложными проектами, такими как строительство и аэрокосмические программы. В 1950-х годах были разработаны такие методы, как метод критического пути (CPM) и метод оценки и анализа программ (PERT). Эти методы позволили управлять проектами более эффективно, обеспечивая возможность визуализации задач и их взаимосвязей.

Диаграмма Ганта, впервые предложенная Генри Гантом в 1910 году, стала одним из самых популярных инструментов в управлении проектами. Она позволяет наглядно видеть задачи, сроки их выполнения и зависимости между ними. Однако, несмотря на свою популярность, диаграмма Ганта имеет свои ограничения, особенно в сложных проектах с большим количеством взаимосвязей.

Существует несколько альтернативных подходов к моделированию бизнес-процессов, которые могут быть более подходящими в определенных ситуациях:

Системный подход: Этот метод рассматривает бизнес-процессы как часть более широкой системы. Он акцентирует внимание на взаимодействии между различными процессами и их влиянии на общую эффективность организации.

Моделирование на основе событий: Этот метод позволяет моделировать бизнес-процессы с учетом случайных событий и неопределенности. Это особенно полезно в условиях, когда процессы подвержены изменениям и непредсказуемым факторам.

Блок-схемы и BPMN: Блок-схемы и нотация бизнес-процессов (BPMN) предлагают более детализированный взгляд на процессы, позволяя визуализировать их на более глубоком уровне. Эти инструменты могут быть полезны для анализа и оптимизации процессов.

Строительство: В строительной отрасли диаграмма Ганта широко используется для планирования и контроля проектов. Например, при строительстве многоэтажного здания можно использовать диаграмму Ганта для координации работ по фундаменту, возведению стен и установке кровли.

ИТ-проекты: В сфере информационных технологий сетевое моделирование помогает управлять проектами разработки программного обеспечения. Например, команда может использовать диаграмму Ганта для отслеживания этапов разработки, тестирования и внедрения программного продукта.

Производство: В производственной сфере сетевое моделирование может быть использовано для оптимизации цепочки поставок. Например, компания может визуализировать процессы поставки сырья, производства и дистрибуции готовой продукции.

Сетевое моделирование бизнес-процессов, включая диаграмму Ганта, является важным инструментом в управлении проектами. Несмотря на свои ограничения, оно продолжает оставаться актуальным в различных отраслях. Однако важно учитывать альтернативные подходы и методы, которые могут предложить дополнительные преимущества в зависимости от специфики проекта. В конечном счете, выбор инструмента должен основываться на уникальных потребностях и условиях конкретной организации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Пенополистирол¹ – это современный газонаполненный материал, который распространен в строительстве, в промышленных и производственных отраслях, широко используется в качестве теплоизоляции зданий. Применяется он и в других целях: в качестве отделочного и конструкционного стройматериала для формообразования, изготовления декоративных элементов, в качестве наполнителя для посылок, бескаркасной мебели подушек, игрушек и прочих поделок. В быту материал полезен для изготовления самодельного герметика или строительного лака.

Метод производства материала запатентовали в 1928 году, и за все время существования не раз претерпевал изменения и модернизацию. И, хотя его нельзя назвать слишком сложным, он требует точного соблюдения предусмотренной очередности мероприятий, применения специально предназначенного оборудования для производства пенопласта.

Внедрение технологического процесса обычно связано с многочисленными взаимосвязанными операциями, в которые вовлечены различные люди и процессы. При планировании и управлении сложными рабочими комплексами особенно эффективными показали себя сетевые методы и модели, основанные на создании сетевых графиков [1].

¹ В статье «пенополистирол» и «пенопласт» используются как синонимы.

Объектом исследования – является поэтапный процесс создания пенополистирола, от начала производства, до отгрузки пенопласта покупателю, согласно заявки от отдела сбыта. Соответственно, в статье будет представлено поэтапное функциональное моделирование также сетевое моделирование исследуемого процесса, как некая совокупность взаимосвязанных стадий или этапов производства.

Системообразующим фактором при этом становится общая операционная задача. В рамках данного исследования выполнялись следующие работы: проектирование функционального моделирование общего бизнес процесса производства, а также составление технологического процесса по производству 1 тонны понеполистерла.

Мониторинг поставщиков сырья для пенопласта(полистирол), определение поставщика полистирола, договоренность с поставщиком сырья, подписание договора на поставку сырья, поиск транспортной компании для доставки сырья на производство, заявка на поставку сырья поставщику, доставка сырья на склад производства, получение производством планового заказа от сбыта на изготовление пенопласта, расчет сырья для изготовления заявленного объема пенопласта, получение полистирола в нужном количестве для изготовления пенопласта, подготовка производства для изготовления продукции, загрузка сырья в бункер для вспенивателя полистирола, подача пара для вспенивания полистирола, процесс первичного вспенивания полистирола, прохождение гранул через сушку, загрузка вспененного полистирола в силоса (большие мешки для хранения), выдерживание полистирола в силосах 12 часов, процесс вторичного вспенивания полистирола, прохождение гранул через сушку, загрузка вспененного полистирола в силоса для выдержки перед вакуумированием, загрузка гранул в блок форму, вакуумирование полистирола, выталкивание блока пенопласта, перенос блока пенопласта на склад выдержки, выдержка пенопласта в блоке, перемещение блока пенопласта в цех резки, резка блока пенопласта на листы, согласно заявки от сбыта, перемещение нарезанных листов пенопласта в цех упаковки, упаковка листов пенопласта, перемещение упакованного пенопласта на склад готовой продукции, отгрузка пенопласта покупателю, согласно заявки от отдела сбыта.

Время процесса определялись из расчета на производства 1 тонны пенопласта (табл. 1).

Таблица 1. Показатели сетевого графика технологии получения понеполистерола

Сегмент	Потребности
Розничные клиенты	Качество, безопасность, удобство, цена, информация
Розничная торговля/оптовики	Объемы поставок, конкурентоспособные цены, качество, логистика
Переработчики	Технологические характеристики, качество, экологические требования, поддержка

В таблице 1 указаны основные этапы процесса создания пенопласта, измерены относительные показатели по временной составляющей, а именно t_{max} и t_{min} , для построения сетевой диаграммы Ганта были рассчитаны средние значения времени. Далее, визуально представим один из методов сетевого моделирования – диаграмма Ганта, представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Диаграмма Ганта (на производства 1 тонны пенопласта) Следующий этап исследования предполагает составление функциональной модели, для визуализации была выбрана адаптированная модель IDEF 1, на базе программного продукта drawio.

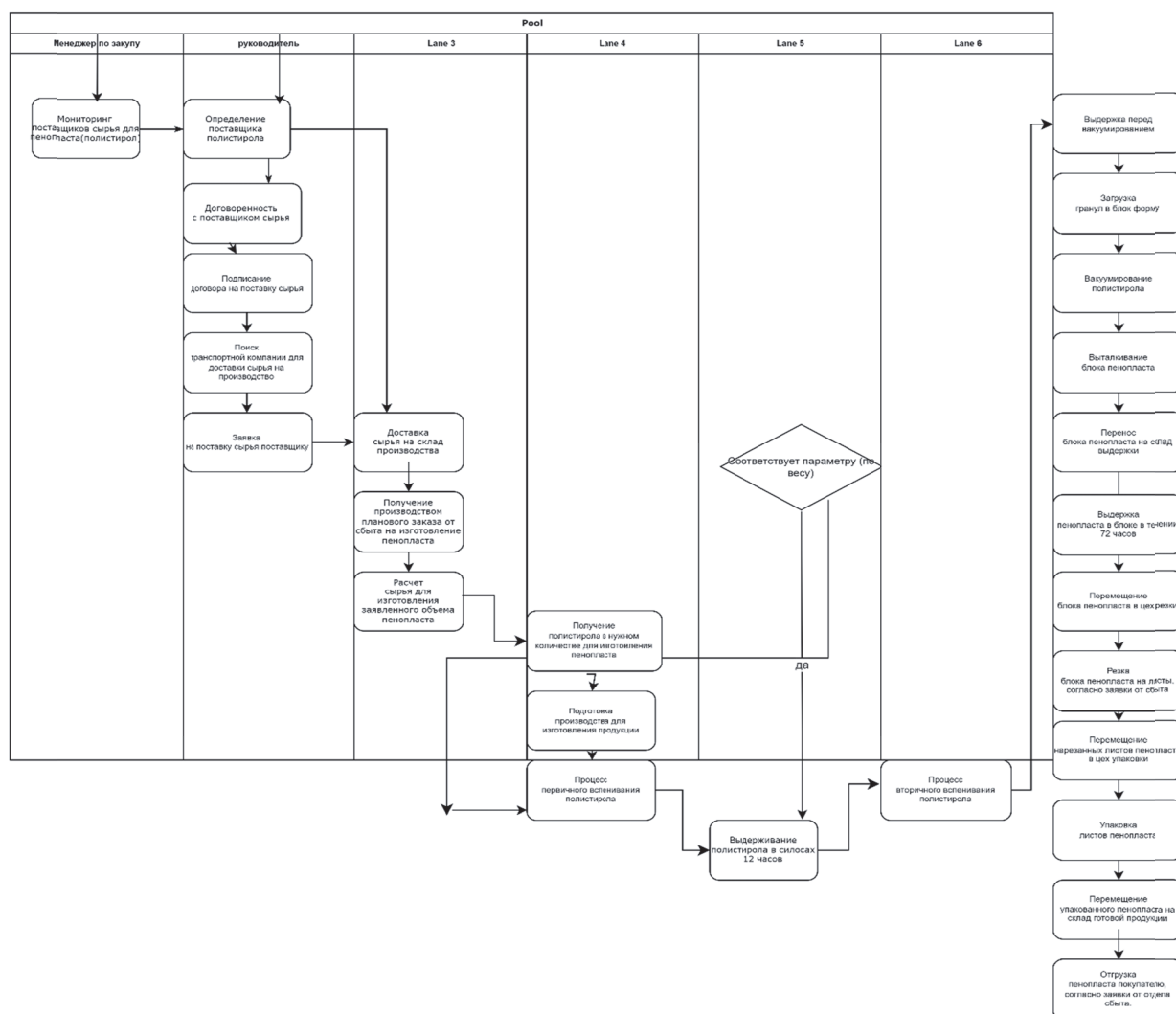


Рис. 2. Адаптированная визуализация процесса создания пенополистирола

На рисунке 2 представлена адаптированная функциональная модель производства пенополистирола, от начального этапа, до конечного потребителя. В адаптированной визуализации IDEF1 представлено поэтапное выполнение самого процесса, как технологического, так и общего. Представлены этапы, которые можно выполнять параллельно, и соответственно при построении сетевого графика и расчета критического пути, можно будет сократить выполнения данного процессе (производства 1 т пенополистирола).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функциональное и сетевое моделирование представляет собой обширный анализ и обобщение результатов, полученных в ходе исследования. В процессе изучения бизнес-процесса производства пенополистирола мы рассмотрели два ключевых подхода к моделированию: функциональное и сетевое. Оба метода имеют свои уникальные преимущества и особенности, которые позволяют эффективно анализировать, планировать и оптимизировать производственные процессы.

Функциональное моделирование, представленное через метод IDEF1, позволяет детально описать функциональные компоненты бизнес-процесса, выявляя взаимодействия между ними. Этот подход помогает понять, какие задачи и функции необходимо выполнять для достижения конечного результата — создания качественного пенополистирола. В результате использования IDEF1 мы смогли визуализировать связи между различными участками процесса, что способствует более глубокому пониманию его структуры и выявлению потенциальных узких мест.

Сетевое моделирование, в свою очередь, позволяет более гибко подходить к планированию и управлению временем выполнения различных этапов производственного процесса. Использование диаграммы Ганта в нашем анализе дало возможность определить последовательность выпол-

нения задач, а также оценить временные затраты на каждый из этапов. Это очень важно для обеспечения своевременной доставки продукции и оптимизации ресурсов, что в конечном итоге влияет на конкурентоспособность компании.

Совместное использование методов функционального и сетевого моделирования позволяет создать комплексное представление о бизнес-процессе. Мы можем не только четко определить функциональные обязанности и взаимосвязи, но и оценить временные рамки и ресурсы, необходимые для достижения поставленных целей. Это создает условия для более эффективного управления производственными процессами, а также для принятия обоснованных управленческих решений.

В заключение, можно сказать, что применение методов функционального и сетевого моделирования в контексте бизнес-процесса по созданию пенополистирола является важным шагом на пути к оптимизации и повышению эффективности производственной деятельности. Эти методы позволяют не только визуализировать процесс, но и выявлять возможности для его улучшения. В условиях высокой конкуренции на рынке, важно не только создавать качественную продукцию, но и делать это с минимальными затратами времени и ресурсов. Таким образом, использование данных методов представляет собой неотъемлемую часть стратегического управления в современных условиях, что, в свою очередь, открывает новые перспективы для бизнеса и способствует его устойчивому развитию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гузненков, В.Н.* Методика преподавания инженерной графики в МГТУ им. Н. Э. Баумана / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко, Е.В. Винцулина // Международный журнал экспериментального образования. – 2019. – № 2. – С. 5-9. – URL: <https://s.expeducation.ru/pdf/2019/2/11856.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).
2. *Петров, И.А.* Функциональное моделирование бизнес-процессов: теория и практика / И.А. Петров // Вестник Сибирского федерального университета. – 2020. – Т. 13. – № 4. – С. 123-130. – URL: <https://www.sfu-kras.ru/vestnik/2020/4/123-130.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).
3. *Смирнов, А.В.* Сетевое моделирование в управлении проектами: инструменты и методы / А.В. Смирнов, О.Н. Кузнецова // Журнал управления проектами. – 2021. – № 3. – С. 45-58. – URL: <https://www.journalup.ru/articles/2021/3/45-58.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).
4. *Иванов, С.П.* Моделирование производственных процессов на примере пенополистирола / С.П. Иванов // Научные исследования и разработки. – 2022. – № 6. – С. 77-82. – URL: <https://www.researchjournal.ru/pdf/2022/6/77-82.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).
5. *Ковалев, Д.А.* Применение методов сетевого моделирования для оптимизации бизнес-процессов / Д.А. Ковалев // Информационные технологии. – 2023. – Т. 15. – № 1. – С. 88-95. – URL: <https://www.ittjournal.ru/articles/2023/1/88-95.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).

METHODS OF FUNCTIONAL AND NETWORK MODELING ON THE EXAMPLE OF THE BUSINESS PROCESS OF CREATING FOAM POLYSTYRENE

© 2025 I.N. Khaimovich^{1,2}, Yu.P.Vereshchagin¹

¹ Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov
Samara, Russia

² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Modern business processes require increasingly complex and adaptive approaches to management and optimization. In a rapidly changing market and increasing competition, companies strive to use resources as efficiently as possible, reduce costs and improve product quality. One of the key areas in this area is functional and network modeling, which allows you to visualize, analyze and optimize processes at different levels. This article discusses the methods of functional and network modeling using the example of a business process for the production of expanded polystyrene - one of the important building materials used in various industries. Expanded polystyrene, with excellent thermal insulation properties and lightness, has become an integral part of modern construction. However, its production is associated with a number of complex stages that require careful coordination and management. The use of functional and network modeling methods allows not only to analyze current processes, but also to identify bottlenecks, optimize resources, and predict the results of various scenarios. The article will present the main approaches to modeling, their advantages and disadvantages, as well as examples of application in the context of expanded polystyrene production. We hope that the results obtained will be useful not only for specialists in the field of production process management, but also for a wide audience interested in the issues of business process optimization in the conditions of the modern economy. When analyzing any enterprise, you constantly encounter problems of clear interpretation of the foundations of all processes that are directly related to production and technical processes and their improvement. Business modeling tools are crucial for the development and implementation of successful business models.

Key words: business processes, management, optimization, functional modeling, network modeling, production process management.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-12-18

EDN: EDIDGB

REFERENCES

1. *Guznenkov, V.N.* Metodika преподаvaniya inzhenernoj grafiki v MGTU im. N. E. Bauman / V.N. Guznenkov, P.A. Zhurbenko, E.V. Vinculina // *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. – 2019. – № 2. – S. 5-9. – URL: <https://s.expeducation.ru/pdf/2019/2/11856.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2024).
2. *Petrov, I.A.* Funkcional'noe modelirovanie biznes-processov: teoriya i praktika / I.A. Petrov // *Vestnik Sibirskogo federal'nogo universiteta*. – 2020. – T. 13. – № 4. – S. 123-130. – URL: <https://www.sfu-kras.ru/vestnik/2020/4/123-130.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2024).
3. *Smirnov, A.V.* Setevoe modelirovanie v upravlenii proektami: instrumenty i metody / A.V. Smirnov, O.N. Kuznecova // *Zhurnal upravleniya proektami*. – 2021. – № 3. – S. 45-58. – URL: <https://www.journalup.ru/articles/2021/3/45-58.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2024).
4. *Ivanov, S.P.* Modelirovanie proizvodstvennyh processov na primere penopolistirola / S.P. Ivanov // *Nauchnye issledovaniya i razrabotki*. – 2022. – № 6. – S. 77-82. – URL: <https://www.researchjournal.ru/pdf/2022/6/77-82.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2024).
5. *Kovalev, D.A.* Primenenie metodov setevogo modelirovaniya dlya optimizatsii biznes-processov / D.A. Kovalev // *Informacionnye tekhnologii*. – 2023. – T. 15. – № 1. – S. 88-95. – URL: <https://www.ittjournal.ru/articles/2023/1/88-95.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2024).