

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЦЕХАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТОДАМИ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

© 2026 Д. В. Якимов¹, И. Н. Хаймович²

^{1,2} Самарский национальный исследовательский
университет им. академика С. П. Королева, г. Самара, Россия

² Самарский университет государственного управления
«Международный институт рынка», г. Самара, Россия

В статье затрагиваются вопросы построения системы автоматического управления цехами на предприятиях методами сетевого планирования. Анализируются различные виды сетевых планов, включая детерминированные, вероятностные и смешанные модели. Подчеркивается значение разработки эффективных управленческих механизмов, направленных на увеличение производительности. Кроме того, акцент сделан на использовании системы графов как инструмента для повышения точности временных рамок работы сотрудников и увеличения финансовых результатов деятельности. Авторами делается вывод о том, что правильная организация системы автоматического управления способствует росту производительности и укреплению кадровой безопасности предприятия.

Ключевые слова: программирование, системы автоматического управления цехами, предприятие, сетевое планирование, сетевое управление, сетевой граф.

Планирование работ является ключевым фактором высокой экономической эффективности предприятия. Организация труда должна основываться на принципах качества и производительности: без четкого плана сотрудники тратят время на выбор следующей задачи, зачастую уделяя приоритет не самой важной работе. Для достижения этих целей важно придерживаться системы планирования работ, которая позволяет оптимизировать процессы и повысить их эффективность [1].

Современные технологии позволяют автоматизировать процесс составления планов, что существенно повышает их точность и своевременность. Автоматическая генерация планов обеспечивает единый стандартизированный формат, исключая человеческие ошибки и ускоряя процесс планирования. Такой подход способствует более гибкому управлению ресурсами и позволяет оперативно реагировать на изменения в производственной ситуации, обеспечивая дальнейшее повышение эффективности и конкурентоспособности организации.

Проанализируем различные виды сетевых планов, включая детерминированные, вероятностные и смешанные модели.

В основе сетевого планирования лежит сетевая модель разработки. Объектами управления в системах сетевого планирования и управления (СПУ) являются коллективы исполнителей, располагающие определенными ресурсами и выполняющие определенный комплекс работ, призванный обеспечить достижение намеченной цели, например, разработку нового изделия, строительство объекта и т.п.

Сетевая модель (сетевой график) – это графическое изображение, которое представляет собой совокупность взаимосвязанных работ и событий, отображающих процесс достижения определенной цели. Основными понятиями сетевой модели являются «работа», «событие» и «путь» [2]. «Работа» – это действие, которое приводит к определенному результату – «событию», а «путь» – это непрерывная последовательность выполнения работы между событиями.

Детерминированные сетевые модели – это модели, в которых все параметры и процессы заданы с высокой точностью и не предполагают случайных факторов. Они используют фиксированные значения для времени выполнения задач. Например, метод критического пути (СРМ). Такие моде-

ли позволяют точно определить оптимальный график и минимальное время выполнения проекта.

В вероятностных сетевых моделях учитываются случайные факторы и неопределенности. Время выполнения задач и ресурсы рассматриваются как случайные величины с определенными распределениями. Цель – найти вероятностные характеристики проекта, такие как вероятность завершения проекта за определенное время или вероятность задержек. Например, метод оценки и пересмотра плана (PERT).

В свою очередь смешанные сетевые модели – это комбинация детерминированных и вероятностных подходов. В таких моделях некоторые параметры фиксированы, а другие – случайные. Они позволяют учитывать реальные условия, где часть данных точно известна, а часть – неопре-

деленна. Такой подход обеспечивает более гибкое и реалистичное планирование.

Отличия различных подходов очевидны:

- детерминированные модели работают с фиксированными данными и дают однозначный результат;
- вероятностные модели учитывают неопределенности и дают вероятностные оценки;
- смешанные модели сочетают оба подхода, позволяя учитывать как точные, так и случайные параметры.

Одним из способов представления сетевой модели является однонаправленный ациклический граф.

Рассмотрим простейший пример построения сетевого графа, иллюстрирующего сетевую модель (рис. 1). На сетевом графике ребра соответствуют «работе», а вершины – «событиям».

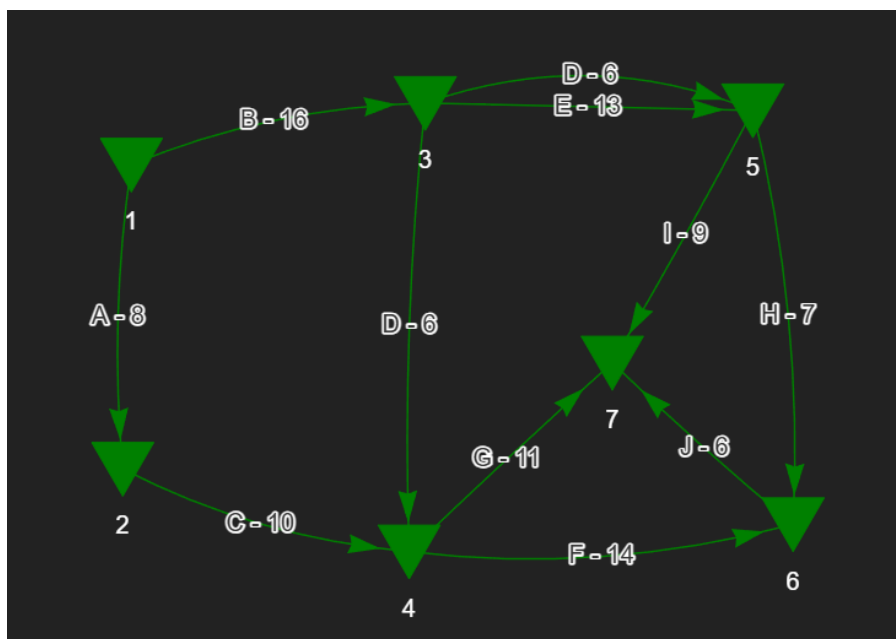


Рисунок 1 – Простейший пример сетевого графа

Вершины пронумерованы от 1 (начальное событие) до 7 (конечное событие), направленные ребра так же имеют наименования (например, ребро «А-8» схематично обозначает работу «А», требующую 8 временных единиц).

На рисунке 2 представлен граф, на котором кроме работы и событий отмечены

критические пути. Метод критического пути был разработан в 1950-х годах [3] и до сих пор является актуальным (так как при необходимости сократить время производства в первую очередь рассматривают возможность сократить критический путь).

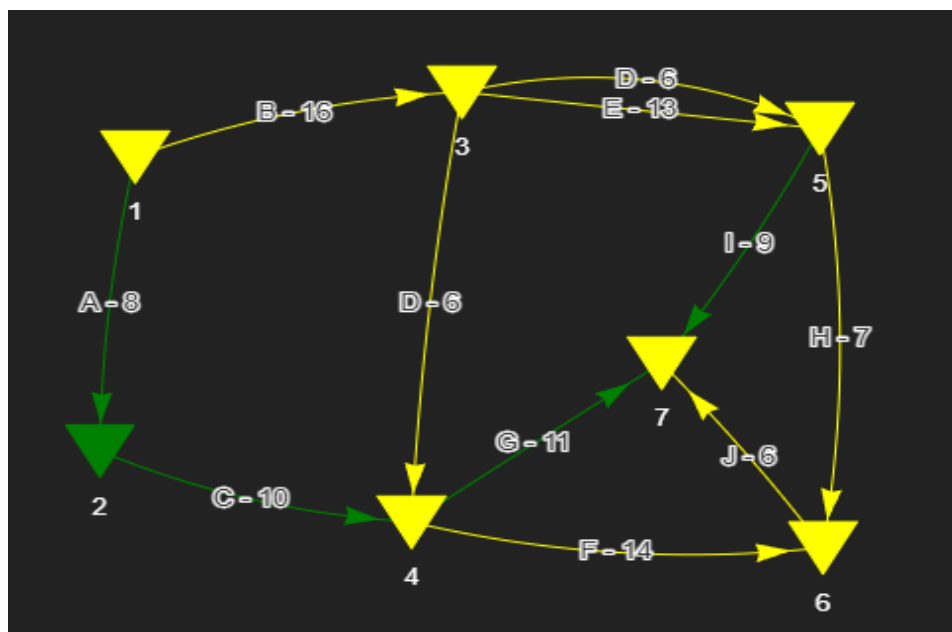


Рисунок 2 – Сетевой граф с критическим путем

Как можно увидеть из рисунка 2, желтым цветом отмечены работы, составляющие критический путь (т.е. работы, которые могут быть сокращены для повышения эффективности рабочего процесса и сокращения времени изготовления).

Используем систему графов как инструмент автоматического управления цехами при методе сетевого планирования для повышения точности временных рамок работы

сотрудников и увеличения финансовых результатов деятельности предприятия.

Программа для автоматического управления цехами реализована на языке python; используются библиотеки networkx, tkinter, pyvis, json, copy.

Рассматриваемая программа принимает на вход список операций; каждая операция представляет собой наименование операции, непосредственно предшествующие операции и продолжительность операции (рис. 3).

```
[
  ["A", [], 8],
  ["B", [], 16],
  ["C", ["A"], 10],
  ["D", ["B"], 6],
  ["E", ["B"], 13],
  ["F", ["C", "D"], 14],
  ["G", ["C", "D"], 11],
  ["H", ["D", "E"], 7],
  ["I", ["D", "E"], 9],
  ["J", ["F", "H"], 6]
]
```

Рисунок 3 – Формат входных данных

Отметим, что в списке операций в единственном экземпляре находится операция «D», в то время как на рисунке 2 мы видим

две грани «D-6». Избавиться от подобных коллизий, вызванных повторяющимися зависимостями, помогает программа; она

создает виртуальные (фиктивные) работы, подразумевающие необходимость передачи информации или результата работы в

событие, которое зависит от нее (наглядно представлено на рисунке 4).

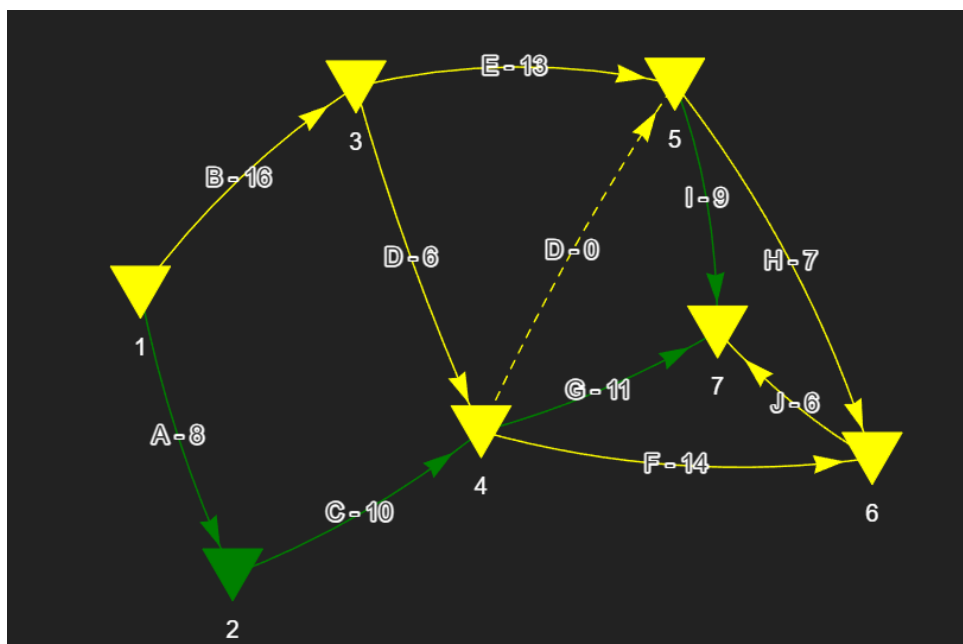


Рисунок 4 – Сетевой граф с виртуальной гранью

Еще один важный аспект современных сетевых моделей, используемых при построении плана работ на предприятиях, – это расцеховка.

Расцеховка подразумевает разработку межцеховых технологических маршрутов для всех составных частей изделия [4], дан-

ная программа проводит расцеховку и наглядно отображает ее на графе (рисунок 5 показывает, как в процессе расцеховки вершины 4 и 5 сформировали вершины 4.1 и 5.1, связанные с исходными вершинами виртуальными гранями).

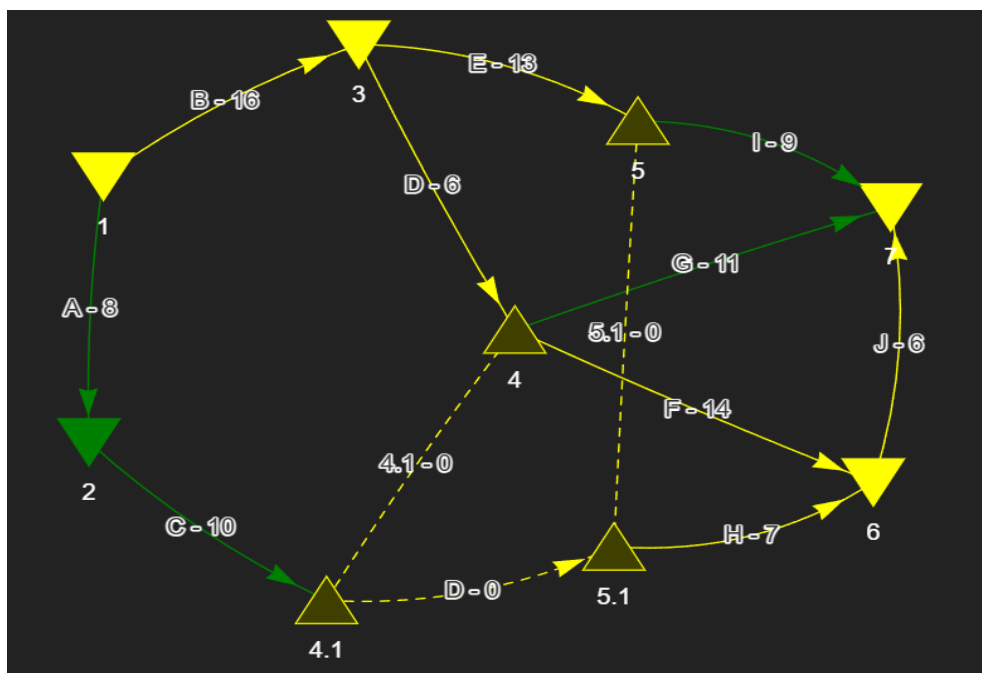


Рисунок 5 – Граф, показывающий расцеховку

Вся программа состоит из отдельных функций, вызываемых последовательно: в начале загружаются данные функцией “load_operations_data(file_name)”, затем из них формируется граф “create_base_nodes_and_edges_from_operations_data(operations_data)” и т.д.

Таким образом, наличие неопределенности во временных рамках работ показало необходимость формирования сетевой мо-

дели для их планирования. В перспективе планируется внедрение методов работы с недетерминированными временными рамками и управлением неопределенностью. Ожидается, что это позволит существенно улучшить эффективность планирования, так как правильная организация системы автоматического управления способствует росту производительности и укреплению кадровой безопасности предприятия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Черкасов К. Ю., Хаймович И. Н. Разработка информационных систем в конструкторско-технологической подготовке производства // Вестник Международного института рынка. 2024. № 1. С. 126–132.
2. Шевченко А. С. Методы сетевого планирования и управления: учеб. пособие. Рубцовск, 2022. 89 с.
3. Хаймович И. Н., Верещагин Ю. П. Методы функционального и сетевого моделирования на примере бизнес-процесса по созданию пенополистирола // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2025. Т. 27. № 2. С. 12–18.
4. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. URL: <https://normativ.kontur.ru/>.

CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC WORKSHOP CONTROL SYSTEM USING NETWORK PLANNING METHODS

© 2026 Dmitry V. Yakimov¹, Irina N. Khaimovich²

^{1,2} Samara National Research University named
after academician S. P. Korolev, Samara, Russia

² Samara University of Public Administration
“International Market Institute”, Samara, Russia

The article touches upon the issues of constructing an automatic control system for workshops at enterprises using network planning methods. Various types of global planning are analyzed, including deterministic, probabilistic and mixed models. The authors have emphasized the importance of developing effective management principles aimed at improving productivity. In addition, emphasis is placed on the use of the scheduling system as a tool for adjusting the accuracy of employee work timeframes and increasing financial performance. The authors conclude that proper organization of the management system ensures increased productivity and maintenance of personnel safety at the enterprise.

Keywords: programming, automatic workshops control systems, enterprise, network planning, network management, network graph.