

**К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ РАБОТ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ  
ДИЗАЙН-ЦЕНТРАМИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

Т.П. Новикова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»

Современные наукоемкие проекты, такие как проектирование и производство микросхем, характеризуются быстрой сменой технической и технологической базы, временными ограничениями в разработке и выводе на рынок продукта. В таких условиях возникает необходимость в оптимальном планировании и управлении распределением работ.

Ключевые слова: наукоемкая система; управление проектами, дизайн-центр, микроэлектроника, управление трудовыми ресурсами.

**ON THE ISSUE OF OPTIMAL PLANNING AND MANAGEMENT  
OF THE DISTRIBUTION OF WORK IN THE PROJECTS  
BY MICROELECTRONICS DESIGN CENTERS IMPLEMENTATION**

T.P. Novikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Modern high-tech projects, such as the design and production of microchips, are characterized by a rapid change in the technical and technological base, time constraints in the development and introduction of the product to the market. In such conditions, there is a need for optimal planning and management of the distribution of work.

Keywords: knowledge-intensive system; project management, design center, human resource management.

Ранее были предложены математические модели [6, 10], направленные на нахождение распределения работ по исполнителям, которое укладывается в за-

данное время и минимизирует общие затраты на работу исполнителей. Однако возник ряд вопросов: «А что, если придется привлекать сторонних исполнителей? Что, если в условиях глобализации выгоднее отдать часть работы другим компаниям? Как определить, что выгоднее – отдать сторонним компаниям или выполнить работу самостоятельно?» Ответы на эти вопросы поможет дать предложенная математическая модель распределения работ с учетом возможности привлечения сторонних исполнителей. Эта задача относится к классу NP-полных алгоритмов, для которых не существует точных эффективных (неисчерпывающих) алгоритмов. Для решения этой задачи автором был разработан эвристический алгоритм, основанный на расщеплении работ по фронтам. Разработана информационная подсистема управления распределением работ по исполнителям [1, 2, 8]. Например, по проекту дизайн-центра микроэлектроники были проведены испытания системы. На глобальном уровне комплексное производство (Conforti et al., 2015; Gupta et al., 2010; Hernández, 2012; Klein & Hirschheim, 1985; Salles, 2015) имеет первостепенное значение для укрепления благосостояния любой национальной экономики.

В качестве примера реализации наукоемких систем рассмотрим процесс проектирования и производства электронных компонентов. Процесс проектирования несет высокую ценовую ответственность (Puri & Kung, 2010), 70-80% от общей стоимости создания электронной компонентной базы (ЭКБ) для каждого последующего этапа жизненного цикла изделия, хотя сами затраты на проектирование составляют лишь около 10% от общей стоимости разработки ЭКБ. Kung (2010) утверждает: «Из-за постоянно растущих затрат на проектирование, производительность проектирования и, более конкретно, стоимость проектирования стала основным узким местом в крупномасштабных дизайнерских проектах». Таким образом, ошибка в проектировании является дорогостоящей ошибкой, этот факт направлен на получение полностью функционирующей системы на первой итерации [6, 10]. Этот процесс имеет следующие особенности (Lenning et al., 1997):

1. Комплексные технологии изготовления ЭКБ, включающие пленочное напыление, оптическую литографию, травление и др.
2. Применение в производстве полупроводниковых материалов: кремния, металлов (Никель, золото, медь, алюминий), керамики ( $Al_2O_3$ ,  $AlN$ ) и др.
3. Снижение затрат на единицу продукции при производстве большого количества унифицированных сложных функциональных единиц.

4. Использование дорогостоящего программного обеспечения при проектировании ЭКБ (компании Cadence Design Systems, Mentor Graphics, Synopsys и др.).

5. Необходимость испытаний ЭКБ на внешние факторы: механические, климатические, синусоидальные вибрации, ресурсные, конструкционные, электрические.

6. Наличие испытательного центра, оснащенного современным оборудованием на базе конструкторского центра.

8. Высокая стоимость кремниевых заводов.

9. Потребность в высокоточном оборудовании при производстве ЭКБ.

10. Снижение норм проектирования электронных компонентов при обеспечении долговечности и надежности к внешним воздействующим факторам [9, 11].

11. Большое количество времени на изготовление опытного образца (может быть до полугода, года).

12. Высокая стоимость прототипа приводит к использованию средств моделирования для надежного прогнозирования работы системы на более ранней стадии.

Развитие сложных наукоемких предприятий происходит в условиях значительных изменений экономических ограничений, корректировок целей и задач руководителей [3-5, 7]. Динамика этих процессов, наряду с непрерывным совершенствованием характеристик технических систем, технологий проектирования, испытаний и производства, лежащих в основе разработки программ и проектов развития, обуславливает необходимость переосмысления теоретико-методологических подходов к оценке технико-экономической эффективности мероприятий по созданию и совершенствованию высокотехнологичной продукции. В таких условиях задачи анализа и выбора методов принятия управленческих решений становятся как никогда актуальными.

Предположим, вы хотите реализовать какой-то проект (например, разработку изделия, изготовление опытной партии, испытания и запуск в серию) в рамках конструкторского центра микроэлектроники (Fujii, 1997). Для его реализации необходимо выполнить  $n$  работ, распределенных  $m$  исполнителями, то есть решить задачу распределения работ (Barbosa & Souza, 2017; Burkov & Burkova, 2014; Chentsov, 2011; Conforti et al., 2015; Huang et al., 2010; Kamoche, 1996; Lupin et al., 2015, A; Lupin et al., 2015, B; Maritan & Lee, 2017; Novikov, 2018; Novikova et al., 2013; Novikova & Novikov, 2015; Tripathy & Eppinger, 2013; Varthanan et al., 2013; Zhang & Wong, 2016).

Человеку, принимающему решение, в соответствии с положениями систем поддержки принятия решений (Barbosa & Souza, 2017; Borges et al., 2014; Gupta et al., 2010), необходимо ответить на вопросы: «Что делать, если вам нужно привлечь сторонние человеческие ресурсы (Lepak & Snell, 2002; Shastri, 2012; Brymer et al., 2013; Conti, 2013; Starr et al., 2018)? Как определить, что выгоднее отдать сторонним компаниям или сделать работу самому?»

Решение задачи распределения работ классическими методами (сетевое планирование, филиалы и границы, Гант) невозможно, так как время выполнения работ зависит от исполнителя, назначение исполнителя на конкретную работу происходит только после оптимального распределения предыдущих работ и зависит от времени выполнения предыдущих работ, также практически всегда существует возможность выполнения работ другими исполнителями.

Разработанная математическая модель направлена на поиск такого распределения работ по исполнителям, которое укладывается в заданное время и минимизирует общие затраты исполнителей за счет сокращения времени их работы. Разработанная математическая модель обеспечивает лицо, принимающее решение, объективной информацией о сроках реализации проекта и возможности их сокращения.

#### Список литературы

1. Интеллектуальное управление информационными системами в условиях неопределенности / Ю.В. Минин, В.Е. Дидрих, А.Ю. Гречушкина, С.А. Копылов // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 38-42.
2. Лавлинский, В.В. Теоретические основы формирования моделей и методов взаимодействия информационных процессов / В.В. Лавлинский, И.И. Струков // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 2. – С.31-37.
3. Новикова, Т.П. Особенности управления дизайн-центрами микроэлектроники в условиях диверсификации / Т.П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 49-55.
4. Новикова, Т.П. Постановка задач управления формированием и реализацией проектов дизайн-центрами микроэлектроники / Т.П. Новикова, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 55-60.
5. Евдокимова, С.А. Функциональная модель управления входными документами организации в нотации ARIS / С.А. Евдокимова, Д.Н. Драгина // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 14-20.

6. Achkasov, V.N. Controlling means of development electronic component basis : monograph / V.N. Achkasov, V.K. Zolnicov, T.P. Belyaeva . – Science Book Publishing House, Lorman, MS, USA, 2012. – 130 p.

7. Евдокимова, С.А. Анализ направлений автоматизации внешнеэкономической деятельности организации / С.А. Евдокимова, В.С. Копылова // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 20-23.

8. Novikova, T.P. Management specificity of the labour resources for example design-center projects / A.I. Novikov, T.P. Novikova // Ekonomicko-Manažérské Spektrum. – 2018. Т. 12. № 2. Р. 37-45.

9. Зольников, В.К. Практические методики выполнения верификации проектирования микросхем / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 25-30.

10. Новикова, Т.П. Система управления проектами дизайн-центра микроэлектроники : монография. – Воронеж, 2014. – 135 с.

11. Зольников, В.К. Особенности проектирования базовых элементов микросхем космического назначения / В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, И.И. Струков, А.А. Илунина, Е.А. Маклакова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 66-70.