

КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА – КАИ

КАФЕДРА «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

# Автоматизация трассировки межсоединений печатных плат на основе муравьиного алгоритма

Выполнил: студент группы 4414 Сиразеев А.Ф.

Научный руководитель: Богула Н.Ю.

Казань, 2016

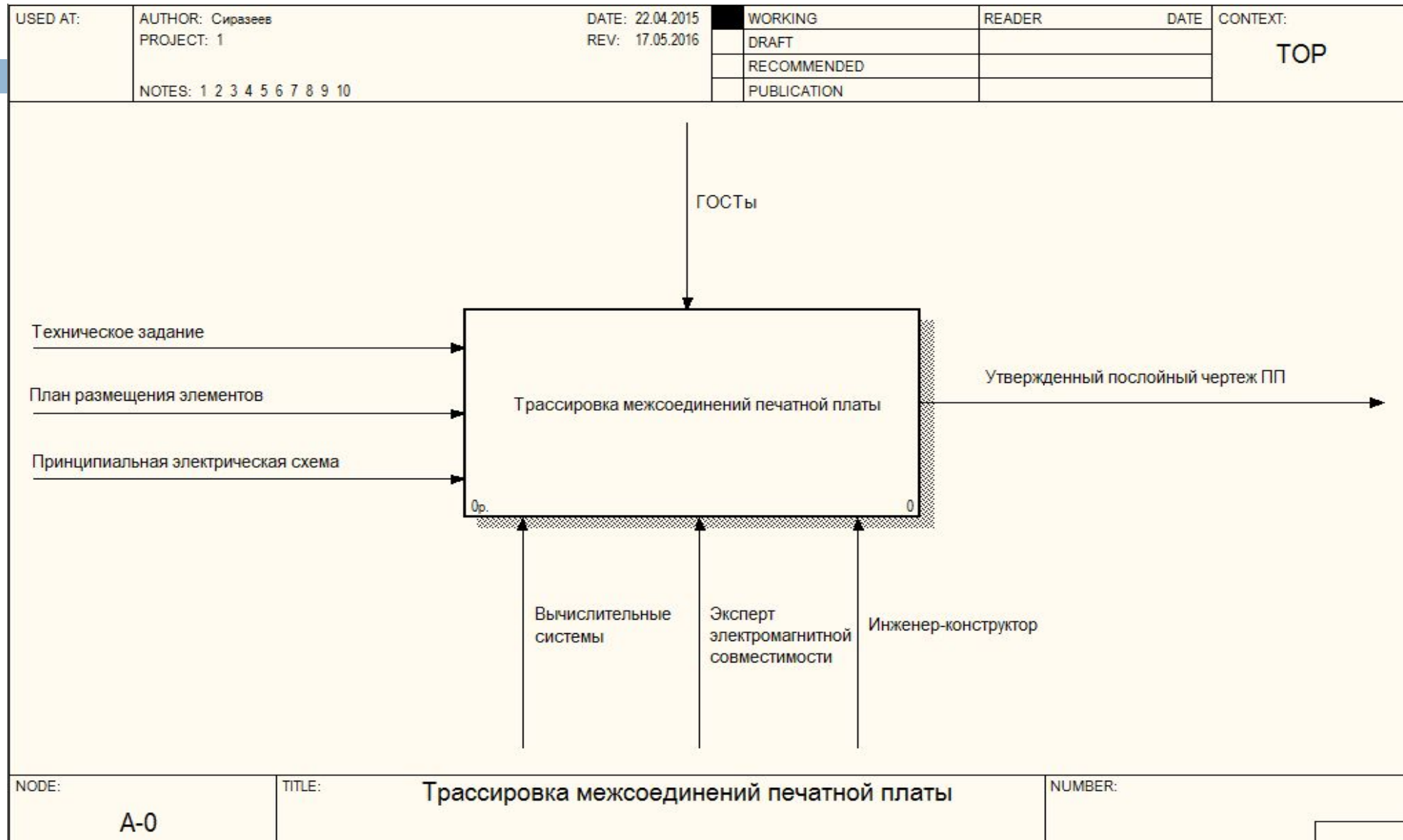
# Цели и задачи работы

**Цель работы** – повышение качества и эффективности выполнения процедуры трассировки межсоединений печатных плат.

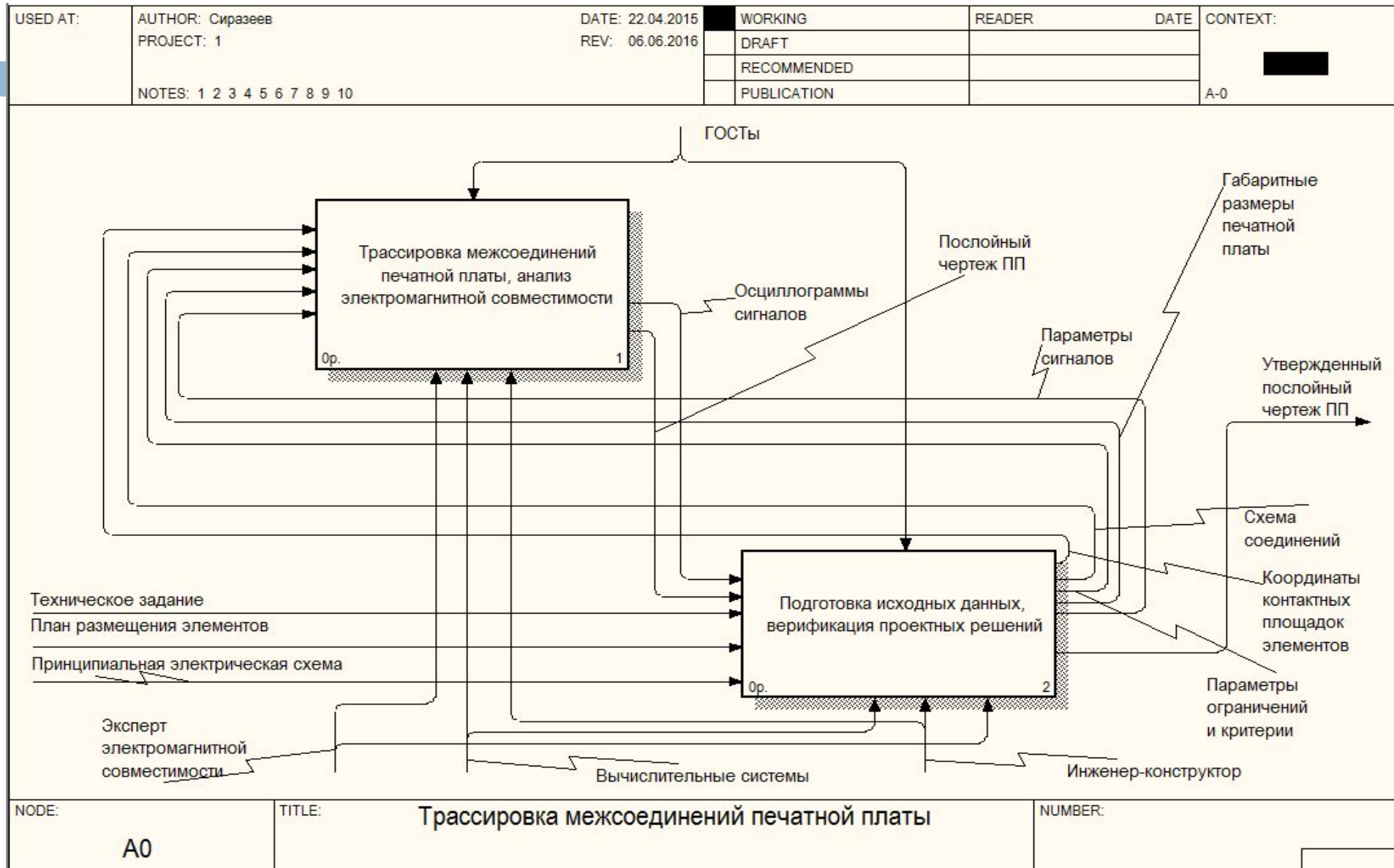
**Основные задачи работы:**

1. Анализ производственно-хозяйственной деятельности по проектированию печатных плат;
2. Формулировка задачи трассировки межсоединений;
3. Разработка алгоритмов решения задачи трассировки межсоединений;
4. Разработка информационного обеспечения
5. Разработка программного обеспечения
6. Исследование эффективности алгоритмов для решения задачи трассировки

# Диаграмма IDEF0 A-0

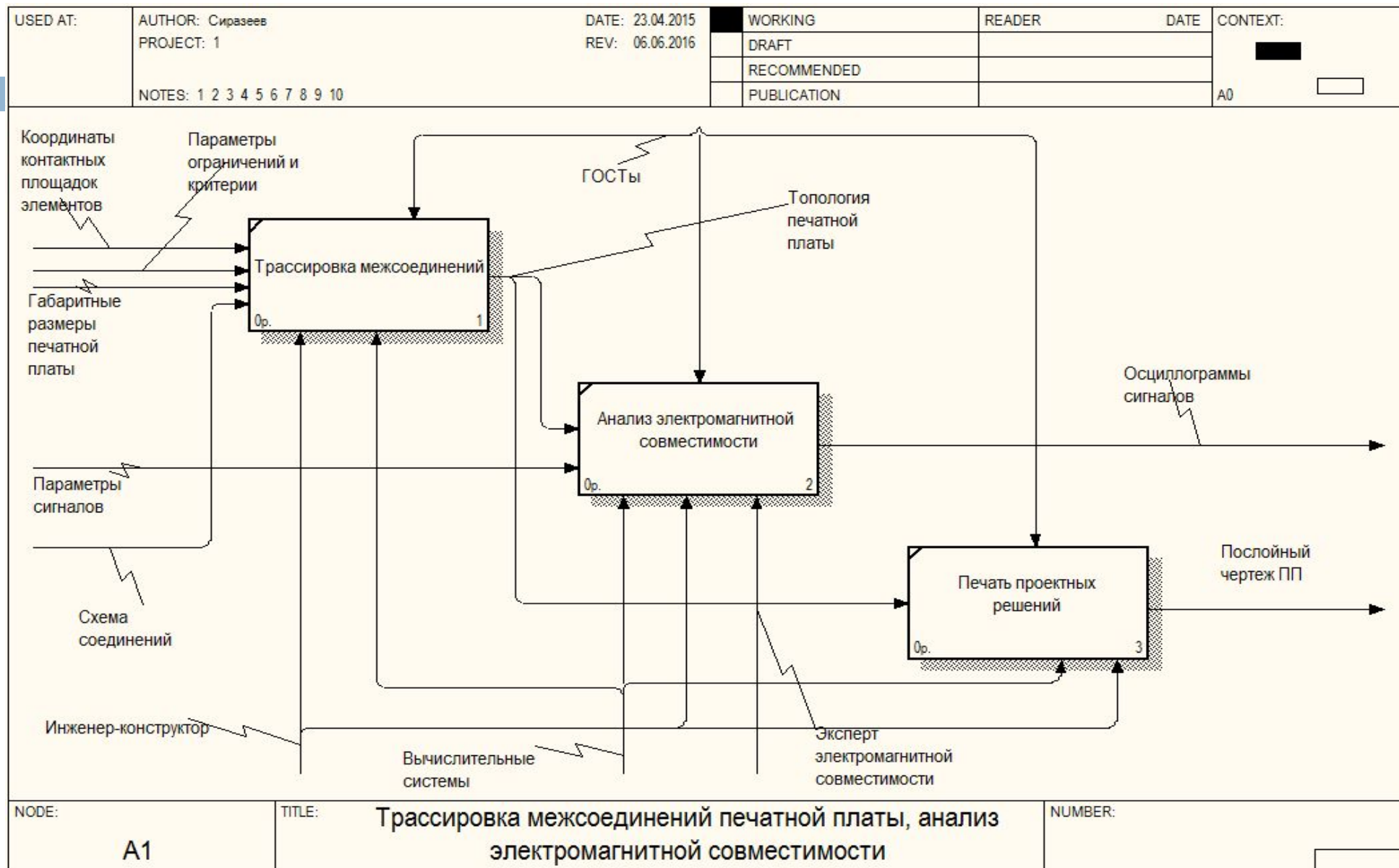


# Диаграмма IDEF0 A0

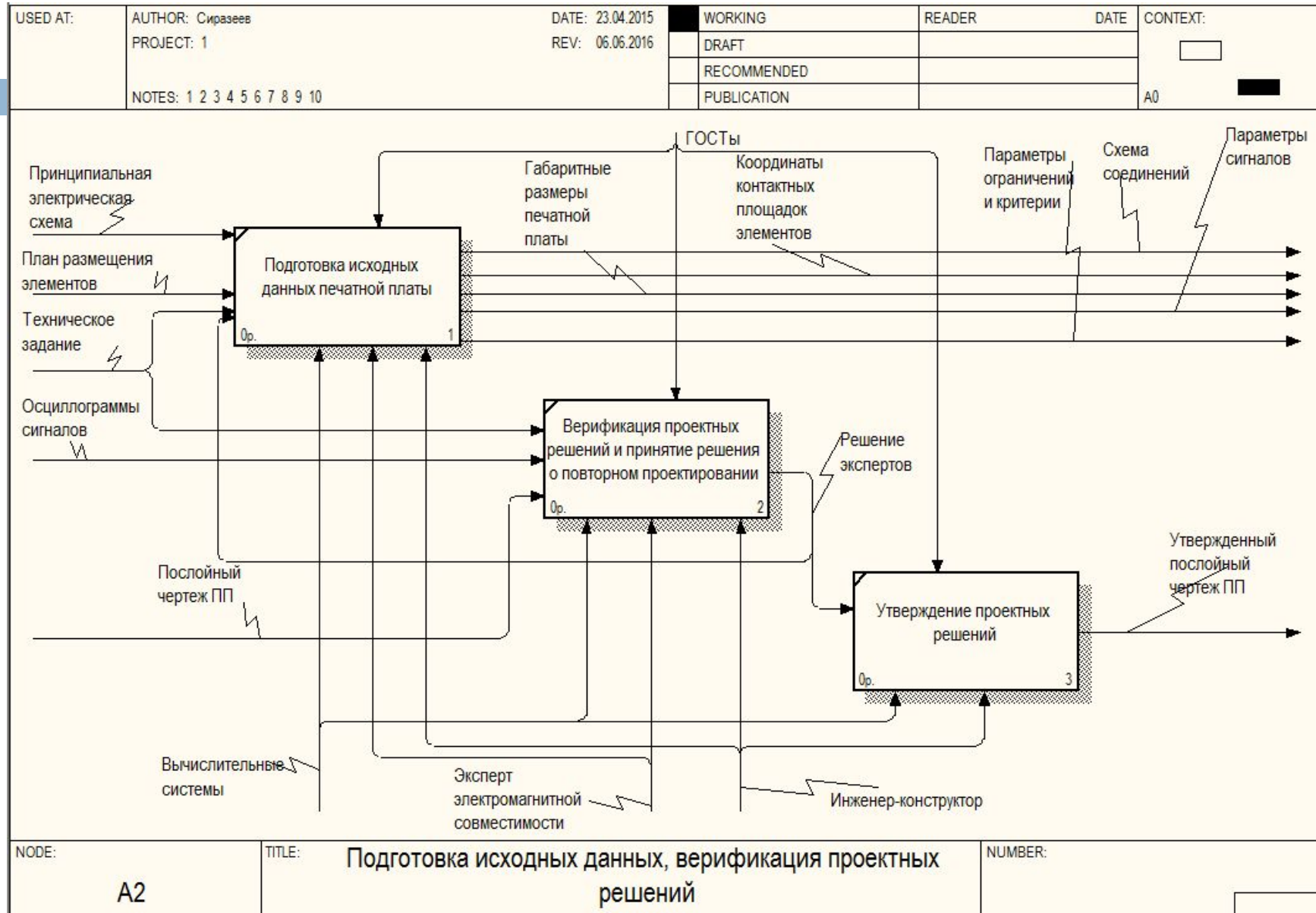


NODE: <b>A0</b>	TITLE: <b>Трассировка межсоединений печатной платы</b>	NUMBER:
--------------------	---	---------

# Диаграмма IDEF0 A1



# Диаграмма IDEF0 A2



NODE: A2

TITLE: Подготовка исходных данных, верификация проектных решений

NUMBER:

# Постановка задачи

Основная задача трассировки формулируется следующим образом: по заданной схеме соединений проложить необходимые проводники на плоскости (плате, кристалле и т.п.), чтобы реализовать заданные электрические соединения с учетом заранее заданных ограничений.



# Критерии и ограничения

- Основной критерий - минимум суммарной длины межсоединений.

Длина цепи будет выражаться числом покрываемых ячеек

$$L_k = \sum_{i \in X \setminus X_3} \sum_{j \in X \setminus X_3} y_{i,j}^k + 1 \rightarrow \min ,$$

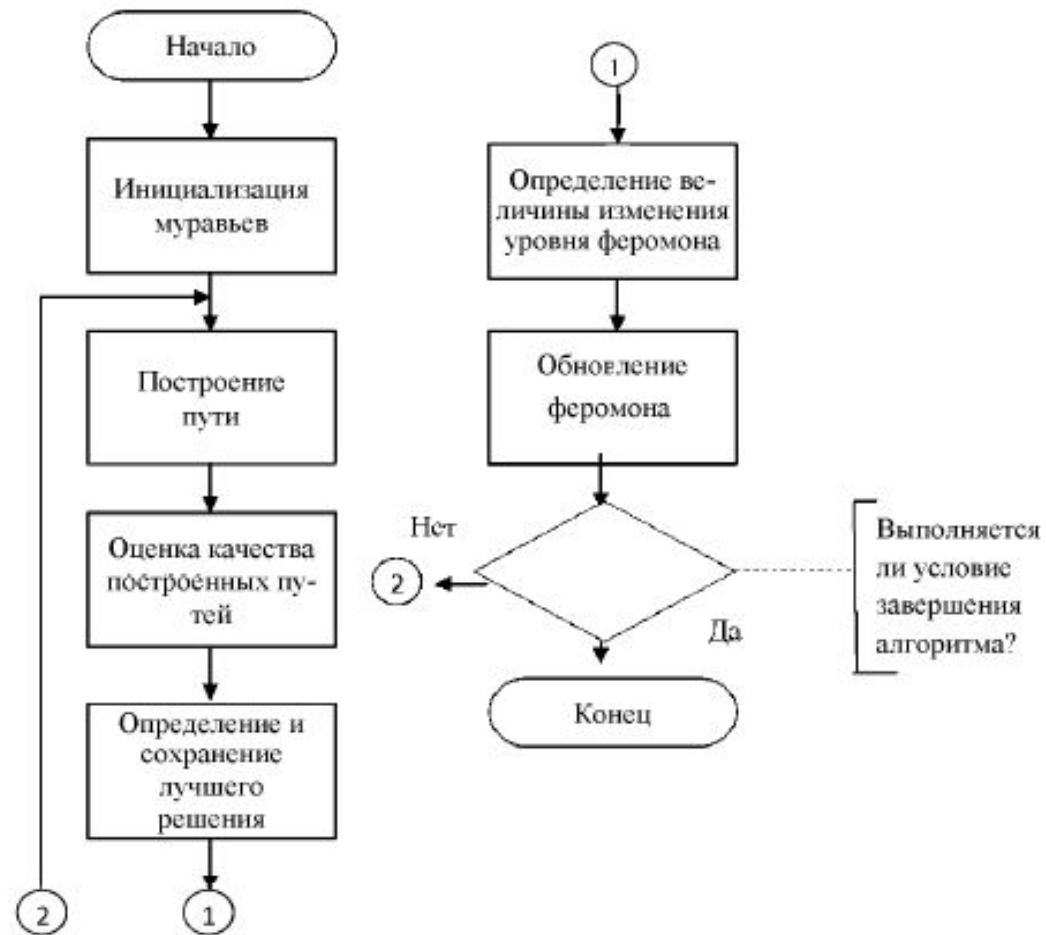
где  $j \in X_j$  - множество ячеек соседних с  $i$  и принадлежащих  $X_i \setminus X_3$

К ограничениям относят:

1. Непересечение межсоединений;
2. Габаритные размеры печатной платы;
3. Запрещенные зоны для прокладки межсоединений.



# Алгоритмическая схема муравьиного алгоритма



# Описание муравьиного алгоритма

	0	1	2	3	4
0					
1					К
2					
3					
4		Н			

$P_{i,j} = \frac{\rho_{i,j}^\alpha}{\sum_{i=0}^m \rho_{i,j}^\alpha}$  - вероятность перехода в соседние ячейки

$\rho_{i,j} = \rho_{i,j}^t + \Delta\rho_{i,j}^k$ , где  $\rho_{i,j}^t$  - текущий уровень феромона

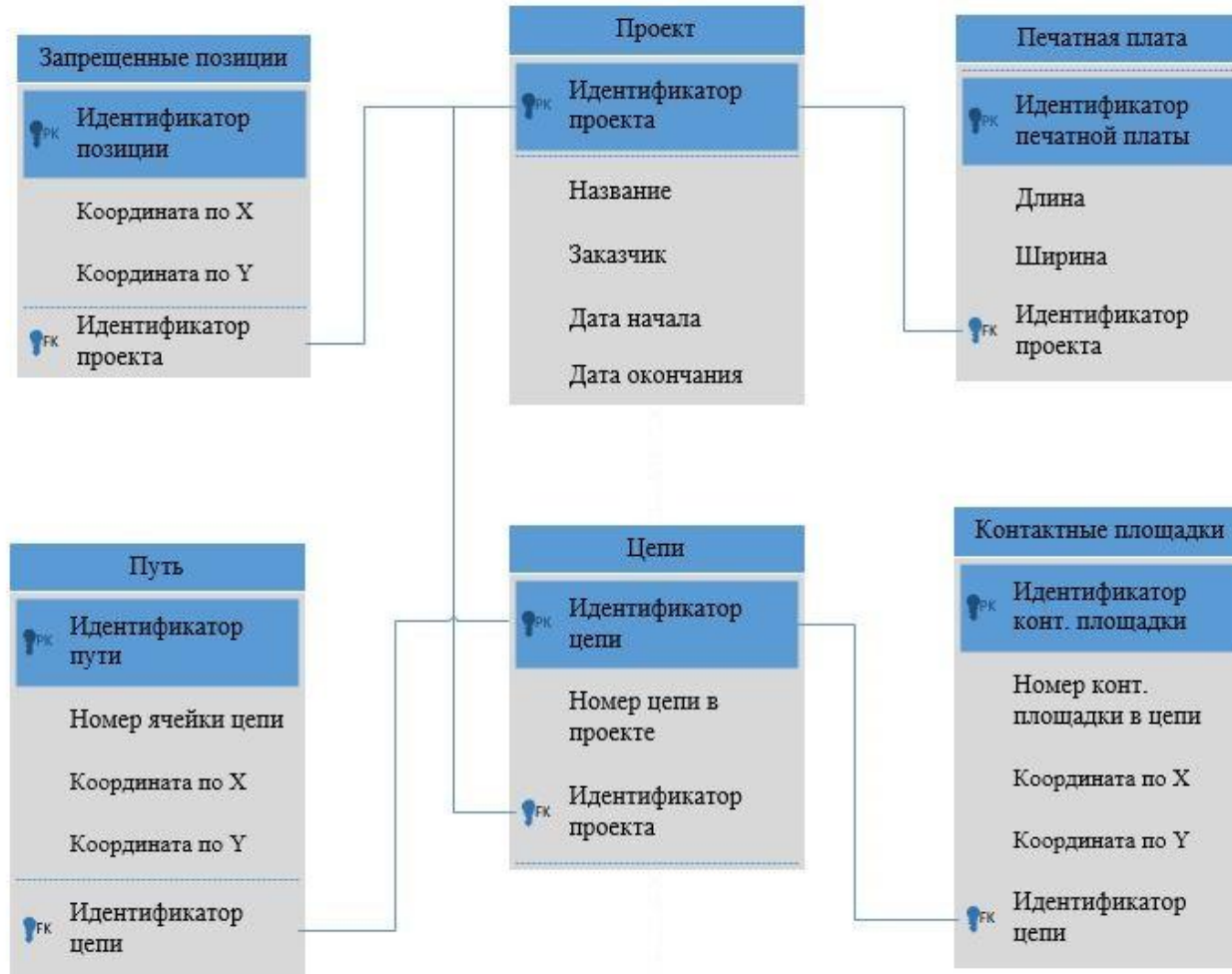
$\Delta\rho_{i,j}^k = \begin{cases} \frac{1}{L_k}, & (i,j) \in T_k \\ 0, & (i,j) \notin T_k \end{cases}$ , где  $T_k$  - путь сформированный  $k$ -ым муравьем

$\rho_{i,j} = (1 - \varphi) \times \rho_{i,j}^k$

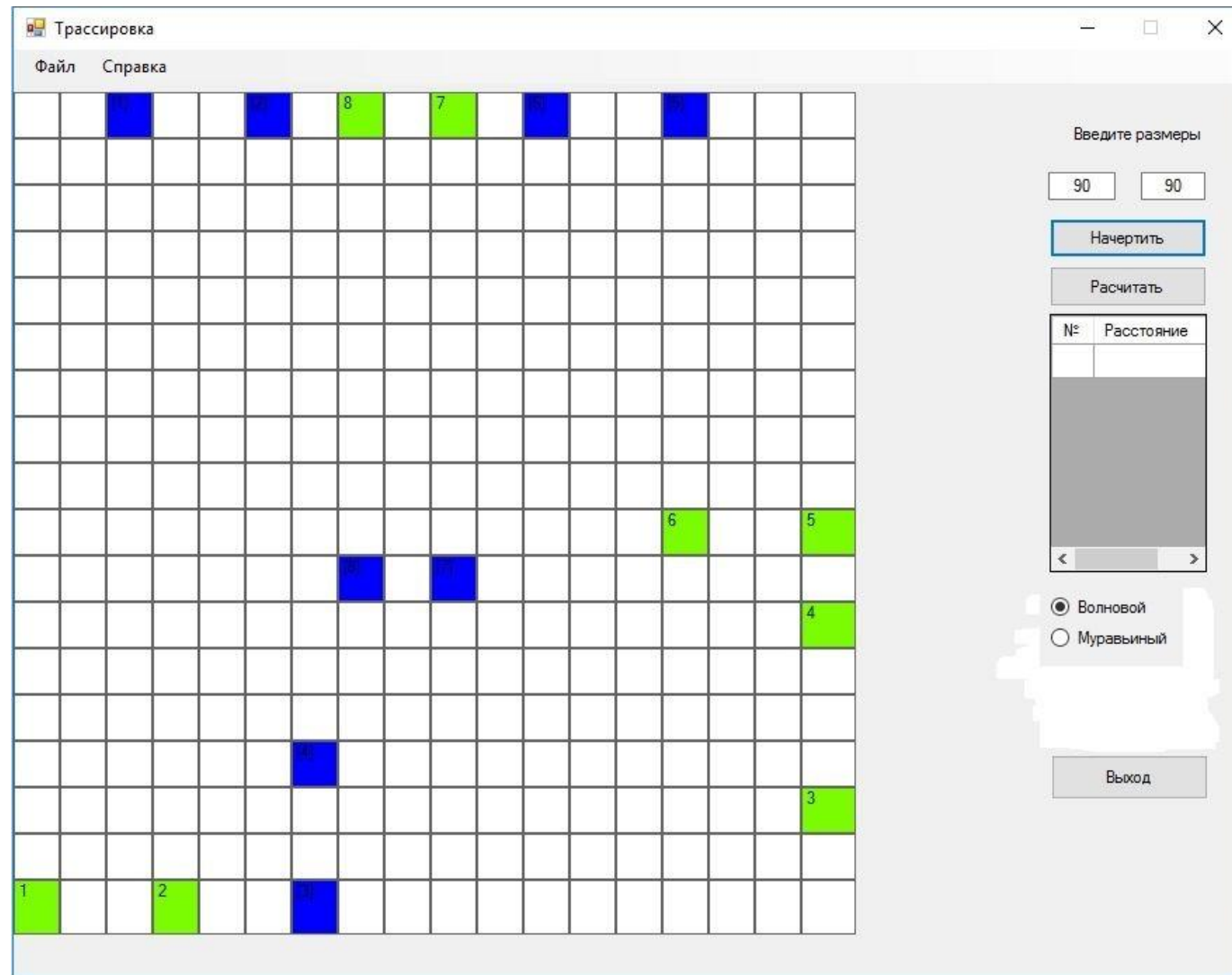
# Алгоритмическая схема волнового алгоритма



# Логическая модель базы данных



# Экранные формы



# Экранные формы

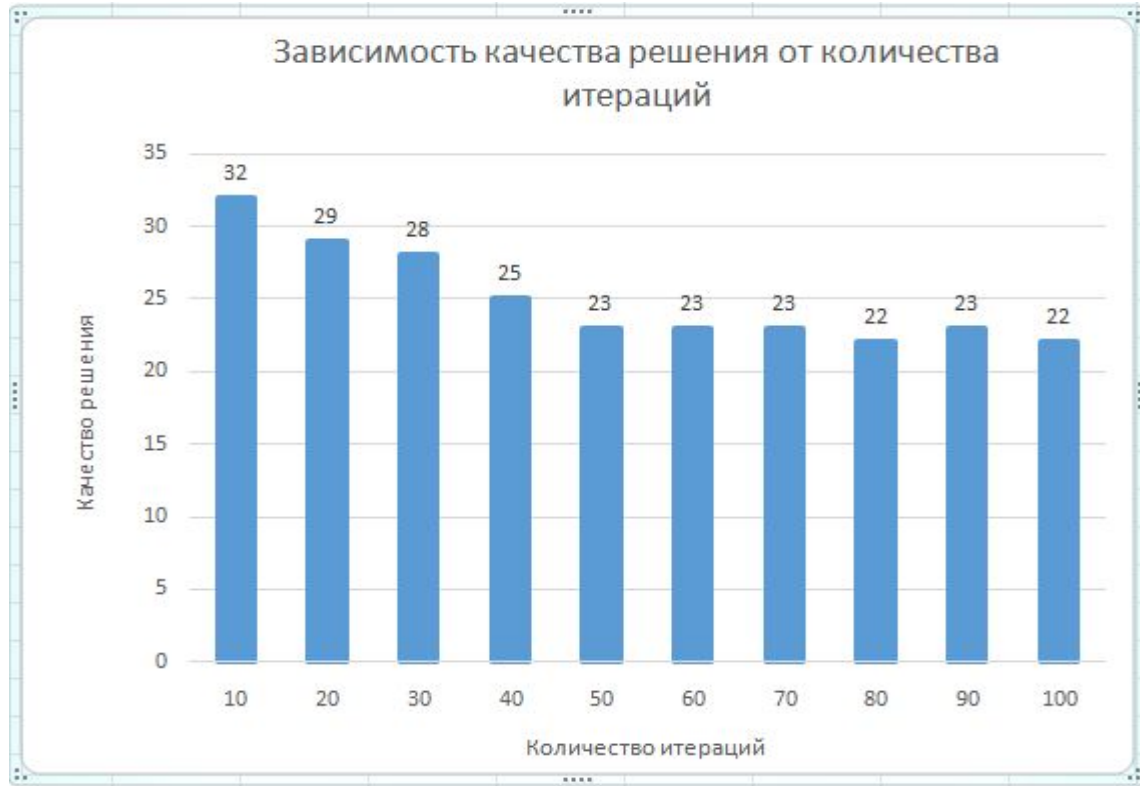
The screenshot displays a software window titled "Результаты решений" (Results of solutions). It is divided into three main sections:

- Grid:** A 10x10 grid with blue obstacles and green numbered cells. The green cells are labeled [1\_X], [2\_X], [3\_X], [4\_X], [5\_X], [6\_], [7\_], and [8\_].
- Path:** A green rectangular area showing a yellow path with orange circular nodes connecting the green cells.
- Table:** A table with two columns: "№" (Number) and "Расстояние" (Distance).

№	Расстояние
1	19
2	19
3	13
4	14
5	12

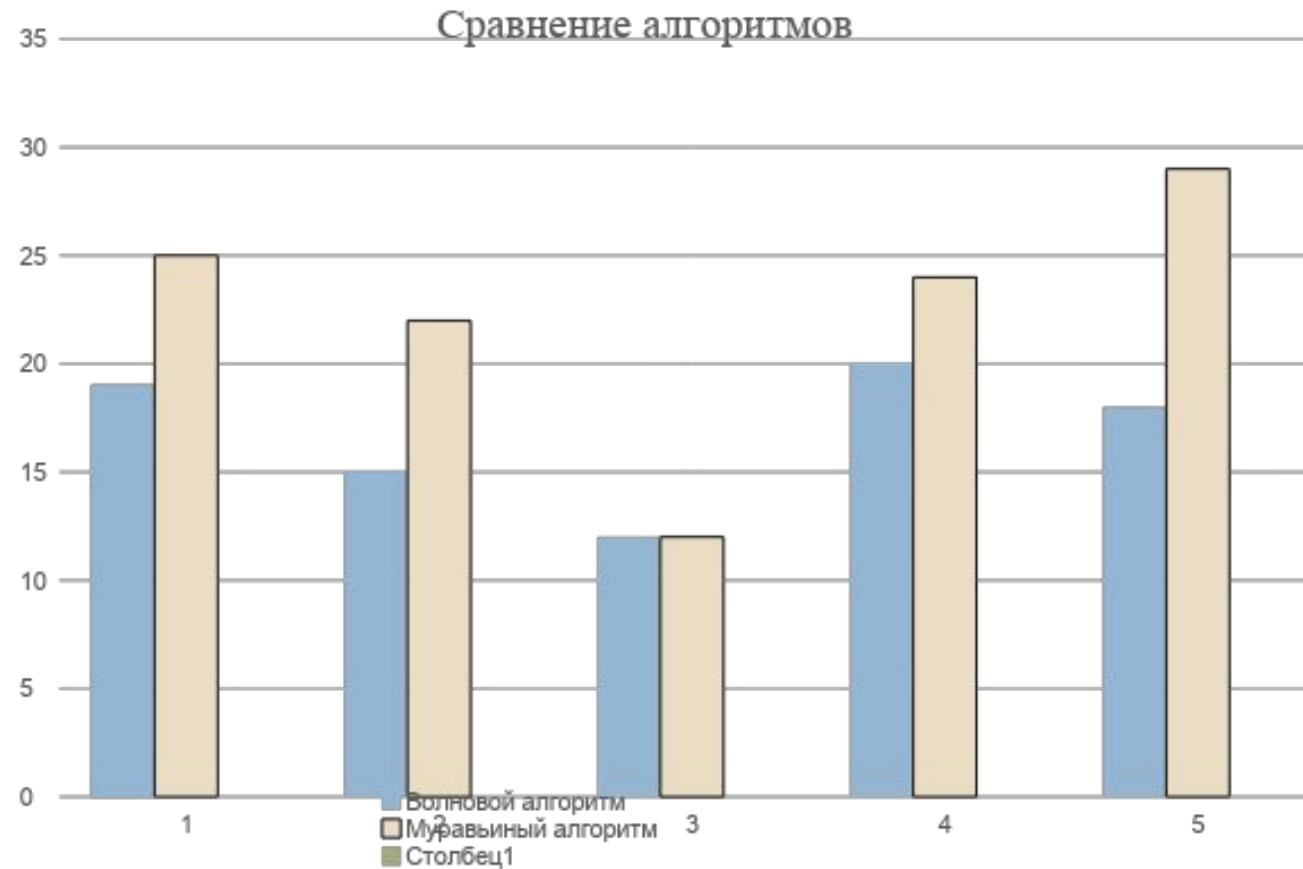
At the bottom left of the window, there is a button labeled "<Назад" (Back).

# Результаты исследований





# Результаты исследований



# Выводы по результатам исследований

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение количества итераций и агентов приводит к повышению эффективности бионического алгоритма, однако результат не достигает оптимального решения;
2. Муравьиный алгоритм редко показывает оптимальный результат решения, так как основан на теории вероятностей, при использовании волнового результат всегда является оптимальным. Классический муравьиный алгоритм в задаче трассировки межсоединений требует внедрения эвристических методов для модификации алгоритма.

# Основные выводы по работе

Основные выводы по работе:

1. Произведен анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия по проектированию печатных плат и представлен в виде диаграмм IDEF0;
2. Разработано математическое обеспечение;
3. Разработаны программное и информационное обеспечения;
4. Произведено исследование эффективности муравьиного алгоритма, а также сравнение его с волновым.