

## АЛГОРИТМ «МОДУЛЯ ДИСПЕТЧЕРА» ДЛЯ СИСТЕМЫ ВЫЕЗДНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ»

Алуев Е. А.

*Брестский государственный технический университет,  
Брест, Беларусь, alooeff@gmail.com*

**Аннотация.** Данная работа посвящена разработке алгоритма «Модуля диспетчера» системы выездного обслуживания (Field Service Management (FSM)). В его задачи входит моделирование распределения заказ-нарядов среди работников выездного обслуживания (Техников) в автоматическом режиме. Целью разработки является использование модуля в составе системы выездного обслуживания для снижения человеческого фактора и увеличения автоматизации рабочего места диспетчера.

**Ключевые слова:** система выездного обслуживания, FSM, Агент, Агентно-ориентированное моделирование, Модель, Диспетчер.

**Abstract.** This work is dedicated to the development of an algorithm of “Dispatcher module” for Field Service Management (FSM) system. Its tasks include modelling the management of the service appointments for the assigned service resources (Technicians) in automatic mode. The goal of developing a “Dispatcher module” algorithm is its usage in FSM system to reduce the human factor and increase the dispatcher’s workplace automation.

**Keywords:** Field Service Management, FSM, Agent, Agent-Based Modeling, Model, Dispatcher.

### *Введение.*

В системе выездного обслуживания необходимо одновременно координировать множество процессов: обработку потоков входящей и исходящей информации, отслеживание и распределение человеческих ресурсов и технического оборудования, управление выездными сотрудниками, находящимися в пути, контроль качества работы и т. д. В настоящее время рынок современных FSM-систем растет значительными темпами [1; 2], однако до сих пор не в полной мере реализованы следующие задачи – программирование рационального поведения отдельного агента сервисного ресурса, принятие решений агентом на основе по коллективной задаче, оценка агентом результатов выполнения общей и собственной задачи.

Объект исследования – модели агентов, способных функционировать в составе команды. Ключевым моментом является взаимодействие между членами группы, создающее систему постоянной обратной связи, а целевой функцией является направление поведения не отдельного человека, а всей группы агентов в рамках общей задачи. Для автоматизации управления выездными сотрудниками разрабатывается алгоритм, позволяющий оптимально составить рабочее расписание для

них. Основой алгоритма является анализ затрат на выполнение работ и составление расписания с учетом минимизации всех затрат.

Актуальность исследуемой проблемы обусловлена следующими факторами [3; 4]:

1. Исследования показывают, что более половины организаций используют ручное управление выездным обслуживанием.

2. Значительное количество предприятий планируют в ближайшие годы передать часть своей деятельности вендорам.

3. Примерно в половине случаев полевым работникам не хватает ключевых ресурсов и информации.

4. Большинство компаний не уверены, что у них есть необходимые навыки, чтобы использовать огромный объем доступной информации для получения значительной выгоды.

5. Несоответствие качества работы текущему состоянию рынка приводит к отказу клиентов от их услуг и лишает компании конкурентного преимущества в части удовлетворения потребностей клиентов и соглашений об уровне обслуживания (SLA).

Для решения операционных задач и оптимизации внутренних процессов разрабатывается FSM-система на основе имитационной модели и ее анализа, позволяющая организовать взаимодействие ключевых ролей компании с данными, описывающими проблему заказчика и пошаговые этапы ее решения. Разрабатываемый в данной работе алгоритм позволяет автоматизировать создание рабочего расписания выездных работников с учетом требований, предъявляемых к системе. В случае изменения временных характеристик заказ-нарядов, модуль позволяет оперативно вносить изменения в рабочее расписание без участия диспетчера и производить информирование заказчиков об этих изменениях.

*Разработка алгоритма модуля диспетчера.*

При анализе требований диспетчера были собраны ряд критериев, которые можно реализовать, создав «Модуль диспетчера»:

1. Модуль должен отображать на шкале времени текущую диспозицию заказ-нарядов с заданными «Запланированные Дата/Время» и «Рабочая Сила».

2. Модуль должен позволять менять «Запланированные Дату/Время» путем горизонтального перемещения графического изображения заказ-наряда.

3. Модуль должен позволять менять присвоенную «Рабочую Силу» путем вертикального перемещения графического изображения заказ-наряда на строку с новой рабочей силой (техником).

4. Модуль должен делать «авто-распределение» заказ-нарядов, то есть автоматически задавать «Запланированные Дата/Время» и «Рабочая Сила» для новых заказ-нарядов, переводя их в статус «Запланирован». Для этого используется специальный алгоритм.

Для работы алгоритма используются следующие критерии:

1. Приоритет – более приоритетные заказ-наряды обрабатываются в первую очередь.

2. Геолокация – учитывается расположение места выполнения заказ-наряда по отношению к месту выполнения предыдущего заказ-наряда исполнителя (для минимизации перемещения по городу и экономии времени на это перемещение).

3. Территория обслуживания – учитывается территория, к которой относится исполнитель. Допускается выполнять заявки с другой территории обслуживания при существенной разнице в загрузке техников. Выполнение работ на «чужой» территории не приветствуется в виду разграничений зон обслуживания и для целей алгоритма считается высокозатратным.

4. Навыки (Квалификация) – если заказ-наряд содержит информацию о необходимых навыках техника, то навыки доступных работников принимаются во внимание и учитываются при авто-распределении заказ-нарядов.

5. Длительность – учитывается запланированная длительность работ. Более длинные работы считаются более затратными.

Для разработки методики оценки эффективности планирования рабочего дня исполнителя введем вес каждого критерия. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Критерии и коэффициенты

Критерии	Примечание	Коэффициент веса критерия	Коэффициент пересчета критерия
Приоритет	Указывает срочность заявки (от 0 до 4)	$p_1 = 80 \%$	$p_2 = 100$
Геолокация (расстояние)	Рассчитывается расстояние от предыдущего места (либо от офиса, если это первый заказ-наряд за рабочую смену)	$l_1 = 50 \%$	$l_2 = 3$
Геолокация (время перемещения)	Рассчитывается время для перемещения от предыдущего места (либо от офиса, если это первый заказ-наряд за рабочую смену)	$t_1 = 70 \%$	$t_2 = 1$
Территория обслуживания	Показывает принадлежность Исполнителя чужой Территории Обслуживания	$s_1 = 80 \%$	$s_2 = 100$
Длительность	Запланированная длительность работ	$d_1 = 30 \%$	$d_2 = 1$

Введем понятие функционала затрат на перемещение к одному объекту:

$$b = f(P, L, T, S, D), \quad (1)$$

где  $P$  – приоритет заявки на обслуживание;

$L$  – расстояние для перемещения от предыдущего объекта к следующему, км. Система получает эти данные от интернет-сервиса [Google Matrix API];

$T$  – время для перемещения от предыдущего объекта к следующему, мин. Система получает эти данные от интернет-сервиса [Google Matrix API];

$S$  – признак принадлежности адреса к неосновной территории обслуживания исполнителя, 0 или 1;

$D$  – запланированная длительность работ, мин.

Используем коэффициенты веса критерия для определения значимости каждого из критериев для приведения при оценке затрат ( $p_1, l_1, t_1, s_1, d_1$ ) и коэффициенты пересчета критериев для приведения значений критериев к общей единице измерения ( $p_2, l_2, t_2, s_2, d_2$ ) согласно табл. 1.

В результате затраты на перемещение к объекту в цепочке перемещений могут быть рассчитаны по формуле 1:

$$b = p_1 \cdot p_1 \cdot P + l_1 \cdot l_2 \cdot L + t_1 \cdot t_2 \cdot T + s_1 \cdot s_2 \cdot S + d_1 \cdot d_1 \cdot D. \quad (2)$$

Например, при наличии разных заявок, отличающихся лишь приоритетом и еще одним критерием, получаем следующие значения (табл. 2).

Таблица 2 – Тестовые данные

Приоритет и отклонения в заявках	$P$	$L$	$T$	$S$	$D$	Сумма, ед.	Разница, ед.	Разница, %
$P1$	1	5	30	0	30	120,5	0,0	0,00
$P1$ , проезд в 2 раза дальше	1	10	30	0	30	128,0	7,5	5,86
$P1$ , проезд в 2 раза дольше	1	5	60	0	30	141,5	21,0	14,84
$P1$ , неосновная Терр. Обсл.	1	5	30	1	30	200,5	80,0	39,90
$P1$ , дольше работы	1	5	30	0	50	128,5	8,0	6,23
$P2$	2	5	30	0	30	200,5	80,0	39,90
$P2$ , проезд в 2 раза дальше	2	10	30	0	30	208,0	87,5	42,07
$P2$ , проезд в 2 раза дольше	2	5	60	0	30	221,5	101,0	45,60
$P2$ , неосновная Терр. Обсл.	2	5	30	1	30	280,5	160,0	57,04
$P2$ , дольше работы	2	5	30	0	50	208,5	88,0	42,21

По составленной таблице видно, что на «затратность» исполнения следующего заказ-наряда в большей степени влияет приоритет заявки и признак принадлежности к неосновной сервисной территории исполнителя.

Таким образом алгоритм рассчитывает затраты для всех новых заказ-нарядов и присваивает исполнителю заказ-наряд с наименьшим значением затрат как наиболее ценный с точки зрения материальных и временных затрат, а также ценности согласно приоритету. Далее алгоритм повторяется для оставшихся нераспределенных заказ-нарядов.

В результате в первую очередь на исполнение ставятся заказ-наряды с наименьшими затратами, что наглядно отображается на панели Диспетчера в графическом виде:

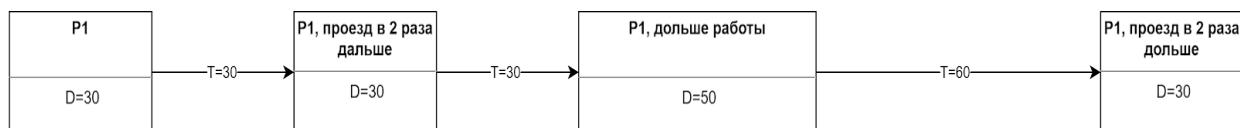


Рисунок 1 – График работ для одного Исполнителя на панели Диспетчера

На рисунке наглядно видна временная шкала рабочего времени, в течение которого запланированы отрезки времени для выполнения работы и для перемещения исполнителя к месту работы.

Аналогично при использовании данной методики оценки затрат составляется график всех активных исполнителей:

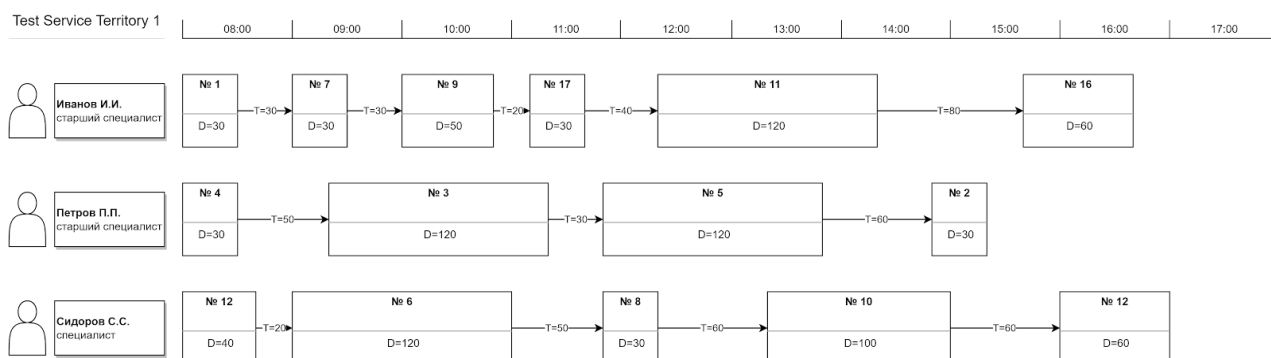


Рисунок 2 – График работ для группы Исполнителей на панели Диспетчера

На рисунке схематично представлен график работ сотрудников, относящихся к зоне обслуживания «Test Service Territory 1».

#### *Практическое тестирование.*

Данная Система была протестирована и использована на практике в реальной организации – Интернет-провайдера [5]. Их заявки включали как обслуживание оконечного клиентского оборудования, так и модернизация магистрального оборудования самого провайдера. Возможности системы получили положительный отзыв как от персонала компании, так и клиентов во время тестирования.

В результате тестирования было отмечено, что для высококачественной реализации системы необходим подробный анализ разделения города на зоны обслуживания и необходимо эмпирическим путем производить уточнение коэффициентов модуля диспетчера.

Последнее необходимо из-за наличия разнообразия зависимостей, не взятых в рассмотрение в текущей модели. Например, наличие пробок на дорогах и их зависимости от времени суток, плотности городской застройки и ограничения на парковку в городской черте для транспортных средств.

Также в будущих расширениях «Модуля диспетчера» необходимо предусмотреть перерывы в расписании для принятия пищи и отдыха в течение рабочего дня.

#### **Список использованных источников:**

1. Field Service Management Market by Component (Solution and Services), Organization Size (SMEs and Large Enterprises), Deployment Mode (On-premise and

Cloud), Vertical, and Region [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.marketsand-markets.com/Market-Reports/field-service-management-market-209977425.html>. – Date of access: 20.10.2023.

2. Field Service Management Market Size & Share Analysis [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/field-service-management-market>. – Date of access: 20.10.2023.

3. New Technologies Handle Field Service Management Challenges. Global Strategic Sales at Soft Clouds LLC [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.linkedin.com/pulse/new-technologies-handle-field-service-managment-brian-friedman>. – Date of access: 25.10.2023.

4. 10 Biggest Field Service Management Challenges and How Leaders Address Them. Field Circle [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.fieldcircle.com/blog/top-field-service-management-challenges>. – Date of access: 25.10.2023.

5. ATEK [Electronic resource]. – Mode of access: <https://atek.dev/research>. – Date of access: 25.10.2023.