

*Артамонова Анна Викторовна,
Донской государственный технический университет, г.Ростов-на-Дону
Artamonova Anna Viktorovna,
Don State Technical University, Rostov-on-Don*

*Анисимова Галина Борисовна,
к.ф.-м.н., доцент, Донской государственный технический университет, г.Ростов-на-Дону
Anisimova Galina Borisovna,
Don State Technical University, Rostov-on-Don*

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРВЕРА ЗАПИСИ ТЕЛЕФОННЫХ РАЗГОВОРОВ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕГО РАБОТЫ

STUDY OF SERVER RECORDING OF TELEPHONE CONVERSATIONS BY MODELIROVANIYA HIS WORK

Аннотация: статья посвящена исследованию сервера записи телефонных разговоров путем моделирования его работы с помощью построения графа сети Петри. На основании построенной модели произведен анализ сети Петри. Анализ проводится с помощью построения дерева достижимости и матричного метода.

Abstract: the article is devoted to the study of the server for recording telephone conversations by modeling its operation by constructing a graph of the Petri net. On the basis of the constructed model the analysis of Petri net is made. The analysis is carried out by constructing the reachability tree and matrix method.

Ключевые слова: моделирование, сети Петри, дерево достижимости, сервер записи, анализ свойств сети Петри.

Keywords: modeling, Petri nets, tree of attainability, the server records, analysis of the properties of Petri nets.

Введение. Исследование сервера записи телефонных разговоров произведем путем моделирования его работы с помощью построения графа сети Петри. Сети Петри используются для моделирования асинхронных систем, функционирующих как совокупность параллельных взаимодействующих процессов. Анализ сетей Петри позволяет получить информацию о структуре и динамическом поведении моделируемой системы.

Построение моделей систем в виде сетей Петри заключается в следующем:

1. Моделируемые процессы описываются множеством событий (действий) и условий определяющих возможность наступления этих событий, а также причинно-следственными отношениями, устанавливаемыми на множестве пар "события-условия".

2. Определяются события-действия, последовательность выполнения которых управляется состояниями системы. Состояния системы задаются множеством условий, формируемых в виде предикатов. Количественно условия характеризуются величиной которая выражается числами натурального ряда.

3. Условия, в зависимости от значений их количественных характеристик, могут выполняться или нет. Выполнение условий обеспечивает возможность реализации событий.

Условия, с фактом выполнения которых связывается возможность реализации событий, называются предусловиями. Реализация события обеспечивает возможность выполнения других условий, находящихся с предусловиями в причинно-следственной связи. Эти условия называются постусловиями.

В сетях Петри условия – это позиции, а события – переходы [2].

Построение имитационной модели проведем с помощью программы Tina разработанной в лаборатории LAAS в Франции. Данное приложение состоит из различных графических средств для создания сетей Петри и построения различных процессов, так как интерфейс довольно удобен, понятен и прост.

Построение имитационной модели. Имеются три параллельных процесса. 1-ый процесс – это когда звонки поступают и исходят через цифровой поток E1. 2-ой процесс – это когда звонок происходит с местного номера внутренней АТС. 3-ий процесс показывает, когда происходят звонки с отдельного городского номера. Во время поступающих или исходящих звонков, параллельно происходит запись телефонных переговоров. Все звонки с внутренних и городских номеров происходят по индивидуальным линиям связи, а звонки совершаемые по цифровому потоку E1 по общей линии связи. В потоке E1 имеется 60 исходящих линий на 60 номеров. Введем условие, пусть сервер записи может обрабатывать только 30 звонков одновременно. Оповещение абонентов о том, что ведется запись разговора, занимает около 1 минуты. Пусть длительность разговора на местных номерах занимает от 1 до 5 мин., на индивидуальных городских номерах от 2 до 6 мин., а по цифровому потоку E1 от 2 до 5 мин. На основе имеющихся данных построим имитационную модель в виде графа сети Петри (рисунок 1) и проведем анализ полученной модели.

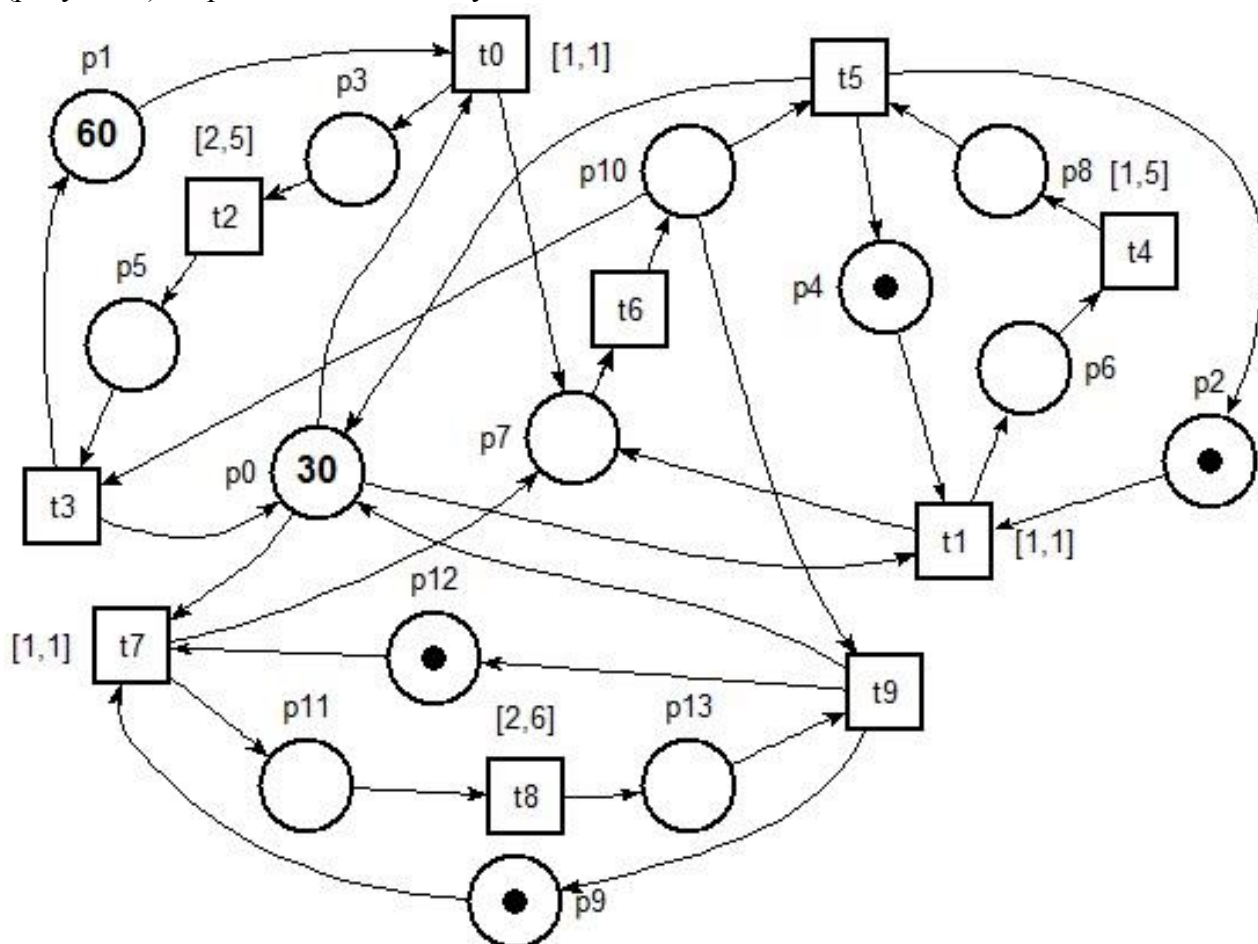


Рисунок 1 – Граф сети Петри

Где: P0 – количество линий сервера записи; P1, P2, P9 – входящие или исходящие звонки; P3, P6, P11 – начало разговора; P4, P12 – индивидуальные линии связи; P5, P8, P13 – конец разговора; P7 – начало записи; P10 – конец записи; t0, t1, t7 – подняли трубку; t2, t4, t8 – процесс разговора; t3, t5, t9 – положили трубку; t6 – запись разговора.

В процессах t_0 , t_1 , t_7 имеется задержка времени, которая равна $\Delta t = 1$ минута. Это время для оповещения абонентов о том, что будет вестись запись разговора и одновременно происходит подключение к серверу записи. В процессах t_2 , t_4 , t_8 , когда происходит разговор, установим согласно условию задержку в $t_2 - \Delta t =$ от 2 до 5 минут; в $t_4 - \Delta t =$ от 1 до 5 минут; в $t_8 - \Delta t =$ от 2 до 6 минут. В P_1 установим 60 меток, что будет соответствовать количеству свободных соединительных линий по цифровому потоку E_1 в начальный момент времени. В P_0 установим 30 меток, так как сервер записи может одновременно обрабатывать только 30 звонков. В P_4 и P_{12} установим по 1 метке, так как звонки поступаю по индивидуальным линиям связи. В P_2 и P_9 установим по 1 метки, так как к линии подключен один абонент.

Так как процесс записи t_6 может производиться одновременно по цифровому потоку E_1 и по индивидуальным линиям, подключенных напрямую в сервер записи, то t_6 изобразим, как общий процесс для всех поступающих и исходящих вызовов. Начало записи P_7 включается одновременно во время поднятия трубки абонентом, а конец записи P_{10} происходит, когда абонент положил трубку.

При запуске имитационной модели (рисунок 2) мы видим, что в зависимости от того сколько длится разговор по той или иной линии минимально 1 минуту, а максимально 6 минут. Так длительность разговора может по городской линии может длиться $\Delta t =$ от 2 до 6 мин. Длительность по местной линии может длиться $\Delta t =$ от 1 до 5 минут. В потоке E_1 разговор может длиться $\Delta t =$ от 2 до 5 минут. Отдельный городской и местный номера подключаются по индивидуальным линиям, то при разговоре эти линии записи не доступны для записи с других номеров, так как запись происходит только по этим номерам. Рассмотрим соединительные линии потока E_1 в каком случае абонент может получить отказ в доступе к линии. Отказ в доступе к линии может получить, когда в позиции P_0 количество меток будет равно нулю. Это будет означать, что все канала заняты, так как сервер записи может обрабатывать за раз только 30 линий одновременно.

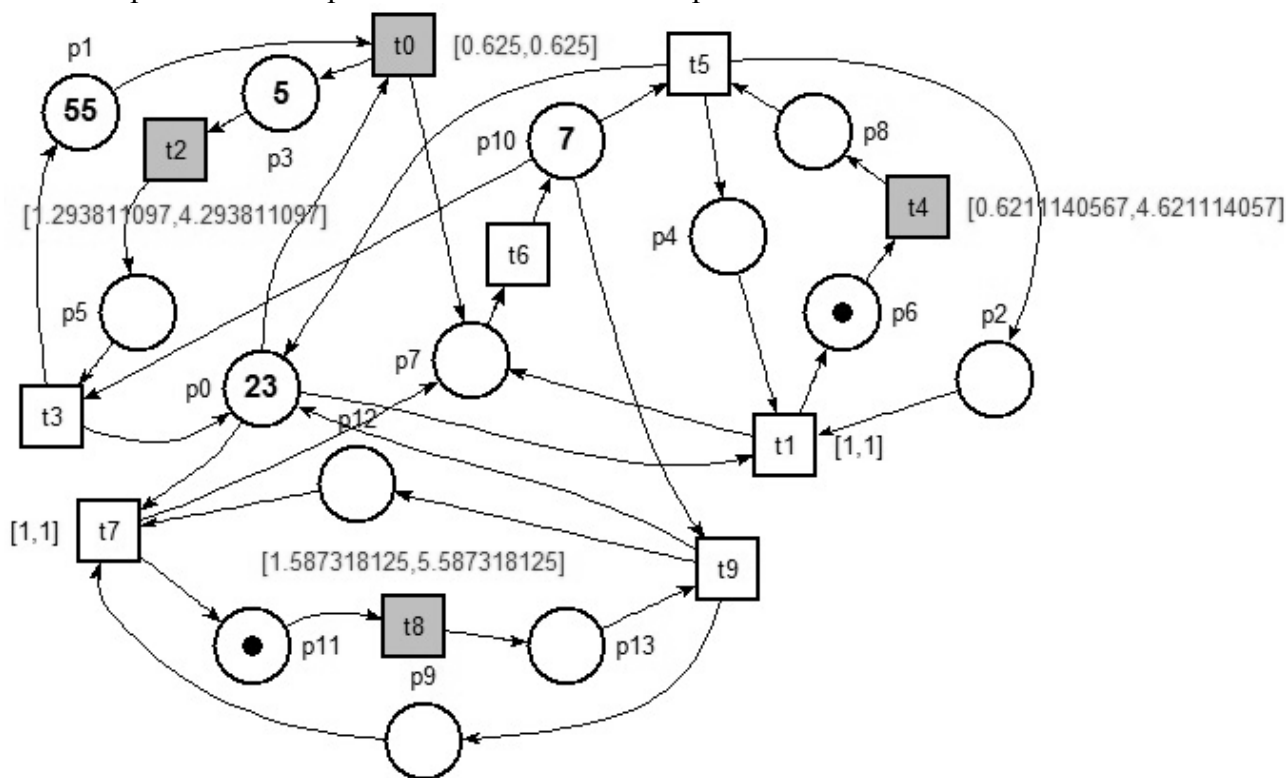


Рисунок 2 – Диаграмма работы сети Петри

Так с помощью программы можно произвести анализ полученной сети (рисунок 3). Общее количество переходов, позиций в начале, количество сработанных переходов и позиций. В какой момент времени и какие переходы сработали, и какое количество меток находится в позициях.

digest

places	14	transitions	10	net	bounded	Y	live	?	reversible	?
abstraction		count	props	psets	dead	live				
states		87796	14	87796	0	87796				
transitions		493366	10	10	0	10				

help

state 87778
props p1*32 p10*30 p13 p3 p5*27 p6
trans t9/87645 t3/87672 t2/87790 t4/87791

state 87779
props p1*32 p10*30 p13 p3*2 p5*26 p8
trans t9/87648 t5/87665 t3/87673 t2/87791

state 87780
props p1*30 p10*29 p12 p2 p4 p5*30 p7 p9
trans t3/87688 t6/87792

state 87781

Рисунок 3 – Фрагмент анализа сети Петри в программе Tina

Так если при увеличении Δt – среднего времени длительности разговора на 10 минут, то данное количество линий записи уже не будет справляться с потоком звонков, и время ожидания доступа к линии записи значительно увеличится. Так в рассматриваемой имитационной модели узким местом в системе является небольшое количество линий записи. Для решения этой проблемы необходимо предусмотреть увеличение количества линий записи или установить ограничение времени длительности разговора.

На основе имеющейся графа сети Петри построим дерево достижимости (рисунок 4).

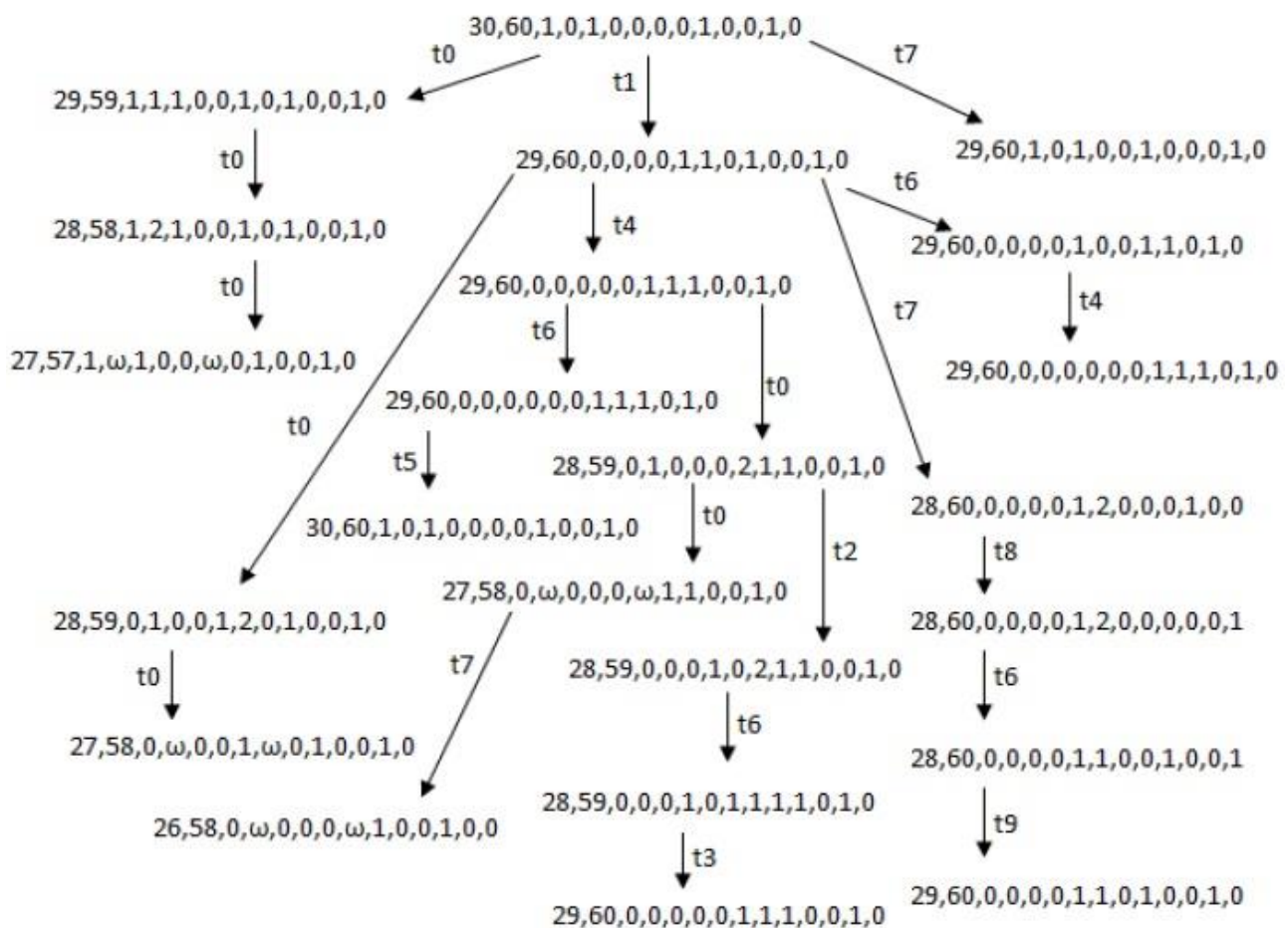


Рисунок 4 – Фрагмент дерева достижимости

Для превращения дерева в полезный инструмент анализа необходимо найти средства ограничения его до конечного размера. Так приведение к конечному представлению осуществляется двумя операциями.

Первая операция. Использование пассивных маркировок, именуемых терминальными вершинами (тупиковыми), и маркировок, ранее встречавшихся в дереве, именуемых дублирующими вершинами. В нашем примере маркировка вершин (30,60,1,0,1,0,0,0,1,0,0,1,0), (29,60,0,0,0,0,1,1,1,0,0,1,0), (29,60,0,0,0,0,1,1,0,1,0,0,1,0), (29,60,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,1,0) являются дублирующими.

Вторая операция. Рассмотрим последовательность запусков переходов σ , начинающуюся в начальной маркировке M_0 и концом M' , $M' > M_0$. Маркировка M' совпадает с маркировкой M_0 , за исключением того, что имеет некоторые “дополнительные” метки в некоторых позициях, то есть $M' = M_0 + (M' - M_0)$ и $(M' - M_0) > 0$. Поскольку на запуски переходов дополнительные метки не влияют, последовательность σ можно запустить снова, начиная в M' , приходя к маркировке M'' . Так как действие последовательности переходов σ добавило $M' - M_0$ меток к маркировке M_0 , она добавит также $M' - M_0$ меток к маркировке M' , поэтому $M'' = M' + (M' - M_0)$ или $M'' = M_0 + 2(M' - M_0)$. В общем случае последовательность σ можно запустить n раз, получив в результате маркировку $M_0 + n(M' - M_0)$.

Рассмотрев наше дерево достижимости можно запустить переходы t_0, t_6 столько раз сколько необходимо для того, чтобы получить произвольное число меток в P_3, P_7, P_{10} . Это бесконечное число маркировок обозначенное символом ω . Для любого a определим $\omega + a = \omega$, $\omega - a = \omega$, $a < \omega$, $\omega \leq \omega$.

На основании получено дерева достижимости проведем анализ свойств сети Петри. Анализ заключается в изучении основных свойств сетей Петри: безопасности, ограниченности, сохранении, активности, достижимости и покрываемости.

Проанализировав дерево достижимости, можно сказать следующее:

1) Безопасность. Позиция $p_i \in P$ сети $C = (P, T, I, O, M_0)$ является безопасной, если $m(p_i) \leq 1$ для любой $M \in R(C, M_0)$. Сеть Петри безопасна, если безопасна каждая ее позиция [3,4]. Данная сеть Петри не безопасна, так как количество маркировок в начальных позициях $P_0 = 30$ и $P_1 = 60$, что больше 0 или 1.

2) Ограниченность. Позиция $p_i \in P$ сети $C = (P, T, I, O, M_0)$ является K -безопасной, если $m(p_i) \leq K$ для всех $M \in R(C, M_0)$. Позиция называется ограниченной, если она K -безопасна для некоторого K [3,4]. Рассматриваемая сеть Петри является неограниченной, так как в данной сети имеется символ ω .

3) Сохранение. В сетях Петри, моделирующих запросы, распределения и освобождения ресурсов, некоторые позиции могут представлять состояние ресурсов. Сеть Петри называется строго сохраняющей, если для всех $M \in R(C, M_0)$. То есть $\sum m(p_i) = \sum m_0(p_i)$, где $p_i \in P$ [3,4].

Рассматриваемая сеть Петри является сохраняемой, так как у неё все метки сохраняются.

4) Активность. Другой задачей, возникающей при распределении ресурсов, является задача выявления тупиков. Рассматриваемая сеть Петри является активной, так как терминальные вершины отсутствуют.

5) Достижимость и покрываемость. Задача достижимости заключается в определении для маркировки M_0 маркировки $M \in R(C, M_0)$ [3,4]. Рассматриваемая сеть Петри достижима и покрываема, так как искомая маркировка M' , например (26,56,1,4,1,0,0,4,0,1,0,0,1,0), в данном дереве встречается, то есть достижима.

Вывод. Произведено исследование сервера записи телефонных разговоров путем моделирования его работы с помощью построения графа сети Петри. После построения графа сети Петри был произведен анализ построенной модели. Рассмотрены узкие места системы и способы их решения. Так же произведен построенной модели анализ с помощью дерева достижимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонова А.В. Исследование, адаптация и внедрение сервера записи телефонных разговоров на примере МБУЗ «ГБ №1 им. Н.А. Семашко города Ростова-на-Дону» - Ростов-на-Дону: Молодой исследователь Дона, 2018. – №4(13). – с.14-17.
2. Проститенко О.В. Моделирование дискретных систем на основе сетей Петри: учебное пособие / О.В. Проститенко, В.И. Халимон, А.Ю. Рогов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 69 с.
3. Лекция 5. Сети Петри. URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=99658>.
4. Сети Петри. URL: <http://lib.rushkolnik.ru/text/36619/>.



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ TECHNICAL SCIENCES

УДК 004

*Даудов Ибрагим Мовсурович,
ФГБОУ «Чеченский государственный университет», г.Грозный
Daudov Ibrahim Movsurovich,
FSBEI "Chechen State University", Grozny*

*Бериев Ислам Ризванович,
ФГБОУ «Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени академика М. Д. Миллионщикова», г.Грозный
Beriev Islam Rizvanovich,
FSBEI "Grozny State Oil Technical University
named after Academician M. D. Millionshchikov", Grozny*

*Бисултанова Амина Рамзановна,
Архивное управление Правительства Чеченской Республики, г.Грозный
Bisultanova Amina Ramzanovna,
Archival Administration of the Government of the Chechen Republic, Grozny*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ДОКУМЕНТОПОТОКОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

FORMULATION OF THE PROBLEM OF OPTIMIZATION OF DOCUMENT FLOWS IN THE AUTOMATED ELECTRON DOCUMENT TRANSFER SYSTEM

Аннотация: задача оптимизации документопотоков на основе методов математического моделирования состоит в нахождении оптимальных по определенному критерию путей прохождения документов (информации) внутри организации. Решение данной проблемы должно опираться на всесторонний анализ моделей документооборота в организации.

Abstract: the task of streamlining document flows based on mathematical modeling methods is to find the optimal paths for passing documents (information) within an organization according to a certain criterion. The solution to this problem should be based on a comprehensive analysis of the workflow models in the organization.