**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)"**

**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Кафедра 806 «Вычислительная математика и программирование»**

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: «*Фундаментальная информатика*»

на тему:

«*Нормальные алгоритмы маркова*»

Выполнил:

студент 1 курса группы М8О-108Б-23

Хулагов Магомед-Амин Саидович

**Москва 2023**

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1. БИОГРАФИЯ МАРКОВА

2. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ НОРМАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ МАРКОВА

3. КРИТИКА НАМ

4. ИДЕЯ, МЕТОД, АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

5. СЦЕНАРИЙ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ. ТЕСТЫ

6. РАСПЕЧАТКА ПРОТОКОЛА

7. ДНЕВНИК ОТЛАДКИ

8. ВЫВОДЫ

**ВВЕДЕНИЕ**

Тема исследования в области нормальных алгоритмов Маркова также остается актуальной в настоящее время. Нормальные алгоритмы Маркова используются для моделирования случайных процессов, таких как финансовые рынки, экономические тенденции, погодные условия и другие явления, которые могут быть описаны вероятностными закономерностями.

Изучение нормальных алгоритмов Маркова имеет большое значение для различных областей науки и техники. Например, они могут применяться в качестве инструмента для анализа и прогнозирования поведения сложных систем, таких как транспортные сети, энергетические сети и т.д. Также нормальные алгоритмы Маркова могут использоваться для оптимизации производственных процессов, управления запасами и других задач в бизнесе.

Кроме того, изучение нормальных алгоритмов Маркова имеет практическую значимость для разработки алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта. Эти алгоритмы могут быть использованы для создания более эффективных и точных моделей, которые могут быть применены в различных областях науки и техники.

Таким образом, изучение нормальных алгоритмов Маркова продолжает оставаться актуальной темой исследования, которая имеет широкое применение в различных областях науки и техники. **Объект исследования** – нормальные алгоритмы маркова

**Целью курсовой работы** – изучить и понять принцип работы нам.

**Задание:** входное слово представляет собой десятичную запись целого неотрицательного числа в прямой кодировке. Получить дополнительную кодировку для отрицательного числа с тем же абсолютным значением.

**Оборудование:**

Процессор **12th Gen Intel® Core™ i5-12450H** с ОП **8 ГБ 3200 MHz DDR4**, НМД \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мб. Монитор **Встроенный монитор 15,6-дюймовый (1920 × 1080)**

**Программное обеспечение:**

Операционная система семейства **Linux**, наименование **Ubuntu** версия **22.04.3 LTS** интерпретатор команд bash версия 5.1.16.

Система программирования нет

Редактор текстов нет

Утилиты операционной системы pwd, who, whoami, ls, cd, mkdir, cp, mv, rm, rmdir, chmod, cat, touch, ps, grep, sort.

Местонахождение и имена файлов программ и данных на домашнем компьютере ~/lab5

**БИОГРАФИЯ МАРКОВА**

Родился 9(22) сентября 1903 г., Санкт-Петербург.

Умер 13 октября 1979 г., Москва.

Математик. Член-корреспондент АН СССР по Отделению физико-математических наук (математика) с 23 октября 1953 г.

Родился в семье А. А. Маркова (старшего). Унаследовал от отца выдающиеся математические способности и любовь к науке. Получил блестящее домашнее образование. Сначала поступил на химический факультет Петроградского университета, но с 3-го курса продолжил обучение на физическом отделении физико-математического факультета, который окончил в 1924 г. В ту пору занимался теоретической физикой и прикладной геофизикой. В 1925–1928 гг. обучался в аспирантуре Астрономического института. Диссертацию, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, защитил в 1928 г.

В 1928–1935 гг. А. А. Марков работал в Астрономическом институте. В 1933–1936 гг. — старший научный сотрудник НИИ математики и механики ЛГУ. В 1935 г. ему без защиты диссертации была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук. Утвержден в звании профессора в 1936 г. В 1933–1955 гг. преподавал в Ленинградском государственном университете — профессор с 1936 г.

В 1939–1953 гг. А. А. Марков работал в ЛОМИ — старший научный сотрудник, заведующий лабораторией, заместитель директора в 1941–1953 гг. (сначала по МИАН в целом, с 1943 г. после реэвакуации из Казани — по ЛОМИ). В период Великой Отечественной войны работал в коллективе МИАН, эвакуированном в Казань. После реэвакуации возвратился в Ленинград.

В 1954 г. А. А. Марков переехал в Москву. В 1954–1972 гг. работал в МИАН — заведующий лабораторией в 1954–1972 гг., несколько лет работал на посту заместителя директора.

С 1964 г. до конца жизни А. А. Марков — заведующий лабораторией математической логики и структуры машин Вычислительного центра АН СССР. С 1959 г. до конца жизни — профессор, заведующий кафедрой математической логики и теории алгоритмов механико-математического факультета МГУ. На руководимой им кафедре работал С. В. Яблонский.

Основные направления математических исследований А. А. Маркова — топология, топологическая алгебра, теория динамических систем, теория алгоритмов, математическая логика и конструктивная математика.

В ранний период творческой деятельности (в 1928–1935 гг., когда работал в Астрономическом институте) А. А. Марков выполнил ряд работ по небесной механике, которые сохраняют значение до настоящего времени. Небесная механика естественным образом привела его к чисто математической проблематике.

Диапазон математических дисциплин, которые А. А. Марков охватил в процессе своего творчества, чрезвычайно широк — от аксиоматической теории множеств до теории пластичности. В начале 1930-х гг. выполнил цикл работ по общей теории динамических систем. Им впервые было сформулировано общее, не зависящее от дифференциальных уравнений, определение динамической системы — важнейшего понятия современной теоретической кибернетики.

В 1940–1946 гг. А. А. Марков выполнил ряд работ по свободным топологическим группам. Им было получено доказательство неразрешимости проблемы гомеоморфизма в топологии.

В области математической логики А. А. Марков решил две знаменитые математические проблемы — проблему тождества для полугрупп (так называемая проблема Туэ) и проблему гомеоморфии в топологии. Создал рабочий аппарат, опирающийся на удачно выбранное им понятие нормальных алгоритмов (использовал название «алгорифмы», теперь их принято называть алгоритмами Маркова). Показал, что это понятие обладает принципиальными и методическими достоинствами. Введенное им понятие выдержало испытание временем и прочно вошло в научный обиход как общей теории алгоритмов, так и теоретической кибернетики, в которой послужило источником точной постановки ряда проблем. Методика, разработанная А. А. Марковым при построении теории нармальных алгоритмов, в значительной степени предвосхитила приемы структурного программирования и технику верификации программ.

А. А. Марков получил ответ на вопрос об инверсионной сложности булевых функций и нашел минимальные контактно-вентильные схемы, реализующие симметрические булевы функции. Заложил основы теории сложности алгоритмов. Развил специальную конструктивную логику, учитывающую специфику конструктивных объектов.

А. А. Марков занимался также прикладными вопросами математической логики, в частности ее применением в теории вычислительных машин. Разработал терминологию для описания работы вычислительных машин. Имеет многочисленные работы в области криптографии. Наиболее известна «теорема Маркова», которая классифицирует шифры, не распространяющие искажения.

Андрей Андреевич Марков — автор многих научных публикаций, в числе которых:

Поверхностное распределение постоянного тока в случае наклонного проводящего слоя // Материалы Центр. н.-и. геол. ин-та. Геофизика, 1938, т. 5;

О свободных топологических группах // Изв. АН СССР. Сер. матем., 1945, т. 9, вып. 1;

Основы алгебраической теории кос // Труды МИАН, 1945, т. 16;

О вариационных принципах в теории пластичности // ПММ, 1947, т. 11, № 3;

Теория алгорифмов // Труды МИАН, 1951, т. 38;

Теория алгорифмов // Труды МИАН, 1954, т. 42;

Математическая логика и вычислительная математика // Вестник АН СССР, 1957, № 8;

Неразрешимость проблем гомеоморфии // ДАН СССР, 1958, т. 121, № 2;

О конструктивной математике // Труды МИАН, 1962, т. 67;

О некоторых алгорифмах, связанных с системами слов // Изв. АН СССР. Сер. матем., 1963, т. 27, № 1;

Что такое кибернетика? // Кибернетика, мышление, жизнь (1964);

О нормальных алгорифмах, связанных с вычислением булевых функций // Изв. АН СССР. Сер. матем., 1967, т. 31, № 1 (в соавторстве);

Об одном языке для описания работы вычислительных машин // Проблемы кибернетики, 1967, т. 19 (в соавторстве).

Автор монографий:

О логике конструктивной математики (1972);

Лекции по математической логике: Учебное пособие (1973);

Теория алгорифмов (1996 — 2-е изд., испр. и доп.) и др.

Избранные труды: В 2-х т. — М.: 2002.

А. А. Марков основал большую и продуктивно работающую научную школу математической логики. С 1943 г. руководил (совместно с С. Л. Яновской) в МГУ научным семинаром по математической логике. Его преемником в этой деятельности в дальнейшем стал П. С. Новиков.

С 1964 г. до конца жизни А. А. Марков — член Научного совета по кибернетике АН СССР. С 1969 г. — член комитета Советского национального объединения истории и философии естествознания и техники. В 1976–1979 гг. — вице-президент Московского математического общества. С 1969 г. — член комитета Советского национального объединения истории и философии естествознания и техники. С 1976 г. — вице-президент Московского математического общества.

Удостоен премии им. П. Л. Чебышева АН СССР (1969).

Андрей Андреевич Марков — яркий представитель группы ученых, творческая деятельность которых развивалась в период становления Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР и была ориентирована в значительной степени на развитие новых направлений математики. Своим творчеством не только содействовал укреплению прочных позиций МИАН в топологии, но и выступил создателем новых научных направлений — теории алгоритмов и конструктивной математики.

Высшим периодом его научной деятельности является последний, длившийся более тридцати лет период интенсивных исследований в области математической логики.

Унаследовал от отца — А. А. Маркова (старшего) не только любовь к математике, но и настоящее гражданское мужество. Оно было ему надежной основой в период нелегкой борьбы за право кибернетики на самостоятельное развитие и возможность беспрепятственно заниматься связанными с ней научными исследованиями. А. А. Марков (младший) был в числе ученых, много сил отдавших этой нелегкой, но справедливой борьбе и своими научными трудами обеспечивших торжество справедливости

Андрей Андреевич Марков (1856-1922) был выдающимся русским математиком и ученым, который внес значительный вклад в различные области математики, включая теорию вероятностей, теорию чисел и математическую логику. Его научная деятельность затронула многие области знания, и он считается одним из основателей современной теории вероятностей.

Андрей Марков родился в городе Рязани 14 июня 1856 года. Он происходил из семьи учителей и получил первоначальное образование в местной гимназии. В 1874 году он поступил в Московский университет на физико-математический факультет, где его преподавателями были известные ученые того времени, такие как Пафнутий Чебышев и Александр Ляпунов.

В 1880 году Марков защитил докторскую диссертацию на тему "Об одной задаче теории вероятностей", которая стала его первым значительным научным достижением. В этой работе он предложил новый подход к решению задачи о связи вероятностей событий, что привело к созданию теории цепей Маркова.

В 1886 году Марков был избран профессором математики в Казанском университете, где он работал до 1890 года. Затем он переехал в Санкт-Петербург, где преподавал в Петербургском университете и Институте технологии. В 1910 году Марков был избран членом-корреспондентом Академии наук.

В своих исследованиях Марков занимался различными областями математики, включая теорию чисел, теорию функций, дифференциальные уравнения и математическую логику. Однако его основным интересом была теория вероятностей, в которой он создал новые методы и подходы к решению задач.

Среди наиболее известных достижений Маркова можно выделить его работы по теории цепей Маркова, которые стали основой для создания нормальных алгоритмов Маркова. Он также внес вклад в теорию случайных процессов, теорию массового обслуживания, теорию игр и другие области математики.

Андрей Марков умер 20 июля 1922 года в Ленинграде (ныне Санкт-Петербурге). Его научное наследие оказало огромное влияние на развитие математики и других наук в XX веке.

**ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ *НАМ***

Андрей Андреевич Марков был первым математиком, который разработал теорию нормальных алгоритмов, публикуя свои работы в начале 20-го века. В своей работе он изучал задачи, связанные с процессами, в которых присутствует случайность и последовательная обработка символов. Он создал концепцию алгоритмов, способных выполнять конкретные инструкции на основе текущего состояния и входных данных.

Марков внёс значительный вклад в развитие теории вероятностей и теории автоматов, предложив концепцию стохастических процессов, которые впоследствии стали называться цепями Маркова. На основе этих идей он развил модель вычислений, которая позднее получила название "нормальные алгоритмы" или "алгоритмы Маркова".

Алгоритмы Маркова представляют собой способ описания вычислений, основанный на последовательности команд и переходах между состояниями. Каждый шаг в алгоритме зависит только от текущего состояния и входных данных. Они играют важную роль в теории формальных языков, теории вычислимости и математической логике.

Одним из самых известных результатов Маркова в этой области была так называемая "Проблема останова", изучающая существование алгоритма, способного определить, остановится ли другой алгоритм при заданных входных данных. Работы Маркова по этой проблеме привели к созданию формальных определений алгоритмов и их возможностей, что послужило отправной точкой для развития теории алгоритмов в целом. Работы Маркова привели к формализации понятия алгоритма и к развитию теории вычислимости. Его использование математических моделей для анализа последовательностей символов и их связь с проблемой останова стали важными вехами в развитии информатики.

Сам Марков создал алгоритмы, которые имеют детерминированную структуру, но могут обрабатывать случайные входные данные. Это позволило ему изучать различные свойства цепей Маркова и их применение к различным практическим задачам.

Таким образом, создание нормальных алгоритмов Маркова стало ключевым в его научной деятельности и привело к новым представлениям о вычислениях, реализации алгоритмов и их возможностях. Работы Маркова в области нормальных алгоритмов оказали влияние на многие области информатики и математики, и его наследие продолжает вдохновлять исследователей в наше время. Более конкретно, Марков разработал формальную систему, известную как "системы марковских правил" или "простые процессы с зависимым перемещением", которая позволила ему моделировать случайные изменения состояний объектов и использовать их для изучения различных явлений, таких как многие процессы в природе, экономике и технике.

Его созданные алгоритмы стали ключевым инструментом для изучения математических моделей, включая моделирование случайных процессов, развитие теории вероятностей и её применение в различных областях, таких как физика, биология, экономика и информатика.

Таким образом, Марков создал основополагающую концепцию нормальных алгоритмов, которая стала краеугольным камнем для развития теории вычислений и теории автоматов. Его вклад в математику и информатику является неоценимым, и его работы по-прежнему являются объектом изучения и вдохновения для учёных во всём мире. Один из ключевых моментов в создании нормальных алгоритмов Маркова заключается в разработке теории цепей Маркова. Цепь Маркова представляет собой математическую модель, в которой вероятность перехода системы из одного состояния в другое зависит только от текущего состояния, а не от последовательности событий, которые привели к этому состоянию. Такие модели широко используются в различных областях, включая статистику, теорию управления, биологию, экономику и информатику.

С технической точки зрения, нормальные алгоритмы Маркова обычно описываются с использованием конечных автоматов или таблицы переходов между состояниями. Эти алгоритмы играют важную роль в теории формальных языков, применяются в компьютерных науках для оптимизации алгоритмов обработки данных и использования памяти.

Их использование простирается от программирования и компьютерной лингвистики до моделирования процессов в природе, экономике и социальных науках. Современные разработки в области машинного обучения и искусственного интеллекта также часто опираются на концепции, заложенные в работах Маркова, особенно в области случайных процессов, моделирования и статистики. В 1927 году Марков окончил Ленинградский университет, где специализировался на математике и физике. После окончания университета он работал в Ленинградском государственном университете, где занимался преподавательской деятельностью и научной работой.

В конце 1940-х годов Марков разработал теорию марковских процессов, которая стала основой для многих современных теорий в области статистики и математической физики. Марковская процедура, которая была названа в честь него, используется для анализа временных рядов и случайных процессов.

В контексте программирования, нормальные алгоритмы Маркова играют важную роль. Они представляют собой формализованный способ определения алгоритмов, которые работают с словами в различных алфавитах. Они состоят из двух частей: определения алфавита алгоритма и определения его схемы. Схемой нормального алгоритма называется конечный упорядоченный набор так называемых формул подстановки15.

Алексей Андреевич Марков умер 31 июля 1979 года. Его вклад в развитие математики и теории алгоритмов был огромным, и его работа продолжает вдохновлять исследователей по всему миру. Алексей Андреевич Марков, известный своими работами в области математической теории и статистики, сделал значительный вклад в развитие теории марковских процессов. Этот процесс, названный в его честь, представляет собой математическую модель, которая описывает системы, в которых следующее состояние зависит только от текущего состояния, а не от всего истории состояний.

В контексте программирования, марковские процессы используются для моделирования различных систем, от экономических моделей до искусственного интеллекта. Например, в области искусственного интеллекта, марковские процессы используются для моделирования поведения агента, который выбирает действия на основе текущего состояния окружающей среды.

Марковские процессы могут быть реализован других языках программирования. Например, марковская цепь может быть реализована как словарь, где ключи являются состояниями, а значения - вероятностями перехода из одного состояния в другое.

Важной частью работы Маркова была идея "марковского свойства", которое гласит, что следующее состояние системы зависит только от текущего состояния, а не от всего истории состояний. Это свойство делает марковские процессы особенно полезными для моделирования систем, которые имеют "краткосрочную память" и не зависят от своего прошлого поведения.

Марковская цепь - это особый случай марковского процесса, в котором пространство состояний дискретно. Это делает марковские цепи особенно полезными для моделирования систем, в которых количество возможных состояний ограничено.

В заключение, работа Алексея Андреевича Маркова оставила значительный след в теории марковских процессов и их применении в различных областях, включая программирование и искусственный интеллект.

Алексей Андреевич Марков был известным математиком, но информация о его личной жизни и сложностях, с которыми он столкнулся, не так подробно описаны в доступных источниках. Однако, есть некоторые данные, которые можно использовать для создания общего представления о его жизни.

Андрей Григорьевич Марков, отец Алексея Андреевича, был чиновником и служил в Лесном департаменте в чине коллежского советника. Позже он вышел в отставку и служил в Санкт-Петербурге частным поверенным и управляющим имением Екатерины Александровны Вальватьевой. Андрей Григорьевич был дважды женат и имел несколько детей, среди которых был Алексей Андреевич Марков5.

Алексей Андреевич Марков страдал от туберкулеза коленного сустава и до 10 лет ходил на костылях. После операции, проведенной известным хирургом Кадэ, он получил возможность ходить нормально.

В 1866 году его отдали в 5-ю Петербургскую гимназию. Это классическое учебное заведение с преподаванием древних языков (латинского и греческого) пришлось ему не по вкусу; по большинству предметов он учился плохо, исключение составлял только один предмет — математика5.

По всей видимости, эти личные испытания и сложности, с которыми он столкнулся, могли повлиять на его жизнь и научную карьеру. Однако, эти данные дают лишь частичное представление о сложностях его жизни, и для получения более полной информации необходимо обратиться к более специализированным источникам или биографиям, посвященным его жизни и научной деятельности.

Алексей Андреевич Марков, как и многие другие ученые, столкнулся с различными сложностями и препятствиями в своей научной карьере. Однако, он успешно преодолел эти трудности и продолжил свои исследования, что привело к созданию теории марковских процессов.

Во время своей научной работы Марков столкнулся с проблемами, связанными с теорией вероятностей и математической статистикой. Он провёл обширную работу в этих областях, что привело к его главному достижению - разработке теории марковских цепей. Эта теория оказала огромное воздействие на статистический анализ и теорию вероятностей4.

В своей работе Марков активно использовал процессы, называемые сейчас марковскими процессами. Эти процессы были использованы в различных приложениях, включая физику, экономику и информатику. В целом, Марков внес множество важных открытий и сделал множество важных вкладов в разное направления науки4.

Однако, несмотря на все сложности и препятствия, Марков продолжал свои исследования и вносил значительный вклад в развитие науки. Его научное наследие продолжает быть очень важным для современных ученых и общества в целом, в частности потому, что оно дало возможность развить многие важные области знания.

20 век ознаменовался становлением и бурным развитием компьютерной индустрии. Пока практики — инженеры и программисты совершенствовали компьютеры и программы для них, теоретики — математики, а позже и специалисты в области компьютерных наук, совершенствовали формальное основание всего этого.

На заре вычислительной эры, когда объёмы памяти измерялись не гигабайтами, а за клавиатурами сидели не любители булочек, а электрики и учёные, одной из важнейших задач теоретической информатики была формализация понятия «алгоритм». Решения этой задачи были найдены, и как следует из моих слов, этих решений было несколько.

Первой, и самой очевидной для нас сейчас, формализацией алгоритма была машина Тьюринга (а также её собратья: машина Поста и машина Минского). Машина представляла собой устройство, последовательно читающее ленту с командами и выполняющее их. Всё просто и понятно: алгоритм в данном случае являлся последовательностью шагов, которые приводят к какому-либо результату.

Иной, «более математический» вариант предложил Алонзо Чёрч: разработанная им теория лямбда-исчисления представляла алгоритм как совокупность аппликации — применения функции к аргументу и абстракции — создания новой функции.

Наконец, третью составляющую важность для нас теорию предложил советский математик Андрей Андреевич Марков. Нормальный алгоритм, введённый Марковым состоял из трёх частей:

1) Алфавита, с которым работает алгоритм.

2) Правил подстановки.

3) Начального состояния.

**КРИТИКА *НАМ***

Андрей Андреевич Марков (1856-1922) – выдающийся русский математик, внёсший существенный вклад в различные области математики, включая теорию вероятностей, математическую логику, теорию чисел и алгебру. Однако его работа в области нормальных алгоритмов, которые стали впоследствии известны как алгоритмы Маркова, также была подвергнута критике.

Одной из основных критик, направленных на работы Маркова в области нормальных алгоритмов, является ограниченность применимости созданных им алгоритмов. Критики утверждали, что ограниченность применимости алгоритмов Маркова связана с их способностью решать только ограниченный класс задач. Например, классические алгоритмы Маркова применялись для работы с формальными языками, но их применимость к реальным практическим задачам оказалась ограниченной.

Также Марков был критикован за отсутствие общей теории алгоритмов, развивающейся в его работах. Критики отмечали, что его работы сконцентрированы на конкретных типах алгоритмов, но не предлагают общей теории, объединяющей эти типы с другими существующими и потенциальными типами алгоритмов.

Тем не менее, несмотря на критику, работы Маркова в области нормальных алгоритмов несомненно оказали значительное влияние на развитие математики и информатики. Его идеи послужили отправной точкой для развития теории вычислимости и теории алгоритмов, а алгоритмы Маркова продолжают применяться в современных исследованиях по теории формальных языков, теории автоматов и других областях компьютерных наук.

**ИДЕЯ, МЕТОД, АЛГОРИТМ, РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ**

**Задание:** соcтавить алгоритм натурализации десятичного числа в позиционной записи (перевода в единичную систему счисления {|})

**Идея:** Идея решения с помощью алгоритма Маркова состоит в описании последовательности операций, которые преобразуют символы '|' и ':' в нужную нам форму. Алгоритм Маркова позволяет нам создавать набор правил, которые выполняются последовательно и позволяют выполнить нужные нам преобразования.

В данном случае, мы хотим преобразовать символы '|' и ':' в соответствующий набор символов. Для этого мы можем создать следующие правила:

Для десятков

|: -> :||||||||||

:| -> |

Для единиц:

Если встречается символ '|', заменяем его на ':'

Если встречается символ '|:', заменяем его на ':|'

Если встречается символ '|:', заменяем его на ':|'

Если встречается символ '|::', заменяем его на ':||'

Если встречается символ '1' заменяем его на '|'

Если встречается символ '2' заменяем его на '||'

Если встречается символ '3' заменяем его на '|||'

Если встречается символ '4' заменяем его на '||||'

Если встречается символ '5' заменяем его на '|||||'

Если встречается символ '6' заменяем его на '||||||'

Если встречается символ '7' заменяем его на '|||||||'

Если встречается символ '8' заменяем его на '||||||||'

Если встречается символ '9' заменяем его на '|||||||||'

Таким образом, последовательное применение этих правил для каждого символа в строке позволит нам преобразовать символы '|' и ':' в нужный набор символов.

Преимущество использования алгоритма Маркова заключается в его простоте и ясности. Мы можем легко составить правила преобразования, которые будут последовательно выполнены для каждого символа в строке. Это позволяет нам получить нужный результат с минимальными усилиями и избегать сложного анализа и манипуляции строками.

**ТЕСТЫ:**

1) Входное сообщение:

12

Выходное сообщение:

||||||||||||

2) Входное сообщение:

8

Выходное сообщение:

||||||||

3) Входное сообщение:

5

Выходное сообщение:

|||||

4) Входное сообщение:

2

Выходное сообщение:

||

5) Входное сообщение:

1

Выходное сообщение:

|

6) Входное сообщение:

25

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||

7) Входное сообщение:

53

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

8) Входное сообщение:

22

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||

9) Входное сообщение:

37

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

10) Входное сообщение: 15

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||

11) Входное сообщение: 40

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

12) Входное сообщение: 42

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

13) Входное сообщение: 85

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

14) Входное сообщение: 100

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

15) Входное сообщение: 50

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

16) Входное сообщение: 63

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

17) Входное сообщение: 128

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

18) Входное сообщение: 64

Выходное сообщение:   
|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

19) Входное сообщение: 21

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

20) Входное сообщение: 9

Выходное сообщение:

|||||||||

21) Входное сообщение: 14

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||

22) Входное сообщение: 32

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

23) Входное сообщение: 25

Выходное сообщение: |||||||||||||||||||||||||||||||||||

24) Входное сообщение: 31

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

25) Входное сообщение: 3

Выходное сообщение:

|||

26) Входное сообщение: 19

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||

27) Входное сообщение: 45

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

28) Входное сообщение: 74

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

29) Входное сообщение: 29

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

30) Входное сообщение: 24

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

31) Входное сообщение: 105

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

32) Входное сообщение: 23

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||

33) Входное сообщение: 76

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

34) Входное сообщение: 28

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

35) Входное сообщение: 33

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

36) Входное сообщение: 42

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

37) Входное сообщение: 81

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

38) Входное сообщение: 51

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

39) Входное сообщение: 17

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||

40) Входное сообщение: 65

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

41) Входное сообщение: 21

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

42) Входное сообщение: 9

Выходное сообщение:

|||||||||

43) Входное сообщение: 14

Выходное сообщение:

||||||||||||||||||

44) Входное сообщение: 32

Выходное сообщение:

|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

**РАСПЕЧАТКА ПРОТОКОЛА**

|: -> :||||||||||

:| -> |

|'0 -> |:'

|'1 -> |:|'

|'2 -> |:||'

|'3 -> |:|||'

|'4 -> |:||||'

|'5 -> |:|||||'

|'6 -> |:||||||'

|'7 -> |:|||||||'

|'8 -> |:||||||||'

|'9 -> |:|||||||||'

'0 -> '

'1 -> |'

'2 -> ||'

'3 -> |||'

'4 -> ||||'

'5 -> |||||'

'6 -> ||||||'

'7 -> |||||||'

'8 -> ||||||||'

'9 -> |||||||||'

' ->.

-> '

**ДНЕВНИК ОТЛАДКИ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Лаб.  Или  Дом. | Дата | Время | Событие | Действие по исправлению | Примечание |
| 1 | Дом | 26.09.2023 | 13:48 | Неправильно понял задание и не прибавлял единицу в конце | Исправил данную проблему с помощью указателя |  |

**ВЫВОД**

Нормальные алгоритмы Маркова (НАМ) представляют собой стандартный способ формального определения понятия алгоритма. Они были введены А.А. Марковым в конце 1940-х годов и являются полным по Тьюрингу языком, что делает их по выразительной силе эквивалентными машине Тьюринга и современным языкам программирования 2.

НАМ описывают метод переписывания строк, похожий по способу задания на формальные грамматики. Они представляют собой набор правил, которые определяют, как изменяется входная строка на каждом шаге алгоритма. Это делает их удобным инструментом для разработки алгоритмов, особенно когда важно контролировать, как данные меняются на каждом шаге  
НАМ также можно использовать для создания языков программирования. Например, они стали основой для языка программирования Рефал, который был создан на основе НАМ 2.

В заключение, НАМ представляют собой мощный и гибкий инструмент для формализации алгоритмов. Они могут быть использованы в различных областях, от разработки программного обеспечения до конструктивной математики.   
Нормальные алгоритмы Маркова (НАМ) обладают свойством, что любой нормальный алгоритм эквивалентен некоторой машине Тьюринга, и наоборот — любая машина Тьюринга эквивалентна некоторому нормальному алгоритму. Этот принцип называется "принципом нормализации" 1.

НАМ описывают метод переписывания строк, похожий по способу задания на формальные грамматики. Они представляют собой набор правил, которые определяют, как изменяется входная строка на каждом шаге алгоритма. Это делает их удобным инструментом для разработки алгоритмов, особенно когда важно контролировать, как данные меняются на каждом шаге 1.

Один из примеров использования НАМ - алгоритм для деления чисел, представленный в 4. Этот алгоритм включает в себя серию правил, которые преобразуют входную строку числа, пока она не станет равной "пустой строке", что означает, что деление завершено.

НАМ также можно использовать для создания языков программирования. Например, они стали основой для языка программирования Рефал, который был создан на основе НАМ 3. Однако, несмотря на то, что НАМ стали основой для Рефала, этот язык не получил широкой популярности, и идеи продукционного программирования, которые они представляют, не были распространены среди широких масс 3.

В заключение, НАМ представляют собой мощный и гибкий инструмент для формализации алгоритмов. Они могут быть использованы в различных областях, от разработки программного обеспечения до конструктивной математики.