



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ Информатика, искусственный интеллект и системы управления

КАФЕДРА Системы обработки информации и управления

## РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**НА ТЕМУ:**

**Редактирование статьи “Портовые графы”**

---

---

---

---

---

Студент ИУ5-35М  
(Группа)

М.М. Назаров  
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель

Ю.Е. Гапанюк  
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**  
**(национальный исследовательский университет)»**  
**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

---

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ5  
(Индекс)  
В.И. Терехов  
(И.О.Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## ЗАДАНИЕ

### на выполнение научно-исследовательской работы

по теме Редактирование статьи “Портовые графы”

---

Студент группы ИУ5-35М

Назаров Максим Михайлович  
(Фамилия, имя, отчество)

Направленность НИР (учебная, исследовательская, практическая, производственная, др.)  
учебная

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР) кафедра

График выполнения НИР: 25% к \_\_\_\_ нед., 50% к \_\_\_\_ нед., 75% к \_\_\_\_ нед., 100% к \_\_\_\_ нед.

**Техническое задание** в ходе выполнения НИР необходимо провести редактирование статьи на Википедии “Портовые графы”. Необходимо улучшить структуру и содержание статьи.

---

#### ***Оформление научно-исследовательской работы:***

Расчетно-пояснительная записка на \_\_\_\_ листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)

---

Дата выдачи задания « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Руководитель НИР**

(Подпись, дата)

Ю.Е. Гапанюк

(И.О.Фамилия)

**Студент**

(Подпись, дата)

М.М. Назаров

(И.О.Фамилия)

**Примечание:** Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

# Оглавление

Оглавление	3
Введение	4
Анализ внесенных изменений	5
Начало статьи	5
Структуру статьи	6
Раздел “Изображения портового графа”	6
Изменение списка источников и указание ссылок на них в тексте	11
Заключение	13

## Введение

В современном мире, где телекоммуникационные системы играют ключевую роль в обеспечении связности и эффективного обмена информацией, особенно важным становится адекватное моделирование и анализ их структуры. Одним из инновационных подходов к этой задаче является использование портовых графов, предложенных С. В. Кручининым. Эти графы, представляющие собой разновидность архиграфов третьей степени в виде  $G^3=(V,P,E)$ , призваны детализированно отражать взаимодействие телекоммуникационных устройств через порты.

В основе портового графа лежат три ключевых компонента: устройства (вершины), порты и связи (ребра). Подчеркнутая инцидентность между вершинами, портами и ребрами акцентирует важность точного моделирования взаимодействия устройств в сетях телекоммуникаций. Этот подход позволяет более глубоко понять и представить структуру телекоммуникационных систем, особенно в контексте их эффективного функционирования через точные порты.

Настоящее исследование направлено на анализ и улучшение структуры статей на Википедии, посвященных портовым графам. Путем детального рассмотрения этого вида графов мы стремимся обогатить информацию, предоставляемую Википедией, и создать более полную и доступную базу знаний о телекоммуникационных системах.

## Анализ внесенных изменений

В ходе выполнения работы было принято решения улучшить следующие аспекты статьи:

- 1) Начало статьи
- 2) Структуру статьи
- 3) Раздел “Изображения портового графа”
- 4) Изменение списка источников и указание ссылок на них в тексте

### Начало статьи

#### Исходное начало статьи:

Портовые графы — одна из разновидностей архиграфов, служащие для моделирования и анализа телекоммуникационных систем.

#### Измененное начало статьи:

Портовые графы — разновидность архиграфов, предложенная С. В. Кручининым [1], используемая для моделирования и анализа телекоммуникационных систем. Портовый граф представляет собой архиграф третьей степени, обозначаемый как  $G^3=(V,P,E)$  [1]. В структуре портового графа содержатся три основных компонента: множество вершин ( $V$ ), представляющих телекоммуникационные устройства, множество портов ( $P$ ), соответствующих портам этих устройств, и множество ребер ( $E$ ), отражающих связи между портами.

В портовых графах проявляется инцидентность между вершинами и портами, а также между портами и ребрами. Например, телекоммуникационные устройства связываются между собой через порты, причем каждый порт соединен только с определенным портом, и устройства взаимодействуют исключительно через порты. Такая структура позволяет более точно моделировать взаимодействие устройств и портов в телекоммуникационных сетях.

Этот тип графа находит применение в моделировании сетей телекоммуникаций, где каждое устройство обладает портами, и взаимодействие происходит именно через эти порты. Такой граф принято называть портовым графом, обеспечивая более детализированное представление структуры

телекоммуникационных систем.

## **Структуру статьи**

### Исходная структура:

1. Задание портового графа
2. Формализация
3. Изображения портового графа
4. Примеры портографов
  - 4.1. Разбор примера портографа телекоммуникационной сети
5. Раскраска портографа
  - 5.1. Непрямое соседство
6. Заключение
7. См. также
8. Список источников

### Измененная структура:

1. Задание портового графа
2. Формализация
3. Изображения портового графа
  - 3.1. Вариант с тремя видами сущностей
  - 3.2. Портовый граф в виде мультиграфа
  - 3.3. Отображенный портовый граф
4. Примеры портографов
  - 4.1. Разбор примера портографа телекоммуникационной сети
5. Раскраска портографа
  - 5.1. Непрямое соседство
6. См. также
7. Список источников

## **Раздел “Изображения портового графа”**

Исходный текст раздела:

Возможно два варианта изображения портового графа.

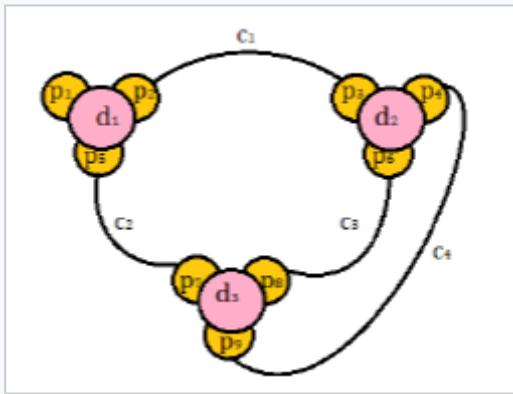


Рисунок 1. Портовый граф

Первый вариант, когда в  $\mathcal{G}$  имеется три вида сущностей: вершины-устройства, вершины-порты и ребра, по отношению к графу, имеющему два вида сущностей (вершина и ребро). Такой вариант портового графа изображен на Рисунке 1. Портовый граф. Имеется три вершины из множества  $\mathcal{D}$  (устройств), по три вершины из множества  $\mathcal{P}$  (портов), инцидентных вершинам из  $\mathcal{D}$ , имеется четыре ребра из множества  $\mathcal{C}$ , связывающих вершины-порты. Имеется одна висячая вершина-порт.

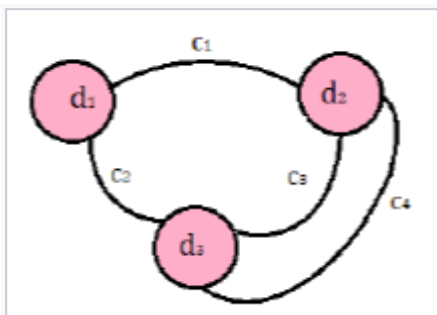


Рисунок 2. Портограф в виде мультиграфа

Портовый граф может быть изображен в виде мультиграфа, имеющего кратные ребра, тогда под портами будем понимать уникальное соответствие каждой вершины и каждой дуги мультиграфа. Имеется однозначное соответствие между вершиной-портом в портовом графе и инцидентностью между вершиной и дугой в мультиграфе. Таким образом для мультиграфа (см. Рисунок 2) каждый порт является парой для инцидентных ребра и вершины. Но отметим, что для портового графа инцидентность должна быть определена не только для пар (вершина-порт, ребро), но и для пар (вершина-устройство, вершина-ребро), что

может быть сделано несколькими способами.

Изображенный на Рисунке 1 портовый граф может быть изображен в виде мультиграфа, где вершины 2 и 3 связывают два кратных ребра 3 и 4.

Вернемся к Рисунку 1, изображаемому портовый граф. Он более информативен, чем мультиграф на Рисунке 2, так как порты являются не просто обозначением инцидентности вершины и ребра, но могут и нести дополнительную информацию (сетевые адреса, режимы работы и т.д.)

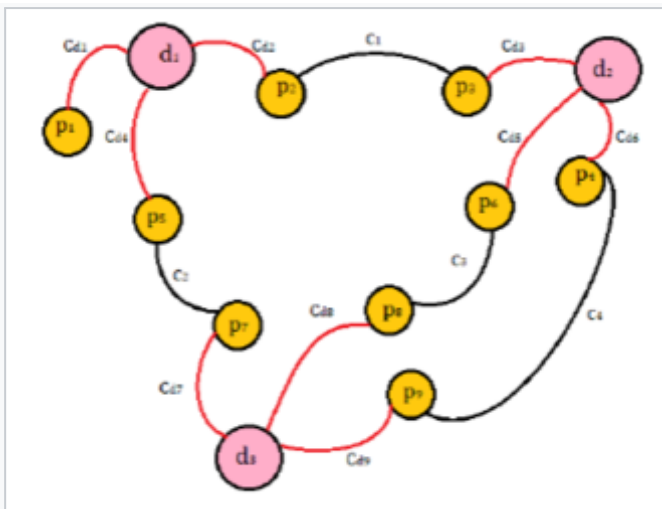


Рисунок 3. Отображенный портограф

Фактически при рассмотрении портового графа вершины ведут себя по отношению к ребрам, а по отношению к вершинам. Мы полагаем, что можно найти обобщения графов и большего порядка, если вводить достаточное число сущностей, отличное от 2 (графа) и 3 (портовые графы). Что же касается портового графа, его можно представить и в виде графа, не сводя к мультиграфу, а напротив, воспользовавшись подобием вершин по отношению к ребрам графа. Для этого, воспользуемся описанным свойством портового графа, что существует только одна связь для каждого , и изобразим ее в виде дополнительных ребер, отличных от уже присутствующих в портовом графе.

Расширение множества ребрами, показывающими связь и до множества позволяет изобразить портовый граф в виде обычного графа, где имеются вершины и ребра, но вершины и ребра помечены, как имеющие один из двух



типов. Для вершин это признак принадлежности множеству или , для ребер - множеству или соответственно.

Портовый граф, изображенный на Рисунке 1 в отображенном виде представлен на Рисунке 3. Такое отображение назовем отображенным портовым графом.

Портовый граф (Рисунок 1, Рисунок 2) отображен на граф с добавлением ребер, соответствующих отношениям вершин к вершинам .

Мы полагаем, что дополнительные ребра из являются менее значимыми по информативности, нежели дополнительные вершины-порты, вводимые для мультиграфа. Таким образом портовый граф (Рисунок 1) более информативен, чем мультиграф (Рисунок 2), так как содержит больше релевантной информации, и более информативен чем отображенный портовый граф (Рисунок 3), так как содержит меньше избыточной информации.

При этом, с одной стороны, отображение портового графа на обобщенный портовый граф может быть полезно для исследования свойств, в том числе методами раскраски графа, доступными для теории графов.

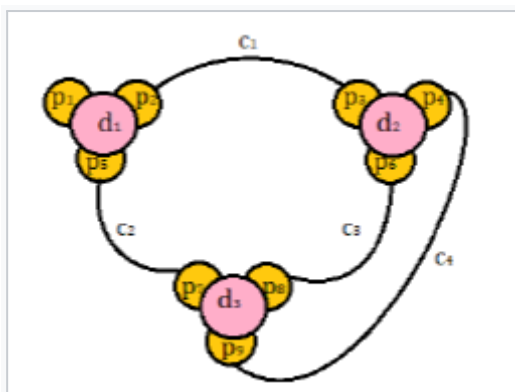
Кроме того, мультиграфы могут быть аналогичным образом отображены в портовые графы и отображенные портовые графы.

#### Измененный текст раздела:

Портовый граф может быть представлен в двух различных вариантах [Портовые графы для моделирования телекоммуникационных сетей Кручинин С.В]:

(Далее идут подпункты раздела, мне кажется это позволит улучшить восприятия текста и улучшить его структуру)

#### 3.1. Вариант с тремя видами сущностей



## Рисунок 1. Портовый граф

Первый вариант предполагает три вида сущностей в графе: вершины-устройства, вершины-порты и ребра. Этот вариант изображения портового графа представлен на Рисунке 1. На рисунке присутствуют три вершины из множества  $d_i$  (устройств), три вершины из множества  $p_i$  (портов), инцидентных вершинам из  $d_i$ , а также четыре ребра из множества  $C_{ij}$ , связывающих вершины-порты. Также присутствует одна висячая вершина-порт.

### 3.2. Портограф в виде мультиграфа

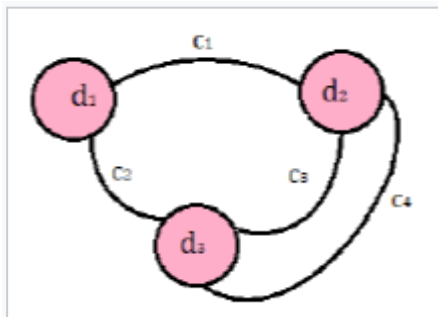


Рисунок 2. Портограф в виде мультиграфа

Портовый граф может быть изображен в виде мультиграфа с кратными ребрами. В этом случае под портами мы понимаем уникальное соответствие каждой вершины и каждой дуги мультиграфа. Существует однозначное соответствие между вершиной-портом в портовом графе и инцидентностью между вершиной и дугой в мультиграфе.

Для мультиграфа (см. Рисунок 2) каждый порт  $(p)$  является парой  $((d_i, c_j))$  для инцидентных ребра и вершины. Однако следует отметить, что для портового графа инцидентность должна быть определена не только для пар  $((\text{вершина-порт}, \text{ребро}))$ , но и для пар  $((\text{вершина-устройство}, \text{вершина-ребро}))$ , что может быть сделано несколькими способами.

### 3.3 Отображенный портовый граф

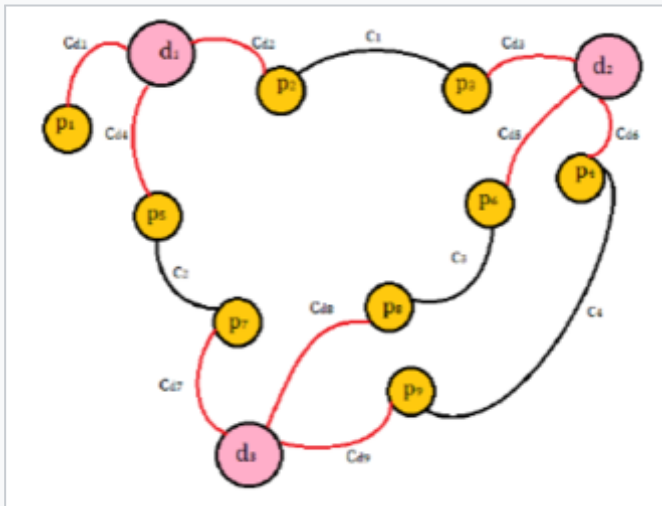


Рисунок 3. Отображенный портовый граф

Анализируя портовый граф, где вершины  $p \in P$  ведут себя относительно  $d \in D$  как ребра, а относительно  $s \in C$  как вершины. Для иллюстрации этого взаимодействия можно использовать стандартный граф с дополнительными ребрами, которые отражают связь между  $p$  и  $d$ . Расширение множества  $C$  ребрами  $\setminus(C_{\{p+d\}})$  позволяет изобразить портовый граф в виде графа с двумя типами вершин и ребер. Такое отображение направлено на улучшение визуализации структуры сети, учитывая дополнительные данные, ассоциированные с портами. Полученное представление называется "отображенным портовым графом", что позволяет более полно передать информацию о связях в сетевой топологии.

## Изменение списка источников и указание ссылок на них в тексте

Исходный список литературы содержал не полные источники и не были указаны ссылки, где данные источники применены.

Ниже приведены используемые источники:

1. Протографы и архиграфы как обобщение графов Кручинин С.В. (начало статьи)  
<https://cyberleninka.ru/article/n/protografy-i-arhigrafy-kak-obobschenie-grafov>
2. Портовые графы для моделирования телекоммуникационных сетей Кручинин С.В (часть с Изображения портового графа)

<https://cyberleninka.ru/article/n/portovye-grafy-dlya-modelirovaniya-telekommunikatsionnyh-setey>

3. О некоторых обобщениях графов: мультиграфы, гиперграфы, метаграфы, потоковые и портовые графы, протографы, архиграфы С. В. Кручинин (часть с Разбор примера портографа телекоммуникационной сети)

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32627955>

## Заключение

В проведенном исследовании портовых графов мы представили анализ этого инструмента моделирования и анализа телекоммуникационных систем. Подход С. В. Кручинина к построению графов третьей степени ( $G^3=(V,P,E)$ ) выявил новые перспективы для глубокого понимания структуры и взаимодействия устройств в сетях телекоммуникаций.

Рассмотрение основных компонентов портовых графов — устройств, портов и связей — позволило выделить их значимость в моделировании сетей телекоммуникаций. Инцидентность между вершинами и портами, а также портами и ребрами делают этот тип графа особенно эффективным для отображения деталей взаимодействия устройств в телекоммуникационных системах.

Цель настоящего исследования также включала улучшение структуры статей на Википедии, посвященных портовым графам, с целью создания более информативной и понятной базы данных об этой теме для широкой аудитории.

В итоге, проделанные усилия направлены на обогащение знаний об этой важной области и поддержку цифрового общества, предоставляя точные и актуальные сведения о технологиях телекоммуникаций. Улучшение статей на Википедии о портовых графах способствует более глубокому пониманию современных тенденций в области телекоммуникаций и способствует развитию цифрового информационного пространства.