

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ»**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

**«Глубокие самообучающиеся агенты для мультиагентной системы
маршрутизации»**

Автор: Мухутдинов Дмитрий Вадимович _____

Направление подготовки (специальность): 01.03.02 Прикладная математика и
информатика

Квалификация: Бакалавр

Руководитель: Фильченков А.А., к.ф.-м.н _____

К защите допустить

Зав. кафедрой Васильев В.Н., докт. техн. наук, проф. _____

« ____ » _____ 20 ____ г.

Санкт-Петербург, 2017 г.

Студент Мухутдинов Д.В. **Группа** М3438 **Кафедра** компьютерных технологий **Факультет** информационных технологий и программирования

Направленность (профиль), специализация Математические модели и алгоритмы разработки программного обеспечения

Консультанты:

а) Вяткин В.В., PhD, Luleå University of Technology _____

Квалификационная работа выполнена с оценкой _____

Дата защиты « ____ » _____ 20 ____ г.

Секретарь ГЭК _____

Листов хранения _____

Демонстрационных материалов/Чертежей хранения _____

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ»**

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. компьютерных технологий
докт. техн. наук, проф.

_____ Васильев В.Н.
« ____ » _____ 20 ____ г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студент Мухутдинов Д.В. **Группа** М3438 **Кафедра** компьютерных технологий **Факультет** информационных технологий и программирования
Руководитель Фильченков Андрей Александрович, к.ф.-м.н, доцент кафедры КТ

1 Наименование темы: Глубокие самообучающиеся агенты для мультиагентной системы маршрутизации

Направление подготовки (специальность): 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математические модели и алгоритмы разработки программного обеспечения

Квалификация: Бакалавр

2 Срок сдачи студентом законченной работы: «31» мая 2017 г.

3 Техническое задание и исходные данные к работе.

Требуется разработать алгоритм решения обобщенной задачи маршрутизации, основанный на идее мультиагентного обучения нейронных сетей с подкреплением. Требуется применить метод к решению конкретных задач маршрутизации, таких как маршрутизация сетевых пакетов и управление конвейерной системой транспортировки багажа, и сравнить его производительность с применяющимися к решению этих задач существующими алгоритмами.

4 Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов)

- а) Обзор предметной области
- б) Реализация среды для эмуляции задачи сетевой маршрутизации
- в) Реализация среды для эмуляции конвейерной системы транспортировки багажа
- г) Разработка алгоритма маршрутизации на основе мультиагентного обучения нейронных сетей с подкреплением

- д) Реализация существующих алгоритмов решения задач маршрутизации
- е) Проведение экспериментов, интерпретация результатов

5 Перечень графического материала (с указанием обязательного материала)

Не предусмотрено

6 Исходные материалы и пособия

- а) ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации»;
- б) С.М. Львовский. Набор и верстка в системе \LaTeX ;
- в) предыдущий комплект стилевых файлов, использовавшийся на кафедре компьютерных технологий.

7 Календарный план

№№ пп.	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении, подпись руков.
1	Ознакомление с предметной областью	11.2016	
2	Чтение статей, посвященных алгоритмам маршрутизации	12.2016	
3	Чтение статей, посвященных задаче обучения с подкреплением	01.2017	
4	Разработка сред для эмуляции задач маршрутизации	03.2017	
5	Разработка алгоритма маршрутизации, реализация существующих алгоритмов	04.2017	
6	Проведение экспериментов, написание пояснительной записки	05.2017	

8 Дата выдачи задания: «01» сентября 2016 г.

Руководитель _____

Задание принял к исполнению _____ «01» сентября 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ»**

**АННОТАЦИЯ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Студент: Мухутдинов Дмитрий Вадимович

Наименование темы работы: Глубокие самообучающиеся агенты для мультиагентной системы маршрутизации

Наименование организации, где выполнена работа: Университет ИТМО

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1 Цель исследования: Разработка удобного стилевого файла \LaTeX для бакалавров и магистров кафедры компьютерных технологий.

2 Задачи, решаемые в работе:

- а) соответствие титульной страницы, задания и аннотации шаблонам, принятым в настоящее время на кафедре;
- б) соответствие содержательной части пояснительной записки требованиям ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации»;
- в) относительное удобство в использовании — указание данных об авторе и научном руководителе один раз и в одном месте, автоматический подсчет числа текстовых или иных источников.

3 Число источников, использованных при составлении обзора: _____

4 Полное число источников, использованных в работе: 3

5 В том числе источников по годам

Отечественных			Иностраных		
Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет	Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет

6 Использование информационных ресурсов Internet: _____

7 Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий:

Была использована система компьютерной верстки \LaTeX , а в рамках нее следующие пакеты, в порядке появления в стилевом файле: babel, csquotes, geometry, amsmath, amssymb, amsthm, amsfonts, amsextra, graphicx, xcolor, colortbl, tabu, caption, floatrow, algorithm, algorithmicx, algpseudocode, enumitem, setspace, biblatex (а именно biber), lastpage, totcount, longtable, listings, chngcntr, titlesec, titletoc, ifpdf.

8 Краткая характеристика полученных результатов: Получился, надо сказать, практически неплохой стилевик. В 2015 году его уже использовали некоторые бакалавры и магистры. Надеюсь на продолжение.

9 Гранты, полученные при выполнении работы: Автор разрабатывал этот стиль исключительно за свой счет и на добровольных началах. Однако значительная его часть была бы невозможна, если бы автор не написал в свое время кандидатскую диссертацию в ИТЭХ, а также не отвечал за формирование кучи научно-технических отчетов по гранту, известному как «5-в-100», что происходило при государственной финансовой поддержке ведущих университетов Российской Федерации (субсидия 074-U01).

10 Наличие публикаций и выступлений на конференциях по теме работы: По теме этой работы я (к счастью!) ничего не публиковал. Однако покажу, как можно ссылаться на свои публикации из списка литературы:

- 1 *Buzdalov M., Shalyto A.* Hard Test Generation for Augmenting Path Maximum Flow Algorithms using Genetic Algorithms: Revisited // Proceedings of IEEE Congress on Evolutionary Computation. — 2015. — P. 2121–2128.
- 2 *Буздалов М. В.* Генерация тестов для олимпиадных задач по программированию с использованием генетических алгоритмов // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. — 2011. — 2(72). — С. 72–77.

Выпускник: Мухутдинов Д.В. _____

Руководитель: Фильченков А.А. _____

« ____ » _____ 20 ____ г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. Первая глава.....	6
1.1. Таблицы	6
1.2. Рисунки.....	6
1.3. Листинги	7
2. Проверка сквозной нумерации	8
Выводы по главе 2.....	8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	9
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример приложения	11
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Еще один пример приложения с невероятно длинным названием для тестирования переносов.....	13

ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе размещается введение.

ГЛАВА 1. ПЕРВАЯ ГЛАВА

Пример ссылок на литературные источники: [1–3].

1.1. Таблицы

В качестве примера таблицы приведена таблица 1.

Таблица 1 – Таблица умножения (фрагмент)

–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68

Есть еще такое окружение `tabu`, его можно аккуратно растянуть на всю страницу. Приведем пример (таблица 2).

Таблица 2 – Таблица умножения с помощью `tabu` (фрагмент)

–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68

1.2. Рисунки

Пример рисунка (с помощью `TikZ`) приведен на рисунке 1. Под `pdflatex` можно также использовать `*.jpg`, `*.png` и даже `*.pdf`, под `latex` можно использовать `Metapost`. Последний можно использовать и под `pdflatex`, для чего в стилевике продекларированы номера картинок от 1 до 20.

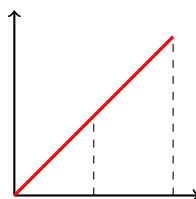


Рисунок 1 – Пример рисунка

1.3. Листинги

В работах студентов кафедры «Компьютерные технологии» часто встречаются листинги. Листинги бывают двух основных видов — исходный код и псевдокод. Первый оформляется с помощью окружения `lstlisting` из пакета `listings`, который уже включается в стилевике и немного настроен. Пример Hello World на Java приведен на листинге 1.

Листинг 1 – Пример исходного кода на Java

```
public class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello, world!");
    }
}
```

Псевдокод можно оформлять с помощью разных пакетов. В данном стилевике включается пакет `algorithmicx`. Сам по себе он не генерирует флоатов, поэтому для них используется пакет `algorithm`. Пример их совместного использования приведен на листинге 2. Обратите внимание, что флоаты разные, а нумерация — общая!

Листинг 2 – Пример псевдокода

```
function IsPrime( $N$ )
  for  $t \leftarrow [2; \lfloor \sqrt{N} \rfloor]$  do
    if  $N \bmod t = 0$  then
      return false
    end if
  end for
  return true
end function
```

Наконец, листинги из `listings` тоже можно подвешивать с помощью `algorithm`, пример на листинге 3.

Листинг 3 – Исходный код и флоат `algorithm`

```
public class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello, world!");
    }
}
```

ГЛАВА 2. ПРОВЕРКА СКВОЗНОЙ НУМЕРАЦИИ

Листинг 4 должен иметь номер 4.

Листинг 4 – Исходный код и флюид algorithm

```
public class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello, world!");
    }
}
```

Рисунок 2 должен иметь номер 2.

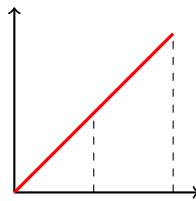


Рисунок 2 – Пример рисунка

Таблица 3 должна иметь номер 3.

Таблица 3 – Таблица умножения с помощью tabu (фрагмент)

–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68

Выводы по главе 2

В конце каждой главы желательно делать выводы. Вывод по данной главе — нумерация работает корректно, ура!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном разделе размещается заключение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Buzdalov M., Shalyto A.* Hard Test Generation for Augmenting Path Maximum Flow Algorithms using Genetic Algorithms: Revisited // Proceedings of IEEE Congress on Evolutionary Computation. — 2015. — P. 2121–2128.
- 2 *Буздалов М. В.* Генерация тестов для олимпиадных задач по программированию с использованием генетических алгоритмов // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. — 2011. — 2(72). — С. 72–77.
- 3 *Buzdalov M., Doerr B., Kever M.* The Unrestricted Black-Box Complexity of Jump Functions // Evolutionary Computation. — 2016. — Accepted for publication.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИМЕР ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложениях рисунки, таблицы и другие подобные элементы нумеруются по приложениям с соответствующим префиксом. Проверим это.

Листинг А.1 должен иметь номер А.1.

Листинг А.1 – Исходный код и флюид `algorithm`

```
public class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello, world!");
    }
}
```

Рисунок А.1 должен иметь номер А.1.

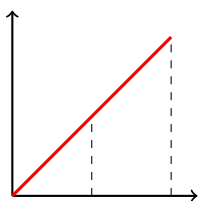


Рисунок А.1 – Пример рисунка

Таблица А.1 должна иметь номер А.1.

Таблица А.1 – Таблица умножения с помощью `tabu` (фрагмент)

–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68

Заодно проверим нумерованные и нумерованные перечисления. Нумерованные:

- пункт А;
- пункт Б;
- пункт В.

Нумерованные списки нескольких уровней:

- а) первый элемент;
- б) второй элемент с подэлементами:

- 1) первый подэлемент;
 - 2) второй подэлемент;
 - 3) третий подэлемент.
- в) третий элемент;
 - г) четвертый элемент;
 - д) пятый элемент;
 - е) шестой элемент;
 - ж) седьмой элемент;
 - и) восьмой элемент;
 - к) девятый элемент;
 - л) десятый элемент.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ЕЩЕ ОДИН ПРИМЕР ПРИЛОЖЕНИЯ С
НЕИМОВЕРНО ДЛИННЮЩИМ НАЗВАНИЕМ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ
ПЕРЕНОСОВ**

Проверим на примере таблиц, что нумерация в приложениях — по приложениям. Таблица Б.1 должна иметь номер Б.1.

Таблица Б.1 – Таблица умножения с помощью `tabu` (фрагмент)

–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68