

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА  
ЭКОНОМИКИ»

Факультет компьютерных наук, департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО

Профессор, руководитель  
департамента программной  
инженерии факультета компьютерных  
наук Национального  
исследовательского университета  
«Высшая школа экономики», кандидат  
физико-математических наук

\_\_\_\_\_ С. М. Авдошин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»  
\_\_\_\_\_ В.В. Шилов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

ПРОГРАММА НАЗНАЧЕНИЯ СПЕКТРА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
КОГНИТИВНЫХ СЕТЕЙ

Техническое задание

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

RU.17701729.503200 ТЗ 01-1-ЛУ

Исполнитель  
Студент группы 101ПИ НИУ ВШЭ  
«\_\_» \_\_\_\_\_ М. С. Конобеев

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата
RU. 17701729.503200ТЗ 1-1				

УТВЕРЖДЕН  
RU.17701729.503200 ТЗ 01-1-ЛЮ

ПРОГРАММА НАЗНАЧЕНИЯ СПЕКТРА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
КОГНИТИВНЫХ СЕТЕЙ

Техническое задание

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

RU.17701729.503200 ТЗ 01-1

Листов 16

<i>Инв. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Инв. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
RU. 17701729.503200ТЗ 1-1					

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Основания для разработки.....	4
3. Назначения разработки.....	5
3.1. Функциональное назначение.....	5
3.2. Эксплуатационное назначение.....	5
4. Требования к программе.....	6
4.1. Требования к функциональным характеристикам.....	6
4.2. Требования к интерфейсу.....	7
4.3. Требования к надежности.....	7
4.4. Условия эксплуатации.....	7
4.5. Требования к составу и параметрам технических средств.....	8
4.6. Требования к информационной и программной совместимости.....	8
5. Требования к программной документации.....	9
6. Стадии и этапы разработки.....	10
7. Порядок контроля и приемки.....	11
8. Приложение. Терминология.....	12
9. Приложение. Список используемой литературы.....	13
10. Приложение. Изображение пользовательского интерфейса.....	14

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200 ТЗ 1-1				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Наименование: «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей».

Программа предназначена для моделирования распределенного алгоритма назначения спектра для когнитивных сетей и сравнения эвристик.

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>

## 2. ОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ

Программа выполнена в рамках темы работы «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей» (факультет компьютерных наук, департамент программной инженерии), в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению «Программная инженерия». Приказ № 6.18.1-02/1912-10 от 19.12.2014

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200 ТЗ 1-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. НАЗНАЧЕНИЯ РАЗРАБОТКИ

#### 3.1 Функциональное назначение

Функциональным назначением программы является графическое отображение результатов работы распределенного алгоритма, использующего три эвристические стратегии упорядочивания (CMSB, FBMT, RAND) вторичных пользователей когнитивной сети, и назначения им доступных спектров. Результат работы алгоритма оценивается двумя параметрами — общая скорость передачи данных и равенство условий сети [4, 6].

Программа позволяет оценивать результат использования эвристических стратегий для различного количества первичных, вторичных пользователей и спектров в сети со случайной топологией, для случайного и постоянного значения скорости передачи данных всех вторичных пользователей когнитивной сети.

#### 3.2 Эксплуатационное назначение

Программа наглядно демонстрирует результаты работы распределенного алгоритма, использующего различные стратегии упорядочивания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

### 4.1 Требования к функциональным характеристикам

#### 4.1.1 Состав выполняемых функций:

1) Создание когнитивной сети со случайной топологией в соответствии с алгоритмом, описанным в статье «Utilization and Fairness in Spectrum Assignment for Opportunistic Spectrum Access»[3].

2) Назначение спектров вторичным пользователем когнитивной сети распределенным алгоритмом, использующим эвристические стратегии, описанные в статье «Heuristic Spectrum Assignment Algorithm in Distributed Cognitive Networks»[3].

3) Итеративное увеличение одного из основных параметров сети (основные параметры сети описаны в пункте 4.1.2 подпункт 2). Отображение результата работы алгоритма для каждой итерации.

4) Вывод данных о результатах работы распределенного алгоритма, использующего различные эвристические стратегии.

5) Сохранение выведенных диаграмм в формате \*.png.

#### 4.1.2 Организация входных и выходных данных:

1) Вывод данных о результатах работы распределенного алгоритма, использующего различные эвристические стратегии, должен быть сделан в виде гистограммы (для скорости потока в сети из вторичных пользователей) и в виде линейного графика (для равенства условий сети) в зависимости от одного из параметров (число первичных пользователей, число вторичных пользователей, число спектров). Пример отображения указан в приложении 3.

2) Пользователь должен иметь возможность вводить следующие входные данные:

- основные параметры: число первичных, вторичных пользователей, число спектров в сети;

- выбирать один из основных параметров для итеративного изменения значения;

- число итераций для изменения параметра (в соответствии с пунктом 4.1.1 подпункт 3);

- шаг изменения значения на каждой итерации;

- выбирать один из двух вариантов задания скорости потока всех вторичных пользователей: случайное или постоянное значение для всех доступных любому из вторичному пользователю спектров.

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>

## 4.2 Требования к интерфейсу

Интерфейс должен соответствовать схеме интерфейса, указанной в приложении 3.

## 4.3 Требования к надежности

Программа не должна вне зависимости от входных данных или действий оператора завершаться аварийно. При некорректно введенных параметрах пользователю должно отображаться сообщение об ошибке внутри окна ввода около поля (или группы полей), в которое(-ые) было введено некорректное значение. Группы полей ввода определяются содержанием их принадлежностью к одному объекту класса GroupBox. При попытке запуска алгоритма при не всех введенных данных или данных введенных некорректно, пользователю должно выдаваться сообщение в окне MessageBox.

## 4.5 Условия к эксплуатации

Пользователь программы должен знать следующие понятия из дискретной математики и физики: когнитивная сеть, когнитивной радио, спектр, первичный, вторичный пользователи когнитивной сети, скорость потока сети, равенство условий сети, граф, раскраска графа.

## 4.6 Требования к составу и параметрам технических средств

- Компьютер, оснащенный:
  - 32-разрядный (x86) или 64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой 1 гигагерц (ГГц) или выше;
  - 1 гигабайт (ГБ) (для 32-разрядной системы) или 2 ГБ (для 64-разрядной системы) оперативной памяти (ОЗУ);
  - 16 гигабайт (ГБ) (для 32-разрядной системы) или 20 ГБ (для 64-разрядной системы) пространства на жестком диске;
  - графическое устройство DirectX 9 с драйвером WDDM версии 1.0 или выше.
- Экран
- Видеокарта
- Мышь
- Клавиатура

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>



#### 4.7 Требования к информационной и программной совместимости

Операционная система Windows 8 или более поздняя версия Windows. Должен быть установлен .NET Framework версии не ниже 2.0.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Предварительный состав программной документации:

- «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей».
- Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79\*);
- «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей».
- Текст программы (ГОСТ 19.401-78\*);
- «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей».
- Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79\*);
- «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей».
- Техническое задание (ГОСТ 19.201-78);
- «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей».
- Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79).

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>

## 7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

Стадии разработки:

- I. Техническое задание. Этапы разработки:
  1. Обоснование необходимости разработки программы. Содержание работ:
    - 1) постановка задачи;
    - 2) сбор исходных материалов.
  2. Разработка и утверждение технического задания. Содержание работ:
    - 1) определение требований к программе;
    - 2) определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на нее;
    - 3) согласование и утверждение технического задания.
  
- II. Технический проект. Этапы разработки:
  1. Разработка технического проекта. Содержание работ:
    - 1) разработка структуры программы;
    - 2) окончательное определение конфигурации технических средств.
  2. Утверждение технического проекта. Содержание работ:
    - 1) разработка плана мероприятий по разработке программы;
    - 2) разработка пояснительной записки.
  
- III. Рабочий проект. Этапы разработки:
  1. Разработка программы. Содержание работ:
    - 1) программирование и отладка программы.
  2. Разработка программной документации. Содержание работ:
    - 1) разработка программных документов в соответствии с требованиями.
    - 2) Испытания программы. Содержание работ:
      - 1) разработка, согласование и утверждение программы и методики испытаний;
      - 2) корректировка программы и программной документации по результатам испытаний.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

Контроль и приемка разработки осуществляются в соответствии с документом «Программа назначения спектра для распределения когнитивных сетей». Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79\*).

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>

## ТЕРМИНОЛОГИЯ

Первичный пользователь сети — радиоэлектронное средство, которому был присвоен (назначен) спектр радиочастот или радиочастотных каналов в пределах выделенных полос частот [2].

Вторичный пользователь сети — радиоэлектронное средство, которому не был присвоен (назначен) спектр радиочастот или радиочастотных каналов в пределах выделенных полос частот [3].

Когнитивная сеть — технология, позволяющая создавать вычислительные **сети**, полностью соответствующие стандартам для обычных проводных сетей (например, Ethernet), без использования кабельной проводки. В качестве носителя информации в таких сетях выступают радиоволны СВЧ-диапазона [1].

Спектр (радиочастотный канал) — набор радиочастот или радиочастотных каналов в пределах выделенных полос частот [2].

Спектр, доступный вторичному пользователю — набор радиочастот или радиочастотных каналов в пределах выделенных полос частот, который не использует ни один из первичных пользователей с радиусом действия антенн которого пересекается радиус антенн данного вторичного пользователя.

Равенство условий сети (Fairness measure) — метрика используемая в сетевой инженерии для определения степени равенства использования ресурсов сети между всеми её пользователями [7].

Допустимое присвоение спектра — присвоение спектра вторичному пользователю, не создающее интерференции между ним и любым другим пользователем когнитивной сети.

Соседи в когнитивной сети — два вторичных пользователя когнитивной сети, такие, что 1) радиусы действия их антенн пересекаются и

2) среди доступных спектров есть хотя бы один общий (с одинаковой частотой) [3].

Соседство вторичного пользователя когнитивной сети — множество всех соседей этого пользователя.

Конфликт в когнитивной сети — ситуация, когда один пользователь когнитивной сети использует некоторый спектр, а другой пользователь, находясь на расстоянии ближе суммарного значения радиусов действия антенн пользователей, имеет доступ к использованию этого спектра.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Беспроводные компьютерные сети [Электронный ресурс] .— Электрон. текст. — [https://ru.wikipedia.org/wiki/Беспроводные\\_компьютерные\\_сети](https://ru.wikipedia.org/wiki/Беспроводные_компьютерные_сети).
- 2) Федеральный закон от 07.07.2003 N 126-ФЗ (ред. от 21.07.2014, с изм. от 01.12.2014) "О связи" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2015).
- 3) Chunyi Peng. Utilization and Fairness in Spectrum Assignment for Opportunistic Spectrum Access [Электронный ресурс] / Chunyi Peng, Haitao Zheng, Ben Y. Zhao .— Beijing: Microsoft Research .— <http://www.cs.ucsb.edu/~htzheng/publications/pdfs/CA.pdf>.
- 4) Haitao Zheng. Collaboration and Fairness in Opportunistic Spectrum Access / Haitao Zheng, Chunyi Peng [Электронный ресурс] .— Электрон. текст .— MICROSOFT TECHNICAL REPORT .— Электронный ресурс] .— <https://www.cs.ucsb.edu/~htzheng/publications/pdfs/TR-2005-23.pdf>.
- 5) Introduction to Algorithms / Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein .— 3-е изд.; London: The MIT Press, 2009. — с. 414-443, с. 1048-1128 .— ISBN 978-0-262-03384-8.
- 6) Li Yu. Heuristic Spectrum Assignment Algorithm in Distributed Cognitive Networks / Li Yu, Cong Liu, Zuhao Liu, Wenyu Hu [Электронный ресурс] / .— электрон. журн. — Wuhan, China: Wireless Sensor Network 2010 .— [www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?paperID=1963](http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?paperID=1963).
- 7) Rajendra K. Jain. A Quantitive Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in Shared Computer System [Электронный ресурс] / Rajendra K. Jain Dah-Ming W. Chiu, William R. Hawe .— Электрон. текст.— Hudson: Digital Equipment Corporation .— <http://www1.cse.wustl.edu/~jain/papers/ftp/fairness.pdf>.
- 8) S. Dasgupta. Algorithms / S. Dasgupta, C. H. Papadimitriou, and U. V. Vazirani .— Copyright 2006 S. Dasgupta, C. H. Papadimitriou, and U. V. Vazirani .— с. 133-155, с. 233-263.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-Л1У				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ

Пользовательский интерфейс с изображенной гистограммой скорости потока для всех вторичных пользователей в зависимости от числа первичных пользователей.

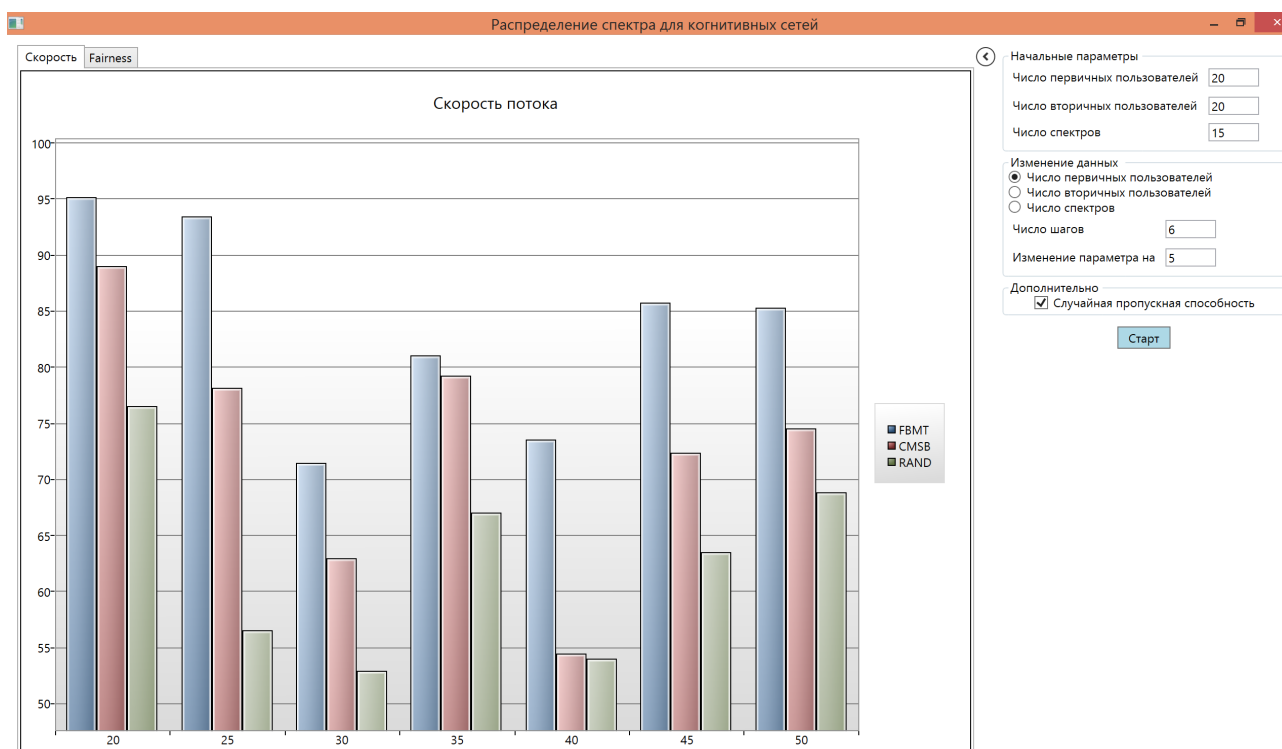


рисунок 1

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>

Пользовательский интерфейс с изображенным линейным графиком равенства условий для всех вторичных пользователей в зависимости от числа первичных пользователей.

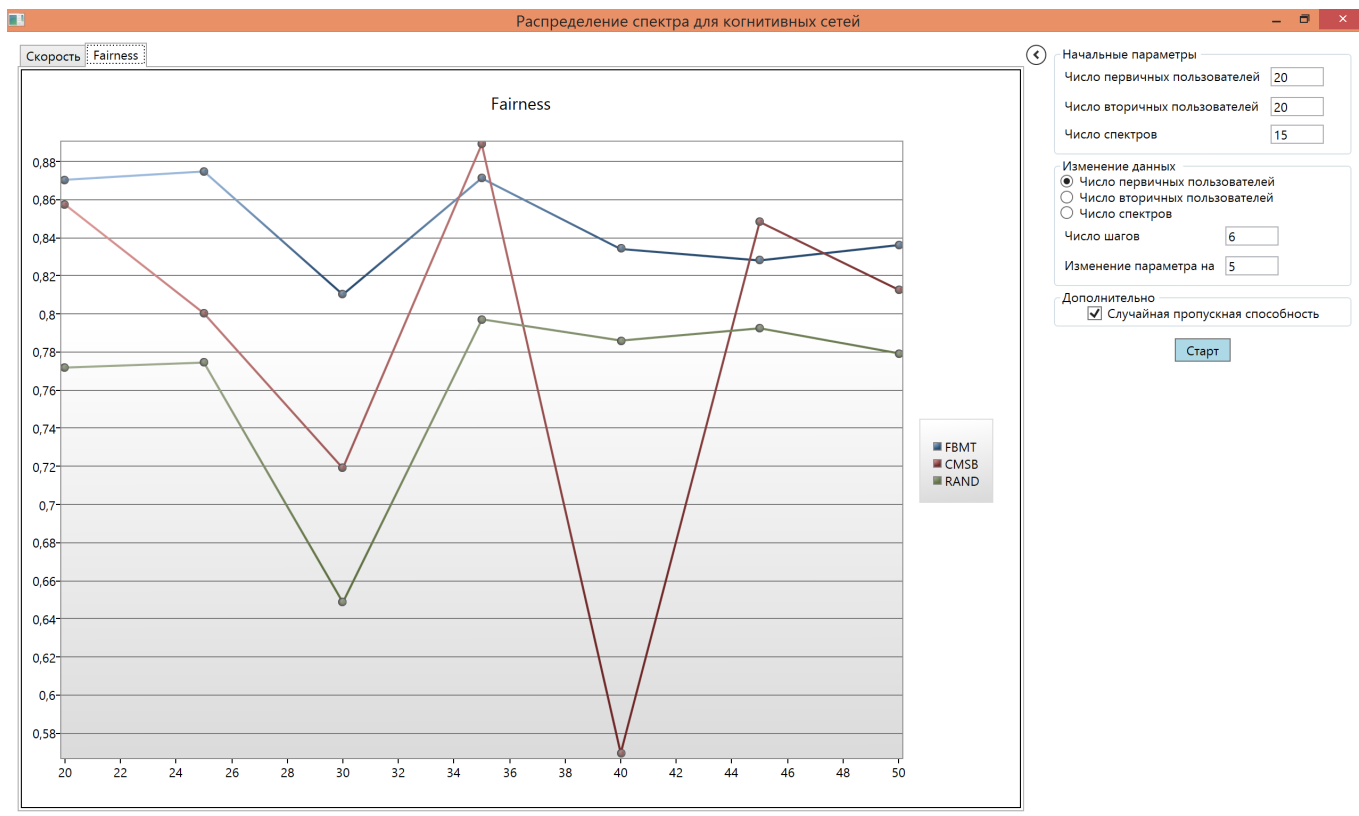


рисунок 2

<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
RU.17701729.503200ТЗ 1-1-ЛУ				
<b>Инв. № подл.</b>	<b>Подп. и дата</b>	<b>Взам. инв. №</b>	<b>Инв. № дубл.</b>	<b>Подп. и дата</b>



