



УДК 656.7.022.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В МАРШРУТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ДЛЯ СИСТЕМЫ АЭРОПОРТОВ

**А.П. Агафонов**

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

*В статье рассматривается динамика пассажиропотока и динамика направлений маршрутов аэропортов Северо-Запада: «Пулково» (Санкт-Петербург, Россия), «Хельсинки-Вантаа» (Финляндия), «Рига» (Латвия) и «Таллин» (Эстония) за последние десять лет. Проведен прогноз пассажиропотока аэропортов с помощью методов аппроксимации.*

*Ключевые слова: аэропорт, пассажиропоток, интенсивность движения, направления, маршруты, прогнозирование.*

**Для цитирования:**

*Агафонов А.П. Исследование изменений в маршрутных направлениях для системы аэропортов // Системный анализ и логистика: выпуск №1(19), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2019 – с.102-108.*

## RESEARCH OF CHANGES IN ROUTE DIRECTIONS FOR THE AIRPORT SYSTEM

**A.P. Agafonov**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The article presents the dynamics of the passenger traffic and directions of routes of the Northwest airports: “Pulkovo” (St. Petersburg, Russia), “Helsinki-Vantaa” (Finland), “Riga” (Latvia) and “Tallin” (Estonia) for the last ten years. Predicted of the passenger traffic of airports by means of approximations methods.*

*Key words: airport, passenger traffic, intensity traffic, direction, routes, prognosing.*

**For citation:**

*Agafonov A.P. research of changes in route directions for the airport system // System analysis and logistics: №1(19), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI, 2019 – p.102 108.*

Аэропорт «Пулково» – ключевой объект инфраструктуры воздушного транспорта Санкт-Петербурга, один из крупнейших глобально развивающихся транспортных узлов России, который в настоящее время является четвертым в России по количеству обслуженных пассажиров в год.

С 2010 года аэропортом управляет ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы», которое обеспечивает обслуживание и реконструкцию аэропорта на основании государственно-частного партнерства.

В 2010-2014 годах была проведена модернизация аэропорта. Построены и запущены в эксплуатацию новый международный пассажирский терминал площадью почти 150 тыс. м<sup>2</sup>, пассажирский и грузовой перроны, а также необходимые инфраструктурные объекты [1].

Ежегодно пассажиропоток аэропорта стабильно растет. Предполагается, что «Пулково» будет реконструирован в крупный международный пересадочный хаб, власти Санкт-Петербурга уже давно обсуждают данный вопрос.

Аэропорт «Пулково» обслужил в сумме 18,122 млн. пассажиров по внутренним (далее – ВВЛ) и международным воздушным линиям (далее – МВЛ), что на 12,4% превышает результат 2017 года [2].

Аэропорт «Вантаа-Хельсинки» – основной международный авиаузел Финляндии, который обслуживает более 90% всех международных рейсов страны, принимая при этом как ВВЛ, так и МВЛ. Суммарный пассажиропоток по итогам 2018 года равен 20,849 млн пассажиров, что на 10% больше, чем в 2017 году. Треть пассажиров аэропорта являются транзитными (пересадочными) [3].



Территория аэропорта включает в себя 2 крупных пассажирских терминала и 3 взлетно-посадочные полосы (далее - ВПП). Из данного аэропорта осуществляются перелеты в разные точки мира.

В «Хельсинки» базируются 3 самых крупных финских авиакомпании: «Finnair», «AirFinland» и «FinncommAirlines». Среднее количество вылетов в день – 350. В 2018 году по версии британской консалтинговой компании «Skytrax», аэропорт стал лучшим в Северной Европе.

Столичный аэропорт Латвии «Рига» – крупнейший международный аэропорт страны, а также главный объект воздушного сообщения Балтии, который реализует ВВЛ и МВЛ. В нем обслуживаются авиакомпании как полного сервиса, так и лоукостеры.

«Рига» является государственным акционерным обществом (ГАО) Латвийской республики, которая и является собственником всех акций. В последние годы в развитие инфраструктуры аэропорта вложен существенный капитал. В процессе реализации своей концепции аэропорт ежегодно увеличивает пассажиропоток (за 2018 год – 7,056 млн пассажиров) и укрепляет свою позицию в Балтийском регионе как транзитный авиаузел [4].

В 2009 году закончены работы по удлинению ВПП до 3200 метров, что позволяет принимать воздушные судна практически любого размера. По итогам 2018 года аэропорт считается одним из самых быстроразвивающихся аэропортов Европы с количеством обслуженных пассажиров от 5 до 10 млн. в год.

Аэропорт города Таллин является главным международным и самым крупным в стране, а также базовым для эстонской авиакомпании «EstoniaAir» и дополнительным для «AirBaltic». Инфраструктура аэропорта включает в себя пассажирский терминал, который расположен на трех уровнях и одну длинную ВПП – 3 км, что позволяет обслуживать большие воздушные судна.

«Таллин» был полностью реконструирован в 2008 году. Площадь аэропорта была увеличена в три раза, а в 2009 году ему присвоили имя бывшего президента Эстонии – Леннарта Мэри.

Для существенно небольшого аэропорта он ежегодно прогрессирует: увеличивается количество направлений маршрутов и наблюдается стабильный рост пассажиропотока. За 2018 год «Таллин» обслужил 3,008 млн пассажиров, что почти на 14% превышает показатель 2017 года [5].

В таблице 1 представлена динамика роста пассажиропотока данных аэропортов.

Таблица 1 – Пассажиропоток аэропортов с 2009 по 2018 годы

<b>Пассажиропоток, млн пассажиров</b>				
<b>Аэропорт</b>	<b>Хельсинки</b>	<b>Пулково</b>	<b>Рига</b>	<b>Таллин</b>
<b>Год</b>				
<b>2009</b>	12,611	6,758	4,067	1,346
<b>2010</b>	12,873	8,444	4,664	1,385
<b>2011</b>	14,866	9,611	5,107	1,913
<b>2012</b>	14,858	11,160	4,768	2,207
<b>2013</b>	15,279	12,850	4,793	1,959
<b>2014</b>	15,949	14,260	4,814	2,017
<b>2015</b>	16,422	13,510	5,162	2,167
<b>2016</b>	17,184	13,260	5,401	2,220
<b>2017</b>	18,892	16,120	6,097	2,648
<b>2018</b>	20,849	18,122	7,056	3,008

По результатам значений из таблицы 1 видно, что максимальный пассажиропоток в финском аэропорту «Хельсинки», второе место остается за аэропортом «Пулково», третьим является «Рига», а четвертым – «Таллин».

Далее рассмотрим конкурентоспособность аэропортов между собой, исходя из доли крупнейших авиакомпаний, обслуживающих данные аэропорты (см. рис. 1).

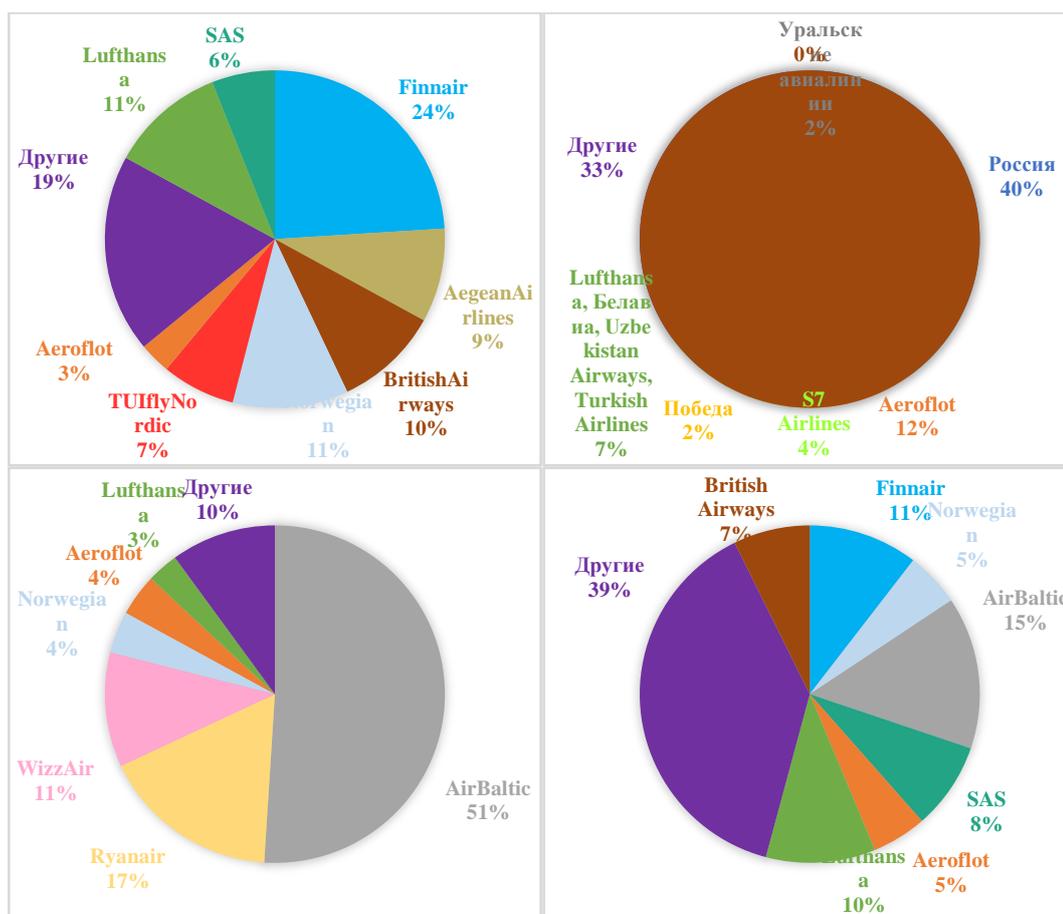


Рис. 1. Доля крупнейших авиакомпаний аэропортов: а – «Хельсинки», б – «Пулково», в – «Рига», г – «Таллин»

В таблице 2 приведено процентное соотношение крупнейших обслуживающих авиакомпаний по каждому аэропорту.

Таблица 2 – Доля крупнейших авиакомпаний аэропортов

Доля крупнейших авиакомпаний аэропорта Хельсинки за 2018 год								
Авиакомпания	Finnair	Norwegian	Lufthansa	British Airways	Aegean Airlines	TUI fly Nordic	SAS	Другие
Доля, %	24	11	11	10	9	7	6	19
Доля крупнейших авиакомпаний аэропорта Пулково за 2018 год								
Авиакомпания	Россия	Aeroflot	S7 Airlines	Уральские авиалинии	Победа	Lufthansa	Другие	
Доля, %	40	12	4	2	2	2	33	
Доля крупнейших авиакомпаний аэропорта Рига за 2018 год								
Авиакомпания	AirBaltic	Ryanair	WizzAir	Norwegian	Aeroflot	Lufthansa	Другие	
Доля, %	51	17	11	4	4	3	10	
Доля крупнейших авиакомпаний аэропорта Таллин за 2018 год								
Авиакомпания	AirBaltic	Finnair	Lufthansa	SAS	British Airways	Norwegian	Aeroflot	Другие
Доля, %	15	11	10	8	7	5	5	39



Согласно данным из таблицы 2, следует вывод, что в аэропорту «Пулково» больший процент забрали Российские авиаперевозчики – почти 60% от общего количества авиакомпаний аэропорта. Иностранные компании обеспечивают меньшую долю перевозок, и рейсы, зачастую, являются чартерными. Самым крупным игроком из зарубежных авиаперевозчиков является «Lufthansa» (2%).

В «Хельсинки» преобладает только одна отечественная компания «Finnair» – 24%. Все остальные крупные авиаперевозчики являются зарубежными. Связано это, главным образом, с тем, что многие рейсы аэропорта являются транзитными. Относительно высокий процент у «Norwegian» (11%) и «Lufthansa» (11%) соответственно.

Аэропорты «Рига» и «Таллин» делят между собой основной пассажиропоток стран Балтии, о чем говорит львиная доля таких авиакомпаний как «AirBaltic» – 51% пассажиров воспользовались данной авиакомпанией благодаря Рижскому аэропорту, а Таллинскому – 15%. Высокий процент пассажиров аэропорта Риги обслужили компании-лоукостеры: «Ryanair» – 17%, «WizzAir» – 11% от общего количества пассажиров. В то время как аэропорту Таллина заметна существенная доля перевозок авиакомпанией «Finnair» и «Lufthansa» (обе по 10%).

География полетов из аэропортов весьма многообразна. Ее увеличение напрямую связано с сезонностью перевозок: в летний период аэропорты, как правило, добавляют многие различные направления. На рисунке 2 представлена статистика за 2018 год по количеству направлений из четырех аэропортов Северо-Запада.

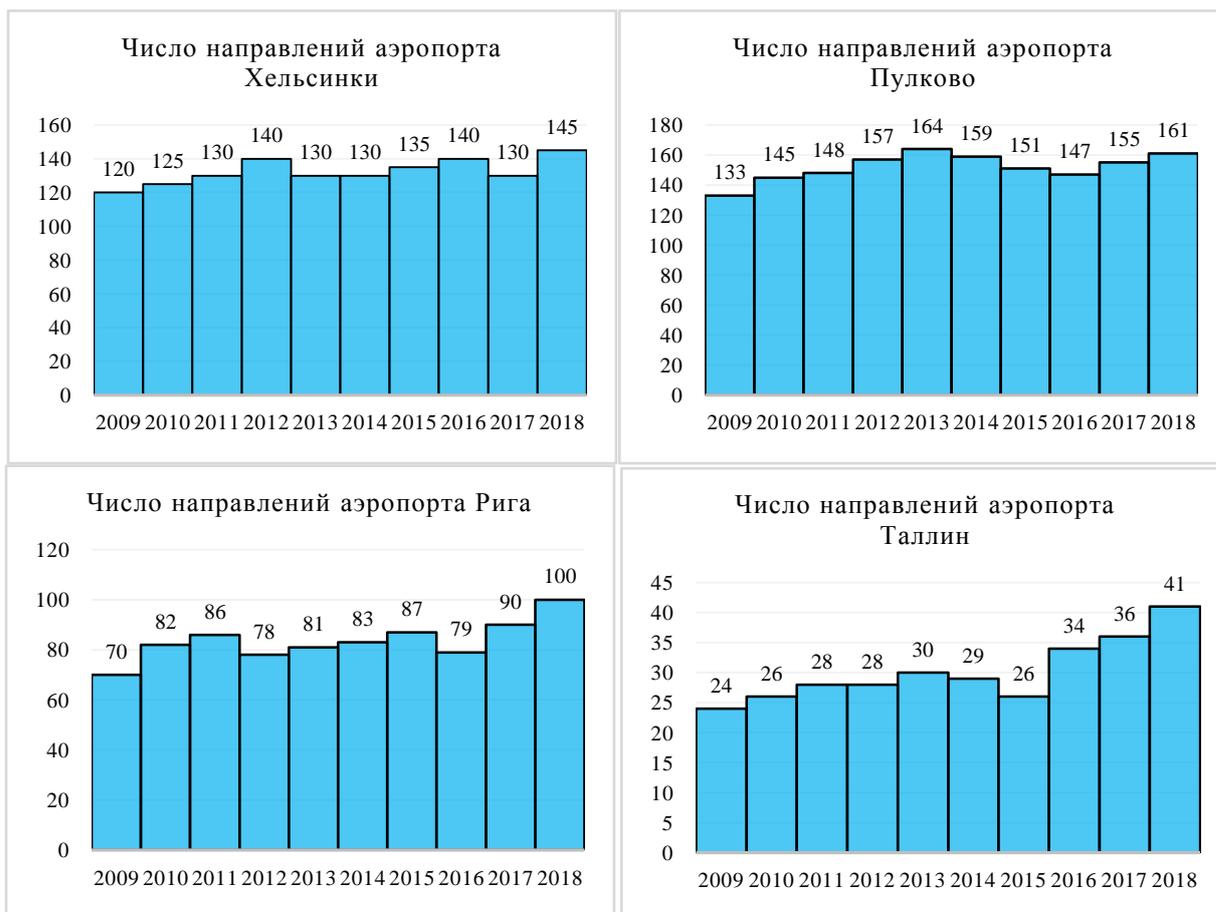


Рис. 2. Число направлений из аэропортов: а – «Хельсинки», б – «Пулково», в – «Рига», г – «Таллин»



В таблице приведено сравнение аэропортов между собой по числу направлений. Наибольшее количество направлений полетов предлагает аэропорт «Пулково», в 2018 году данный показатель равнялся 161 направлению, вторым стал «Хельсинки» – 145.

Таблица 3 – Число направлений из аэропортов за последние десять лет

Аэропорт Год	Хельсинки	Пулково	Рига	Таллин
2009	120	133	70	24
2010	125	145	82	26
2011	130	148	86	28
2012	140	157	78	28
2013	130	164	81	30
2014	130	159	83	29
2015	135	151	87	26
2016	140	147	79	34
2017	130	155	90	36
2018	145	161	100	41

Используя данные пассажиропотока аэропортов за последние 10 лет (табл. 1), проведен аналитический прогноз различными методами аппроксимации в среде Microsoft Excel. Целью прогноза являлось выявление динамики роста пассажиропотока по каждому аэропорту через десять лет (2028 год).

Уравнение прогноза и тип аппроксимирующей кривой выбирались исходя из расчета среднего значения погрешности измерений [6,7]. Для аэропортов «Хельсинки», «Рига» и «Таллин» выбрана экспоненциальная аппроксимирующая кривая, а для «Пулково» – степенная (рис. 3, 4).

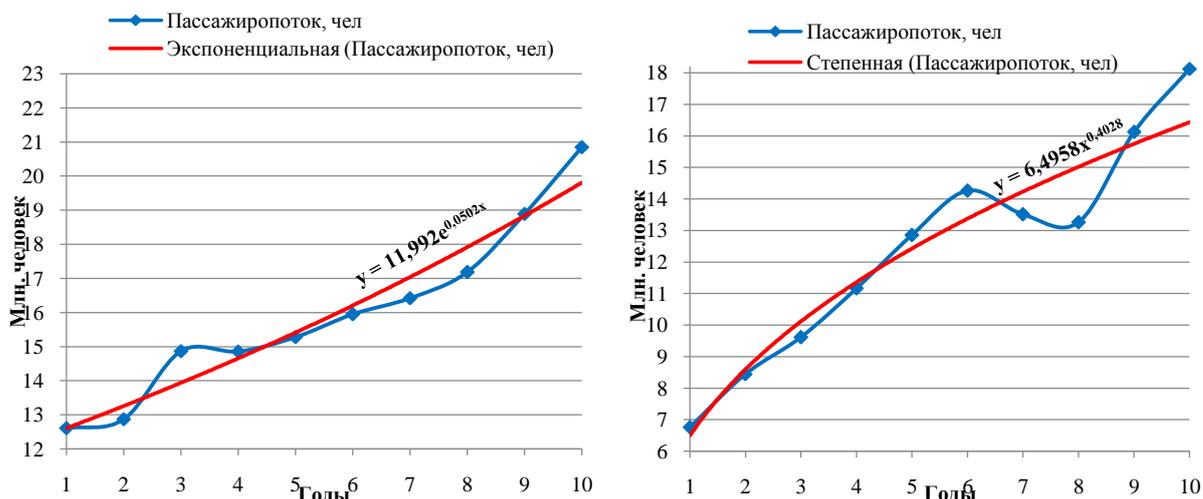


Рис. 3. Аппроксимирующие кривые для аэропортов: а – «Хельсинки», б – «Пулково»

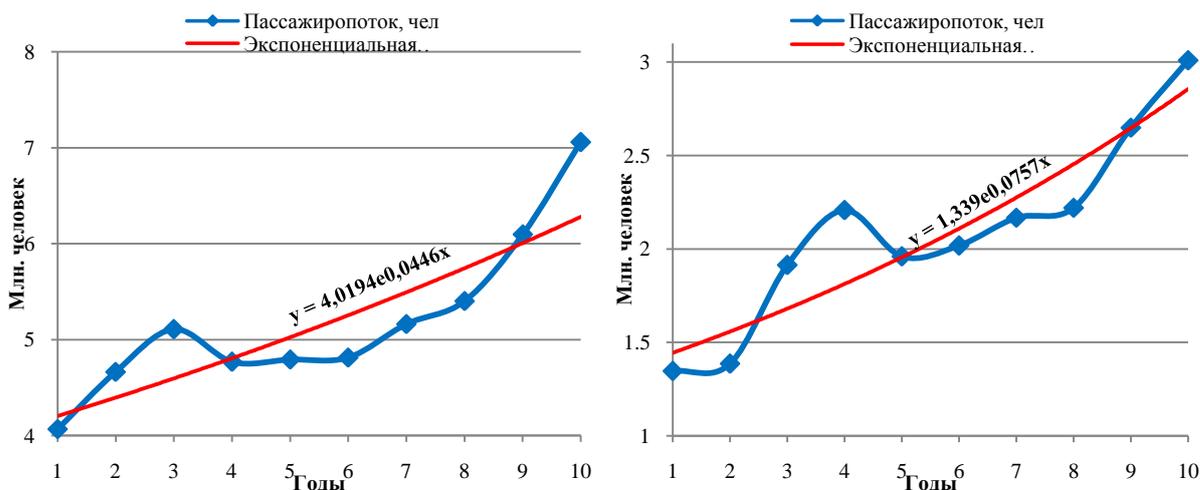


Рис. 4. Аппроксимирующие кривые для аэропортов: в – «Рига», г – «Таллин»

Результаты прогнозирования посредством аппроксимации приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты прогнозирования пассажиропотока аэропортов

Аэропорт	Уравнение аппроксимации	Среднее значение погрешности	Прогнозируемый пассажиропоток на 2028 год, млн пассажиров
Хельсинки	$y = 11,992e^{0,0502x}$	0,071	32,728
Пулково	$y = 6,4958x^{0,4028}$	0,193	21,711
Рига	$y = 4,0194e^{0,0446x}$	0,240	9,807
Таллин	$y = 1,339e^{0,0757x}$	0,443	6,086

Исходя из результатов таблицы 4, следует, что прогнозируемый пассажиропоток аэропорта «Хельсинки» к 2028 году возрастет на 57% по сравнению с 2018 годом и будет равен 32,728 млн.

Количество обслуженных пассажиров в «Пулково» увеличится на 20% (21,711 млн пассажиров).

В латвийском и эстонском аэропортах пассажиропоток также увеличится и будет равен 9,807 млн и 6,086 млн пассажиров соответственно.

Подводя итог, можно сделать вывод о важнейшей роли каждого из рассмотренных аэропортов как ключевых инфраструктурных объектов своих стран, которые, безусловно, способствуют развитию экономики. Всевозможные меры развития, направленные непосредственно на развитие пассажирских воздушных перевозок, позволят в дальнейшем развивать аэропортам свой потенциал.

В качестве основных направлений, которые существенно могут повлиять на направление развития «Пулково» и увеличение общего пассажиропотока, аэропорту необходимо привлечение зарубежных перевозчиков и бюджетных авиакомпаний (лоукостеров). Также рекомендуется развивать транзитные перевозки с помощью увеличения стыковочных рейсов, что повлияет на формирование авиационного хаба на базе аэропорта.

Все вышесказанное, вероятным образом, позволит «Пулково» занять лидирующее положение в системе воздушных перевозок на Северо-Западе.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соглашение о создании, реконструкции и эксплуатации на основании государственно-частного партнерства объектов, входящих в состав имущества аэропорта «Пулково»: СПб, 2009, 235 с.
2. Аэропорт «Пулково» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pulkovoairport.ru> (Дата обращения 21.01.2019).
3. Аэропорт «Хельсинки» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://finavia.fi/helsinki-airport> (Дата обращения 21.01.2019).
4. Аэропорт «Рига» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://riga-airport.com> (Дата обращения 22.01.2019).
5. Аэропорт «Таллин» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://tallinn-airport.ee> (Дата обращения 22.01.2019).
6. Малышева Т.А. Численные методы и компьютерное моделирование. Лабораторный практикум по аппроксимации функций: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 33 с.
7. Майоров Н. Н. Практические задачи моделирования транспортных систем / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов. — СПб.: ГУАП, 2012. — 185 с.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Агафонов Артур Павлович** –

магистр

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: molot\_95@inbox.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Agafonov Artur Pavlovich** –

master

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: molot\_95@inbox.ru