

# / ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТИПОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО РЕЙСАМ ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

АВИАКОМПАНИЯ ГТК «РОССИЯ», 2013 – 2014

**Цель работы:** разработка методов решения задачи о поиске оптимального – с точки зрения увеличения прибыли, либо уменьшения затрат – назначения воздушных судов на рейсы лётного расписания (fleet assignment problem, FAM).

# / ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТИПОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО РЕЙСАМ ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

## ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### ДААННЫЕ О ПОЛЕТАХ



#### **Лётное расписание**

Временные характеристик полетов  
Аэропорты вылета и прилета  
Технические требования аэропортов  
Оборотное время



#### **Парк воздушных судов**

Количество и вместимости типов ВС  
Нормативы на выполнение работ  
Технические характеристики ВС

### ПРОГНОЗЫ



#### **Спрос на рейсы**

Прогнозы спроса на рейс (либо  
на продукт авиакомпании)  
по цензурированной выборке



#### **Экономические показатели**

Затраты (постоянные и переменные)  
на перелеты между аэропортами  
Потери, связанные с недостаточной  
вместимостью ВС  
Цены на билеты

# / ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТИПОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО РЕЙСАМ ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

## ОГРАНИЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ (РЕЙСЫ)

- условие покрытия (cover): на каждый рейс должен быть назначен один, и только один, тип ВС;
- условие баланса (balance): в любом аэропорту количество ВС каждого типа не может меняться беспричинно;
- условие мощности парка (plane count): при назначении типов ВС на рейсы нельзя использовать больше ВС, чем имеется;
- дополнительные условия по дальности полета типов ВС, по возможности приема типа ВС в данном аэропорту, по утилизации типов ВС, и т.д.

*/ F1*

**Минимизация общих затрат**  
на реализацию лётного расписания

*/ F2*

**Максимизация равномерности**  
выполнения работ парком ВС

# / ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТИПОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО РЕЙСАМ ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

## ОГРАНИЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ (ЦЕПОЧКИ РЕЙСОВ)

Цепочка рейсов – последовательность стыкующихся рейсов лётного расписания.

- условие покрытия (cover): на каждую цепочку рейсов должно быть назначено не более одного типа ВС;
- условие разбиения (partitioning): каждый рейс лётного расписания должен присутствовать в одной и только в одной цепочке;
- условие мощности парка (plane count): при назначении типов ВС на цепочки нельзя использовать больше ВС каждого типа, чем имеется;
- условие баланса (balance): в каждом аэропорту число начинающихся в нем цепочек с назначенным типом ВС должно быть равно числу цепочек с тем же типом ВС, в нем заканчивающихся;
- дополнительные условия по дальности полета типов ВС, по возможности приема типа ВС в данном аэропорту, по утилизации типов ВС, оборотному времени и т.д.

*/ F1*

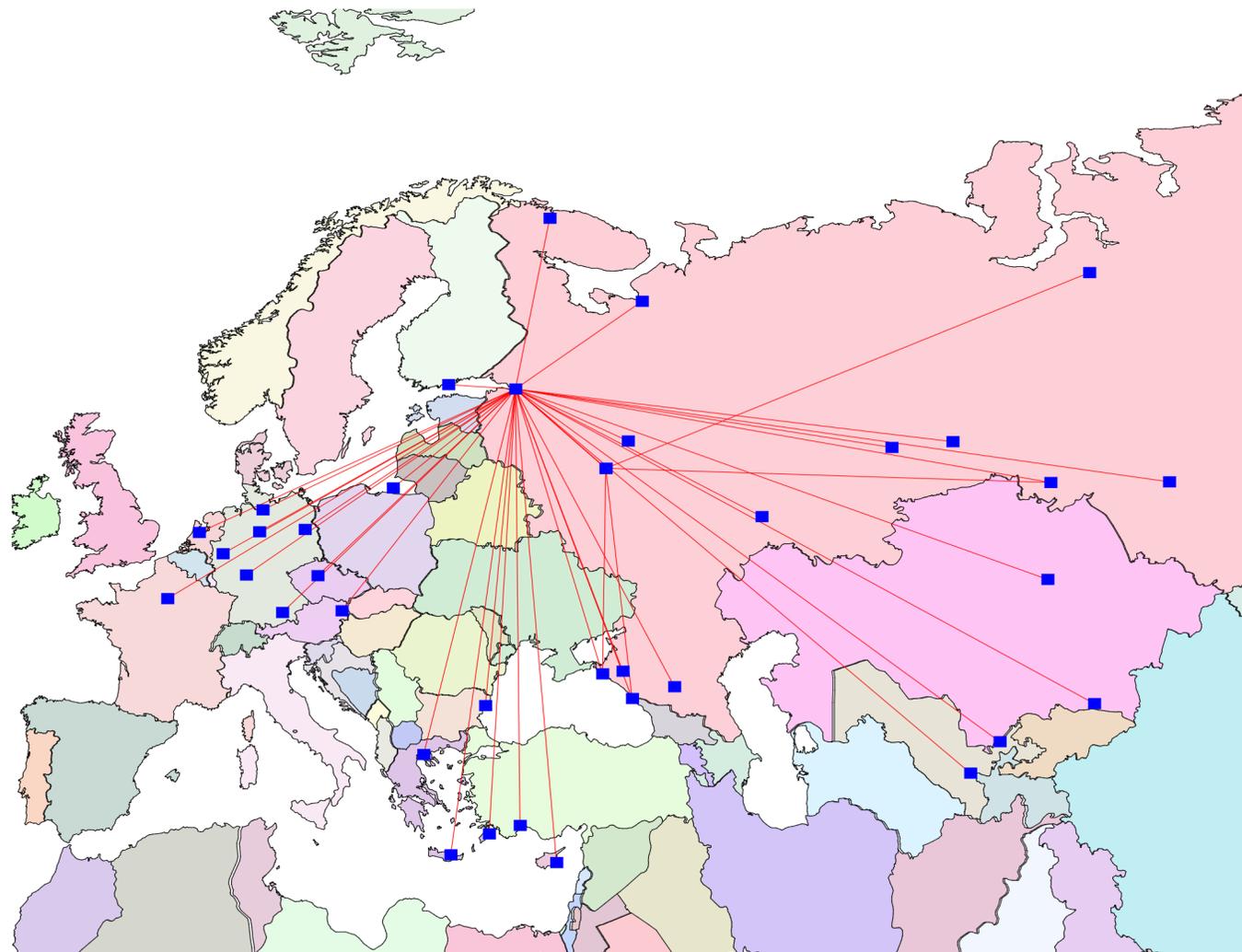
**Максимизация общей прибыли**  
при реализации лётного расписания

*/ F2*

**Максимизация равномерности**  
выполнения работ парком ВС

# / ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТИПОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО РЕЙСАМ ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИЯХ



Задача формирования цепочек рейсов  
сформулирована как задача set partition problem.

Задача расстановки типов ВС сформулирована  
как многокритериальная задача смешанного  
программирования, и для ее решения  
применены точные методы целочисленной  
оптимизации в сочетании с соответствующим  
программным обеспечением.

# / ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТИПОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО РЕЙСАМ ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СТЕК

- разработаны и реализованы модели математического программирования для получения точного решения задачи расстановки типов ВС по рейсам полномасштабного лётного расписания авиакомпании;
- решена задача типа ODFAM, в рамках которой эффекты от управления доходами инкорпорируются в базовую задачу FAM за счет введения ценовых классов.



реализация моделей,  
анализ результатов



хранение исходных  
данных и результатов  
расчетов

# / ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТИПОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО РЕЙСАМ ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

ЧИСЛОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ: ДЛЯ УСРЕДНЕННОГО ОДНОДНЕВНОГО ЛЁТНОГО РАСПИСАНИЯ

| Рейс      | спрос | тип ВС       |        | прибыль (руб.) |        |            |
|-----------|-------|--------------|--------|----------------|--------|------------|
|           |       | ГТК «Россия» | расчет | ГТК Россия»    | расчет | увеличение |
| SKD – LED | 102   | T5M          | 319    | 48144          | 400420 | 352276     |
| HER – LED | 120   | T5M          | 319    | 295315         | 564095 | 268780     |
| LED – KGF | 107   | T5M          | 735    | 289213         | 460107 | 170894     |
| LED – SKG | 130   | T5M          | 735    | 174830         | 329443 | 154613     |
| LED – ROV | 75    | T5M          | TU3    | 139475         | 271458 | 131983     |

**88 замен ВС**

в сравнении с реальным  
назначением

**1.85 млн.  
рублей/день**

увеличение прибыли