



## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВОЙ АВИАТЕХНИКИ НА СПРОС НА ВОЗДУШНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЦЕНОК ЦЕНОВОЙ ЭЛАСТИЧНОСТИ СПРОСА**

Власенко Андрей Олегович

Сухарев Алексей Александрович

Урюпин Илья Вадимович

# ОБЩИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗВИТИЕ АТС

## Инвестиции в технологии

- Развитие авиационной науки и промышленности

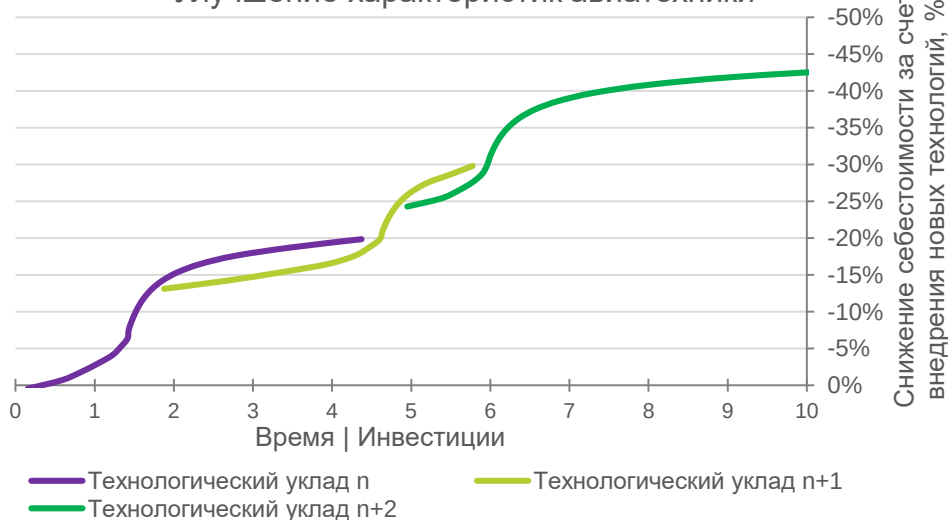
## Снижение себестоимости перевозки

- Получение конкурентного преимущества за счет использования новой авиатехники
- Увеличение доступности транспортных услуг для населения

## Прирост пассажиропотока

- Увеличение выручки авиакомпаний
- Увеличение налоговых поступлений

Улучшение характеристик авиатехники



Изменение объемных показателей АТС



Комплексное моделирование АТС необходимо для оценки эффекта от внедрения новых технологий в АТС и может быть использовано для планирования и оптимизации технологического развития

Различные  
экономические  
эффекты

# ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТАРИФ. СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗКИ

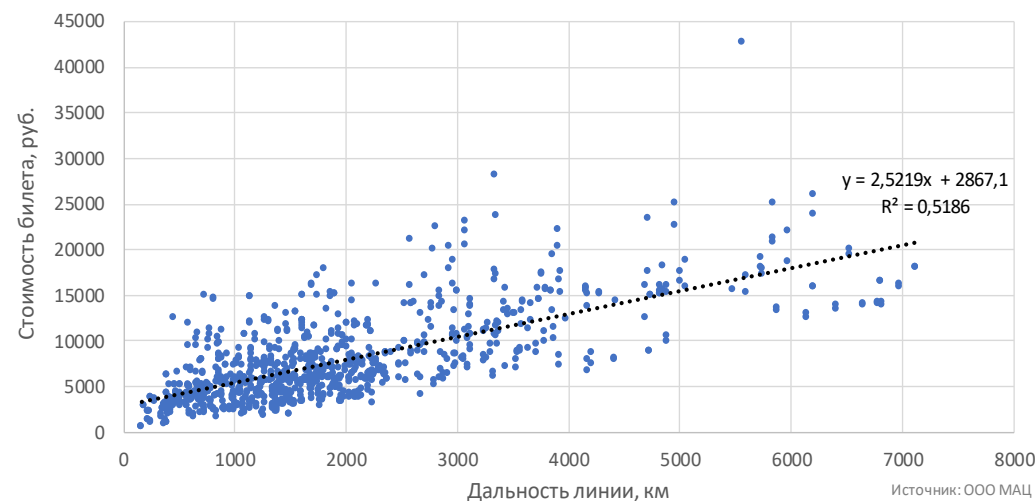
## Уровень отдельных маршрутов

Собран массив данных о поисковых запросах цен на билеты в период с июня по сентябрь 2018 г. Всего около 162 тыс. записей.

Наблюдается разброс значений, но основное влияние на тариф оказывает дальность перевозки (которой пропорциональна себестоимость перевозки)

Также существенное влияние оказывает:

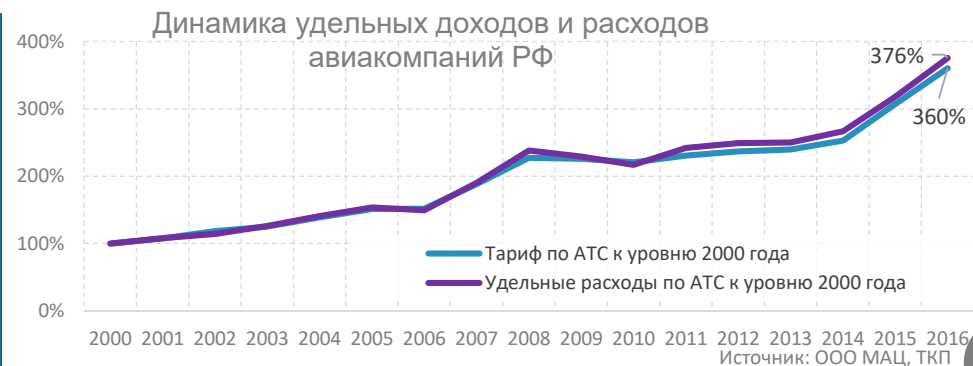
- коэффициент концентрации рынка ННН (чем больше концентрация, тем выше цена)
- разница между датой вылета и датой бронирования (поиска) билета (чем больше интервал, тем ниже стоимость билета).



## Уровень АТС в целом

Себестоимость перевозки – основной фактор, оказывающий влияние на тариф в целом по АТС в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

В условиях конкурентной борьбы именно себестоимость перевозки является ограничением снизу для авиакомпаний.



# Ценовая эластичность спроса. Подходы к оценке

$$E = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \frac{P}{Q}$$

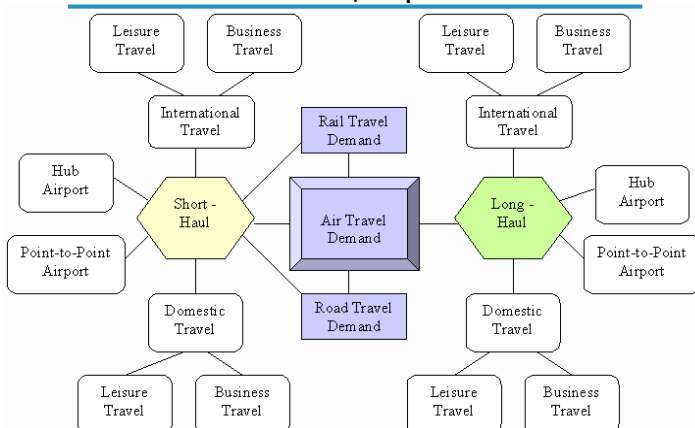
Ценовая эластичность ( $E$ ) показывает на сколько процентов изменится спрос ( $Q$ ) при изменении цены ( $P$ ) на 1%

Оценку эластичности проводят для разных уровней агрегации с учетом сегментации рынка

## Уровень агрегации

|                                        |
|----------------------------------------|
| Наднациональный уровень                |
| Национальный уровень                   |
| Уровень маршрута/рынка                 |
| Уровень перевозчиков                   |
| Уровень тарифов и классов обслуживания |

## Сегментация рынка



## Подходы к оценке ценовой эластичности спроса на авиаперевозки в АТС РФ

1) Построение  
эконометрических моделей

2) Метаанализ релевантных работ

3) Комбинированный подход

1) На основе анализа работ и подходов была предложена следующая модель:

$$\ln Traffic_t = Constant + a_1 \ln Traffic_{t-12} + a_2 \ln dRealPrice_t + \sum_{i=0..k} a_{3,i} \ln dAvRealIncomeInd_{t-i} + a_4 \ln dAvGDP_t + a_5 \ln dAvPopulation_t + a_6 bHub2 + a_7 bHub1 + a_8 bRegCentr + a_9 bResort + a_{10} bIndustr + a_{11} bInternational + a_{12} bOtherTransport + a_{14} \ln dRealOtherFare + a_{15} \ln dTimes$$

Traffic – месячный пассажиропоток между пунктами ОН; dRealPrice – изменение цены билета с учетом индекса потребительских цен; dAvRealIncome – изменение реальных денежных доходов; dAvGDP – изменение взвешенного по населению ВВП; bHub1 – один хаб; bHub2 – оба хабы; bRegCentr – региональный центр; bResort – курорт; bIndustr – индустриальный центр; bInternational – линия МВЛ; bOtherTransport – есть альтернативный воздушному вид транспорта; dRealOtherFare – изменение среднего тарифа для самого быстрого альтернативного транспорта с учетом индекса потребительских цен; dTimes – отношение полного времени путешествия между пунктами ОН самым быстрым неавиационным транспортом к полному времени путешествия между пунктами ОН воздушным транспортом.

Поскольку получение данных для построения и апробации модели затруднено, было принято решение получить оценки коэффициентов ценовой эластичности на основе метаанализа существующих работ и построения упрощенной модели спроса для национального уровня агрегации

# Эластичность на национальном уровне. Нелинейность эластичности при больших относительных изменениях цены

По данным ТКП и Росстат за 2000-2016гг. были построены три модели:

Модель 1 ( $R^2=0,9873$ ):  $Pax = C * Population^{k_1} * Income_t^{k_2} * Fare^{k_4}$

Модель 2 ( $R^2=0,9956$ ):  $Pax = C * Population^{k_1} * Income_t^{k_2} * Income_{t-1}^{k_3} * Fare^{k_4}$

Модель 3 ( $R^2=0,9947$ ):  $Pax = C * Population^{k_1} * Income_{t-1}^{k_3} * Fare^{k_4}$



**Есть запаздывание между ростом доходов и ростом перевозок**

| Временной лаг между ПП и РДД, мес. | Значение коэффициента корреляции |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 12 мес.                            | -0,043                           |
| 11 мес.                            | 0,029                            |
| 10 мес.                            | 0,065                            |
| 9 мес.                             | 0,083                            |
| 8 мес.                             | 0,126                            |
| 7 мес.                             | 0,166                            |
| 6 мес.                             | 0,203                            |
| 5 мес.                             | 0,264                            |
| 4 мес.                             | 0,395                            |
| 3 мес.                             | 0,483                            |
| 2 мес.                             | 0,522                            |
| 1 мес.                             | 0,503                            |
| 0 мес.                             | 0,456                            |

В качестве основной была выбрана модель 3

(пассажиропоток имеет тенденцию к запаздыванию до полугода относительно дохода).

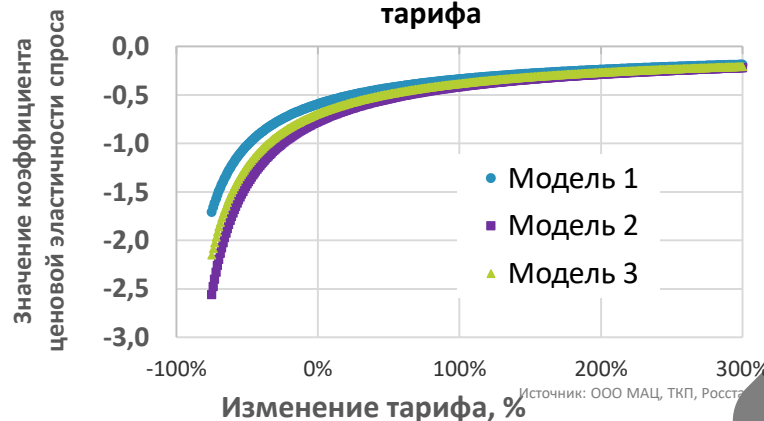
Базовая эластичность для уровня АТС РФ составляет около -0,69

Найдена поправка к эластичности, зависящая от изменения тарифа:

$$f(\Delta Fare) = \frac{1}{1 + 0,83 * \Delta Fare}$$

(функция 1/эластичность от изменения тарифа имеет близкий к линейному вид).

**Зависимость эластичности от изменения тарифа**



# ИНТЕРВАЛЫ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЦЕНОВОЙ ЭЛАСТИЧНОСТИ СПРОСА

## Трудности классификации линий по цели поездки

Предложена классификация на основе длительности пребывания пассажиров в пункте назначения.

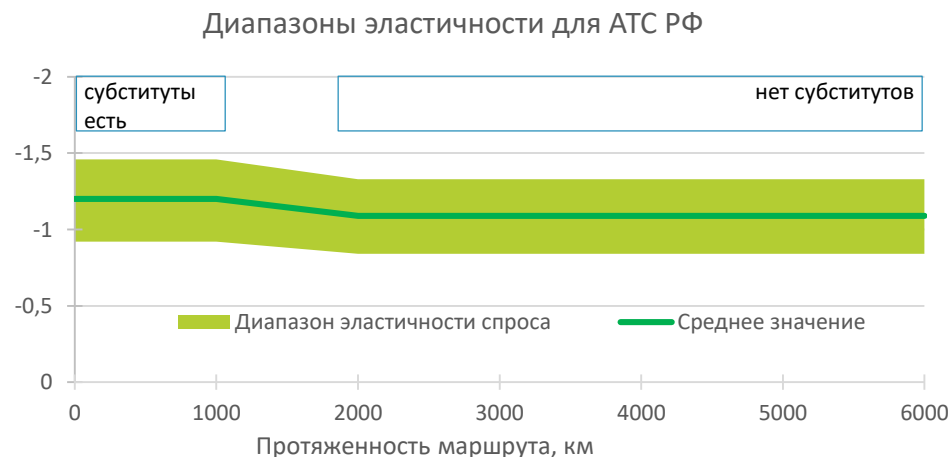
Пример линий с преобладанием «делового» и «туристического» пассажиропотока.



На основе анализа длительности пребывания в пункте назначения провести классификацию для большинства линий на данном этапе невозможно.

Основной параметр для сегментации рынка – протяженность маршрута

|                                          | Максимальное значение | Минимальное значение | Ожидаемое среднее базовое значение |
|------------------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------------|
| Эластичность спроса на ближних маршрутах | -1.46                 | -0.92                | -1.20                              |
| Эластичность спроса на дальних маршрутах | -1.33                 | -0.84                | -1.09                              |



Программный модуль:  
Влияние новых технологий  
на перевозки

интеграция

Приложение  
«TransportStandart»

(Результат НИР 2018, шифр «КСМ-НТЗ-МАЦ»)

(Результат НИР 2017, шифр «База-АТС-17»)

## Функционал модуля:

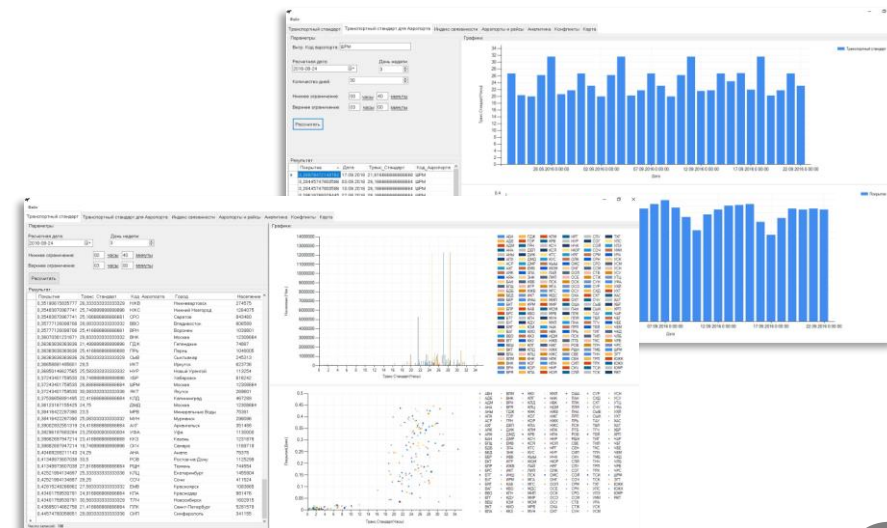
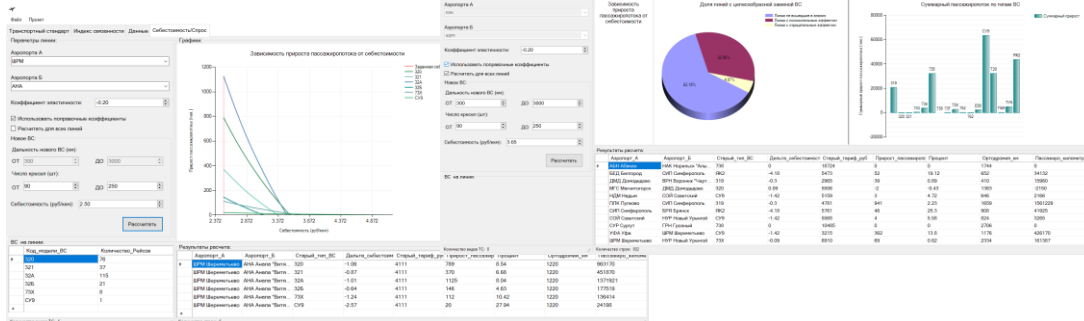
- определение приращения пассажиропотока при внедрении новой техники на линию/линии в АТС
- расчет недостающих тарифов на линиях (дополнительно к ТЗ)

## Функционал приложения:

- расчет транспортного стандарта на заданную дату
- определение покрытия сети
- расчет индекса связности на заданную дату
- моделирование сценариев связности

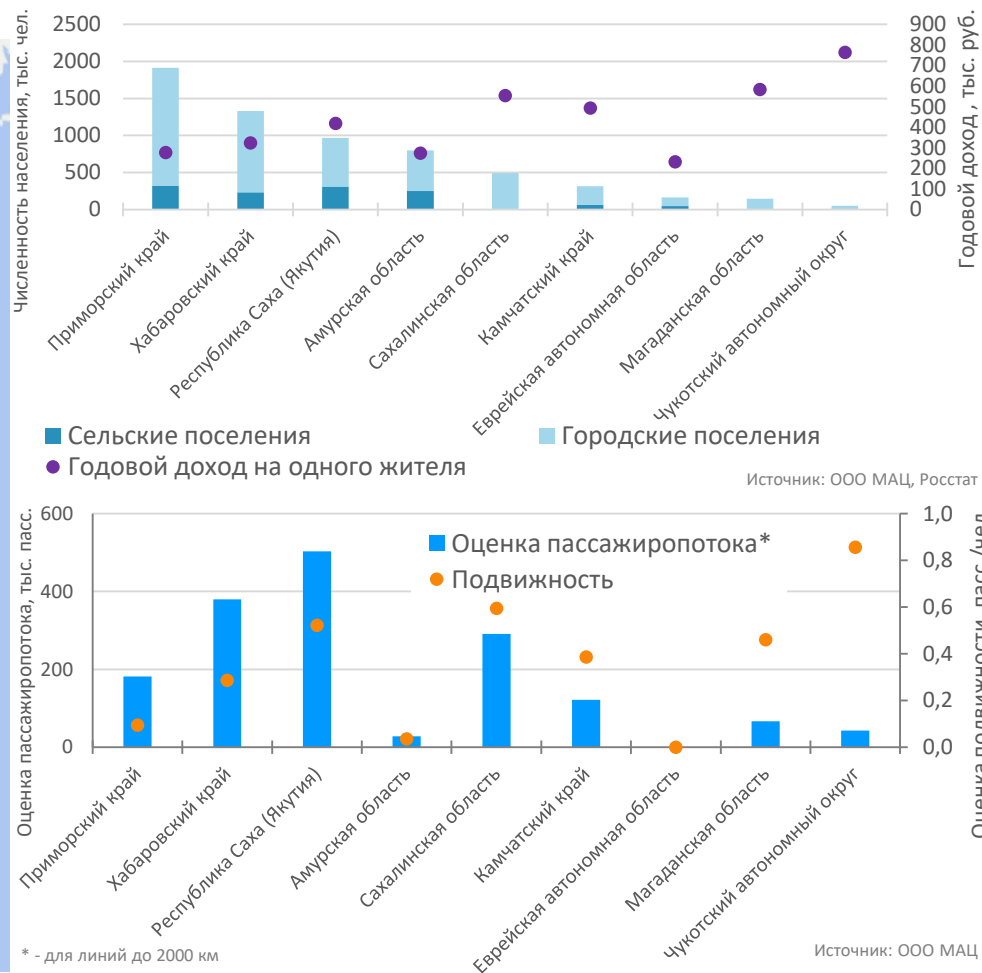
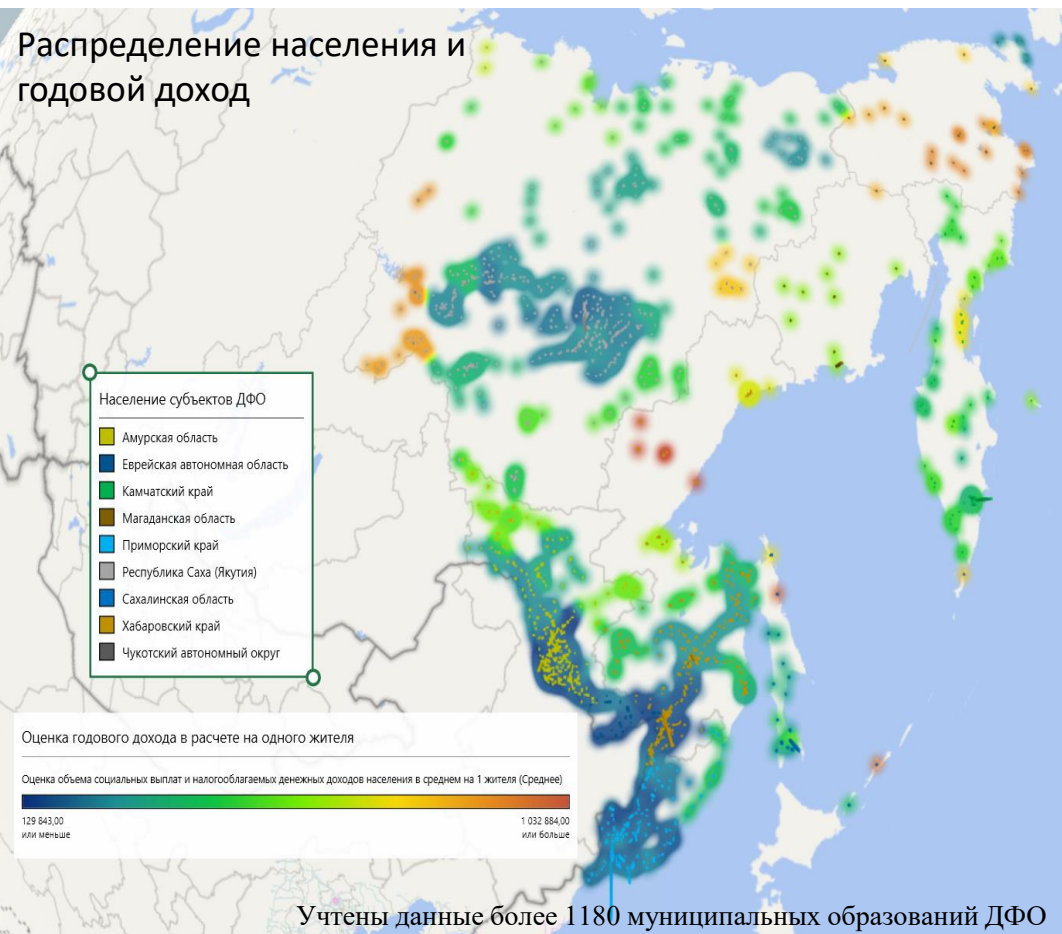
## Входные данные для расчета:

- Коэффициент эластичности
- Пассажировместимость нового ВС
- Дальность полета нового ВС
- Себестоимость перевозки новым ВС



# ВОЗМОЖНОЕ ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АТС РФ

Пример прикладной задачи: Моделирование транспортной системы ДФО с целью формирования требований к ЛТХ перспективного самолета местных воздушных линий



При моделировании необходимо учитывать неравномерность распределения населения и неравномерность уровня его доходов

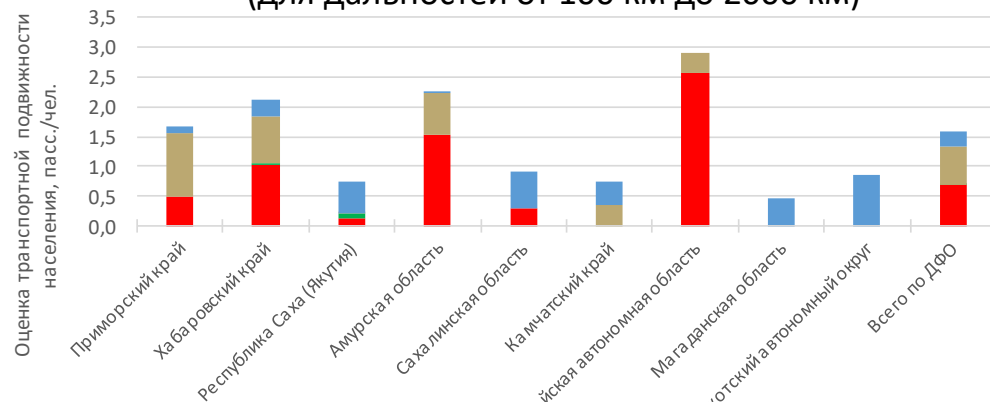


# ВАЖНОСТЬ УЧЕТА НЕАВИАЦИОННЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АТС (НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ДФО)

## Распределение населения и доступ к транспортной инфраструктуре

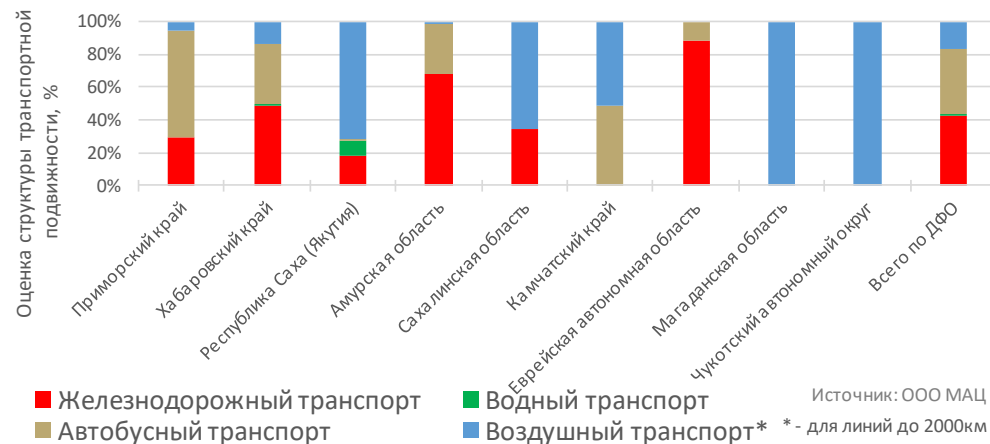


## Оценка транспортной подвижности в ДФО (для дальностей от 100 км до 2000 км)



Железнодорожный транспорт Водный транспорт  
Автобусный транспорт Воздушный транспорт\*

Источник: ООО МАЦ  
\* - для линий до 2000 км



При комплексном моделировании АТС необходимо учитывать доступность и влияние альтернативных воздушному видов транспорта

Создан существенный задел по созданию комплекса ситуационного моделирования АТС РФ

Моделирование АТС – важный элемент оценки новых технологий, а также инструмент формирования требований к перспективным воздушным судам.

- Себестоимость перевозки – основной фактор, оказывающий влияние на уровень тарифа в системе;
- Среднее значение ценовой эластичности спроса на перевозки в РФ составляет -0,69 для АТС в целом, -1,09 для дальних маршрутов и -1,2 для ближних маршрутов;
- Найден вид поправки к базовому значению эластичности, позволяющий оценить значение эластичности при больших относительных изменениях тарифа;
- Создан программный модуль оценки влияния снижения себестоимости на спрос на авиаперевозки, а также произведено наполнение его исходными данными, необходимыми для проведения расчетов;
- Опробован подход к моделирования транспортной системы с привязкой к географическому расположению населенных пунктов (с учетом численности и доходов населения) и объектов транспортной инфраструктуры, который в дальнейшем можно распространить на всю территорию РФ;
- Выявлена важность учета неавиационных видов транспорта при моделировании АТС, что является основанием для расширения задачи на моделирование транспортной системы в целом.



**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**



**2016г.:** НИР "Разработка методологии моделирования технологического развития авиационной техники гражданского назначения в составе авиатранспортных систем" (шифр «Методология - моделирование АТС»)

Описан общий подход к моделированию АТС и общая структура комплекса.

**2017г.:** НИР «Разработка методологии и алгоритмов оценки базовых показателей текущего состояния авиатранспортной системы в обеспечение моделирования научно-технологического развития авиастроения» (шифр «База-АТС-17»)

Разработан подход к оценке матрицы корреспонденций, проведена оценка базовых показателей АТС, создан программный модуль «Транспортный стандарт».

**2018г.:** НИР «Разработка предложений по оценке влияния новой авиационной техники (технологий) на спрос на авиаперевозки в РФ с использованием ценовой эластичности спроса в целях решения задач оценки эффективности НТЗ» (шифр «КСМ-НТЗ-МАЦ»)

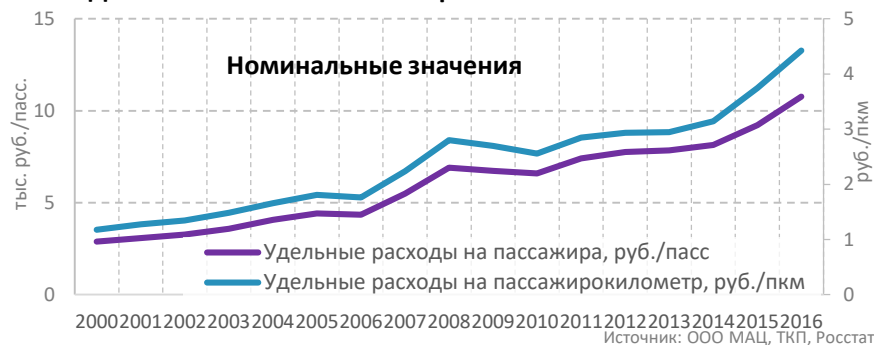
Цель работы: Формирование методического подхода к оценке эффекта внедрения новой техники (технологий) на спрос на авиаперевозки с использованием эффекта ценовой эластичности спроса и разработка соответствующего программного модуля, обеспечивающего интеграцию в рамках макета комплекса ситуационного моделирования (КСМ)

**2018г.:** НИР «Подготовка материалов для выбора требований к основным летно-техническим характеристикам перспективных самолетов местных воздушных линий с гибридной силовой установкой и разработка способа визуализации дорожной карты создания самолетов МВЛ с ГСУ» (шифр «МА Комплекс-ДК») (Прикладная НИР)

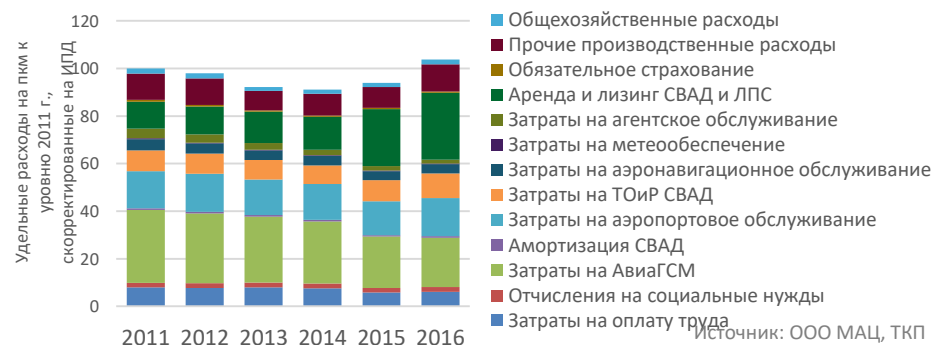
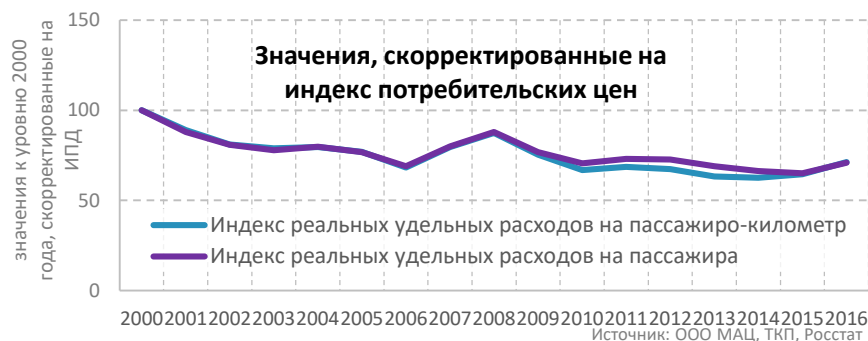
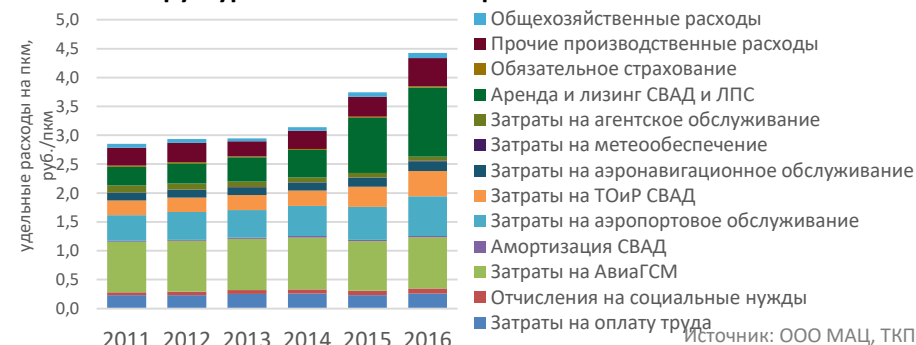
Среди задач в том числе: Создание модели описания транспортной системы ДФО с учетом неосредненных параметров распределения населения и формирование на основе проведенных исследований требований к основным ЛТХ самолетов МВЛ с ГСУ

# СТРУКТУРА СЕБЕСТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗОК. ВАЖНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

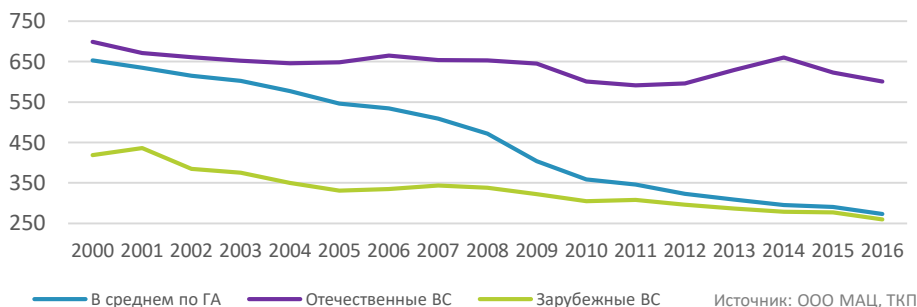
Динамика себестоимости перевозок в 2000-2016 гг.



Структура себестоимости перевозок в 2011-2016 гг.



Удельный расход керосина на транспортной работе, грамм/ткм



- Рост перевозок в 2000-х гг. во многом был вызван снижением реальной себестоимости перевозок (коэффициент корреляции между пассажиропотоком и себестоимостью перевозок, скорректированной на индекс потребительских цен составил -0,84)
- Выросли расходы на владение из-за снижения курса рубля и эксплуатации преимущественно иностранной техники
- Исчерпан потенциал повышения топливной эффективности за счет замещения отечественного парка иностранным

# ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРИРАЩЕНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКА (для одной линии)

## Условия расчета

Линия: SVO (Шереметьево) → LED (Пулково)

Коэффициент эластичности: -1.20

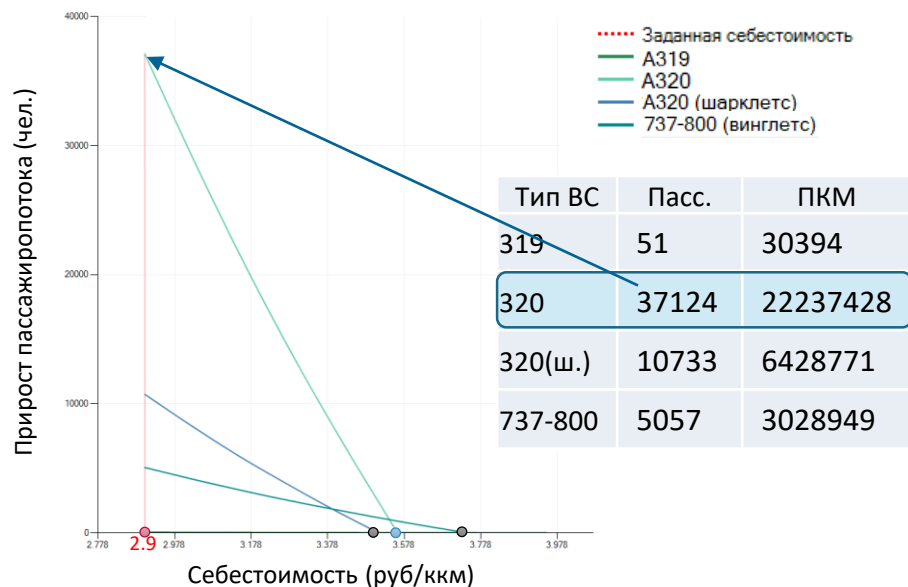
## Результат

Параметры расчета

| №      | Пассажировместимость<br>сравниваемых ВС (чел.) | Удельная себестоимость<br>перевозки новым ВС<br>(руб./ккм.) |
|--------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| BC № 1 | 90 – 180                                       | 2.9                                                         |
| BC № 2 | 150 – 250                                      | 3.6                                                         |

### BC 1)

Зависимость прироста пассажиропотока от себестоимости

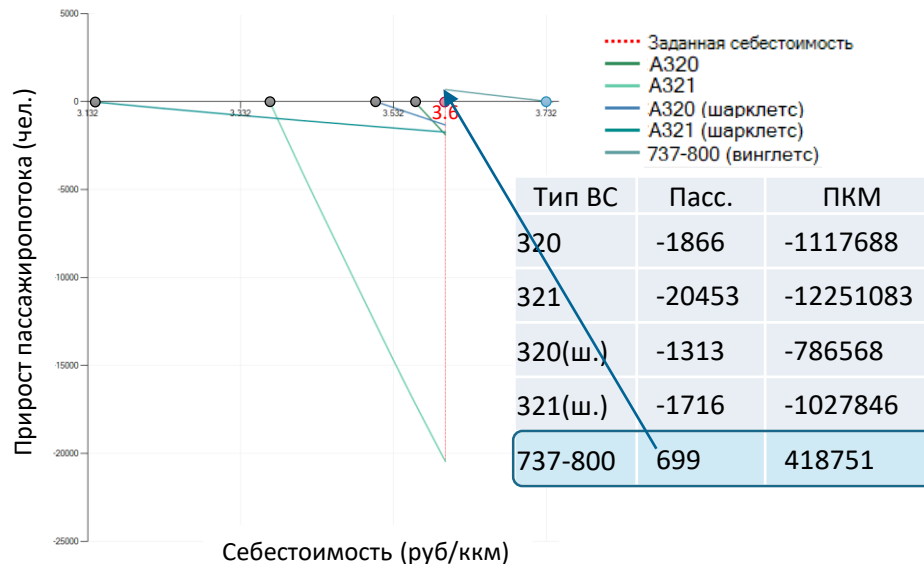


Эффект от внедрения нового типа ВС будет положительным при замене любого из эксплуатируемых типов.

- лучший эффект приращения пассажиропотока

### BC 2)

Зависимость прироста пассажиропотока от себестоимости



Положительный эффект может быть получен только при замене одного из типов ВС.

# ПРИМЕР РАСЧЕТА ДЛЯ ВСЕХ ЛИНИЙ В АТС РФ

## Условия расчета

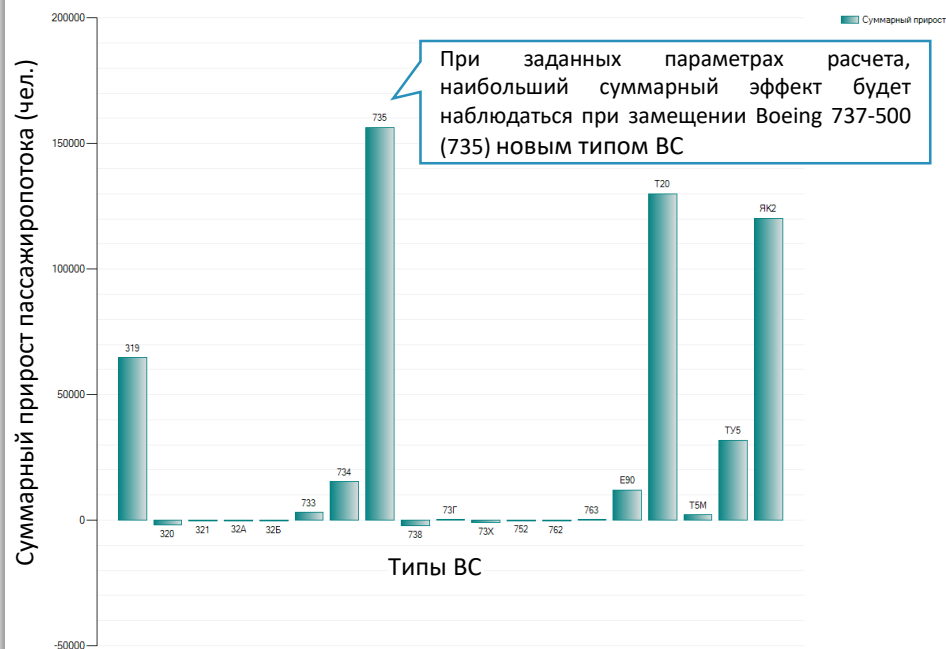
Коэффициент эластичности: индивидуален для каждой линии

Параметры расчета

| Пассажировместимость<br>сравниваемых ВС (чел.) | Предполагаемая<br>дальность полета (км.) | Удельная себестоимость<br>перевозки новым ВС<br>(руб./ккм.) |
|------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 100 – 300                                      | 300 – 4000                               | 3.75                                                        |

## Результат

Суммарный пассажиропоток по типам ВС



Доля линий с целесообразной заменой ВС  
(с положительным эффектом от замены)

