

# Решение задач на примере дискретно-событийного аппарата

## Часть 2

Девятков Тимур Владимирович, к.т.н

Зав. Лабораторией имитационного моделирования Академии наук  
Республики Татарстан.

# Постановка задачи

- Администрацией города Казани принято стратегическое решение по введению в эксплуатацию нового для города вида транспорта – Подвесной канатной дороги (ПКД).
- Первой очередью планируется строительство ПКД соединяющей казанский железнодорожный вокзал (Казань-1) с противоположным берегом р. Волга (поселок Верхний Услон), данный проект планируется реализовать в 2016 г.
- Второй очередью планируется строительство ПКД от поселка Верхний Услон до нового города России – Иннополис.

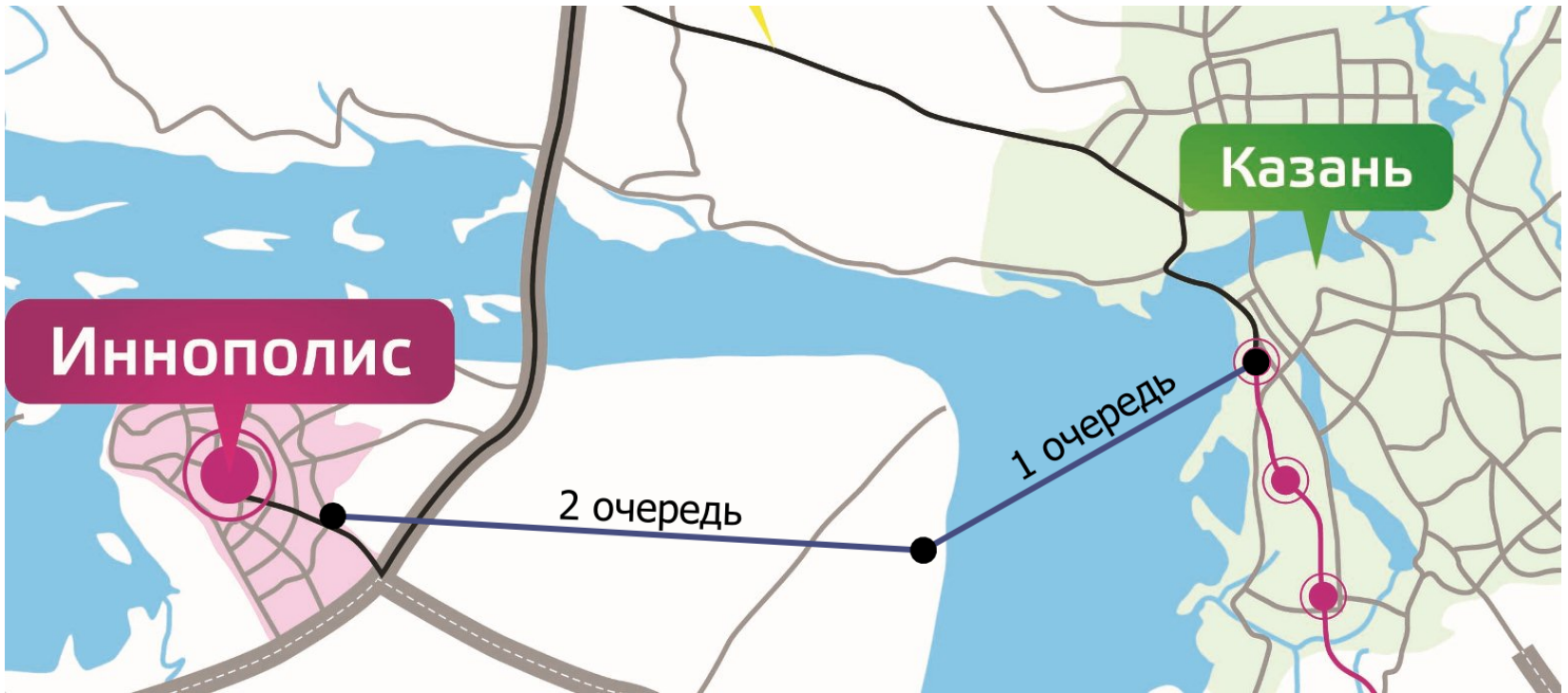
# Постановка задачи

30-40 минут от Казани  
2,5-3 часа от Москвы

Для реализации проекта был выбран живописный участок в одном из самых красивых и экологически чистых районов Республики Татарстан.

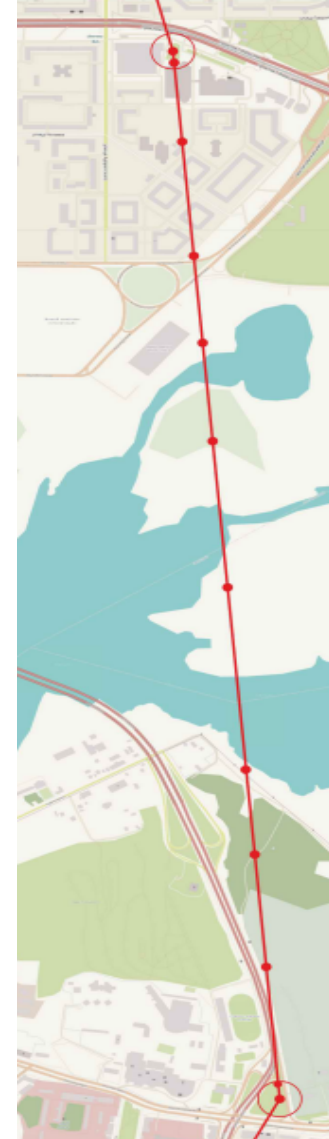


# Постановка задачи



# Постановка задачи

- Следующий планируемый проект по ПКД – первая ветка внутригородского сообщения (ГТРК Корстон – пр. Ямашева). Данный проект подразумевает дальнейшее расширение сети ПКД, для создания разветвленной сети общественного транспорта.



# Постановка задачи

- Каковы сроки окупаемости проекта?
- Какую нагрузку может выдержать ПКД при различных сценариях?
- Какие коэффициенты использования различных узлов ПКД?
- Каково число отказов от использования ПКД клиентами?
- Какова прибыль от использования ПКД?

# Предварительная оценка

Технические характеристики ПКД:

Характеристика	Казань-1 – Верхний Услон	ГТРК Корстон – пр. Ямашева
Длина страссы	7,5 км	3,7 км
Нагрузка	1200 чел/час	2500 чел/час
Скорость движения	6,5 м/с	6,5 м/с
Вместимость кабины	10 чел	10 чел
Количество кабин на трассе	120	50
Количество опор	9	9
Энергопотребление	450 кВт	450 кВт

Данные характеристики помогли подсчитать предварительную оценку пропускной способности по трем базовым сценариям.

# Оценка пассажиропотока

Была произведена оценка потенциального пассажиропотока для ПКД Казань-1 – Верхний Услон:

- Жители левого и правого Волги, и соседних регионов выезжающих на работу (поездка туда-обратно).
- Транзитные пассажиры проезжающие в обоих направлениях.
- Поездки в Казань и Верхний Услон для отдыха (поездка туда-обратно).
- Туристический поток (поездка туда-обратно).

Для ПКД ГТРК Корстон – пр. Ямашева строилась аналогичная оценка.



# Предварительная оценка

После чего была произведена простейшая предварительная оценка двух проектов:

➤ Казань 1 – Верхний Услон.

Сценарий развития	Коэфф. загрузки дороги	Время работы в течение дня (час)	Цена билета (руб.)	Кол-во поездов	Срок окупаемости (лет)
1	0,4	14	100	2 453 000	13,95
2	0,6	18	100	4 730 400	6,27
3	0,8	18	150	6 307 200	2,86

➤ ГТРК Корстон – пр. Ямашева.

Сценарий развития	Коэфф. загрузки дороги	Время работы в течение дня (час)	Цена билета (руб.)	Кол-во поездов	Срок окупаемости (лет)
1	0,4	18	25	13 140 000	3,76
2	0,6	20	25	21 900 000	2,12
3	0,8	20	25	29 200 000	1,55

# Разработка модели

Входом для модели становятся данные предварительного анализа:

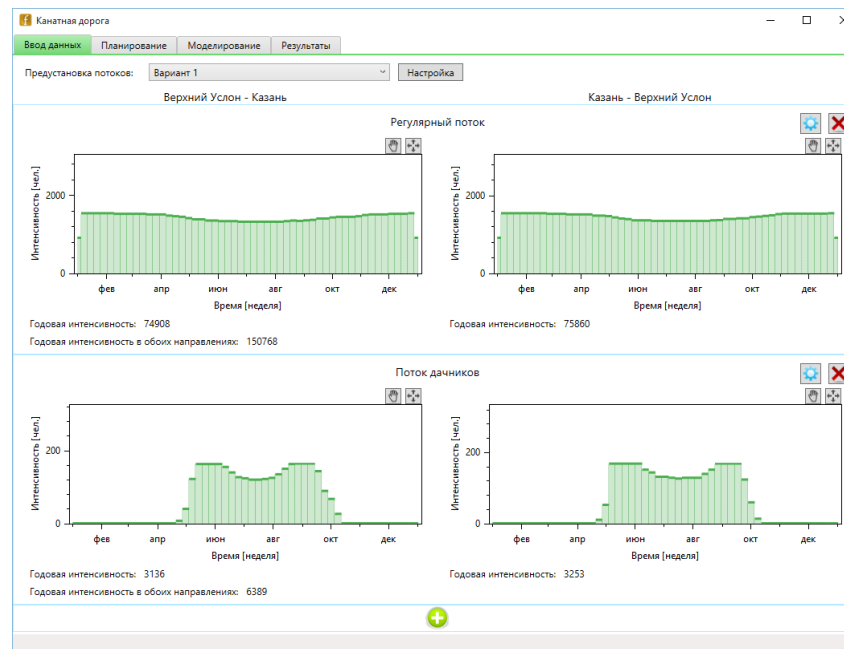
- Технические характеристики ПКД.
- Оценочные нагрузки.

Возникает проблема в том, как подготовить данные для ввода в модель.

Для данной цели было разработано имитационное приложение на базе Расширенного редактора GPSS World.

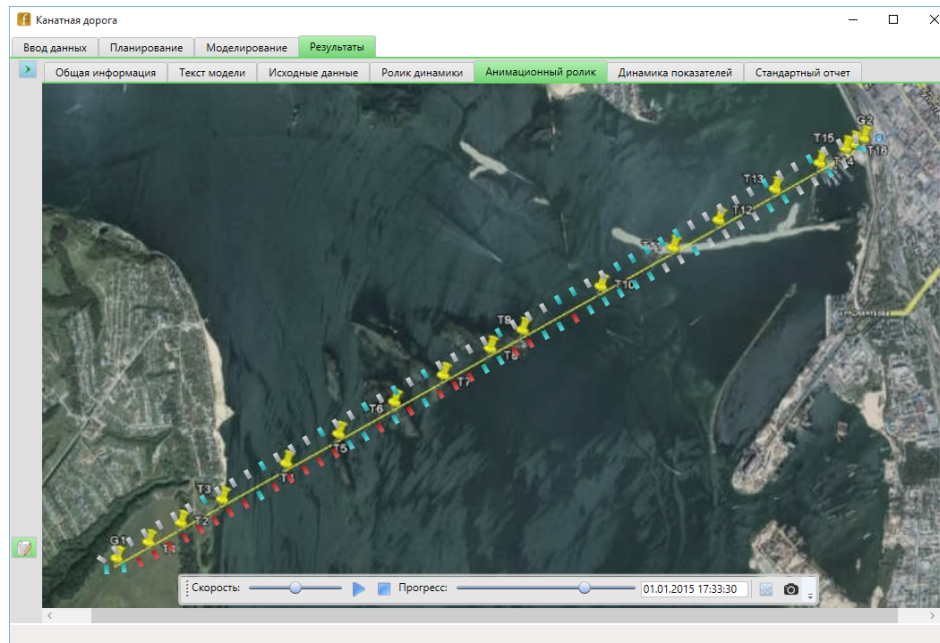
# Разработка модели

Нагрузка представлена в модели в виде каскада генераторов с интервалом в 1 час, генерирующих нагрузку соответствующую предварительным статистическим данным.



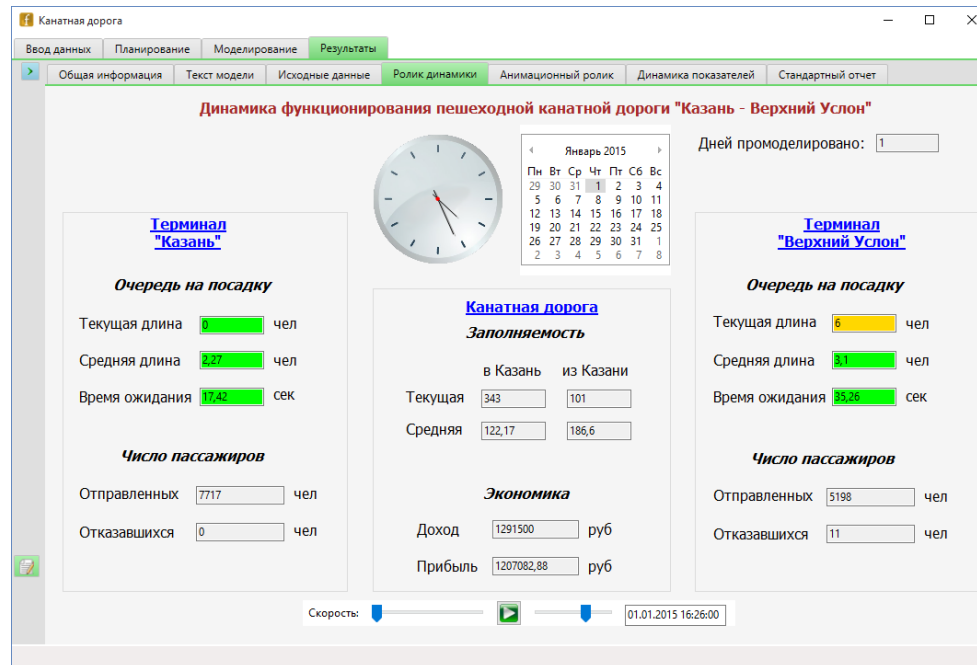
# Разработка модели

Динамическими объектами в модели являются как пассажиры, так и сами кабинки, которые выполняют работу по перемещению пассажиров от одной станции к другой.



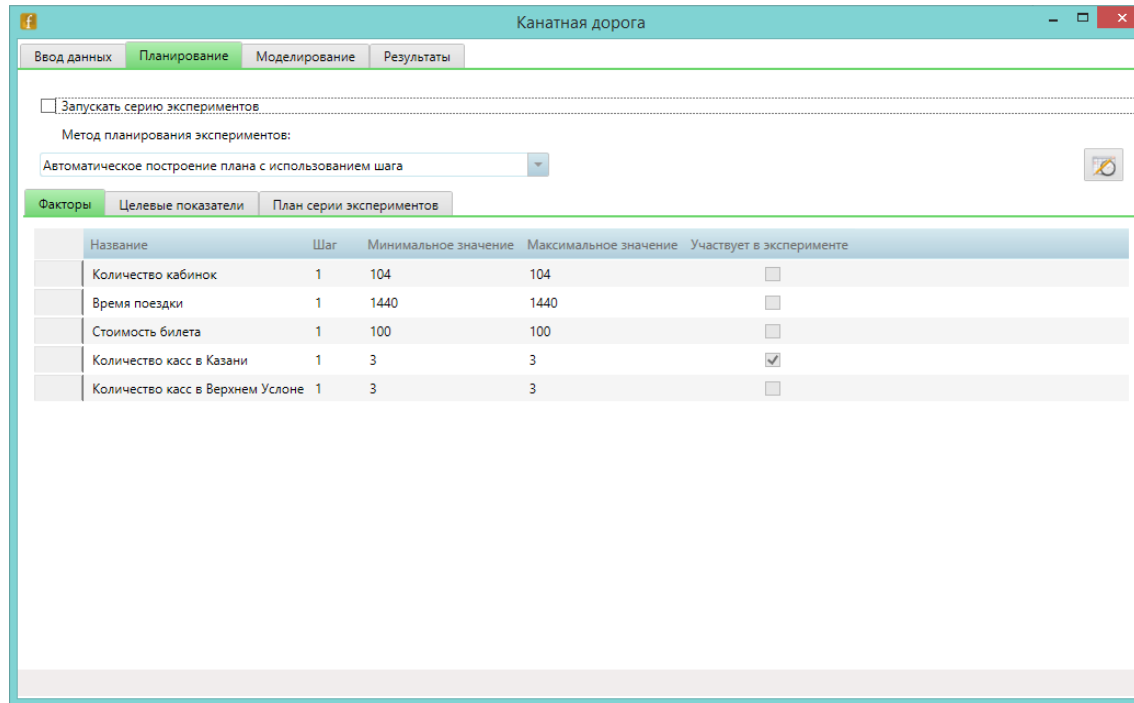
# Разработка модели

По результатам моделирования собираются большие массивы данных обо всех очередях, устройствах и т.д., которые позволяют анимировать результат.

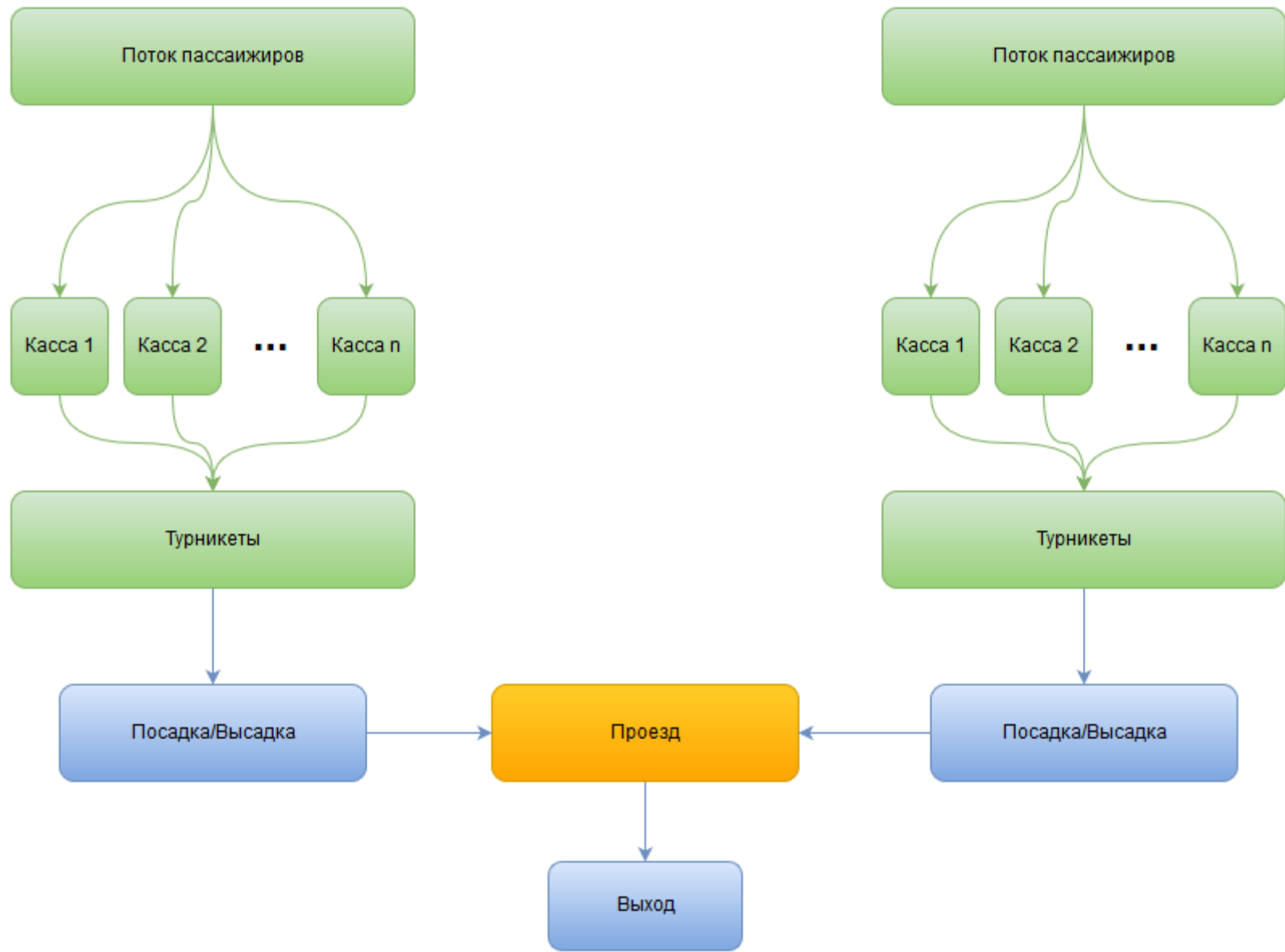


# Разработка модели

Предусмотрено планирование эксперимента



# Структура модели



# Фрагменты модели

```
KAZAN_BOARDING TEST E x$Is_working,1,FIRST_KAZAN_BOARDING
SAVEVALUE Cabin_Should_Start_To_Kazan,0
TEST L
X$PASSENGERS_TO_KAZAN_READY_TO_BOARD,X$CABIN_CAPACITY,NOT_ENOUGH_PLACES2
ASSIGN CURRENT_PASSENGERS,X$PASSENGERS_TO_KAZAN_READY_TO_BOARD
TRANSFER ,NOT_ENOUGH_PLACES_CONT2
```

```
NOT_ENOUGH_PLACES2 ASSIGN CURRENT_PASSENGERS,X$CABIN_CAPACITY
NOT_ENOUGH_PLACES_CONT2 DEPART BOARDING_TO_KAZAN,p$CURRENT_PASSENGERS
SAVEVALUE PASSENGERS_TO_KAZAN_READY_TO_BOARD-,p$CURRENT_PASSENGERS
ADVANCE 30
QUEUE trip_to_kazan,p$CURRENT_PASSENGERS
QUEUE cabins_trip_to_kazan
ENTER P$CABIN_ID,p$CURRENT_PASSENGERS
```

```
USLON_BOARDING TEST E x$Is_working,1,FIRST_USLON_BOARDING
SAVEVALUE Cabin_Should_Start_From_Kazan,0
TEST L
X$PASSENGERS_FROM_KAZAN_READY_TO_BOARD,X$CABIN_CAPACITY,NOT_ENOUGH_PLACES1
ASSIGN CURRENT_PASSENGERS,X$PASSENGERS_FROM_KAZAN_READY_TO_BOARD
TRANSFER ,NOT_ENOUGH_PLACES_CONT1
```

```
TRIP2 ADVANCE X$TRIP_TIME
DEPART trip_to_kazan,P$CURRENT_PASSENGERS
DEPART cabins_trip_to_kazan
LEAVE P$CABIN_ID,P$CURRENT_PASSENGERS
ADVANCE 30
SAVEVALUE NEW_TRANSFERED_PASSENGERS_TO_KAZAN+,P$CURRENT_PASSENGERS
ASSIGN CURRENT_PASSENGERS,0
```



# Основные результаты

На данный момент:

- Разработана модель участка канатной дороги с примером реальной нагрузки.
- Экспериментально подтверждены оценочные периоды окупаемости проектов.
- В результате моделирования получены все запрашиваемые характеристики использования ПКД.
- Число отказов от поездок при высокой нагрузке на модель достигает 15-18%.
- Прибыль от использований ПКД по истечении срока окупаемости может достигать более 300 млн. руб. в год.

# Дальнейшие шаги



# Основные выводы

- Проект рентабелен и перспективен.
- Необходимы решения по обеспечению высокой нагрузки ПКД (например путем создания шаттлов, следующих от мест скопления пассажиров к станциям ПКД).
- Есть возможность подсчитать эффективность размещения торговых павильонов на территории станций.
- Данной решение необходимо расширить до инструмента по созданию сети маршрутов передвижения по ПКД, с возможностью задания всех пассажиропотоков на всех станциях.