



Министерство цифрового развития  
Удмуртской Республики

# Тепловая карта ДТП

Разработка математически выверенных мероприятий  
для сокращения количества пострадавших в ДТП  
на территории Удмуртской Республики

## ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Повышение безопасности на дорогах Удмуртской Республики за счет проведения эффективной управленческой политики в сфере благоустройства улично-дорожной сети, основанной на результатах анализа данных и прогнозирования ДТП, а также применения экспертной системы при формировании эффективных мероприятий по снижению аварийности на дорогах.

# УНИКАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА

С применением облачной BI-системы DataLens разработана геоаналитическая система Удмуртской Республики, позволяющая на основе открытых данных:

- ✓ **проводить аналитику** влияния на ДТП и тяжесть последствий различных факторов:

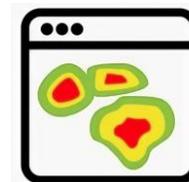
- время,
- территория,
- виды ДТП,
- факторы инфраструктуры,
- человеческие факторы и др.;



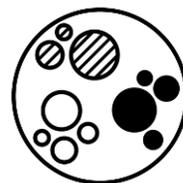
- ✓ **прогнозировать** количество ДТП и тяжесть их последствий на территории республики;



- ✓ **визуализировать участки аварийности** на улично-дорожной сети в виде **тепловой карты**, полученной с использованием результатов зонирования территорий;



- ✓ автоматически выявлять **места концентрации ДТП** с применением методов машинного обучения (кластерного анализа);



- ✓ автоматически формировать с применением **экспертной системы** список рекомендуемых мероприятий, направленных на снижение аварийности.



# СЛОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ



Неоднородность исходных данных.



Отсутствие части необходимых данных.



Систематический автоматизированный сбор необходимых данных.



Устойчивость функционирования разработанной системы визуализации (тепловой карты ДТП), напрямую зависит от устойчивости BI платформы DataLens.



Неготовность государственных структур к реализации управленческих решений, построенных на основе данных.

# ИСПОЛЬЗОВАННОЕ ПО, ОБОРУДОВАНИЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

При разработке геоаналитической системы использовано следующее ПО:



Язык программирования Python (pandas, sklearn, xmltodict, numpy, matplotlib)



База данных Postgres SQL 14



Среда разработки pyCharm Community для аналитических расчетов



Облачная BI-система Yandex DataLens для визуализации данных

- При помощи фреймворков языка программирования Python и среды разработки PyCharm Community разработан механизм, преобразующий входные данные в удобный для исследования вид.
- Обработанные данные хранятся в базе данных Postgres SQL 14.
- Yandex DataLens позволяет визуализировать преобразованные данные.

# АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

## Исходные данные

- **Статистика** ГИБДД  
сайт Госавтоинспекция  
<http://stat.gibdd.ru/>

## Выявление мест концентрации ДТП

- **Интеллектуальные алгоритмы**  
(иерархический кластерный анализ)

## Визуализация

- **Визуализация** геоаналитики  
при помощи облачной BI-  
системы DataLens

## Анализ данных

- **Оценка влияния факторов** на количество ДТП и тяжесть последствий.
- Прогнозирование ДТП

## Мероприятия

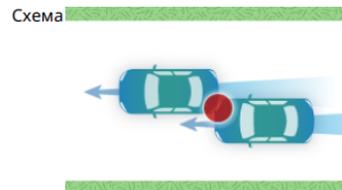
- **Экспертная система** оценки влияния факторов на аварийность и подбор соответствующих мероприятий

# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРИМЕР КАРТОЧКИ ДТП



## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дата	14.12.2021	Время	11:32
Широта	57.033001	Долгота	53.934749
Номер ДТП	940017492	Вид ДТП	Столкновение



Адрес г. Воткинск, г Воткинск ул Азина 208

Дорога

Значение дороги **Местного значения (дорога местного значения, включая относящиеся к собственности поселений, муниципальных районов, городских округов)**

Категория дороги

Категория улицы **Улицы и дороги местного значения в жилой застройке**

## ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ

Объекты УДС на месте ДТП

**Перегон (нет объектов на месте ДТП)**

Объекты УДС вблизи места ДТП

**Остановка общественного транспорта  
АЗС**

**Производственное предприятие  
Нерегулируемый пешеходный переход**

**Недостатки зимнего содержания**

Недостатки транспортно-эксплуатационного содержания улично-дорожной сети

Факторы, оказывающие влияние на режим движения **Сведения отсутствуют**

Состояние погоды

**Пасмурно**

Состояние проезжей части

**Обработанное противогололедными материалами**

Освещение

**Светлое время суток**

Изменения в режиме движения

**Движение частично перекрыто**

## УЧАСТНИКИ

Количество ТС	3	Число участников	3	Число погибших	0	Число раненых	2
---------------	---	------------------	---	----------------	---	---------------	---

## ТС 1

Сведения об оставлении места

**Осталось на месте ДТП**

Расположение руля, тип привода

**С задним приводом**

Тип ТС

**Фургоны**

Марка/модель ТС

**ISUZU Прочие модели Isuzu**

Год выпуска

**2001**

Цвет

**Белый**

Форма собственности

**Физические лица**

Места повреждения

Технические неисправности

**Технические неисправности отсутствуют**

## УЧАСТНИК 1

Категория участника

**Водитель**

Использовался ли ремень

**Нет**

Транспортное средство

**1**

Тип детского удерживающего устройства

Сведения об оставлении места ДТП

**Нет (не скрывался)**

Степень опьянения

Пол

**Мужской**

Водительский стаж

**4**

Степень тяжести последствий

**Раненый, находящийся (находившийся) на амбулаторном лечении, либо в условиях дневного стационара**

Непосредственные нарушения ПДД

**Неправильный выбор дистанции**

Сопутствующие нарушения ПДД

**Нет нарушений**

## УЧАСТНИК 2

Категория участника

**Пассажир**

Использовался ли ремень

**Нет**

Транспортное средство

**1**

Тип детского удерживающего устройства

Сведения об оставлении места ДТП

**Нет (не скрывался)**

Степень опьянения

Пол

**Мужской**

Водительский стаж

Степень тяжести последствий

**Раненый, находящийся (находившийся) на стационарном лечении**

Непосредственные нарушения ПДД

**Нет нарушений**

Сопутствующие нарушения ПДД

**Нет нарушений**

# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

## СТРУКТУРИРОВАННЫЕ ДАННЫЕ

### Информация о ДТП

- Дата и время
- Кол-во участников
- Район, город, улица, дом / дорога
- Широта, долгота
- Расстояние
- Вид ДТП



- Значение и категории дороги
- Объекты и недостатки УДС
- Факторы инфраструктуры
- Состояние погоды
- Освещение
- Состояние проезжей части

### Транспортные средства

- Год выпуска
- Марка и модель
- Владелец



- Тип привода
- Технические неисправности
- Нахождение

### Участники ДТП

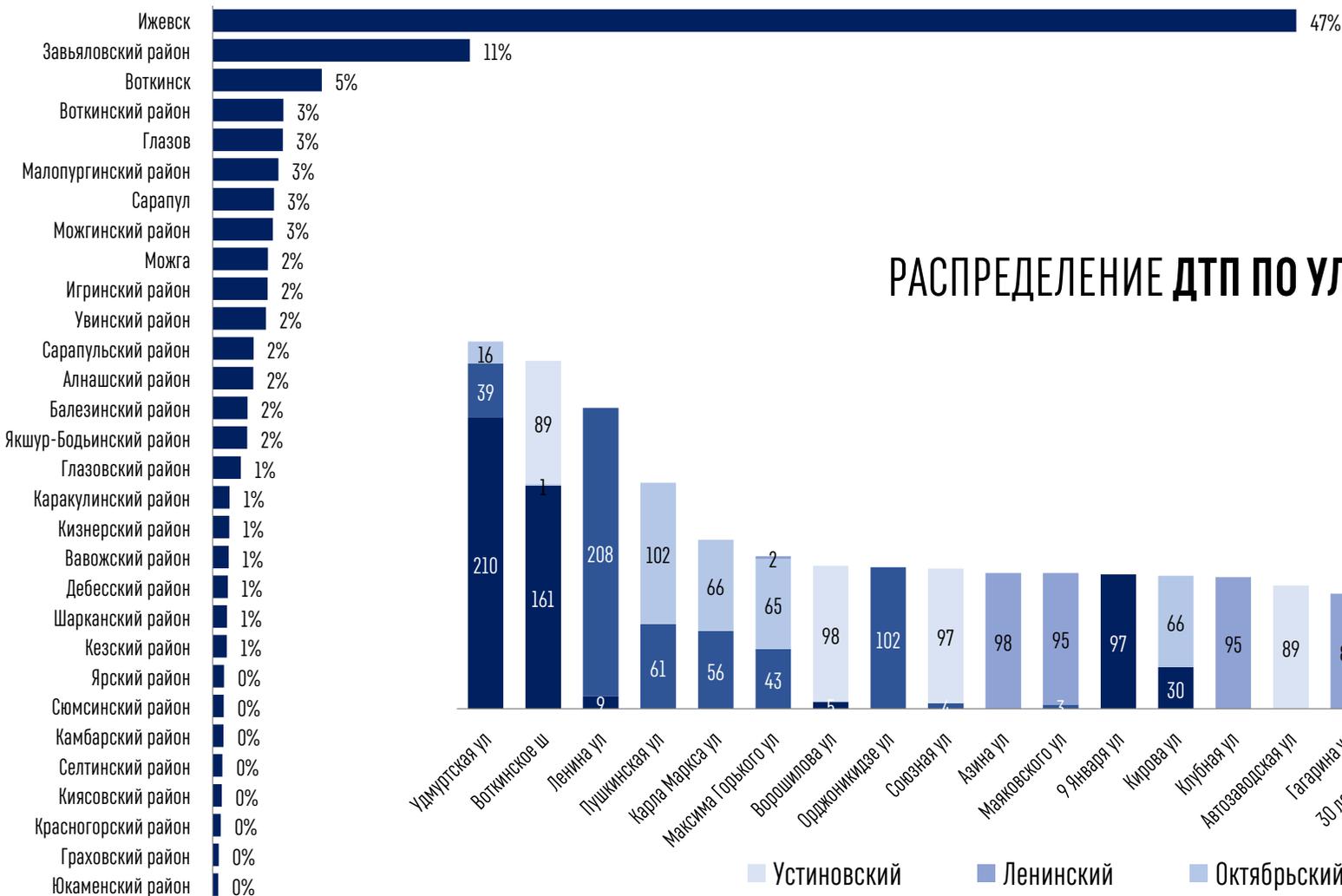
- Категория участника
- Пол
- Водительский стаж



- Степень опьянение
- Степень полученных травм
- Нарушения ПДД

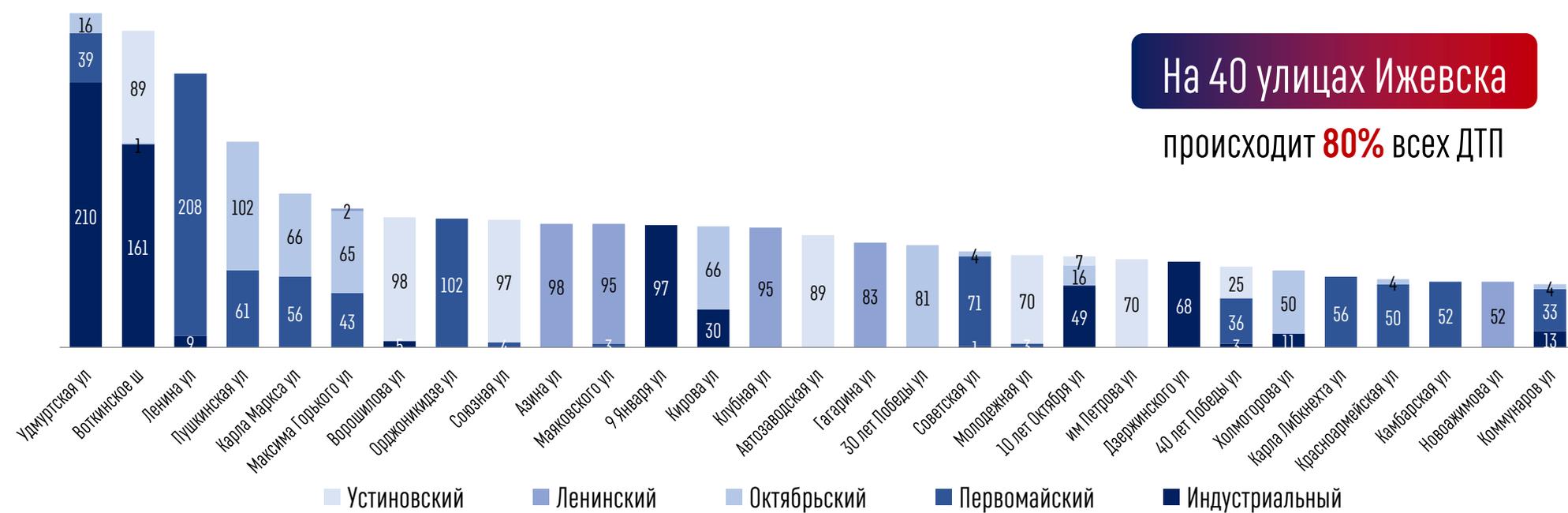
# АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ФАКТОРА

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДТП ПО ГОРОДАМ И РАЙОНАМ УР



**В Ижевске**  
происходят **47%** всех ДТП в УР

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДТП ПО УЛИЦАМ ИЖЕВСКА



**На 40 улицах Ижевска**  
происходит **80%** всех ДТП

# АНАЛИЗ ВИДОВОГО ФАКТОРА

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДТП ПО ВИДАМ В ИЖЕВСКЕ

### Основные виды ДТП в Ижевске

- ✓ Столкновение - **39%**
- ✓ Наезд на пешехода - **38%**
- ✓ Падение пассажира - **10%**



## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДТП ПО ВИДАМ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ИЖЕВСКА

### Основные виды ДТП вне Ижевска

- ✓ Столкновение - **39%**
- ✓ Наезд на пешехода - **24%**
- ✓ Опрокидывание - **12%**
- ✓ Съезд с дороги - **11%**



# АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА (ИЖЕВСК)

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДТП ПО ГОДАМ



В течение дня

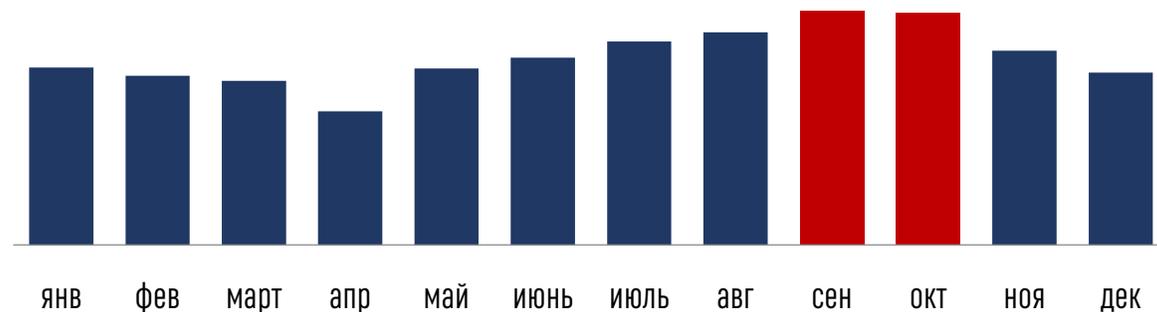
84 % ДТП с 7:00 до 21:00

Снижение числа ДТП

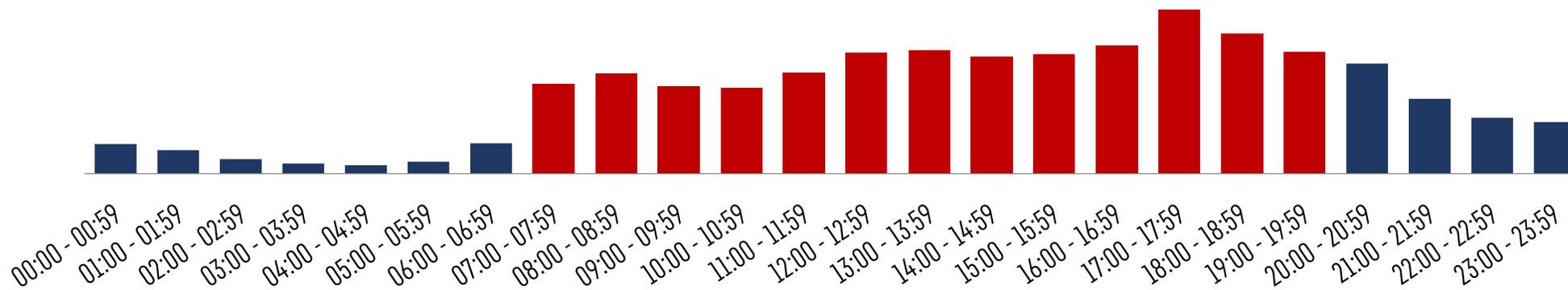
В 2021 на 37 % ↓ чем в 2017

В 2021 на 40 % ↓ чем в 2020

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДТП ПО МЕСЯЦАМ



## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДТП ПО ЧАСАМ В СУТКАХ



Аварийные месяцы

- ✓ Сентябрь - 10%
- ✓ Октябрь - 10%

# АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА (БЕЗ ИЖЕВСКА)

Снижение числа ДТП

В 2021 на **21%** ↓ чем в 2017

В 2021 на **25%** ↓ чем в 2020

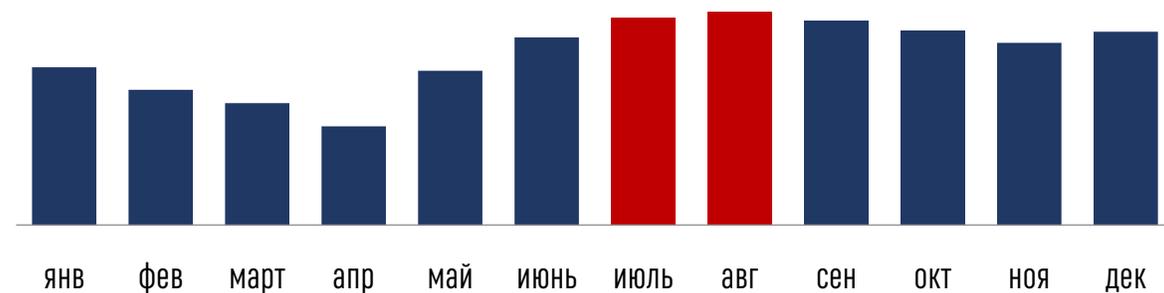
## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДТП ПО ГОДАМ



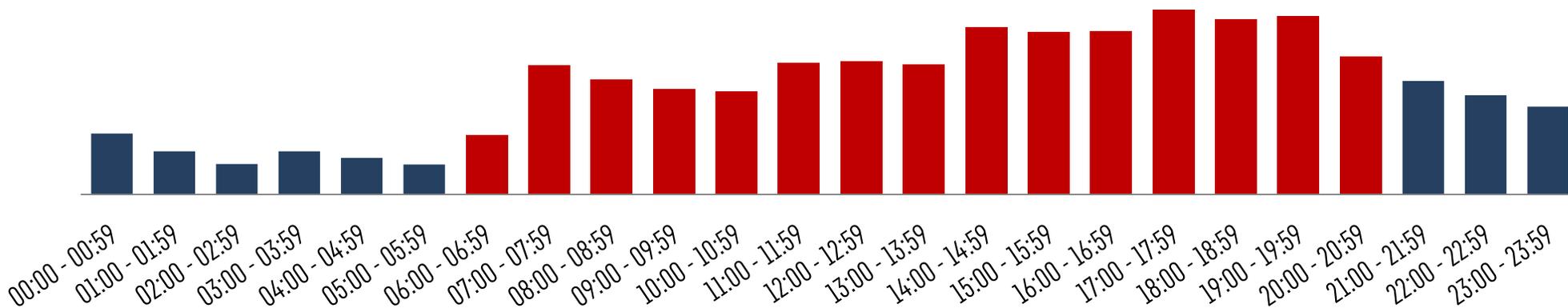
В течение дня

**84%** ДТП с 6:00 до 21:59

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДТП ПО МЕСЯЦАМ



## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДТП ПО ЧАСАМ В СУТКАХ

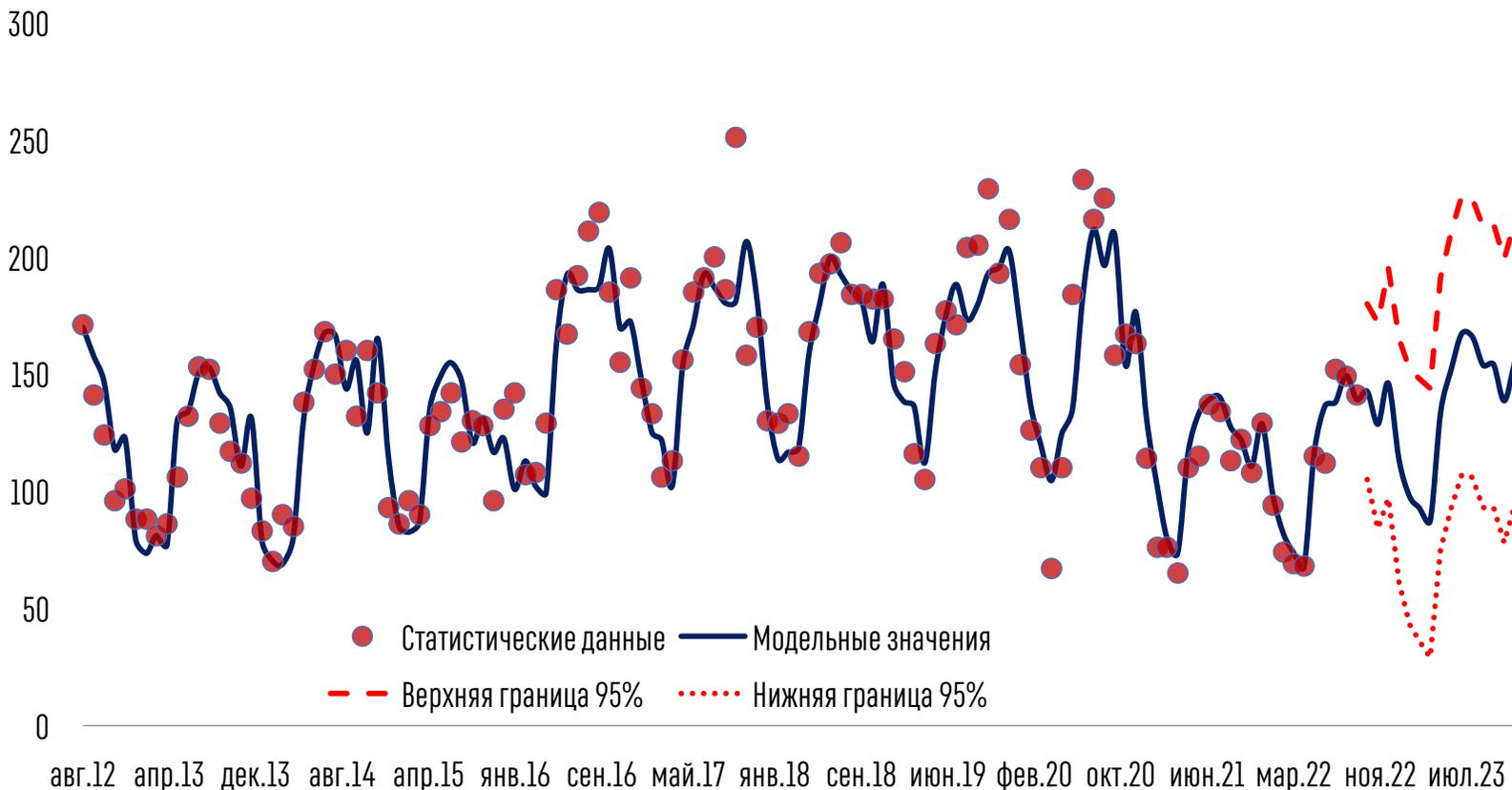


Аварийные месяцы

- ✓ Июль - **10%**
- ✓ Август - **10%**

# АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА (ПРОГНОЗ)

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЕЖЕМЕСЯЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ДТП



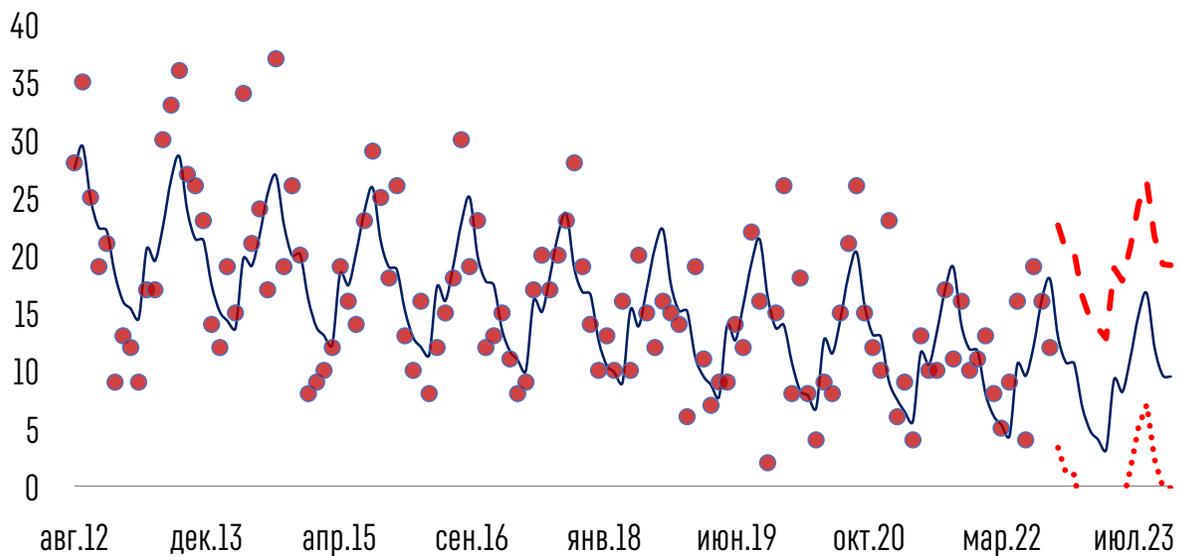
Средняя ошибка прогноза MAPE = **10%**

## ПРОГНОЗ ДТП на 100 человек

Год	ДТП	Численность населения, тыс. чел.	Количество ДТП на 100 чел.
Статистические значения			
2017	1993	1517	13,1
2018	2003	1513	13,2
2019	2095	1507	13,9
2020	1913	1501	12,7
2021	1299	1453	8,9
Прогнозные значения			
<b>2022</b>	<b>1391</b>	<b>1492</b>	<b>9,3</b>
<b>2023</b>	<b>1605</b>	<b>1486</b>	<b>10,8</b>

# АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА (ПРОГНОЗ)

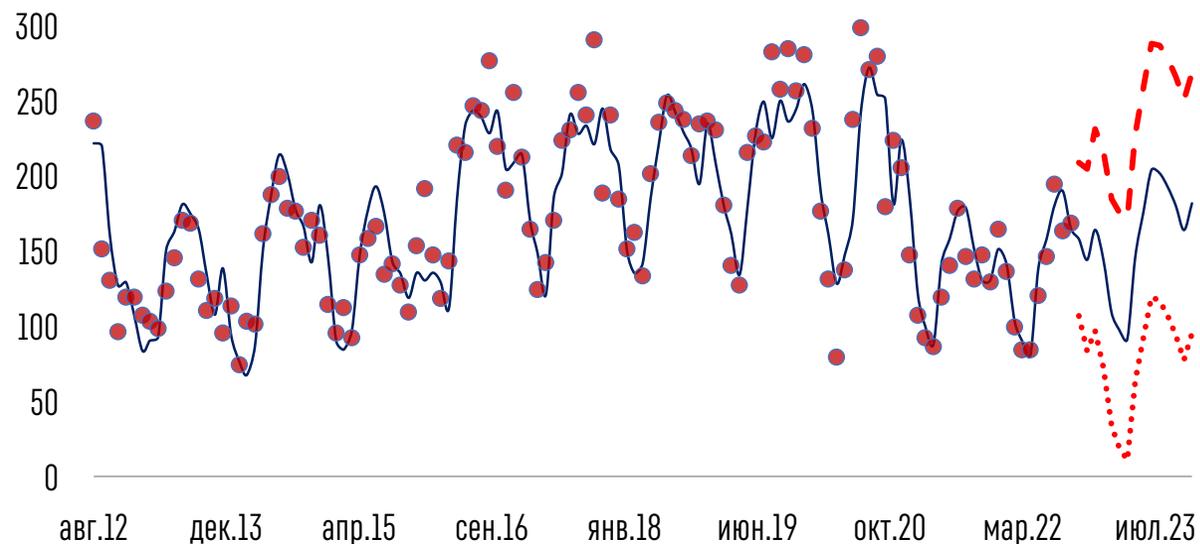
## ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА ПОГИБШИХ



### Ожидается

- **Рост** количества ДТП и раненных
- **Снижение** смертности

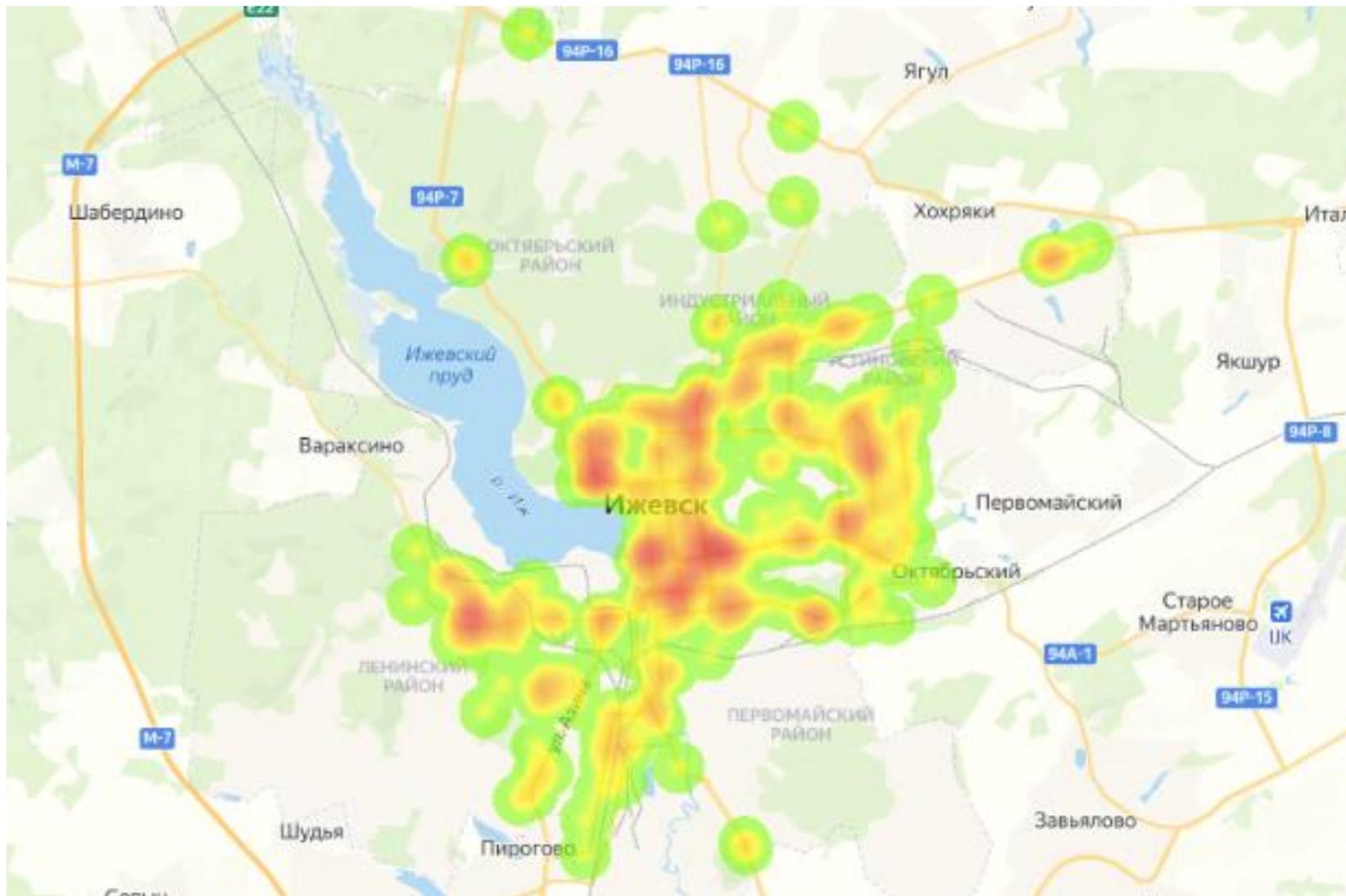
## ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА РАНЕННЫХ



### Необходимо

- Выделить места концентрации ДТП (МКДТП)
- Разработать мероприятия по снижению аварийности в МКДТП

# ТЕПЛОВАЯ КАРТА ДТП



Плотность ДТП



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП

## Место концентрации ДТП

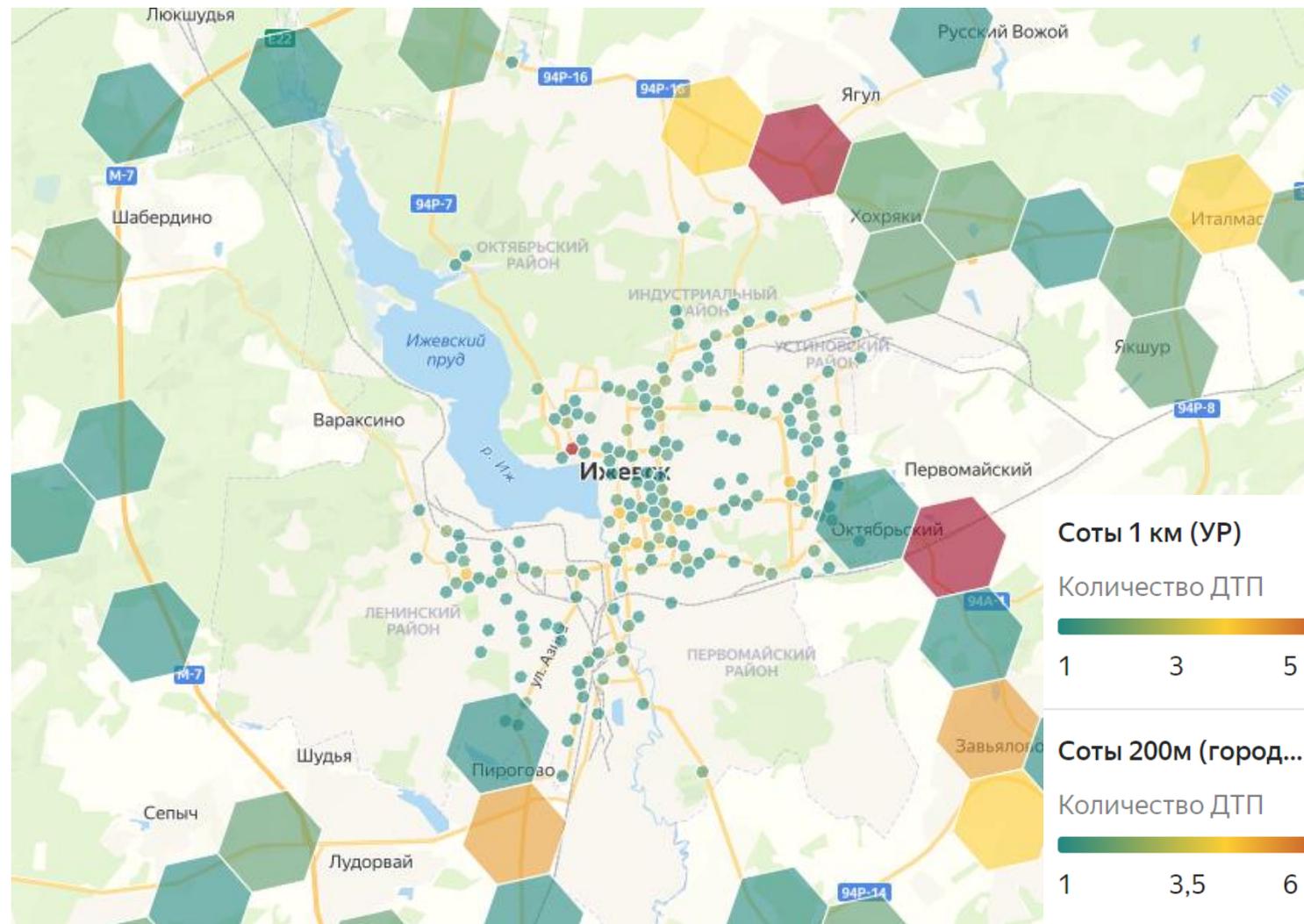
– участок дороги, не превышающий

✓ 1 км вне населенного пункта,

✓ 200 м в населенном пункте,

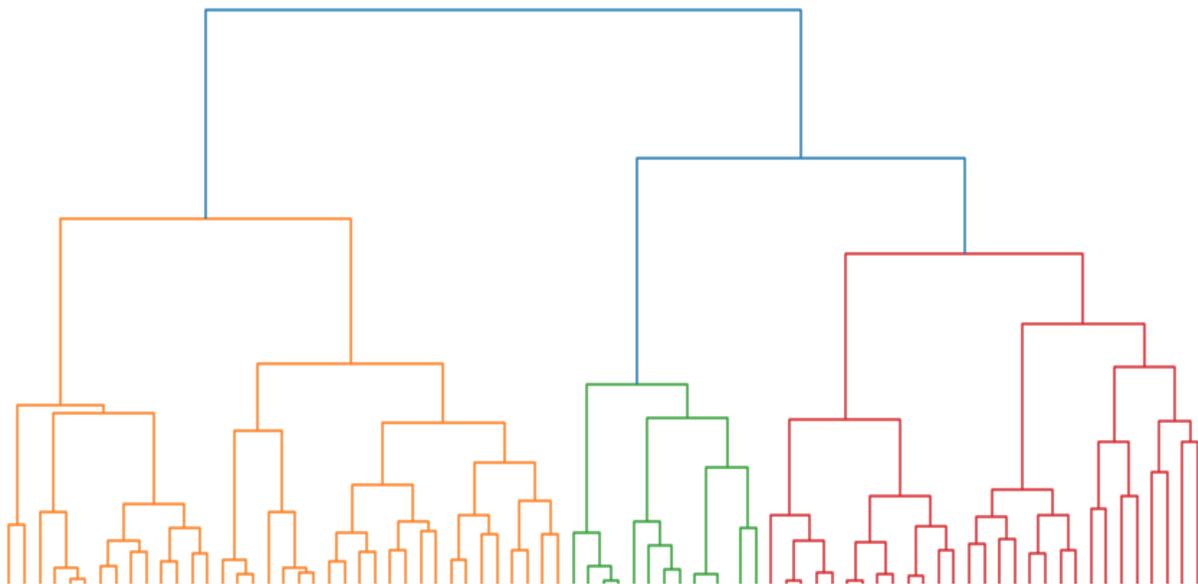
где в течение года произошло три и более ДТП одного вида или пять и более ДТП независимо от их вида, в которых пострадали люди.

## Зонирование территорий сотами



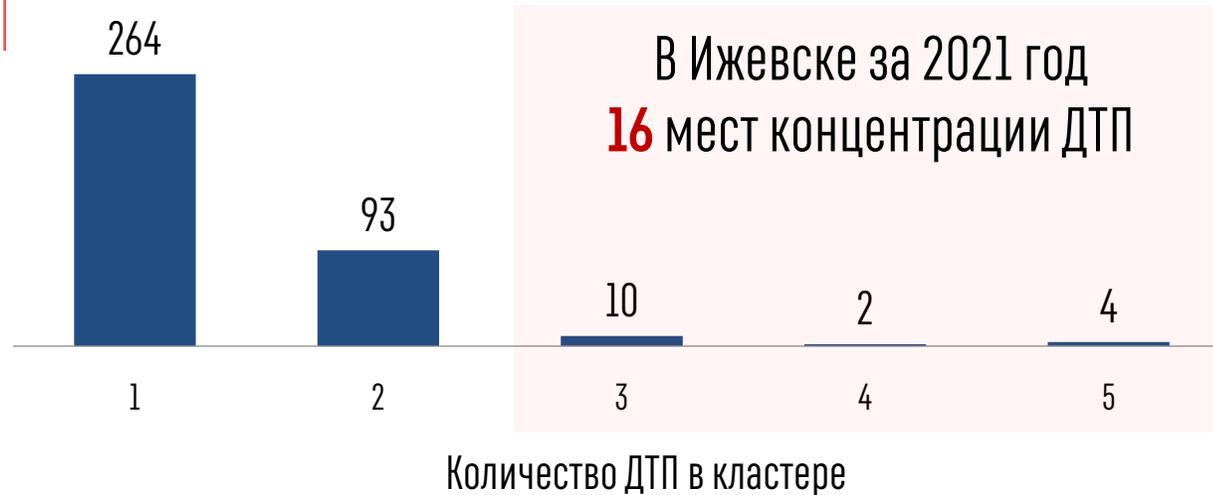
# МЕСТА КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП В ИЖЕВСКЕ

## ИЕРАРХИЧЕСКИЙ КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ МЕСТ ДТП



Всего в Ижевске за 2021 год сформировано **373** кластера с радиусом в 200 м

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРОВ ПО КОЛИЧЕСТВУ ДТП



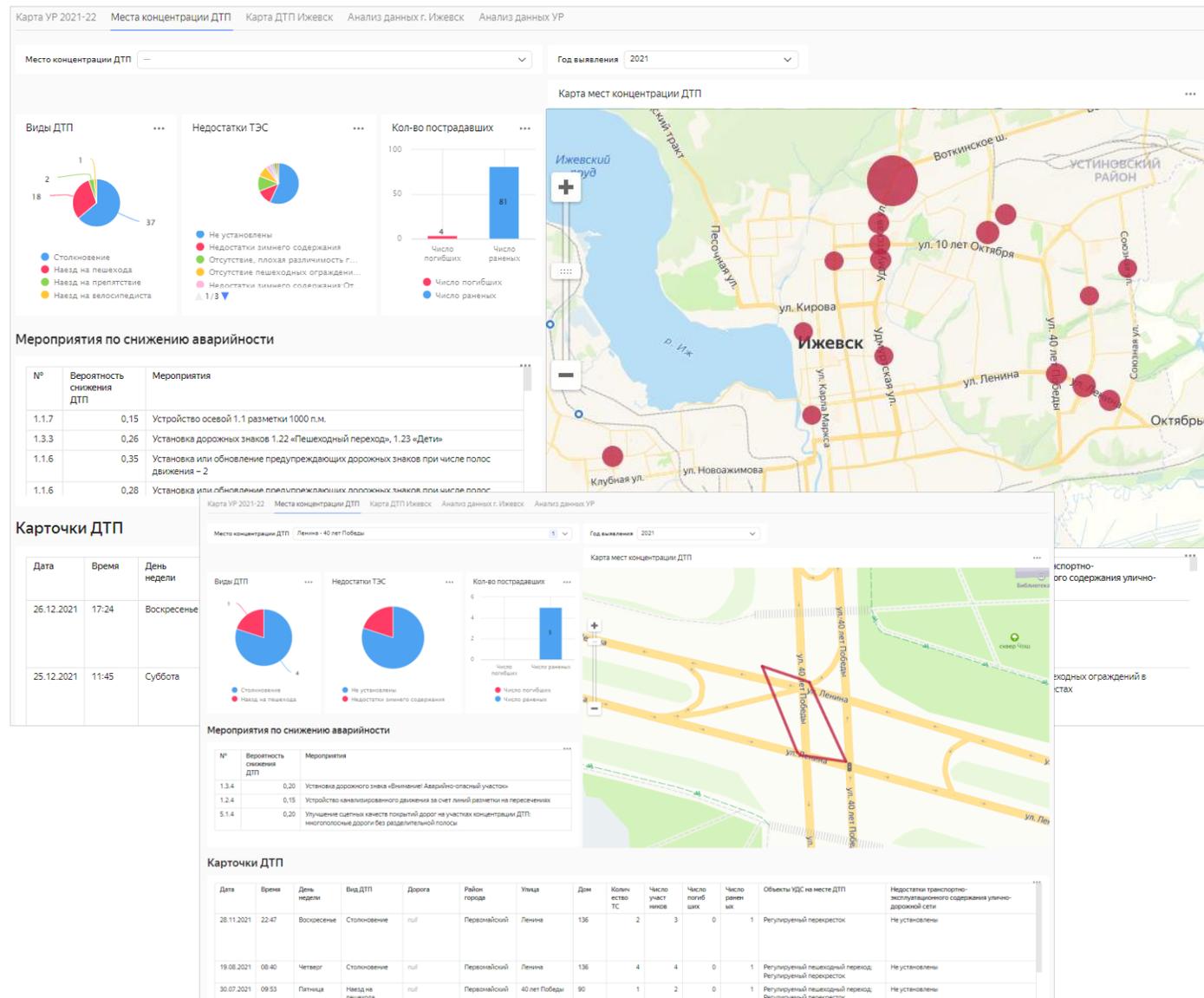
# МЕСТА КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП В ИЖЕВСКЕ

№ кластера	Места концентрации ДТП (адреса)	ДТП	Погибло	Ранено	Всего пострадавших
1	ул Буммашевская, 1; ш Воткинское, 2	5	0	24	24
2	ул 9 Января, 177, 185а; ул Ворошилова, 20	5	0	6	6
3	ул Удмуртская, 263, 265; ул Холмогорова, 35в	4	0	5	5
4	ул Ленина, 136; ул 40 лет Победы, 1, 90	5	0	5	5
5	ул Удмуртская, 261, 302а	3	1	4	5
6	ул Молодежная, 74; ул Ленина, 138	3	0	5	5
7	ул Ворошилова, 25, 27, 28	5	0	5	5
8	ул Удмуртская, 255	3	0	4	4
9	ул Ленина, 164	4	1	3	4
10	ул Баранова, 65, 66, 68	3	0	4	4
11	ул архитектора П.П.Берша, 32	3	0	3	3
12	ул Пушкинская, 282, 283	3	1	2	3
13	ул Труда, 1,2,4	3	0	3	3
14	ул Максима Горького, 53, 54	3	1	2	3
15	ул Удмуртская, 226, 245	3	0	3	3
16	ул Максима Горького, 156, 158в	3	0	3	3
<b>Итого</b>		<b>58</b>	<b>4</b>	<b>81</b>	<b>85</b>

# МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ АВАРИЙНОСТИ

○ **Кластерным анализом** по данным за 2021 год в городе Ижевске были выявлены **16 мест концентрации ДТП (кластеров).**

○ Разработана **экспертная система**, автоматически подбирающая на основе профилей кластеров **три наиболее релевантных мероприятия** по снижению ДТП.



# МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ АВАРИЙНОСТИ

ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА УЧАСТКЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП  
И СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПОСТРАДАВШИХ В Г. ИЖЕВСКЕ В МЕСТАХ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП

Место концентрации ДТП	Вероятность снижения аварийности по мероприятиям			Итоговое снижение аварийности	Число пострадавших	Снижение числа пострадавших
	1	2	3			
ул Буммашевская, 1; ш Воткинское, 2	0,17	0,2	0,2	47%	24	11
ул Молодежная, 74; ул Ленина, 138	0,15	0,2	0,2	46%	6	3
ул 9 Января, 177, 185а; ул Ворошилова, 20	0,17	0,15	0,21	44%	6	3
ул Баранова, 65, 66, 68	0,5	0,17	0,15	65%	5	3
ул Ленина, 136; ;ул 40 лет Победы, 1, 90	0,2	0,15	0,2	46%	5	2
ул Удмуртская, 261, 302а	0,15	0,2	0,2	46%	5	2
ул Ворошилова, 25, 27, 28	0,5	0,35	0,15	72%	5	4
...	...	...	...	...	...	...
<b>Итого</b>				<b>55 %</b>	<b>86</b>	<b>45</b>

# РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ

## Место концентрации ДТП:

ул. Баранова 65, 66, 68; ул. Мужвайская

## Реализованные мероприятия

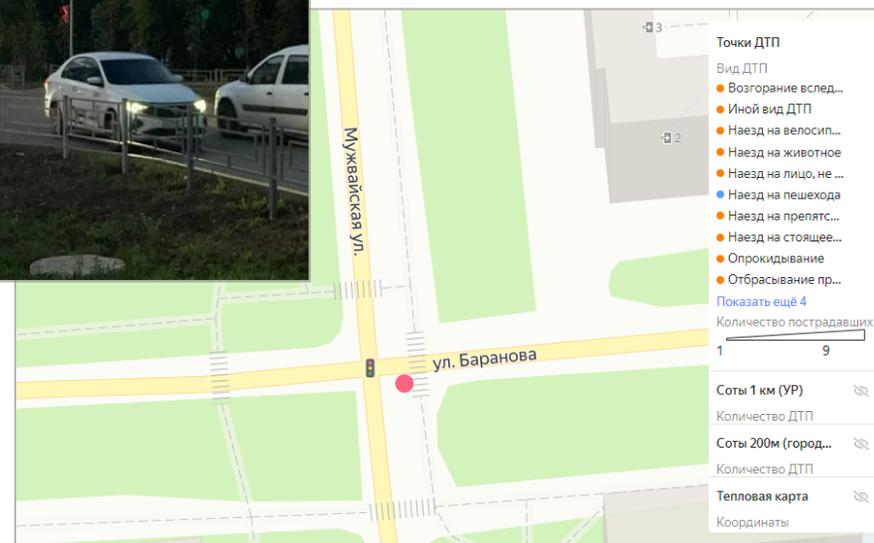
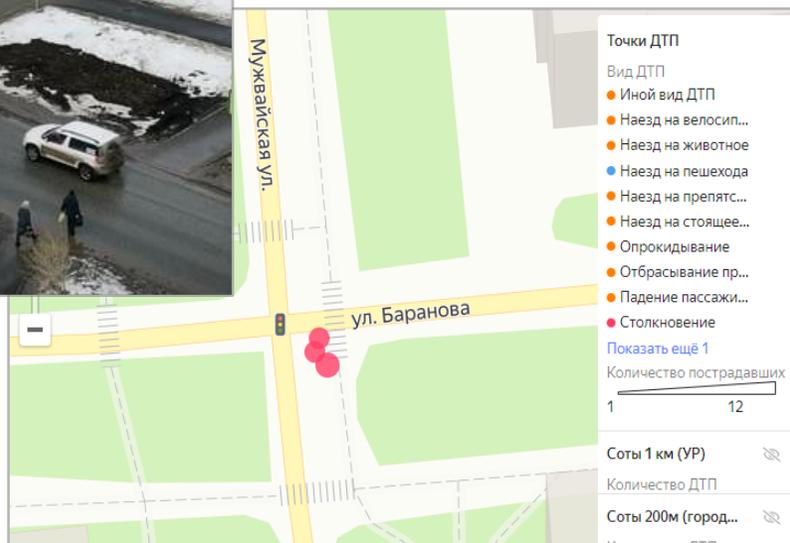
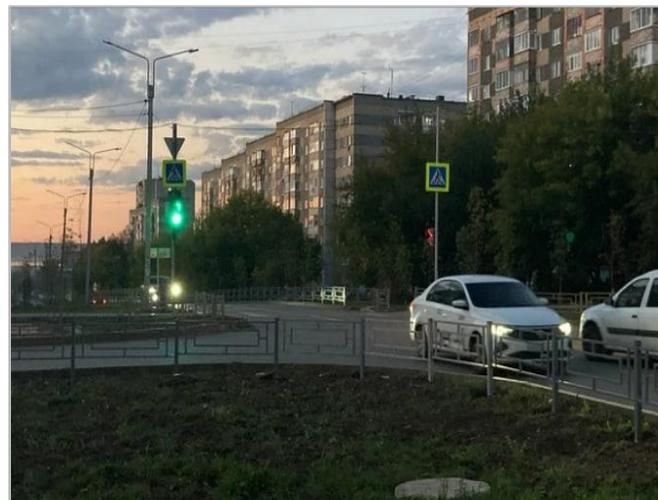
- Установка **светофорного объекта**
- Устройство удерживающих ограждений **для пешеходов**
- Устройство осевой **разметки**

2021 (было)

3 ДТП и 4 пострадавших

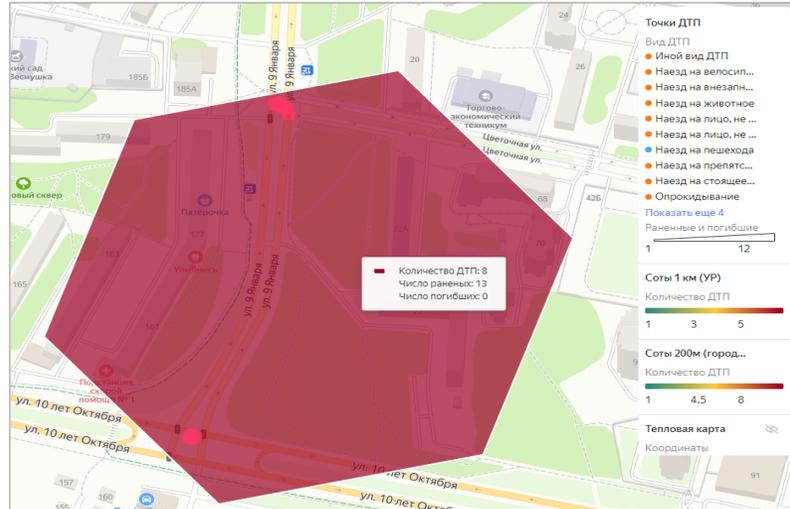
2022 (стало)

1 ДТП и 1 пострадавший

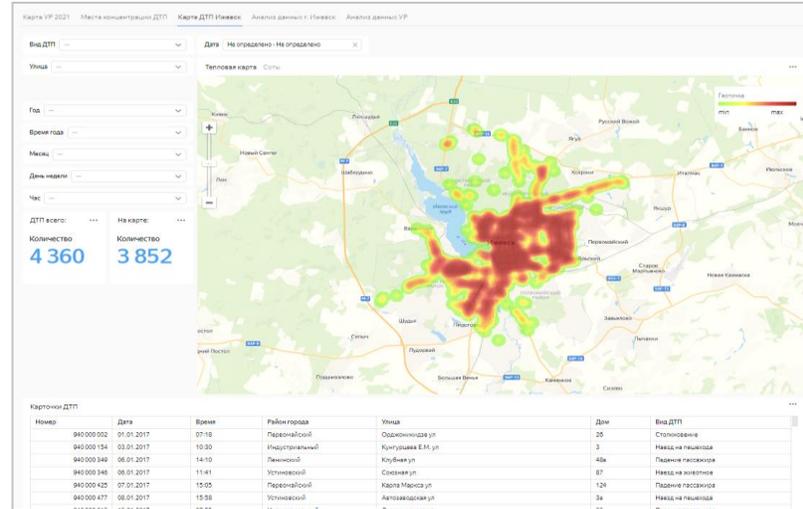


# ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОЙ КАРТЫ ДТП И АНАЛИЗА ДАННЫХ

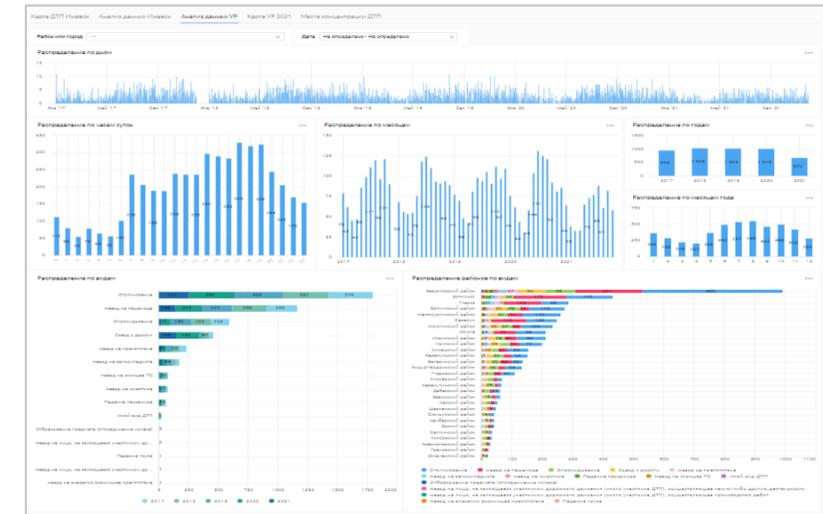
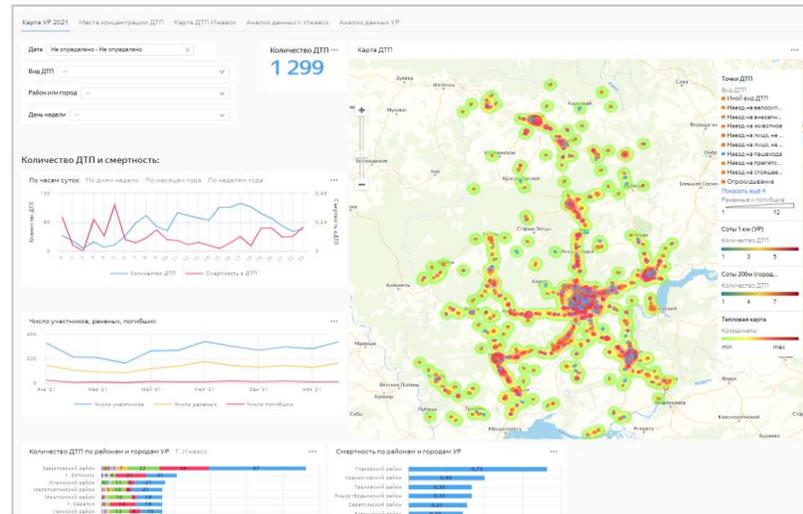
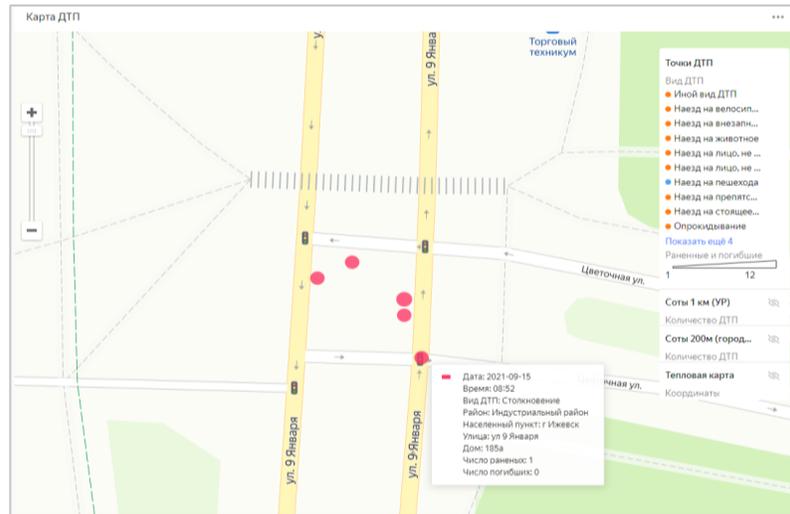
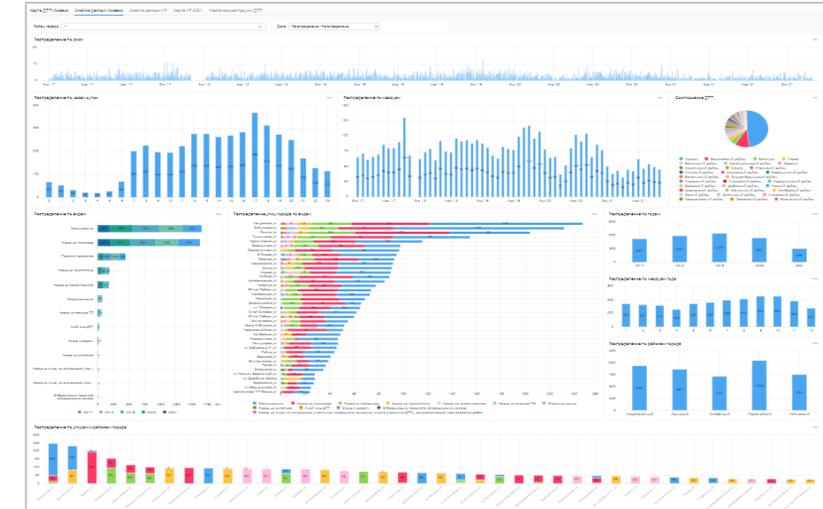
## ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ О ДТП НА КАРТЕ



## ВИД ТЕПЛОЙ КАРТЫ ПО ИЖЕВСКУ И



## АНАЛИТИКА ПО ИЖЕВСКУ И УР



# ВЫВОДЫ

На основе открытых данных с применением облачной BI-системы DataLens разработана геоаналитическая система Удмуртской Республики:

- **проведена аналитика** влияния на ДТП и тяжесть последствий различных факторов;
- **выполнено прогнозирование** количества ДТП и тяжести последствий на территории республики;
- **визуализированы участки аварийности** на улично-дорожной сети в виде тепловой карты;
- **выявлены места концентрации** ДТП;
- **сформированы списки рекомендуемых мероприятий** по снижению аварийности.

# ВЫВОДЫ

- ✓ По итогам 2021 года выявлены **16 мест концентрации ДТП** и предложен список рекомендуемых мероприятий.
- ✓ В результате реализации предложенных мероприятий по снижению аварийности можно ожидать **снижения числа пострадавших** в ДТП на данных участках улично-дорожной сети города Ижевска **более чем в 2 раза**.
- ✓ **На текущий момент** уже реализовано несколько рекомендуемых мероприятий, что позволило **снизить** общее количество ДТП за первое полугодие 2022 года на территории Удмуртской Республики **на 8,8% (количество пострадавших на 10%)** по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.