



# **ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

**Трофименко Ю.В.,**

зав. кафедрой «Техносферная безопасность»,  
научный руководитель НИИ Энергоэкологических проблем при МАДИ,  
Вице-президент ОО «Российская академия транспорта»,  
д-р техн. наук, профессор

**Научно-практический семинар по устойчивому городскому транспорту  
МАДИ, Москва, 19 мая 2017 года**

# ЦЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ СТРАТЕГИИ РФ ДО 2030 Г.

**Стратегическая цель** – удовлетворение потребностей инновационного социально-ориентированного развития экономики и общества в конкурентоспособных качественных транспортных услугах

- Цель 1 Формирование единого транспортного пространства России на базе сбалансированного опережающего развития эффективной транспортной инфраструктуры
- Цель 2 Обеспечение доступности и качества услуг транспортно-логистических услуг в области грузовых перевозок на уровне потребностей развития экономики
- Цель 3 Обеспечение доступности и качества транспортных услуг для населения в соответствии с социальными стандартами
- Цель 4 Интеграция в мировое транспортное пространство и реализация транспортного потенциала страны
- Цель 5 **Повышение уровня безопасности транспортной системы**
- Цель 6 **Снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду**

# Критерии устойчивого развития городских транспортных систем



**ДОСТУПНОСТЬ (физическая)** - к рынкам и занятости; доступ к основным социальным услугам; наличие земельных ресурсов для транспорта



**ДОСТУПНОСТЬ (экономическая)** - недорогой доступ к основным транспортным услугам (развитие общественного транспорта, средств малой мобильности); долгосрочные инвестиции в транспортную инфраструктуру



**БЕЗОПАСНОСТЬ дорожного движения**, охрана труда и техника безопасности на транспорте, предотвращение (минимизация последствий) техногенных аварий и катастроф

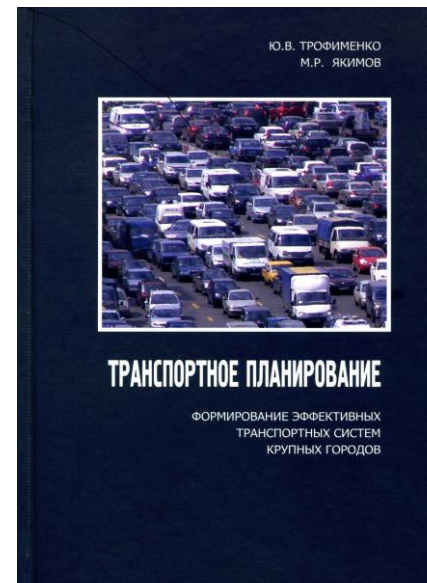
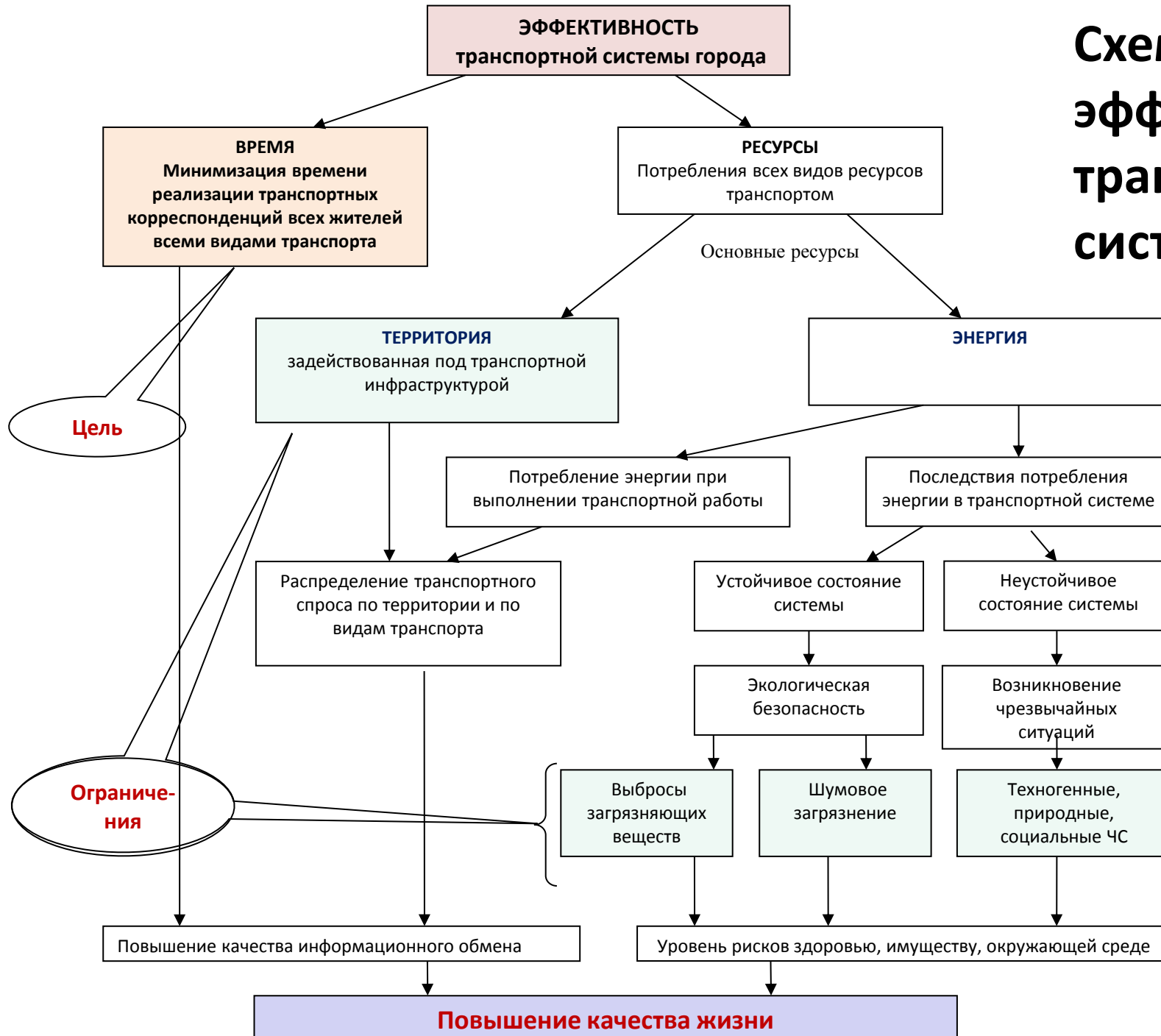


**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ** в отношении использования энергии, выбросов и землепользования; транспортная инфраструктура устойчива к чрезвычайным ситуациям природного характера



**ЗАЩИЩЕННОСТЬ** объектов транспорта и транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства (терроризм, вандализм, преступления)

# Схема оценки эффективности транспортной системы города





# Экологическая устойчивость транспортных систем: вызовы



## ENVIRONMENTAL Challenges

- 1 Повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха вблизи автомагистралей, в том числе PM10, ПАУ и др.
- 2 Увеличение выбросов парниковых газов от транспортной деятельности.  
Увеличение потребления энергии на транспорте, несмотря на повышение энергоэффективности отдельных транспортных средств.
- 3 Шум от транспорта затрагивает большое число людей в городских агломерациях.
- 4 Трудно предсказать экологические последствия новых транспортных технологий.
- 5 Экологически приемлемые технологии необходимы на протяжении жизненных циклов объектов транспорта.
- 6 Транспортная инфраструктура уязвима для последствий стихийных бедствий, вызванных изменением климата.



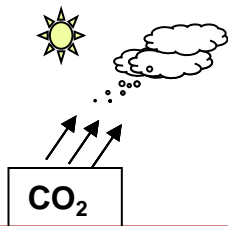
# Виды негативного воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье населения в городах

**Выбросы загрязняющих веществ:**  
CO, CH, NO<sub>x</sub>, PM, SO<sub>2</sub>

- 60-80% суммарного загрязнения воздуха
- Превышение ПДК<sub>сс</sub> ЗВ вблизи УДС в 1,4-2 раз по сравнению с жилыми территориями

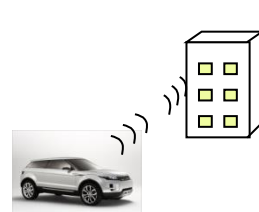
**Выбросы парниковых газов:** CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

До 20% суммарных выбросов ПГ в городе



**Шум, вибрация, электромагнитное излучение**

До 70% территории в зоне сверхнормативного транспортного загрязнения



**Отчуждение территории под транспортную инфраструктуру и стоянки**

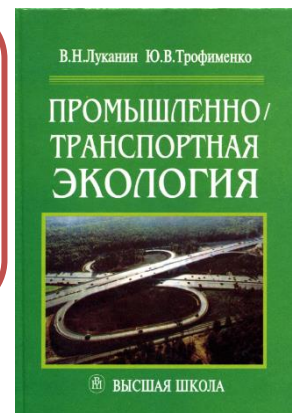
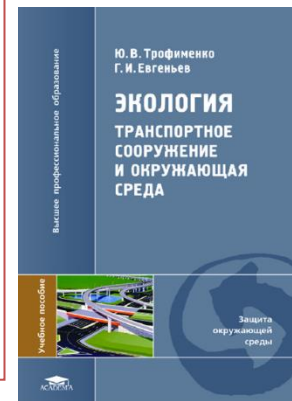
- Потеря до 60-70% внутри дворовых территорий
- Деградация природных ландшафтов
- 15-20% территорий города использовано под транспортную инфраструктуру

## Влияние на здоровье

Заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой систем,  
Онкология  
Гиподинамия: стрессы, ожирение

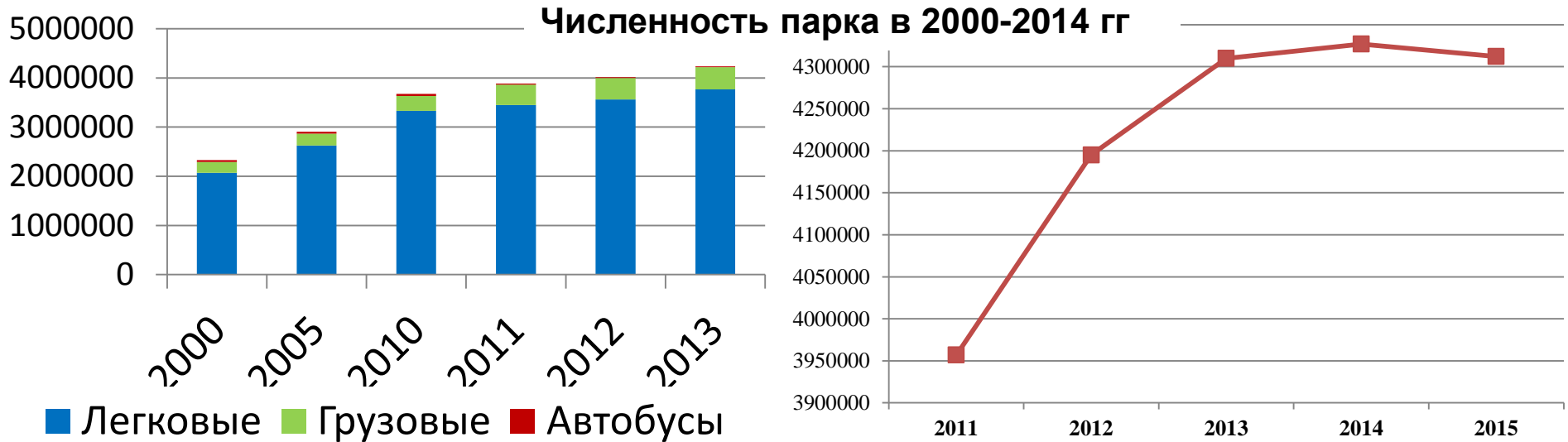
## Отходы, сбросы

- Утилизируется 15% изношенных шин, 75% лома металлов
- Загрязнение почвы и воды



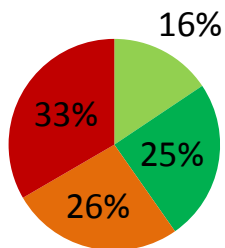


# Автотранспорт как источник загрязнения воздуха: численность и возраст автомобильного парка Москвы

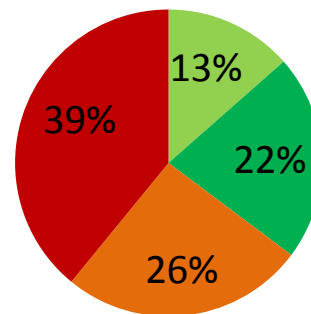


**Возраст парка легковых**

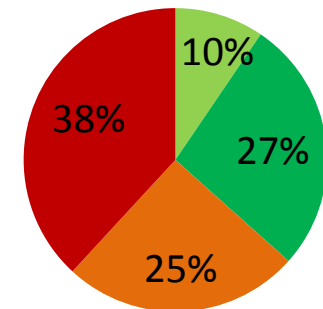
■ до 2 лет    ■ 2-5 лет  
■ 5-10 лет    ■ более 10 лет



**Возраст парка грузовых**



**Возраст парка автобусов**

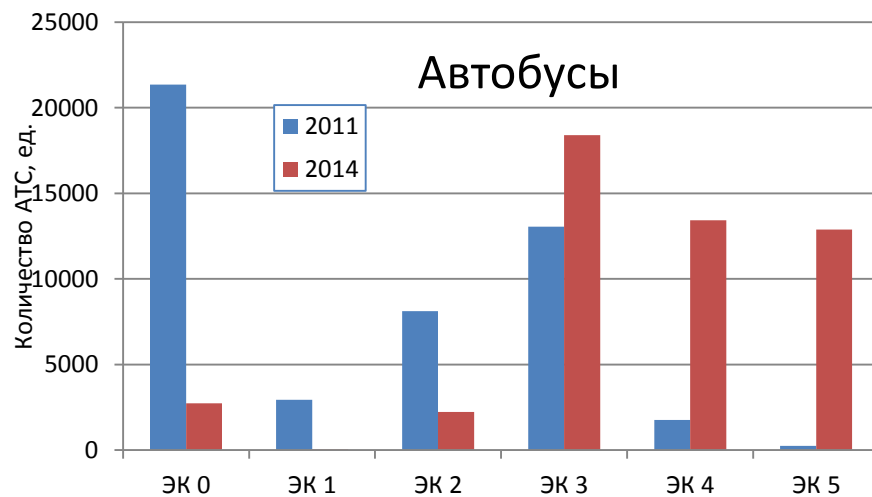
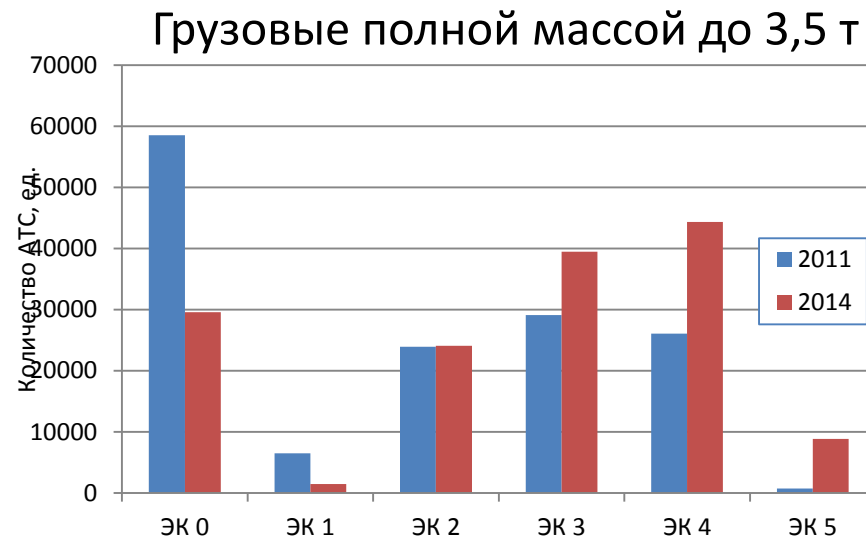
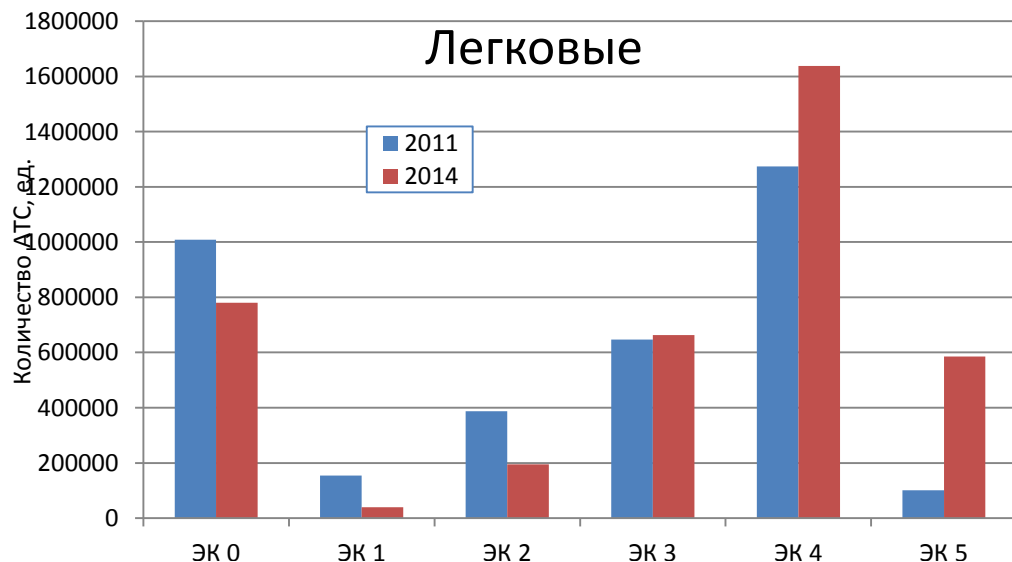


**Численность парка в 2030 г. может составить 5,62 млн. ед.**

(Прогноз по методике МАДИ с учетом динамики поставок и выбытия автомобилей из парка)

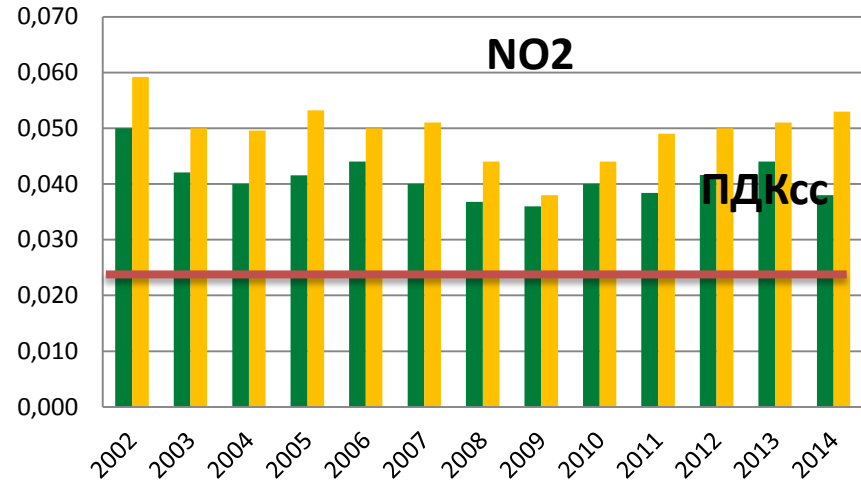
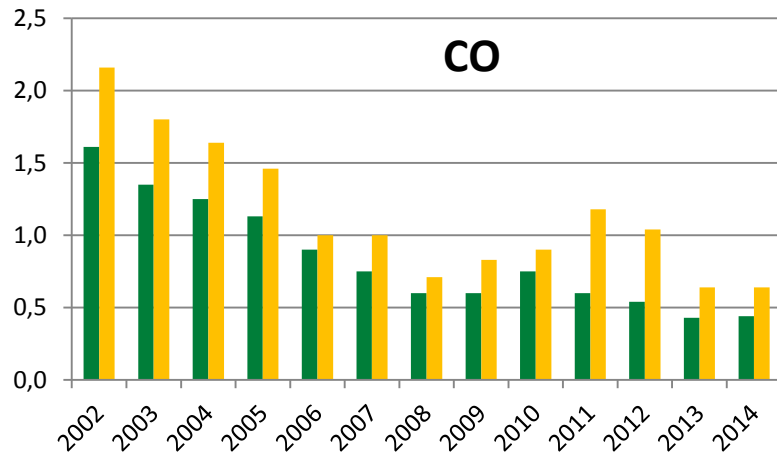


# Распределение АТС по экологическим классам в парке г. Москвы

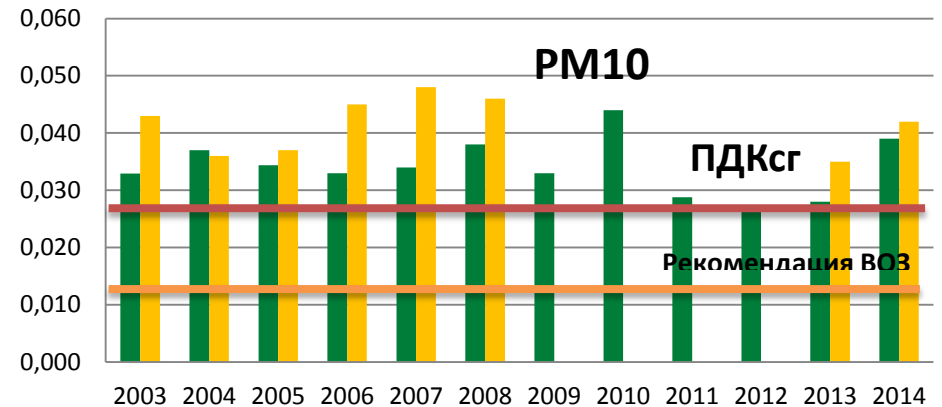
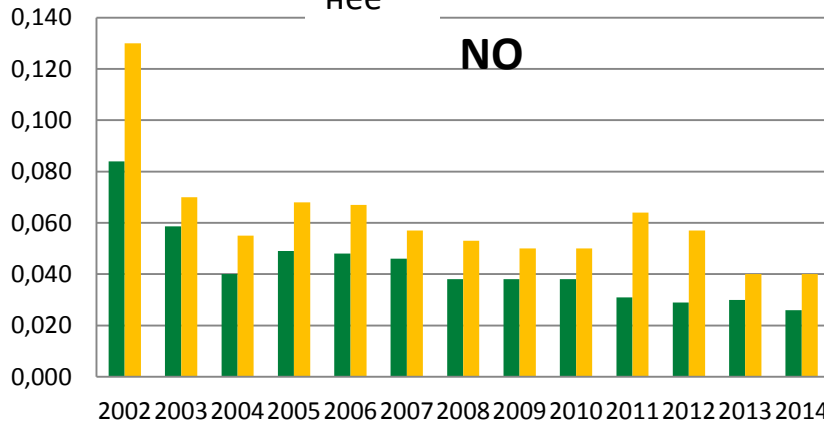




# Динамика загрязнения атмосферного воздуха в Москве (среднегодовые концентрации, мг/м<sup>3</sup>)



■, Среднее  
■ У автотрасс



Наблюдается позитивная динамика, но концентрации диоксида азота превышают ПДК, частота превышений допустимых среднесуточных значений доходит до 70-80%



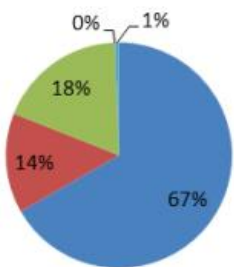
# Вклад различных типов АТС в валовые выбросы загрязняющих веществ в Москве

2011 год

Сумма – 318 674 тонн  
 СО – 229 075  
 NO<sub>x</sub> – 60 237  
 VOC – 48 844  
 РМ – 1 643  
 SO<sub>2</sub> – 303



Состав выбросов автотранспорта в 2011-2014 годах



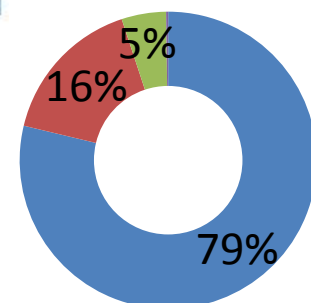
■ СО  
 ■ VOC  
 ■ NO<sub>x</sub>  
 ■ SO<sub>2</sub>  
 ■ РМ

2014 год

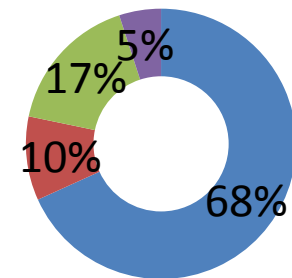
Сумма – 227 697 тонн  
 (из них 213 840 в старых границах)  
 СО – 151 922  
 NO<sub>x</sub> – 41 811  
 VOC – 32 599  
 РМ – 1 074  
 SO<sub>2</sub> – 291



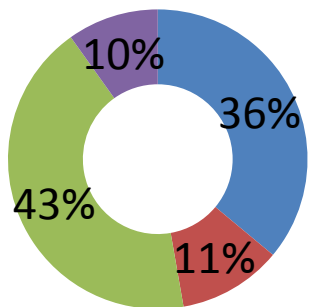
**Бензол**



**Бенз(а)пирен**



**NO<sub>x</sub>**

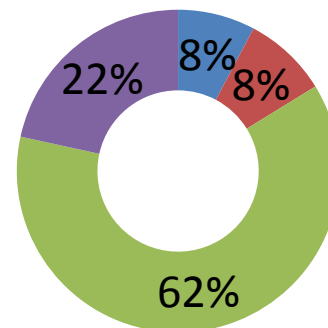


■ легковые

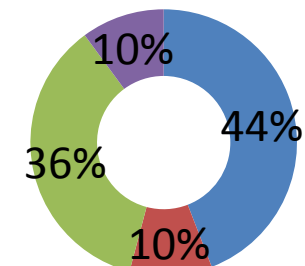
■ грузовые и автобусы до 3,5 т.

■ грузовые полной массой более 3,5 т.

**РМ**

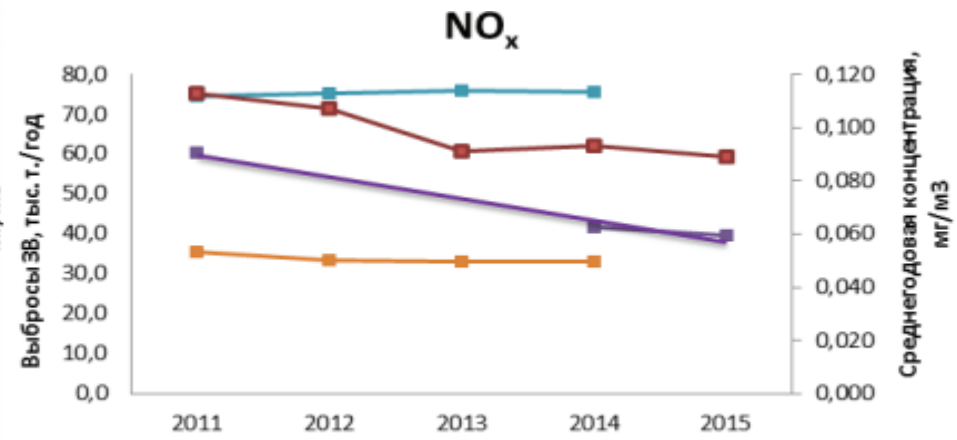
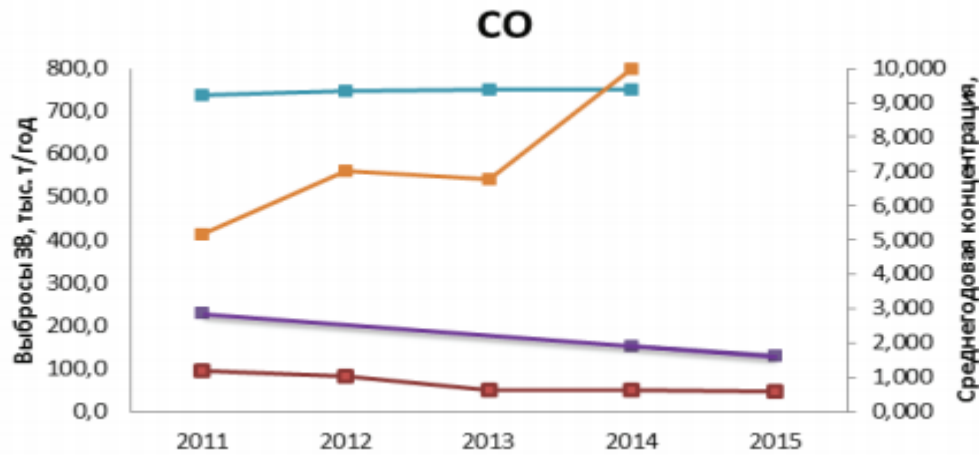


**Формальдегид**



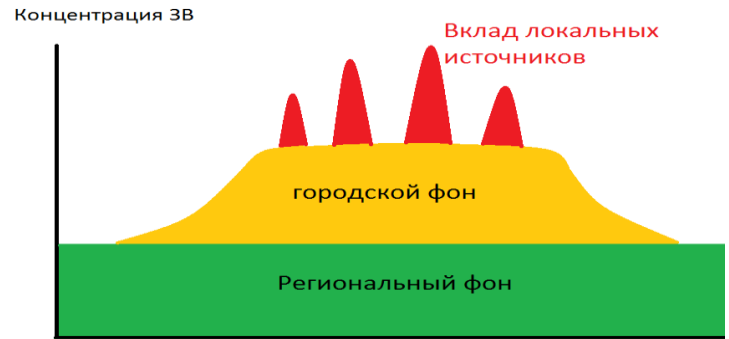
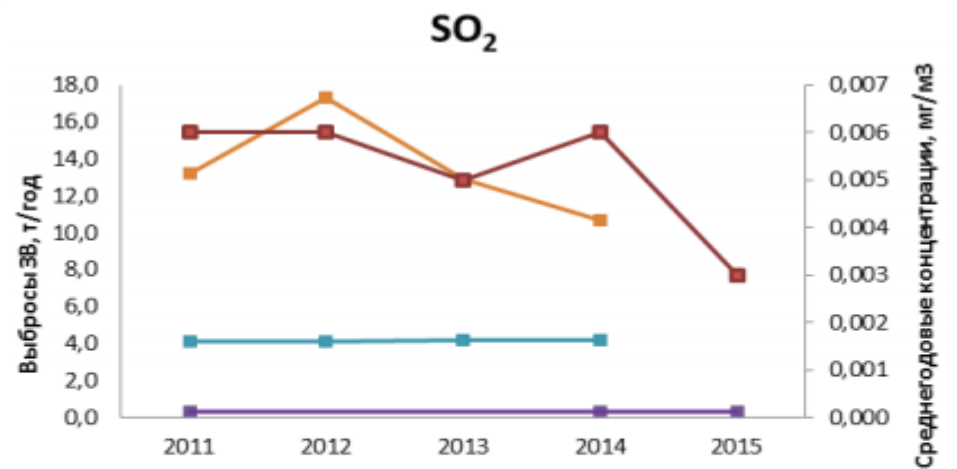


# Методическая проблема: достоверная оценка валовых выбросов загрязняющих веществ



## Источники выбросов загрязняющих веществ:

1. Автотранспорт (220-930 тыс. т/год + истирание дорожных покрытий и деталей автомобилей);
2. Стационарные источники (63 тыс.т/год);
3. Железнодорожный, водный, воздушный транспорт (2,5 тыс. т/год)



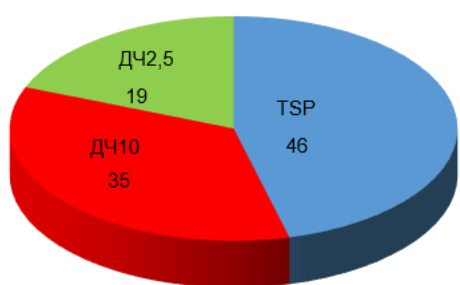
- Выбросы АТС (оценка НИИАТ)
- Выбросы АТС (Росстат)
- Выбросы промышленности, тыс. тонн
- Среднегодовые концентрации вблизи автотрасс, мг/м<sup>3</sup>
- Линейная (Выбросы АТС (оценка НИИАТ))



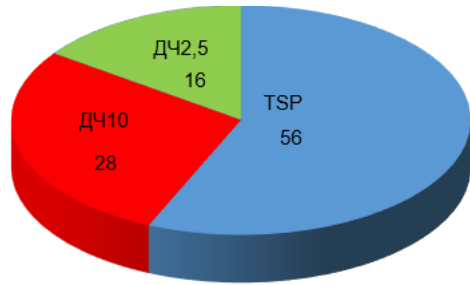


# Состав мелкодисперсных частиц в воздухе на УДС

Доли отдельных фракций ДЧ от шин и дорожного покрытия, %



а) частицы от износа шин ТС и тормозных элементов



б) частицы от износа дорожного покрытия

Доля образования ДЧ10 от источников АТК

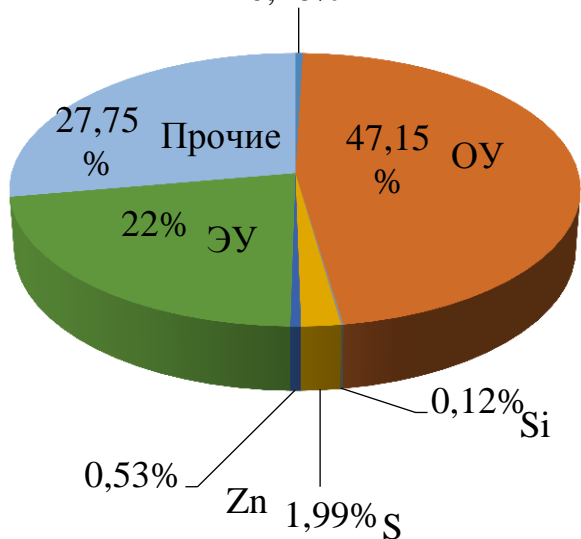


2012 год

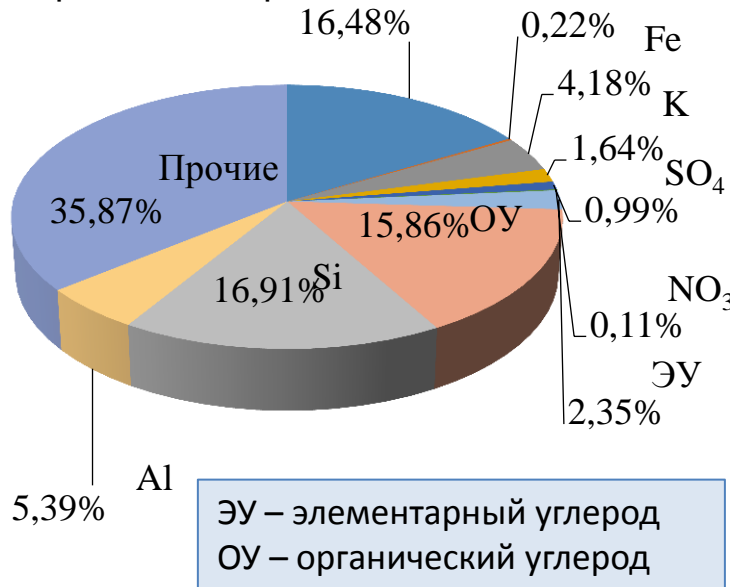


2030 год

Износ шин 0,46% Fe

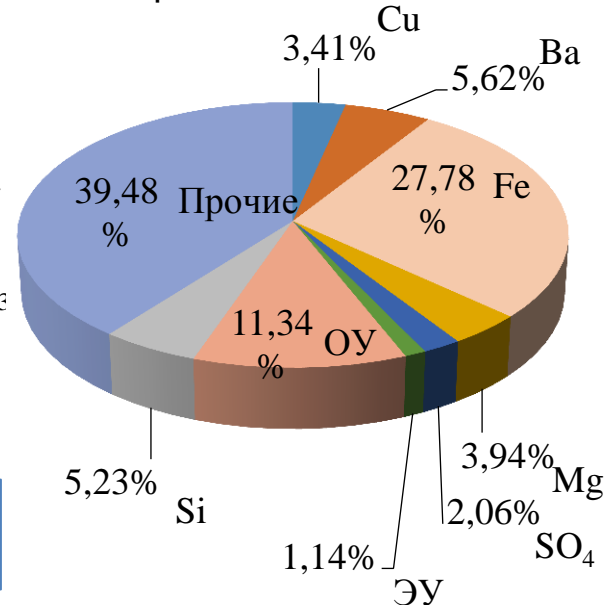


Износ дорожного покрытия Ca



ЭУ – элементарный углерод  
ОУ – органический углерод

Износ тормозных механизмов Cu







# Валовые выбросы загрязняющих веществ **парком** **автотранспортных средств** в г. Москве

ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО	ВАЛОВЫЕ ВЫБРОСЫ, тыс.т/год			
	Данные Минприроды России, 2013	Данные ОАО «НИИАТ» (1),	Данные ОАО «НИИАТ» (2),	Данные ОАО «НИИАТ» (3),
		2014 г.	2014 г.	2014 г.
CO	750,9	584,4	135,4	69,4
CH	95,7	74,8	21,1	8,19
NOX	75,8	102,2	43,5	28,7
SO2	0,42	0,38	0,28	0,312
PM	1,5	2,9	1,2	0,82
<b>ИТОГО</b>	<b>924,32</b>	<b>764,68</b>	<b>201,48</b>	<b>107,42</b>

**ПРИМЕЧАНИЕ:** (1) – использование структуры парка по экологическим классам по данным Минприроды России;

(2) - использование структуры парка по экологическим классам по данным ГИБДД России;

(3) - использование структуры парка по экологическим классам по скорректированным данным



# Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов и других ЗВ

Две основные группы методов инвентаризации ПГ.

- Простые методы (*Уровень 1*): Выбросы от всех источников рассчитываются на основании потребления топлива и средних значений коэффициентов эмиссии.
- Подробные методы (*Уровни 2/3*): Оценка выбросов базируется на подробной информации о потребляемом топливе и технологии.

Уровень 1. Оценка эмиссии парниковых и других ЗВ от энергетических источников рассчитывается по формуле:

$$\text{Выбросы} = \sum (EF_{ab} \times \text{Activity}_{ab}),$$

где  $EF$  – коэффициент эмиссии, кг/ ГДж;  $a$  – вид топлива,  $b$  – категория источника,  $Activity$  – потребление топлива в энергетических единицах (ГДж).

Уровни 2 и 3. Выбросы ЗВ рассчитываются с учетом статистических данных по автопарку региона:

$$\text{Выбросы } ij = n_{ij} \cdot k_{ij} \cdot e_{ij},$$

где  $i$  - тип транспортных средств,  $j$  - вид топлива,  $n$  - количество АТС,  $k$  – годовой пробег, км/год;  $e$  – пробеговые выбросы ЗВ, г/км.



## Удельные выбросы загрязняющих веществ при сгорании 1 кг дизельного топлива

Тип АТС	Экологический класс АТС	Удельный выброс, г/кг					
		CO	VOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Легковые автомобили	0	13,6	3	40	4	0,1	2830
	1,2	7,5	1,6	30	1,1	0,1	2990
	3,4,5	6,4	1,2	23,5	0,8	0,1	3140
Грузовые автомобили и автобусы полной массой до 3500 кг	0	30	10	50	4	0,1	2830
	1,2	8,6	4,3	25	1,1	0,1	2990
	3,4,5	6,9	3,7	18,2	0,8	0,1	3140
Грузовые автомобили и автобусы полной массой более 3500 кг	0	30	10	50	4	0,1	2830
	1,2	8,6	4,3	25	1,4	0,1	2990
	3,4,5	6,9	3,7	18,2	0,9	0,1	3140

## Удельные выбросы загрязняющих веществ при сгорании 1 м<sup>3</sup> сжатого природного газа

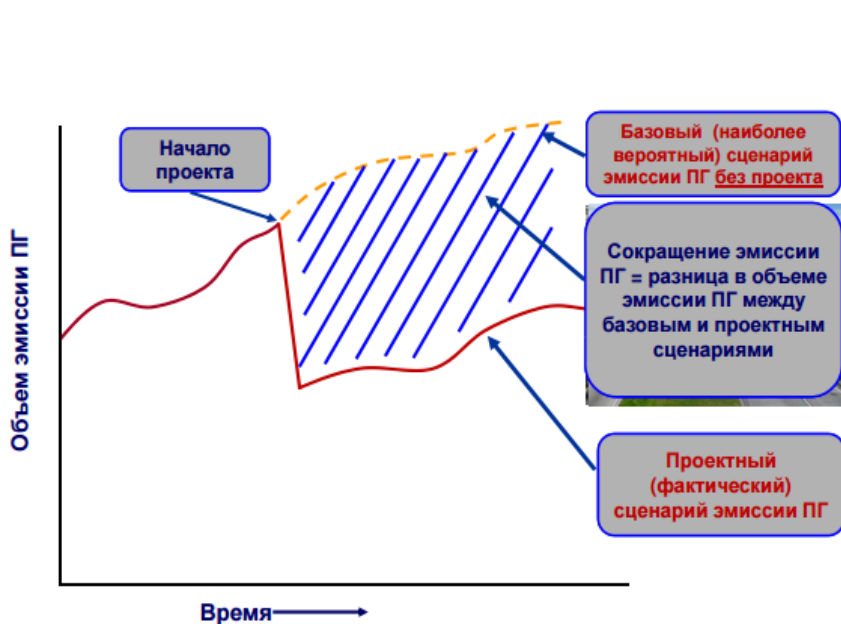
Тип АТС	Экологический класс АТС	Удельный выброс, г/м <sup>3</sup>				
		CO	VOC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Грузовые автомобили и автобусы полной массой более 3500 кг	0	140	14	20	0,08	2750
Городские автобусы полной массой более 3500 кг	2,3,4,5	3,2	1,6	16	0,08	3020

«Инвентаризация выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Метод расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов», НИИАТ, 2012.

Методика включена НИИ Атмосферы в реестр рекомендованных методик с 2015 года.



# Оценка сокращения эмиссии парниковых газов от транспортных проектов ГЭФ (ПК ТЕЕМР)



## Activity

- Транспортная работа (пкм/ткм)
- Снижение общего объема *пассажиро-км* (т-км)

## Structure

- Долевое распределение видов транспорта (%)
- Увеличение доли более экологичных видов транспорта

## Intensity

- Удельный расход топлива (л/пкм, л/ткм)
- Снижение удельного расхода топлива
- Повышение наполняемости

## Fuel

- Коэффициент эмиссии ПГ по видам топлива (кгCO<sub>2</sub>/л)
- Переход на более «чистые» виды топлива

«Руководство по расчету сокращений выбросов парниковых газов от проектов ГЭФ по транспорту», 2010

$$\text{Выбросы CO}_2\text{экв прямые} = [E] * [c] = [e] * [I] * [c],$$

где [c] – коэффициент эмиссии, т CO<sub>2</sub>/л топлива или МВт.ч энергии;

[E] – суммарный объем экономии топлива (энергии), л или МВт.ч;

[I] – средний срок эксплуатации оборудования, инфраструктуры, лет



# Выбросы ПГ при строительстве элементов транспортной инфраструктуры (методика ГЭФ)

Тип элемента	т CO <sub>2</sub> /км
Гравийная дорога	5,8
Велодорожка	20
Цементо-бетонная (низкий класс)	46,6
Загородная (местная) дорога	48,4
Цементо-бетонная (высокий класс)	103
Железная дорога	875
Городские дороги	1000 -2200
Скоростные дороги	760-2500
Однополосное шоссе	1200
Четырехполосное шоссе	1390
Обход на высокой насыпи с большим количеством дренажных сооружений	4870

Материал	т CO <sub>2</sub> /т
Цемент	0,99
Битум	0,03
Сталь	2,50



# Методика оценки выбросов ЕМЕР/ЕЕА, программы CORINAIR (COPERT)



Методика **ЕМЕР/ЕЕА** и программы CORINAIR и позднее COPERT, рекомендуется к использованию в странах ЕС. Исходный проект ЕС – COST-319 (1992-1994) выполнялся с участием России (МАДИ).

Программа COPERT определяет выбросы по всем регулируемым нормами загрязняющим веществам (CO, NO<sub>x</sub>, CH и PM), выбросы CO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> на основании данных о топливопотреблении, а также пробеговых выбросах нормируемых и ненормируемых веществ других веществ АТС разных экологических классов.

Первоначальная версия программы COPERT 85 была предложена странам-членам ЕС в 1989 г. В 1993 ее сменила COPERT 90, в 1997 - COPERT II, в 2000 - COPERT III, с 2005 – COPERT IV, сохранившая в своем ядре основы методики COPERT III, но постоянно обновляется. В настоящее время используется 11 версия данной программы.



Используется в России для оценки выбросов ПГ от дорожного транспорта при составлении **Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ не регулируемых Монреальским протоколом (в рамках РКИК ООН)**



# Блок-схема оценки валовых выбросов ЗВ ЕМЕР/ЕЕА



Коэффициенты приведения = CO<sub>2</sub> : CH<sub>4</sub> : N<sub>2</sub>O = 1 : 25 : 298 (ВЭФ, РКИК ООН)





# Алгоритмы оценки валовых выбросов ЗВ парком АТС по методике COPERT

Наименование алгоритмов	Исходные данные
<b>Алгоритм А – по сгоранию топлива</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- полных годовых пробегов АТС;</li><li>- доли пробегов по режимам движения (городские, сельские и шоссе);</li><li>- средней скорости АТС по режимам движения (городские, сельские и шоссе);</li><li>- коэффициентов эмиссий (КЭ), зависящих от скорости.</li></ul> <p><i>Выбросы при холодном пуске</i> вычисляются на основании: длины средней ездки транспортного средства; среднемесячной температуры; температуры и длины ездки в зависимости от фактора коррекции холодного пуска.</p> <p><i>Испарения топлива</i> вычисляются на основании:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- испаряемости топлива (RVP);</li><li>- среднемесячной температуры, колебаний среднемесячной температуры;</li><li>- КЭ, зависящих от температуры.</li></ul>
<b>Алгоритм В</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- годовых пробегов АТС;</li><li>- доли пробегов по режимам движения (городские, сельские и шоссе);</li><li>- средней скорости АТС по режимам движения (городские, сельские и шоссе);</li><li>- коэффициентов эмиссий, зависящих от скорости.</li></ul> <p>Для дизельных легковых автомобилей, дополнительные эмиссии при холодном пуске для CO, NOx и НМУ, также как и дополнительное потребление топлива.</p>
<b>Алгоритм С</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- полных годовых пробегов;</li><li>- доли пробегов по режимам движения (городские, сельские и шоссе);</li><li>- коэффициентов эмиссий, зависящих от режима движения.</li></ul> <p>Для бензиновых и легких дизельных АТС дополнительные эмиссии CO, NOx и НМУ при холодном пуске, также как и дополнительное потребление топлива, получены с помощью данного алгоритма.</p>
<b>Алгоритм D</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- полного годового потребления топлива отдельными категориями транспортных средств и/или полные годовые пробеги для каждой категории АТС;</li><li>- КЭ, зависящих от потребления топлива и/или пробега.</li></ul> <p>Для двухколесных ТС испарения НМУ определены с помощью алгоритма А.</p>

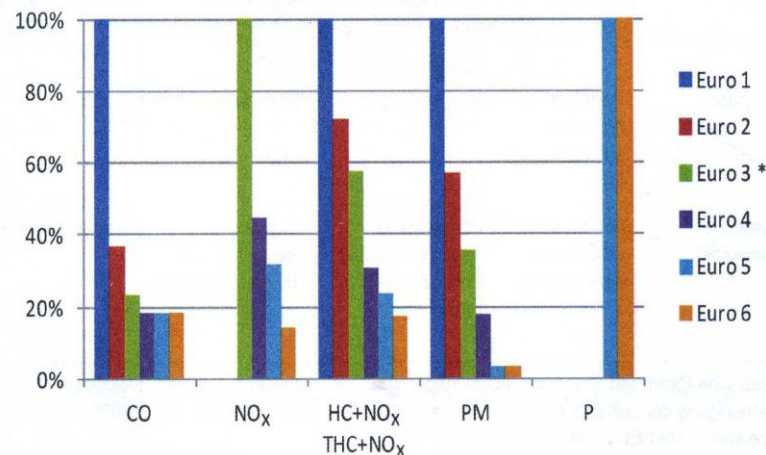




# Требования к выбросам токсичных веществ с отработавшими газами АТС

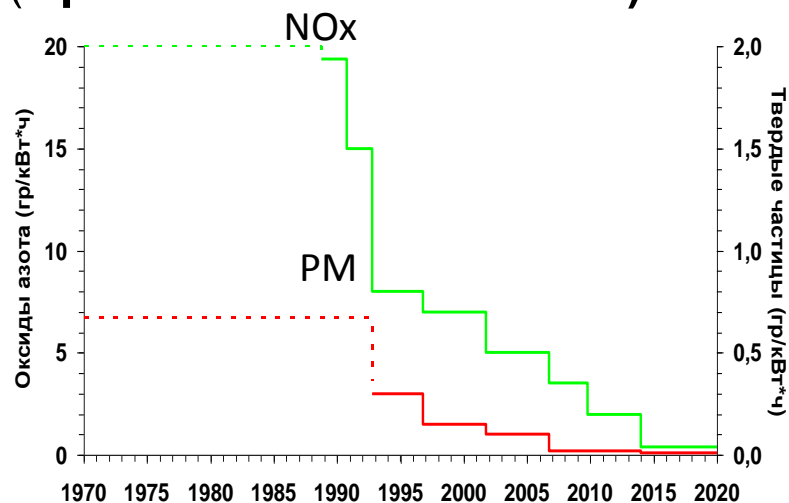
## Легковые автомобили (Правила № 83 ЕЭК ООН)

Экологический класс	Допустимая норма, г/км			
	CO	CH	NO <sub>x</sub>	PM
1 (Евро-1)	2,72		0,97	
2 (Евро-2)	2,2		0,5	
3 (Евро-3)	2,3	0,2	0,15	
4 (Евро-4)	1,0	0,1	0,08	
5 (Евро-5)	1,5	0,1	0,06	0,005
6 (Евро-6)	0,50	0,1	0,06	0,005



## Автомобили массой более 3,5 т (Правила № 49 ЕЭК ООН)

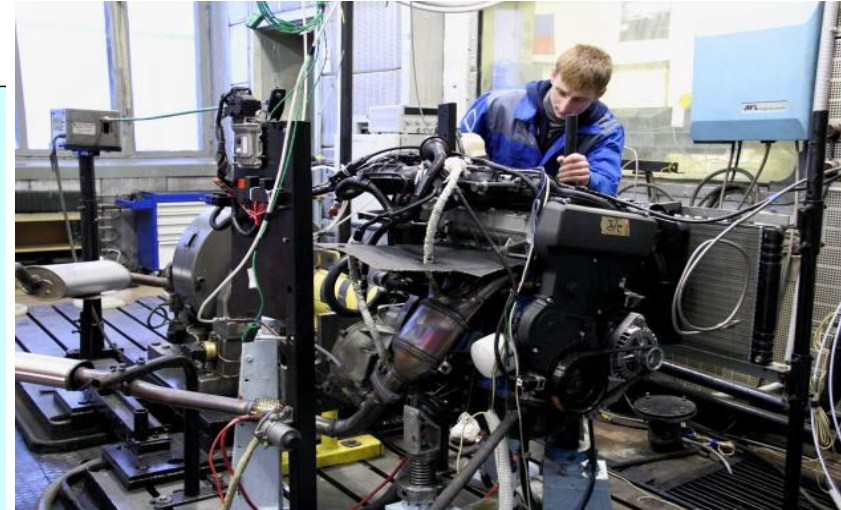
Экол. класс	Допустимая норма, г/кВт · ч			
	CO	CH	NO <sub>x</sub>	PM
1	4.5	1.1	8	0.36
2	4.0	1.1	7	0.15
3	2.1	0.66	5	0.1
4	1.5	0.46	3.5	0.02
5	1.5	0.46	2.0	0.02
6	1,5	0,13	0,4	0,01





# Оборудование для оценки удельных выбросов ЗГ автомобилями и двигателями (правила ЕЭК ООН 83, 49)

Испытания двигателей АТС более 3,5 т



Испытания АТС до 3,5 т (Правило ЕЭК ООН №83)



## HDV emission tests



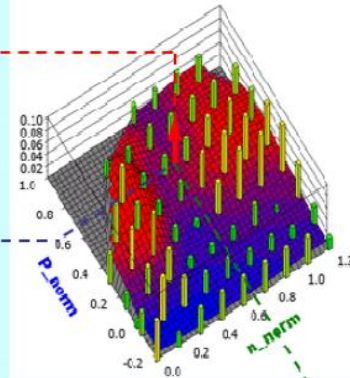
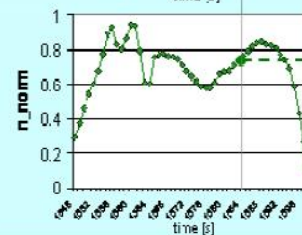
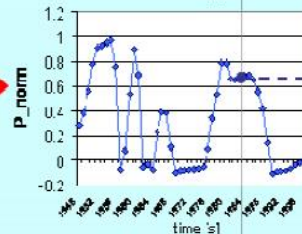
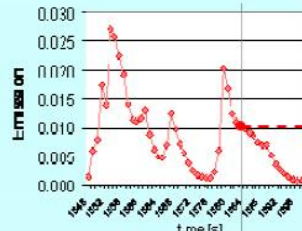
## PHEM – Passenger car and Heavy duty Emission Model



### Transient engine maps

FC, Emissions  
[(g/h)/kW<sub>rated</sub>]

Transient  
Parameters



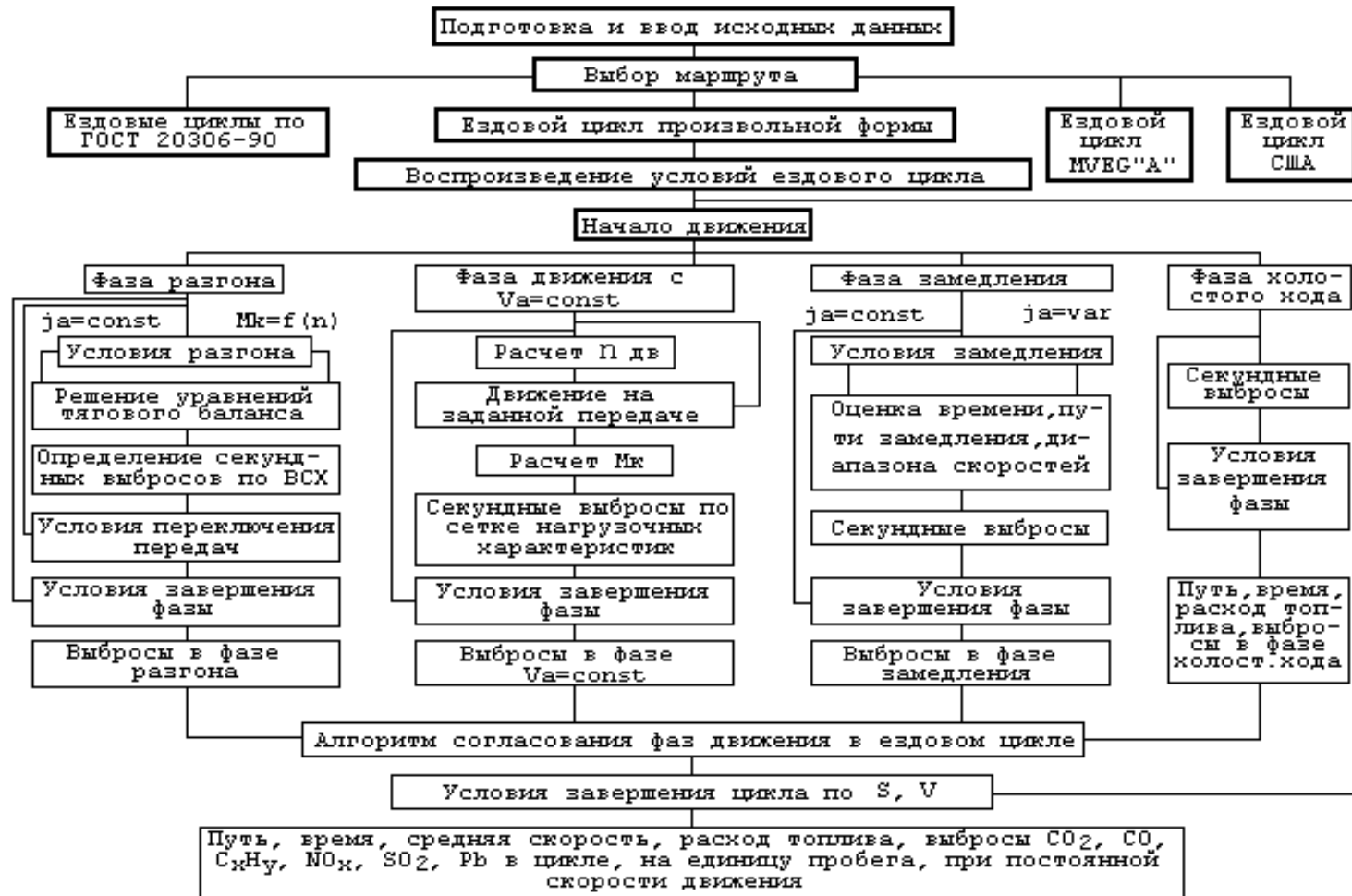


# Расчетный метод оценки пробеговых выбросов

Уравнение движения АТС по дороге реального профиля типа

$$a \cdot m_a = P_d(V) - P_c(V, V^2) \pm m_a \sin \alpha$$

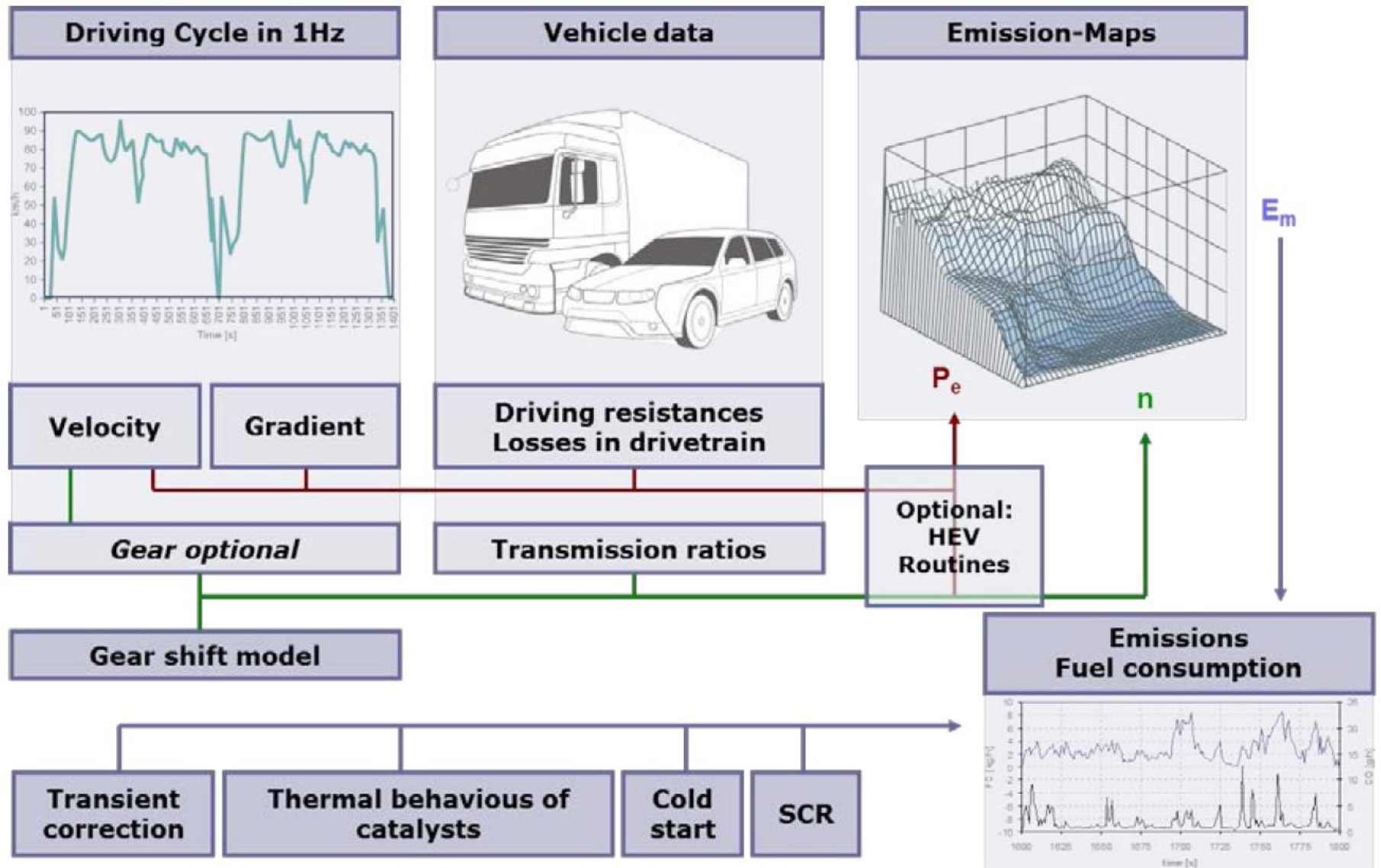
где  $a$  – ускорение (замедление) АТС в каждый момент времени;  $P_d$  - сумма сил движения;  $P_c$  - сумма сил сопротивления движению;  $V$  - скорость движения автомобиля;  $m_a$  – масса автомобиля;  $\alpha$  - продольный уклон дороги.







# Схема оценки пробеговых выбросов ЗВ автомобилями (НВЕФА 3.2)





### E\_Factors for commercial vehicles >3,5 <=7,5t reference year 2010

Component	Subsegment	SizeClass	EmConcept	EFA_MW	EFA_rural	EFA_urban
CO	RT <=7.5t 80ties	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-0	1,60	1,57	2,24
CO2(rep.)	RT <=7.5t 80ties	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-0	382,35	350,34	381,58
HC	RT <=7.5t 80ties	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-0	0,58	0,63	1,40
NOx	RT <=7.5t 80ties	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-0	4,99	4,48	4,28
PM	RT <=7.5t 80ties	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-0	0,24	0,24	0,35
CO	RT <=7.5t Euro-I	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-I	0,50	0,53	0,78
CO2(rep.)	RT <=7.5t Euro-I	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-I	332,09	305,98	307,52
HC	RT <=7.5t Euro-I	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-I	0,15	0,15	0,27
NOx	RT <=7.5t Euro-I	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-I	3,62	3,24	3,01
PM	RT <=7.5t Euro-I	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-I	0,10	0,10	0,15
CO	RT <=7.5t Euro-II	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-II	0,35	0,46	0,61
CO2(rep.)	RT <=7.5t Euro-II	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-II	322,17	297,46	291,38
HC	RT <=7.5t Euro-II	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-II	0,10	0,10	0,19
NOx	RT <=7.5t Euro-II	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-II	3,69	3,33	3,30
PM	RT <=7.5t Euro-II	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-II	0,05	0,06	0,07
CO	RT <=7.5t Euro-III	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-III	0,32	0,45	0,80
CO2(rep.)	RT <=7.5t Euro-III	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-III	339,86	310,00	312,05
HC	RT <=7.5t Euro-III	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-III	0,09	0,08	0,18
NOx	RT <=7.5t Euro-III	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-III	2,53	2,46	2,63
PM	RT <=7.5t Euro-III	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-III	0,05	0,04	0,08
CO	RT <=7.5t Euro-IV EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	0,25	0,26	0,37
CO2(rep.)	RT <=7.5t Euro-IV EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	347,04	312,30	297,60
HC	RT <=7.5t Euro-IV EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	0,02	0,02	0,02
NOx	RT <=7.5t Euro-IV EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	1,75	1,77	1,75
PM	RT <=7.5t Euro-IV EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	0,01	0,01	0,02
CO	RT <=7.5t Euro-IV SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	0,53	0,59	0,70
CO2(rep.)	RT <=7.5t Euro-IV SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	335,28	302,29	288,79
HC	RT <=7.5t Euro-IV SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	0,01	0,01	0,01
NOx	RT <=7.5t Euro-IV SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	1,28	1,14	2,52
PM	RT <=7.5t Euro-IV SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-IV	0,01	0,01	0,02
CO	RT <=7.5t Euro-V EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	0,26	0,26	0,37
CO2(rep.)	RT <=7.5t Euro-V EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	348,57	313,82	301,07
HC	RT <=7.5t Euro-V EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	0,02	0,02	0,02
NOx	RT <=7.5t Euro-V EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	1,03	1,05	1,04
PM	RT <=7.5t Euro-V EGR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	0,01	0,01	0,02
CO	RT <=7.5t Euro-V SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	0,53	0,59	0,71
CO2(rep.)	RT <=7.5t Euro-V SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	333,49	300,76	289,29
HC	RT <=7.5t Euro-V SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	0,01	0,01	0,01
NOx	RT <=7.5t Euro-V SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	0,67	0,63	2,08
PM	RT <=7.5t Euro-V SCR	RT <=7,5t	HGV-D-Euro-V	0,01	0,01	0,02

#### Comments:

'MW' means motorway;

'rural' means rural environment;

'urban' means urban environment

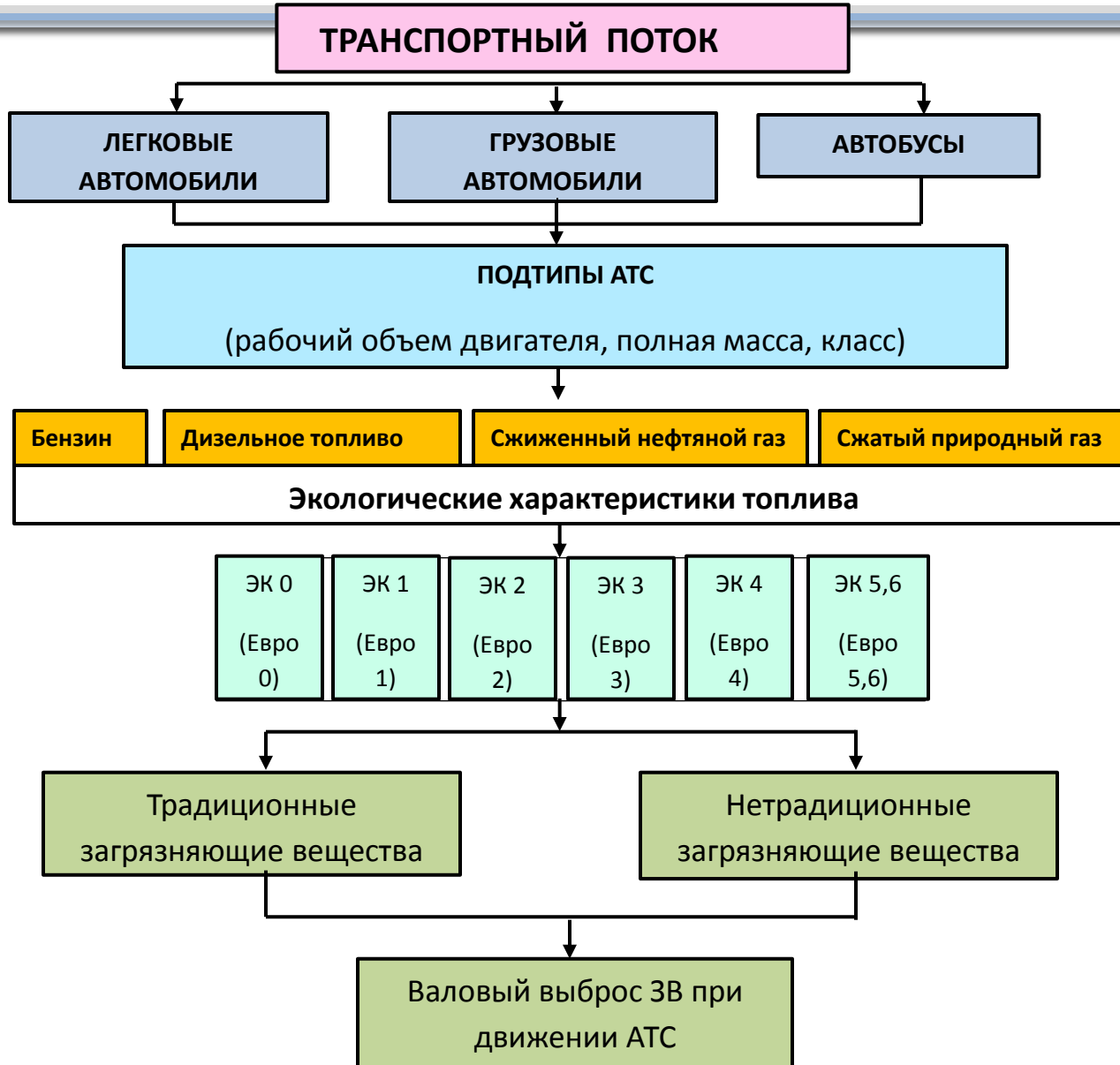
All emission factors EFA in (g/km)

**ПРИМЕР.**

**Пробеговые выбросы  
ЗВ (коэффициенты  
эмиссии) грузовых АТС  
полной массой от 3,5  
до 7 т экологических  
классов 0-5 с разными  
системами подавления  
выбросов для  
городских, местных  
дорог и  
автомагистралей**



# Блок-схема расчета выбросов ЗВ при движении транспортных потоков (методика НИИАТ)







# Оценка характеристик транспортных потоков на улично-дорожной сети г. Москвы

## Схема размещения постов измерения интенсивности и состава транспортного потока

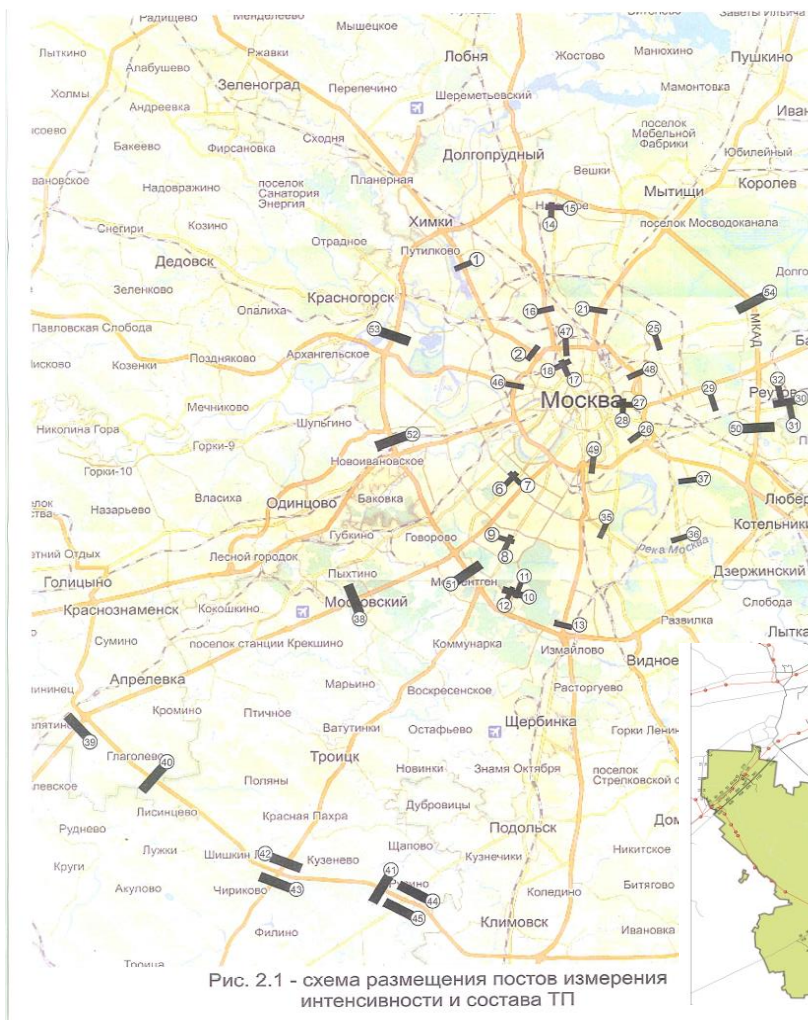
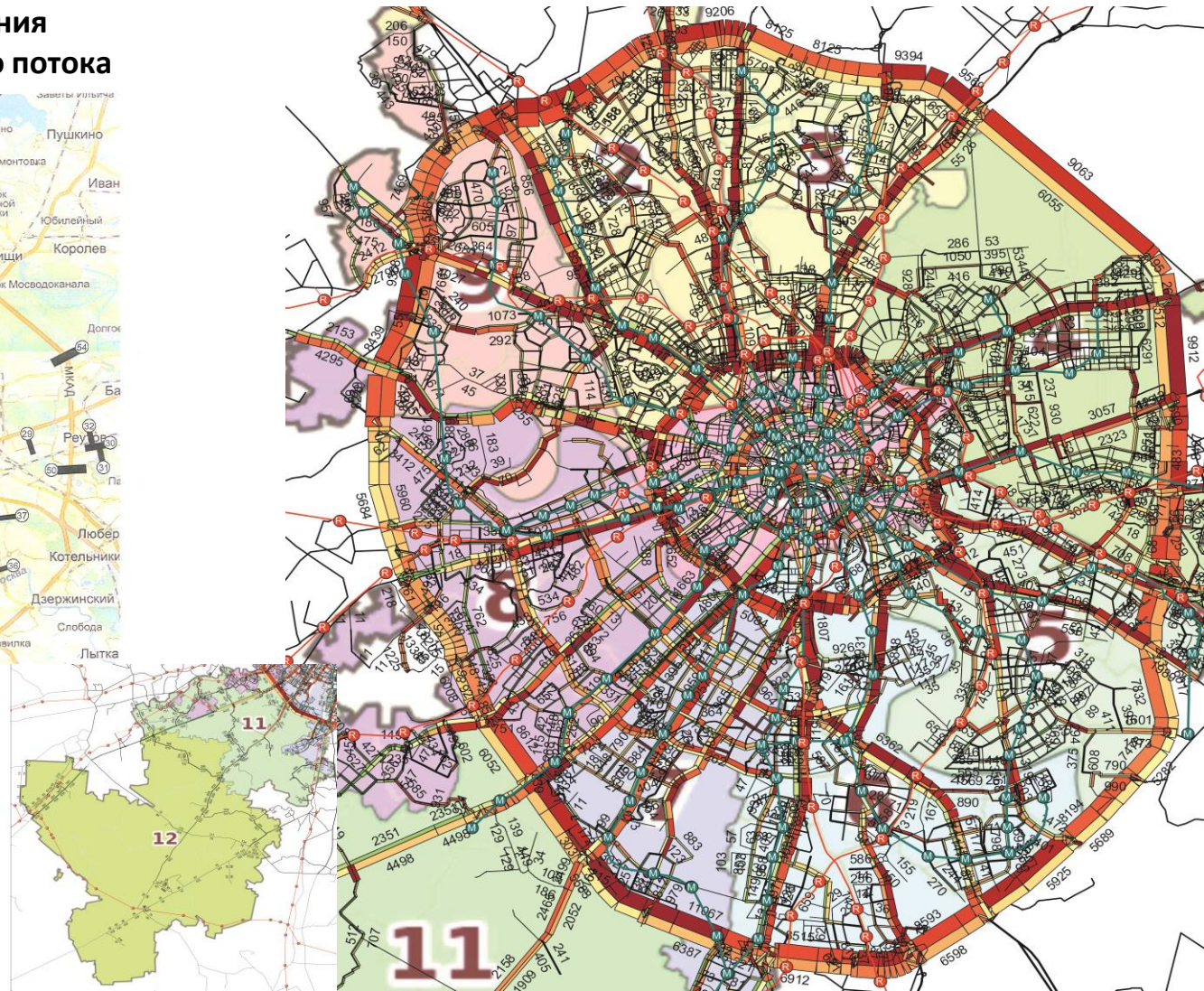


Рис. 2.1 - схема размещения постов измерения интенсивности и состава ТП





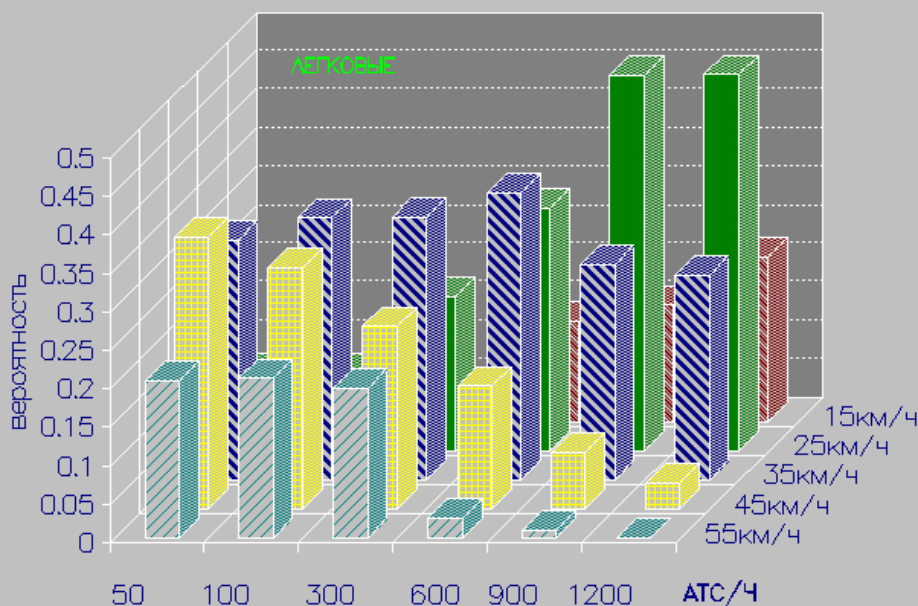
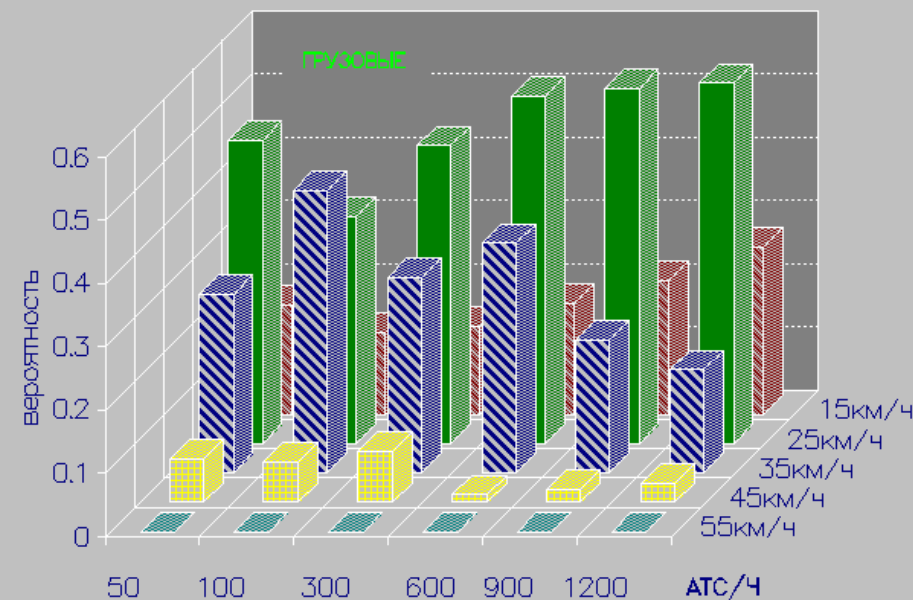
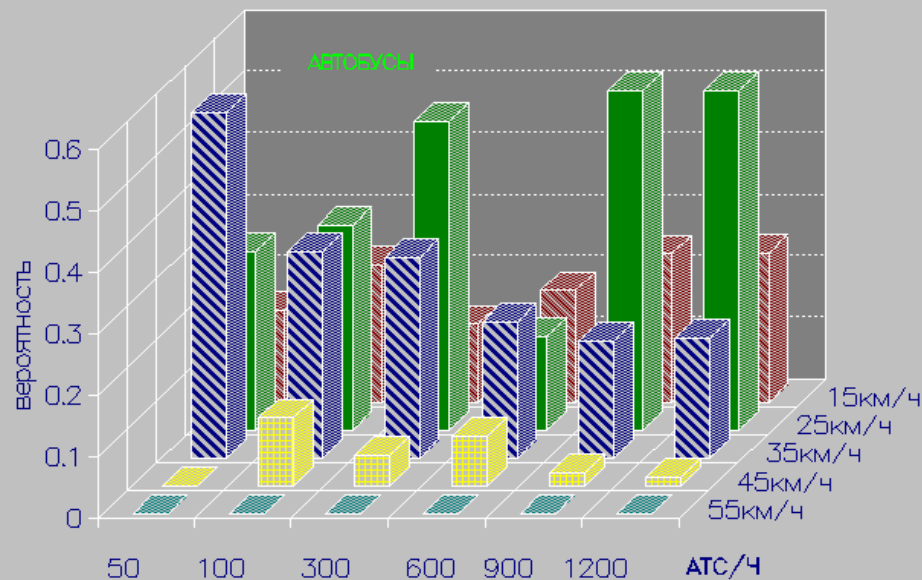


# Выбросы загрязняющих веществ транспортным потоком на участках УДС (методика МАДИ)

С использованием значений характеристик транспортного потока, пробеговых выбросов и расходов топлива от скорости движения АТС в режиме  $V_a=const$ , погонные выбросы и расходы топлива транспортным потоком на перегонах (кг/км\*ч)

$$Y = \sum_i \sum_j \sum_k w_j P_{kj} N$$

где  $w_j$  — пробеговые выбросы или расход топлива  $j$ -го вида, г/км;  $P_{ki}$  — вероятность попадания  $k$ -ой группы АТС в  $i$ -й диапазон скоростей движения потока;  $N$  — интенсивность потока, авт/ч.







# Выбросы ЗВ транспортным потоком на перегоне (участке УДС) (методика МАДИ)

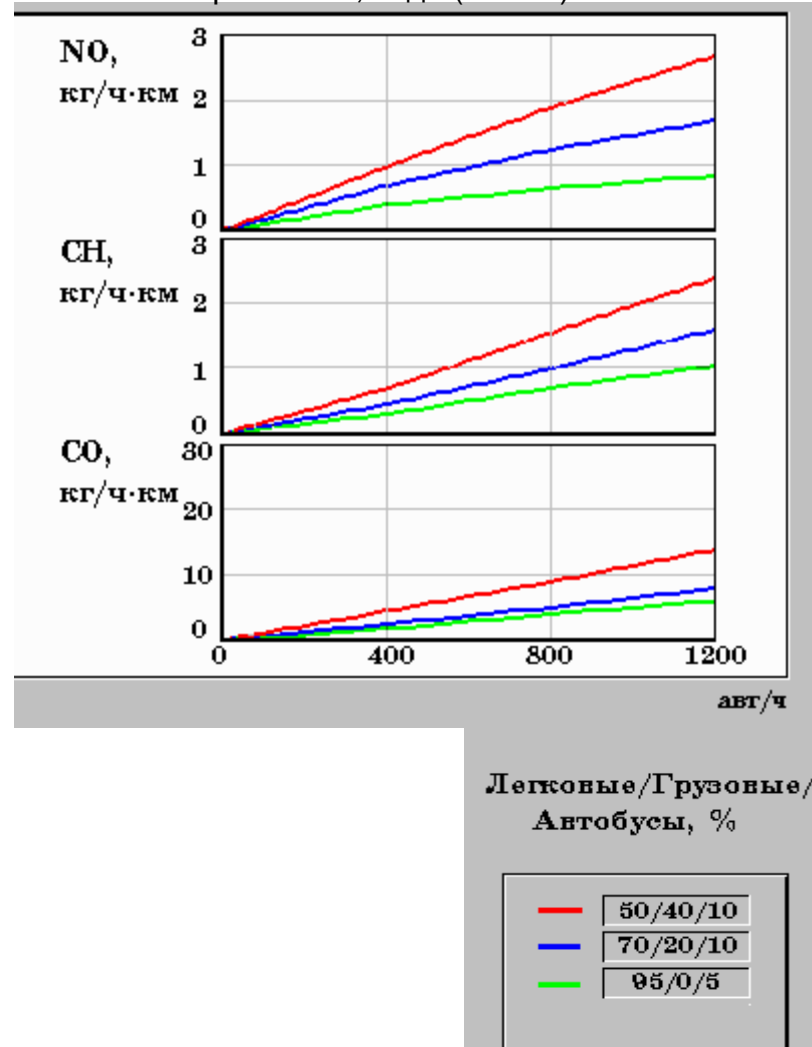
В диапазоне изменения интенсивности потока (60 – 1100 авт/ч на полосу движения), численности грузовых АТС и автобусов в потоке (0-50 %) для оценки погонных выбросов и расхода топлива на перегоне можно использовать упрощенные зависимости, полученные в результате статистической обработки результатов вычислительных экспериментов, вида (кг/ч.км):

$$Y_1 = \begin{cases} A_{j_1}^m N & S_{za} < 5\% \\ A_{j_2}^m N & 5\% < S_{za} < 25\% \\ A_{j_3}^m N & S_{za} > 25\% \end{cases}$$

где  $A_{j_1,2,3}^m$  — коэффициенты регрессии, кг/авт.км;  
 $S_{za}$  - доля грузовых АТС и автобусов в потоке, %.

Наименование показателя	$S_{za} > 25\%$	$5 < S_{za} < 25$	$S_{za} < 5\%$
<b>Расход топлива, л/авт.км</b>			
Бензин	0,166	0,133	0,101
Дизтопливо	0,030	0,0144	0,0026
СНГ	0,0026	0,0013	0,00027
СПГ*	0,00083	0,0004	0,000046
<b>Выбросы вредных веществ, г/авт.км</b>			
СО	11,68	7,73	5,39
СН	1,95	1,3	0,89
NOx	2,25	1,44	0,7
Частицы	0,03	0,0142	0,004
CO <sub>2</sub>	306	196	121
<b>Потребление O<sub>2</sub></b>	348	223	138

\*) — м3/авт.км; СНГ — сжиженный нефтяной газ; СПГ — сжатый природный газ





# Выбросы ЗВ транспортным потоком в узле (на перекрестке) (методика МАДИ)

Выбросы, расход топлива транспортным потоком на перекрестке (в узле) (кг/ч):

$$Y_2 = \begin{cases} N_y (k_{11}t_c + L_y k_{21}) & S_{za} < 5\% \\ N_y (k_{12}t_c + L_y k_{22}) & 5\% < S_{za} < 25\% \\ N_y (k_{13}t_c + L_y k_{23}) & S_{za} > 25\% \end{cases}$$

где  $N_y$  - интенсивность потока в узле, авт/ч;  $k_{11,12,13}, k_{21,22,23}$  - коэффициенты регрессии при оценке  $w$ -го параметра для стоящей и движущейся частей потока, кг/(ч.авт) и кг/(авт.км);  $t_c$  - время горения запрещающего сигнала светофора, ч;  $L_y$  - длина очереди перед перекрестком (зоны влияния перекрестка), км.

$$k_{21,22,23} = A_{j1,2,3}^m (1 + k_p + k_z)/3,$$

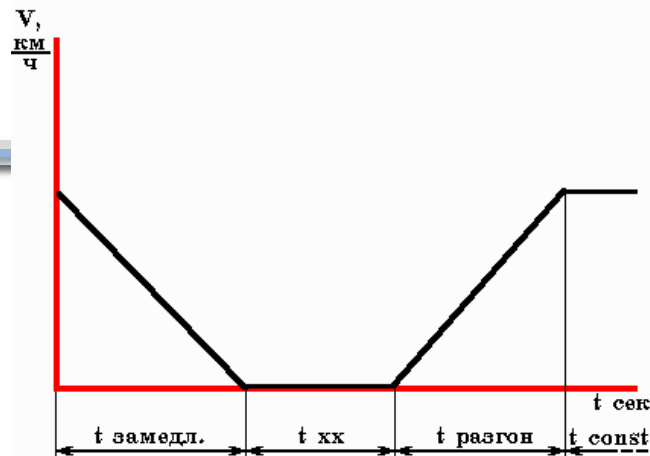
где  $k_p, k_z$  - коэффициенты, учитывающие изменение выбросов при разгоне и замедлении АТС по сравнению с режимом  $V_a = const$

$$k_{разгон} = W_{разгон(i)} / W_{Va=const(i)},$$

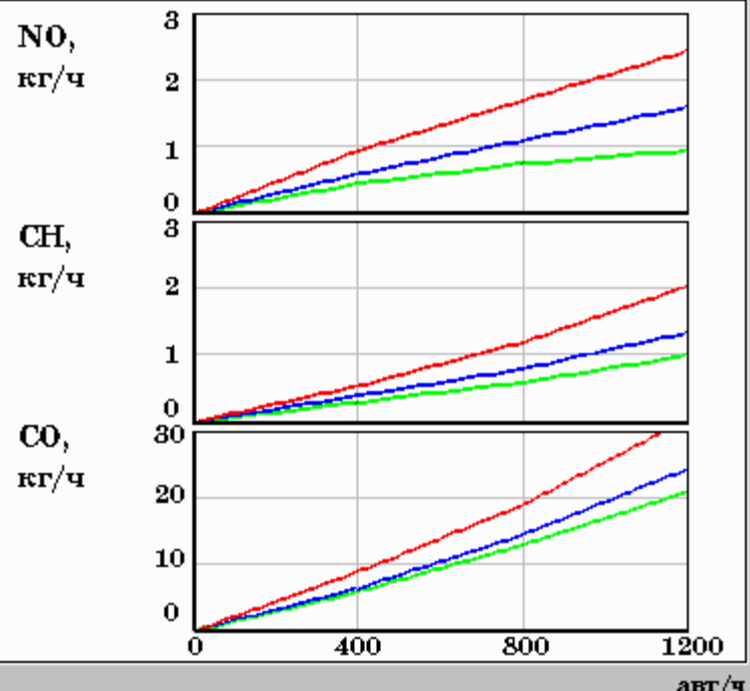
$$k_{замедл.} = W_{замедл.(i)} / W_{Va=const(i)}$$

$w_j$  - удельный выброс  $j$ -го вещества при разгоне АТС в диапазоне скоростей (0- $i$ ), замедлении в диапазоне скоростей ( $i$ -0) или при движении с постоянной скоростью  $i$ .

У бензиновых АТС при *разгоне* выбросы CO возрастают в 6 – 13 раз,  $NO_x$  – 6 – 13 раз, причем с увеличением литража двигателя значения коэффициентов  $k_{разгон}$  снижаются. Расход топлива и выбросы  $C_xH_y$  возрастают в 3,5-8 раз. У дизельных АТС растут выбросы твердых частиц (сажи) и расход топлива. При *замедлении* значения удельных выбросов снижаются в 3-10 раз. **Выбросы в окрестностях перекрестков в 5-8 раз выше выбросов транспортного потока при движении на перегонах (при отсутствии светофоров).**



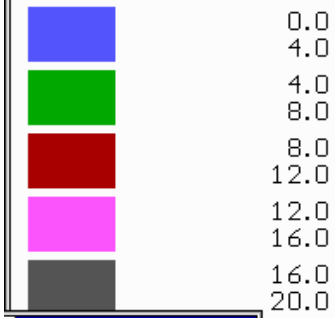
—	50/40/10
—	70/20/10
—	95/0/5



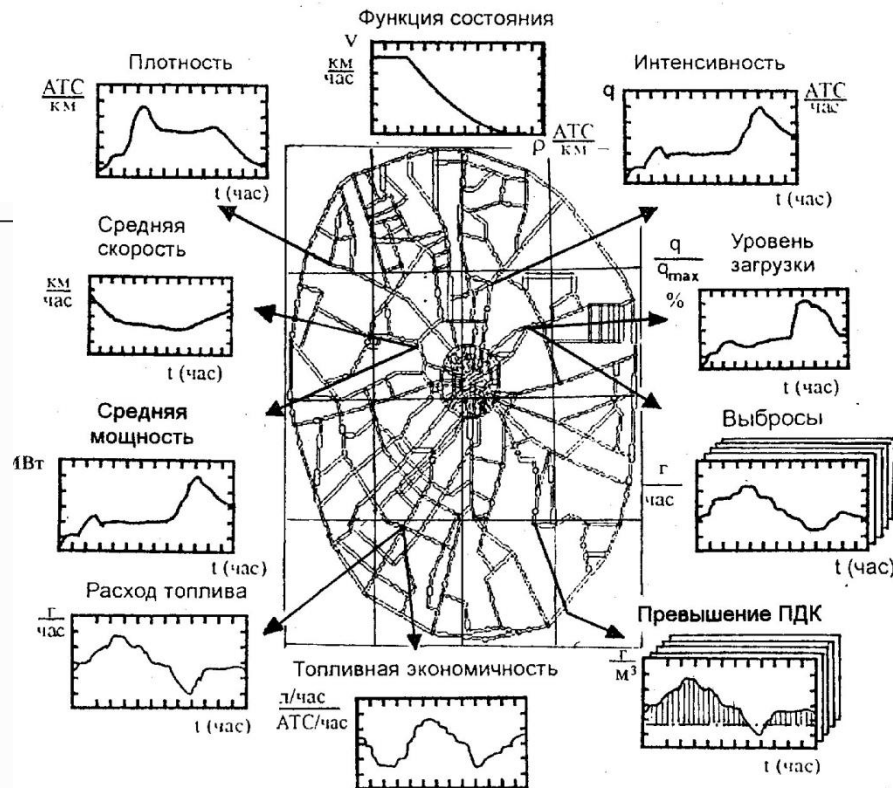
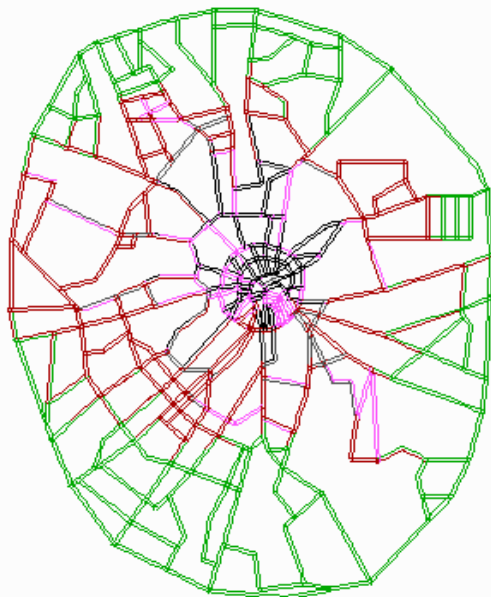


# Оценка характеристик транспортных потоков на УДС

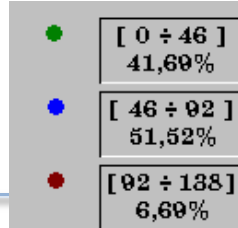
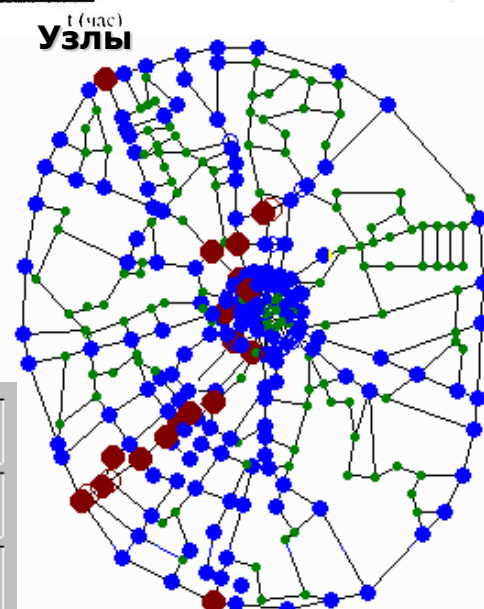
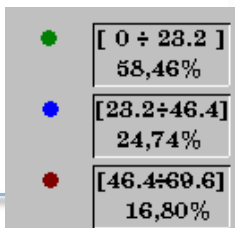
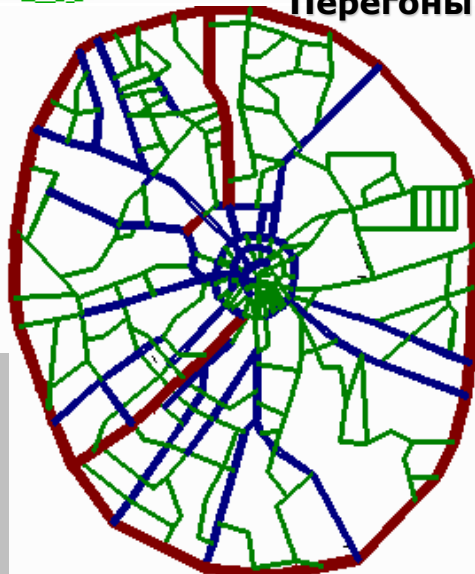
Число автомобилей на графе: 64269  
 Макс. число автомобилей на участке графа: 240  
 Вр. начала: 04:59:00  
 Текущ. вр.: 23:59:00  
 Увеличение: 1  
 Источники: 0  
 Стоки: 0  
 Шкала плотности (на полосу)



Получены координаты



## Выбросы CO на УДС г. Москвы



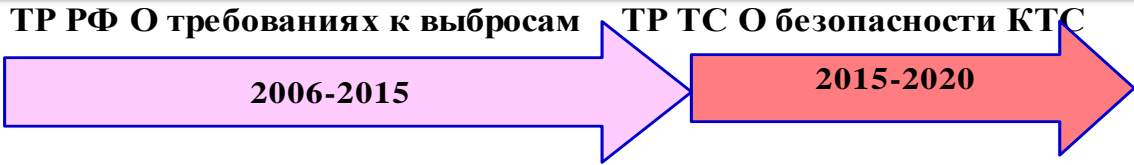


# Меры по снижению загрязнения воздуха автомобильным транспортом в городах

- 1. Обновление подвижного состава пассажирского и грузового транспорта (экологические классы 4,5,6)**
- 2. Повышение качества моторного топлива (экологические классы 4, 5)**
- 3. Улучшение условий дорожного движения:**
  - строительство и реконструкция УДС (автомагистралей и развязок);
  - создание (развитие) городского платного парковочного пространства;
  - развитие общественного транспорта (внеуличный – метрополитен, железная дорога, ЛРТ, БРТ, выделенные полосы для общественного транспорта, ТПУ);
  - упорядочение движения междугородних автобусов и грузового транспорта (ограничение использования, грузовой каркас);
  - создание альтернатив личному автомобилю (развитие такси, системы совместного использования автомобилей - каршеринг).
- 4. Стимулирование немоторизованной мобильности (велосипедное и пешеходное движение)**
- 5. Стимулирование использования низкоуглеродных транспортных средств (электромобили, гибриды, троллейбусы)**
- 6. Биосферно-совместимые и природоподобные технологии инженерной защиты**



# Динамика требований к выбросам токсичных веществ АТС и качеству топлив

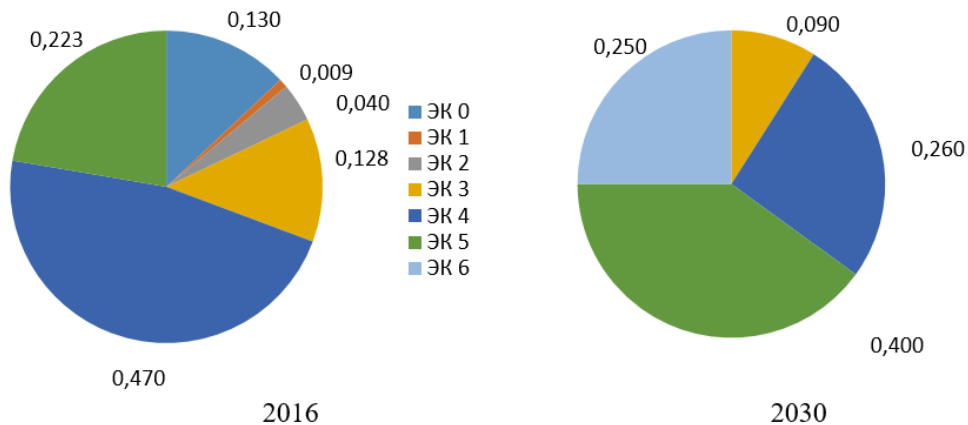


<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КЛАССЫ БЕНЗИНА И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА</b>	Эк. класс 5						
	Эк. класс 4					Эк. класс 3	
	Эк. класс 3				Эк. класс 2		
	Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015

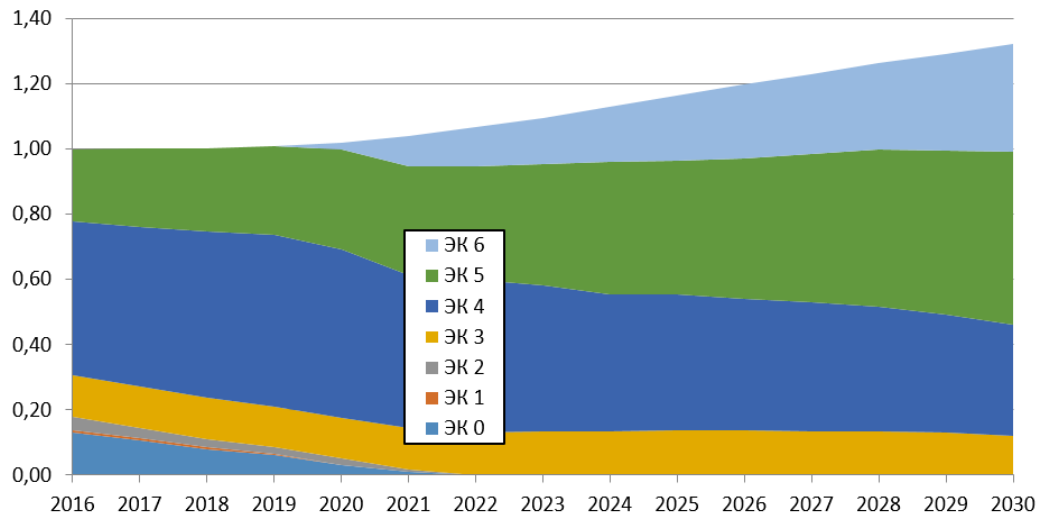
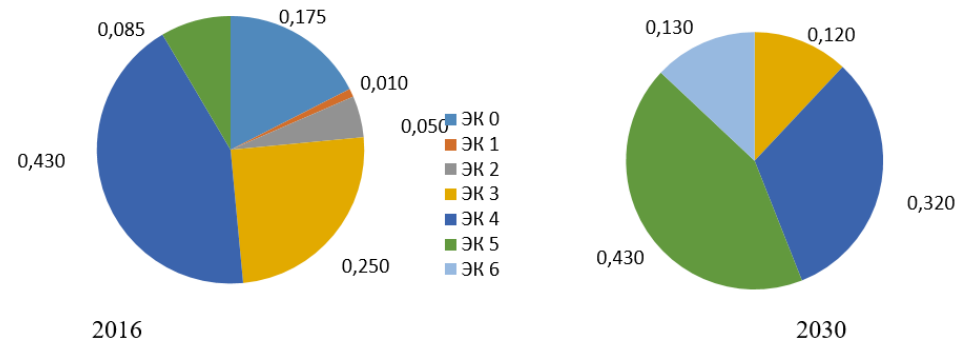


# Прогноз распределения АТС по экологическим классам в парке г. Москвы до 2030 года

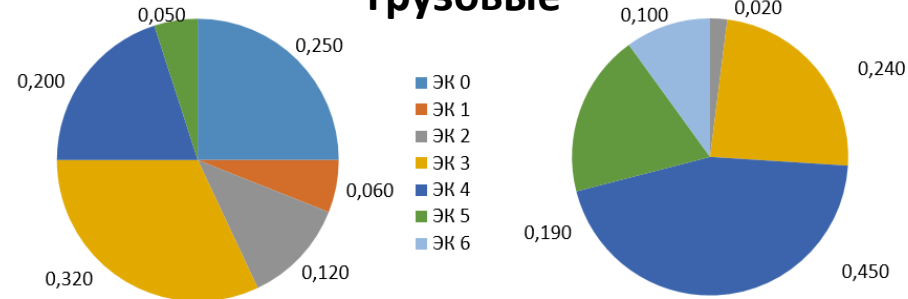
## Легковые



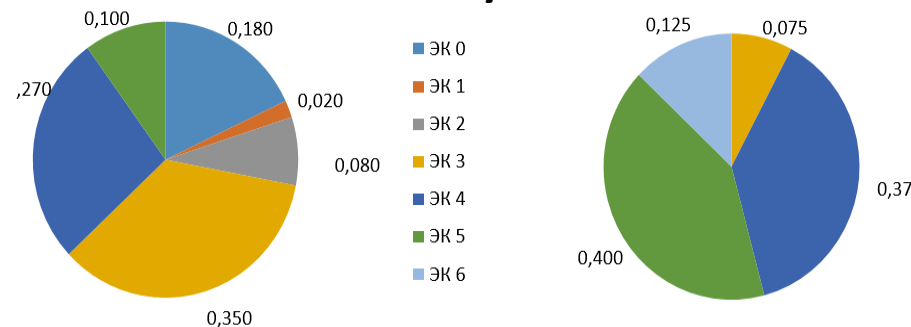
## Грузовые полной массой до 3,5 т



## Грузовые



## Автобусы





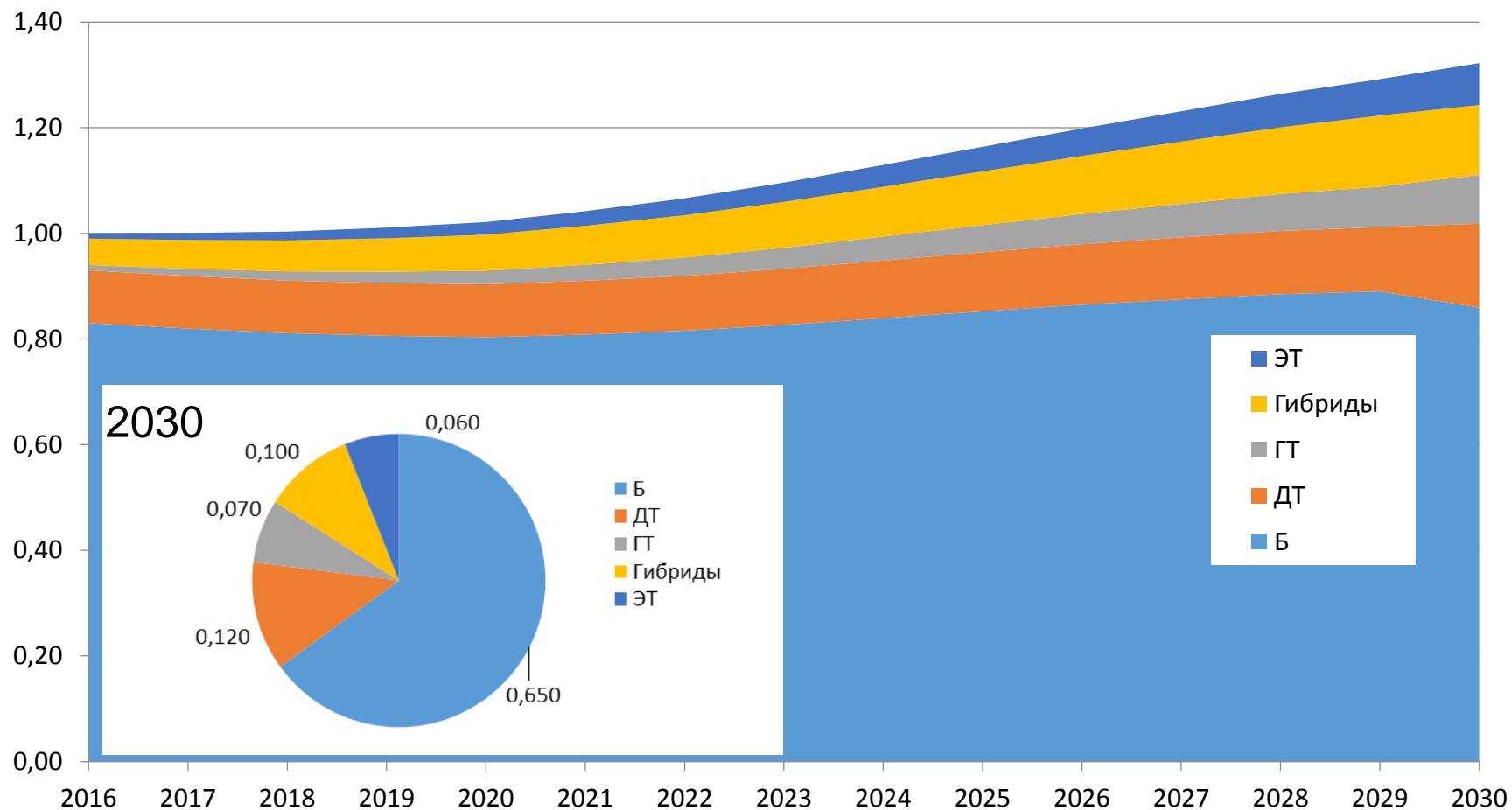
# Прогноз структуры парка России по типу энергоустановок, доли (на 01.01)

Тип ЭУ	2011	2016		2021		2026		2031	
		Инерц.	Иннов.	Инерц	Иннов.	Инерц.	Иннов.	Инерц.	Иннов.
<b>Легковые АТС</b>									
дизель	0,066	0,066	0,1	0,066	0,14	0,066	0,17	0,066	0,203
бензин	0,934	0,934	0,8	0,934	0,66	0,934	0,52	0,934	0,378
газ	0	0	0,04	0	0,065	0	0,1	0	0,135
гибрид	0	0	0,035	0	0,07	0	0,11	0	0,149
H2+ТЭ+Э	0	0	0,025	0	0,065	0	0,1	0	0,135
<b>ВСЕГО</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
<b>Грузовые АТС</b>									
дизель	0,417	0,417	0,45	0,417	0,48	0,417	0,5	0,417	0,53
бензин	0,583	0,583	0,51	0,583	0,44	0,583	0,38	0,583	0,31
газ	0	0	0,02	0	0,04	0	0,06	0	0,08
гибрид	0	0	0,01	0	0,02	0	0,03	0	0,04
H2+ТЭ+Э	0	0	0,01	0	0,02	0	0,03	0	0,04
<b>ВСЕГО</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
<b>Автобусы</b>									
Дизель	0,806	0,806	0,807	0,806	0,811	0,806	0,816	0,806	0,82
Бензин	0,194	0,194	0,153	0,194	0,109	0,194	0,064	0,194	0,02
Газ	0	0	0,02	0	0,04	0	0,06	0	0,08
Гибрид	0	0	0,01	0	0,02	0	0,03	0	0,04
H2+ТЭ+Э	0	0	0,01	0	0,02	0	0,03	0	0,04
<b>ВСЕГО</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

«H2+ТЭ+Э» - автомобили, работающие на водороде, топливных элементах, электромобили



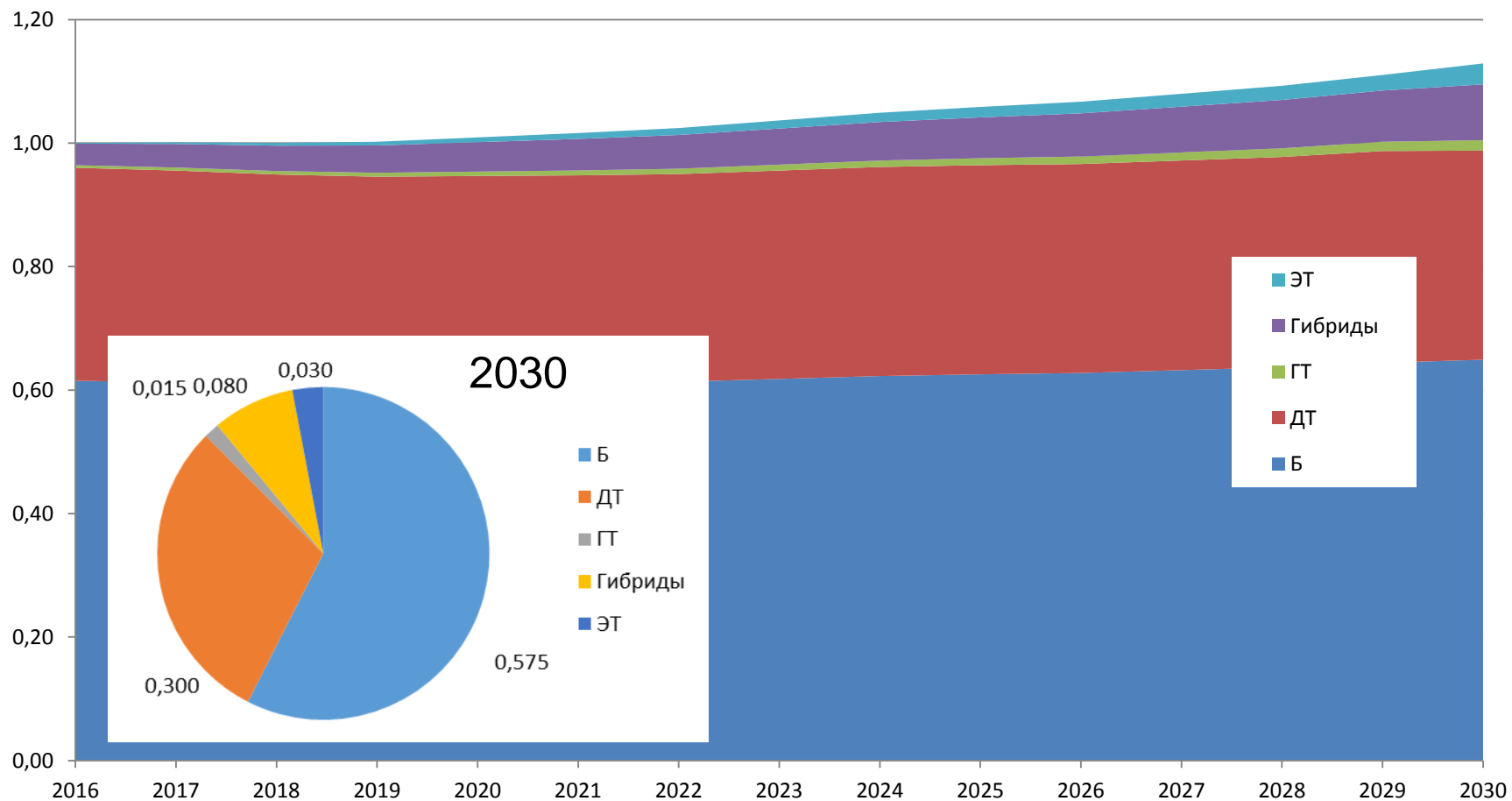
# Прогноз динамики относительной численности легковых АТС г. Москвы по типу энергоустановок





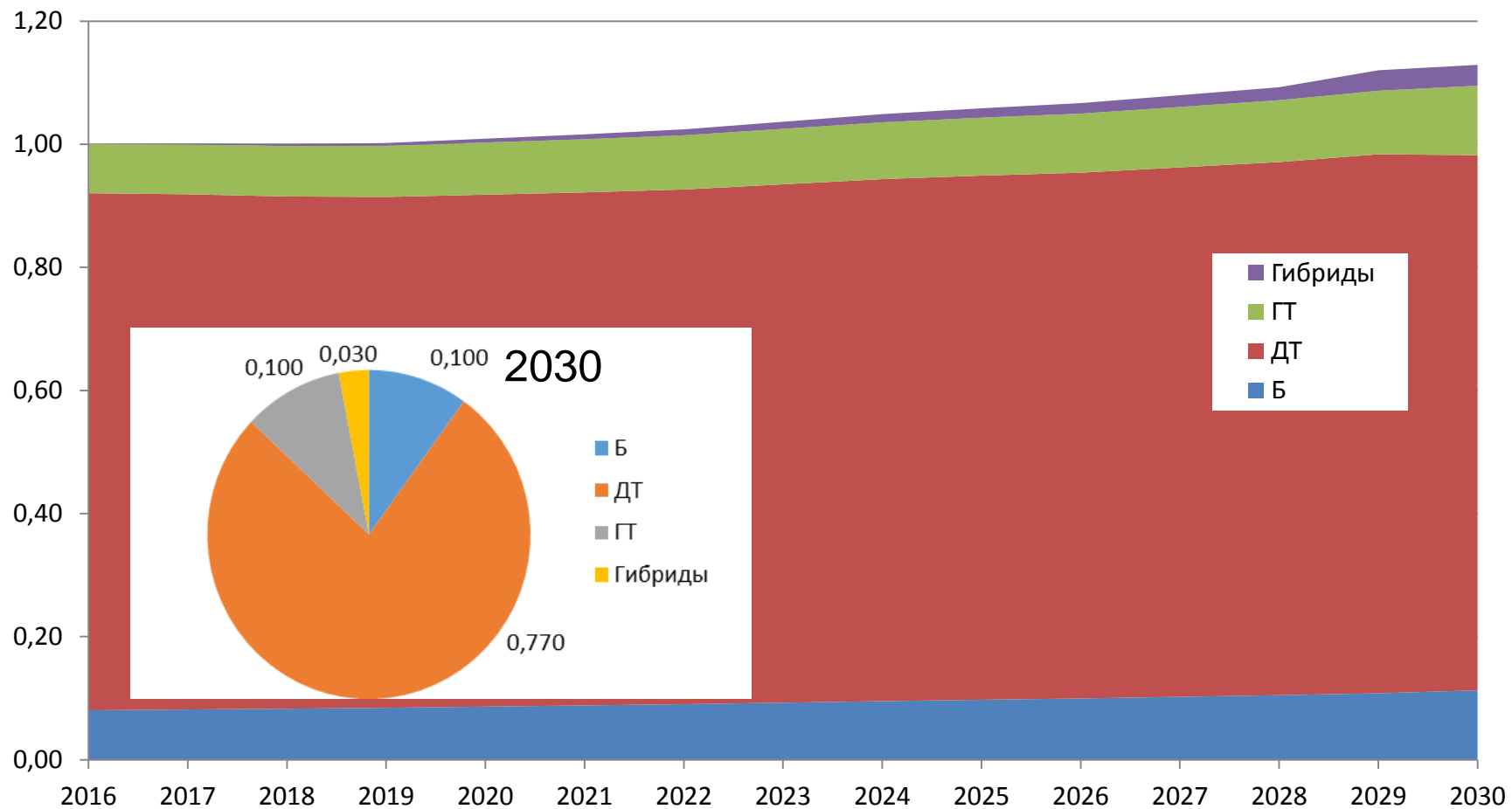


# Прогноз динамики относительной численности **легких коммерческих АТС** г. Москвы по типу энергоустановок





# Прогноз динамики относительной численности грузовых АТС г. Москвы по типу энергоустановок





# Реализуемые в Москве мероприятия, имеющие положительный экологический эффект

Развитие ОПТ



Электрический общественный транспорт

Новые автобусы Евро-5



Логистика грузоперевозок

Ограничение движения



ЭК 2, 3



ЭК 3

Развитие велосипедного и пешеходного движения

Качество топлива



ЭК4-ЭК5, КПГ

Организация парковочного пространства



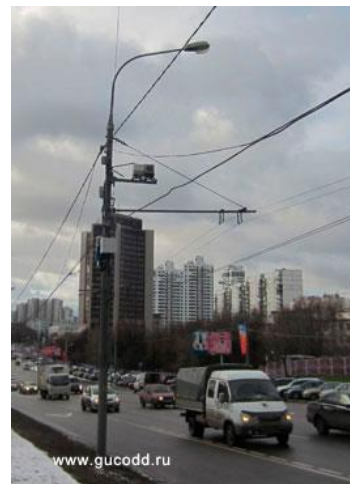


# Развитие улично-дорожной сети, совершенствование организации дорожного движения (КСОДД)



Оптимизация режима движения (снижение количества транспортных заторов):

- увеличение пропускной способности дорог;
- реконструкция транспортных развязок
- введение градостроительных требований к обеспечению торговых и иных объектов транспортной инфраструктурой;
- средства видеофиксации нарушений.



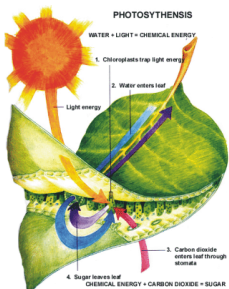
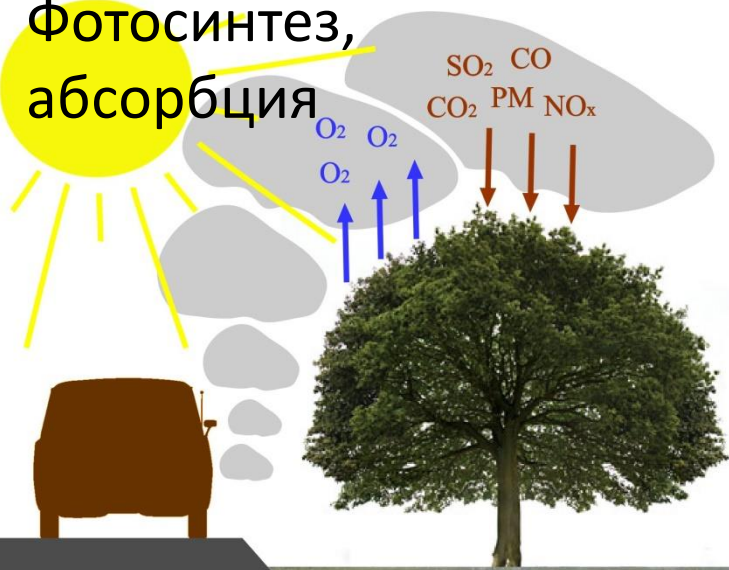
Экологический эффект от совершенствования организации дорожного движения может достигать 15-20%



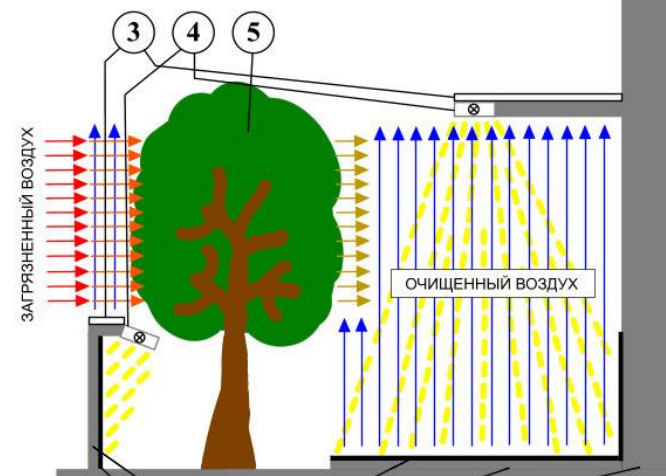
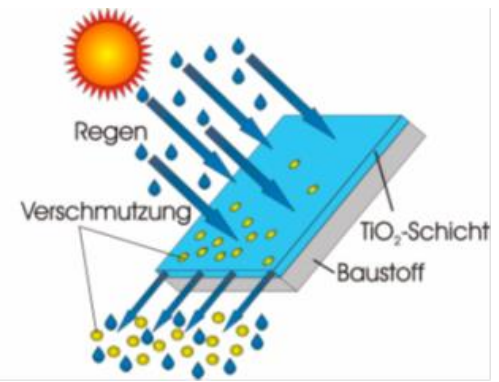
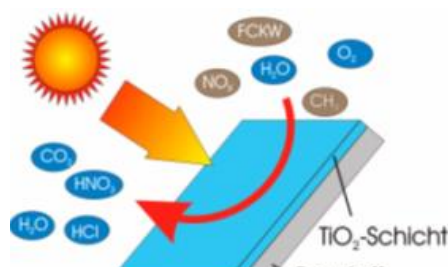
# Биосферно-совместимые и природоподобные технологии



Фотосинтез,  
абсорбция



Фотокатализ ( $TiO_2$ )



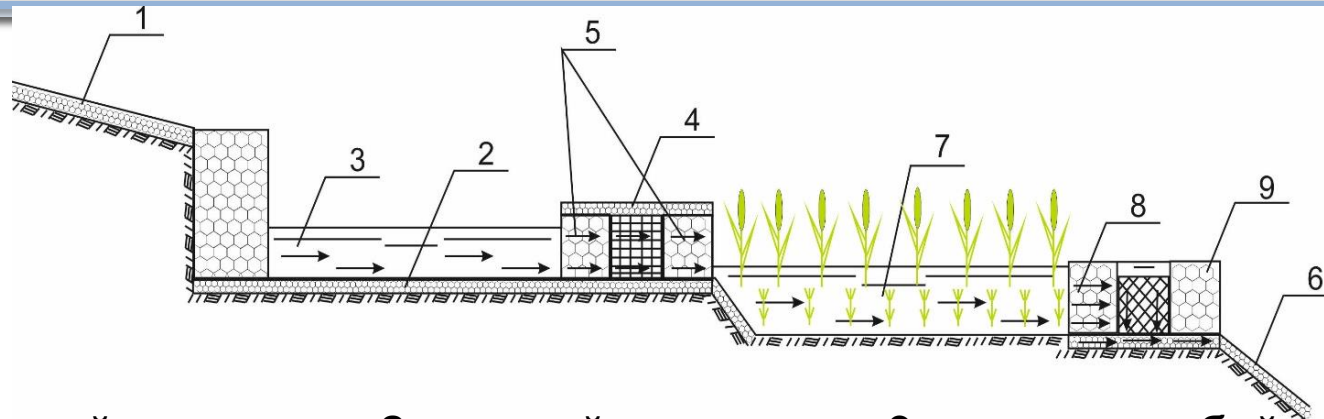
1. фотокаталитические покрытия;
2. ограждающие конструкции;
3. солнечные батареи;
4. лампы с УФ излучением;
5. озеленение города.







# Биосферно-совместимая технология очистки стока с дорог



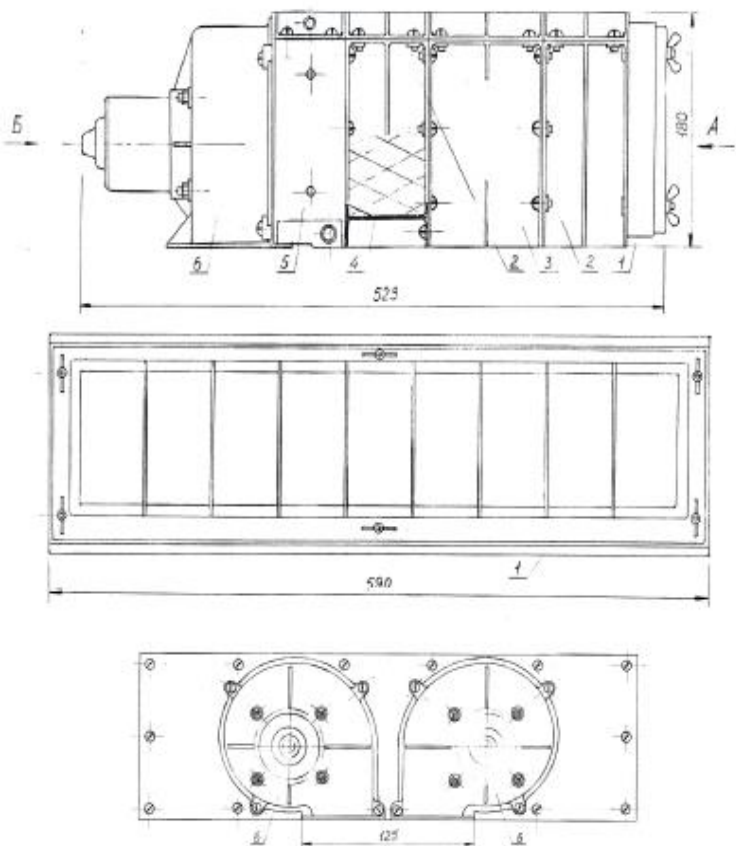
1 – водосточный коллектор; 2 – отстойная камера; 3 – секция грубой очистки;  
4 – дополнительная фильтровальная камера; 5 – вертикальные стенки дополнительных  
фильтровальных камер; 6 – отводящий коллектор; 7 – глубоководный бассейн; 8 –  
фильтрующая дамба; 9 – фильтровальная







# Конструкция фотокаталитического очистителя (ФКО) воздуха и его размещение в салоне автобуса



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
**RU (11) 2 262 455<sup>(11)</sup> C1**  
 05 МК1 В 60 Н 3/06, F 28 F 3/04

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(11) (22) Заявка: 200411980011, 30.06.2004  
 (14) Дата начала действия патента: 30.06.2004  
 (43) Опубликовано: 20.10.2005 Бюл. № 29  
 (54) Способ очистки, описанный в пункте 5 текста, JP 2002203862 A, 13.09.2002, SU 1902089 A, 15.05.1964, SU 679434 A, 15.08.1979, US 3480393 A, 17.08.1969.

Адрес для переписки:  
 125316, Москва, Ленинский пр-т, 64,  
 МАДИ (ГТУ), Патентный отдел

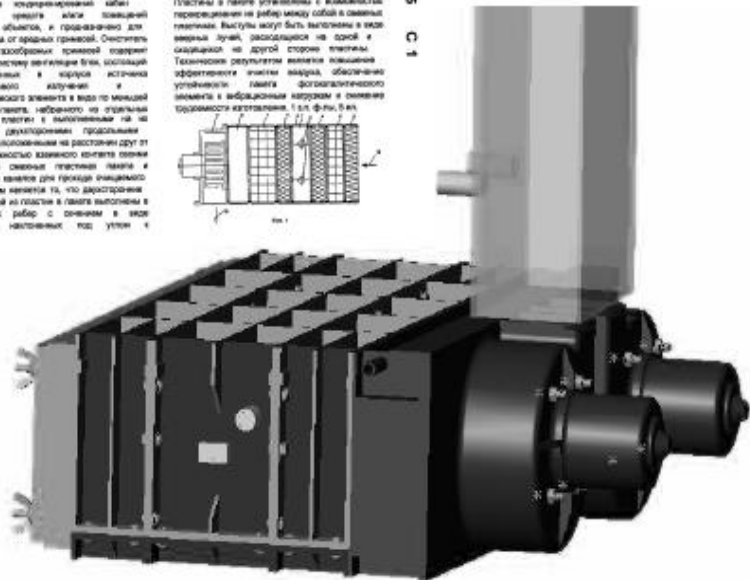
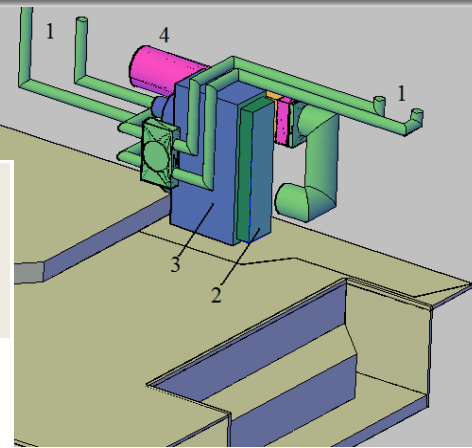
(72) Автор(ы):  
 Михайлов В.А. (RU),  
 Трофимов Ю.В. (RU),  
 Григорьев Т.Ю. (RU),  
 Воронцов А.В. (RU),  
 Кошкин Д.В. (RU)

(71) Патентообладатель(и):  
 Московский автомобильно-дорожный институт  
 (государственный технический университет)  
 (RU),  
 Институт катализа им. Г.К. Борозина  
 Сибирского отделения Российской Академии  
 наук (RU)

**(54) ОЧИСТИТЕЛЬ ВОЗДУХА ОТ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ**

(57) Резюме:  
 Изобретение относится к области машиностроения, более конкретно к системам вентиляции и кондиционирования воздуха транспортных средств или помещений стационарных объектов, и предназначено для очистки воздуха от газообразных примесей поверхностью активной в системе очистки фотокаталитической поверхности в корпусе источника ультрафиолетового излучения и фотокаталитического элемента в виде по меньшей мере одного пластина, расположенной по отношению к поверхности пластины в выгнутых на ней поперек ее выступов, расположенных на расстоянии друг от друга с максимальной длиной выгнутых выступов в сторону пластины менее или равной длине пластины, и формировании зазора для прохода очищаемого воздуха. Новые элементы 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

- 1 – воздуховоды;
- 2 – вентиляторы;
- 3 – ФКО воздуха;
- 4 – нагреватель



1 - контактный воздушный фильтр; 2 - модуль фотоочистки;  
 3 - модуль ультрафиолетового излучения; 4 - пакет пластин;  
 5 - несущая камера выравнивания давления; 6 - вентилятор

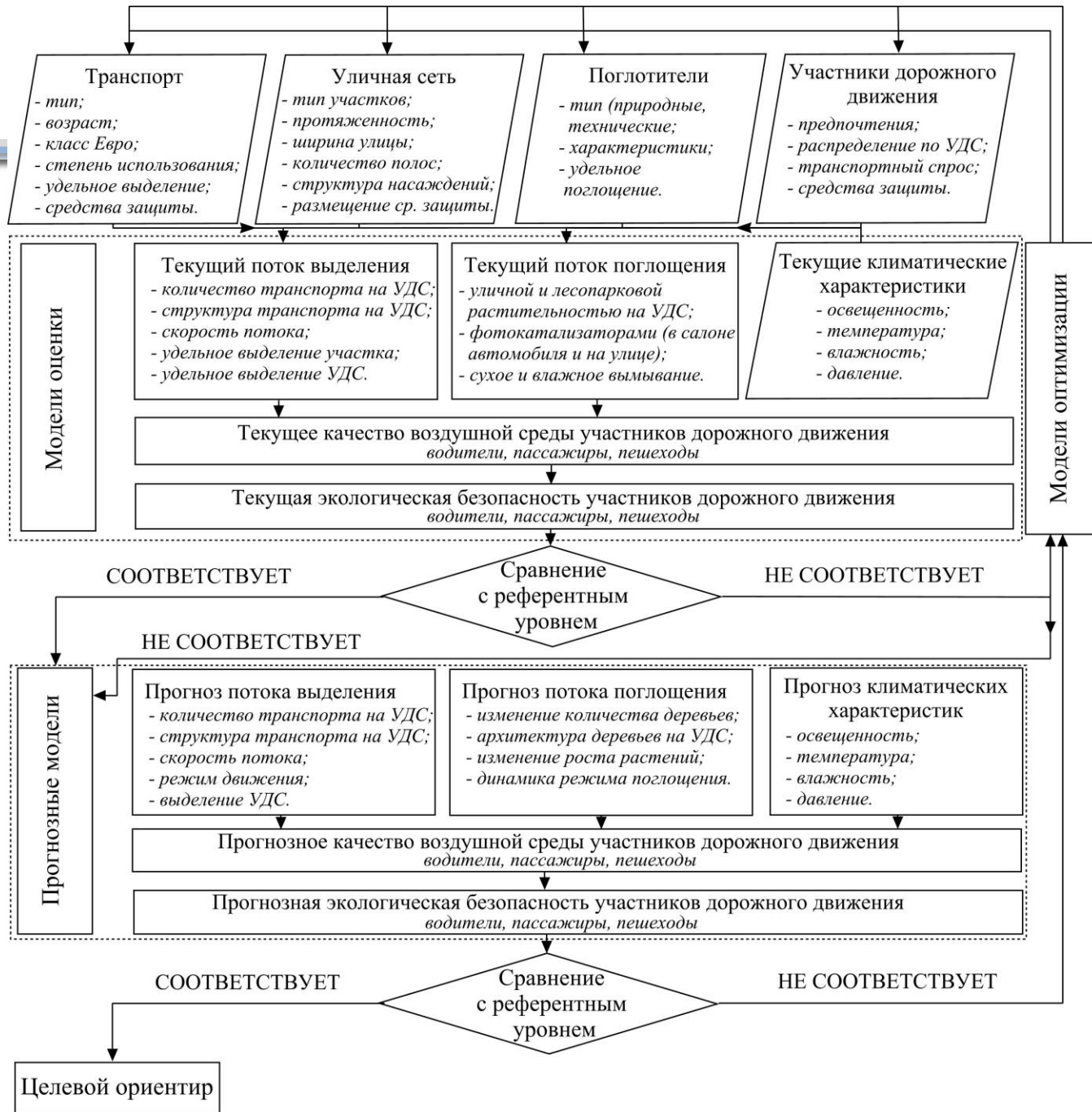


# Блок-схема методики оценки экологической безопасности участников ДД на УДС



■ - ПЧ ■ - ПУ ■ - ПР

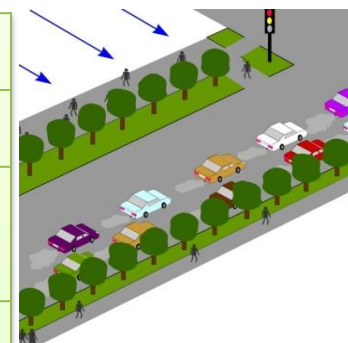
ПЧ – проезжая часть; ПУ – тротуары;  
 ПР – селитебная территория





# Эффективность мер инженерной защиты (снижение концентраций CO и NO<sub>x</sub> в воздухе для участников движения)

Мероприятие	Эффективность, %	
	CO	NO <sub>2</sub>
Очистка воздуха от ЗВ растениями вблизи УДС	0,14 – 0,16	0,15 – 0,18
Очистка воздуха от ЗВ лесопарковой растительностью	0,2 – 0,4	0,3 – 0,5
Использование фотокатализатора на ограждающих поверхностях УДС	2,5 – 3,9	0,5 – 2,3
Использование фотокаталитических очистителей в кабине (салоне)	2,0 – 2,7	1,5 – 2,8
Обновление парка ТС	1,4 – 3,4	1,8 – 3,4
Ограничение использования ТС низких экологических классов	0,9 – 2,3	1,1 – 2,2
Совместный учет всех мероприятий (макс.)	7,14 – 12,86	5,35 – 11,38



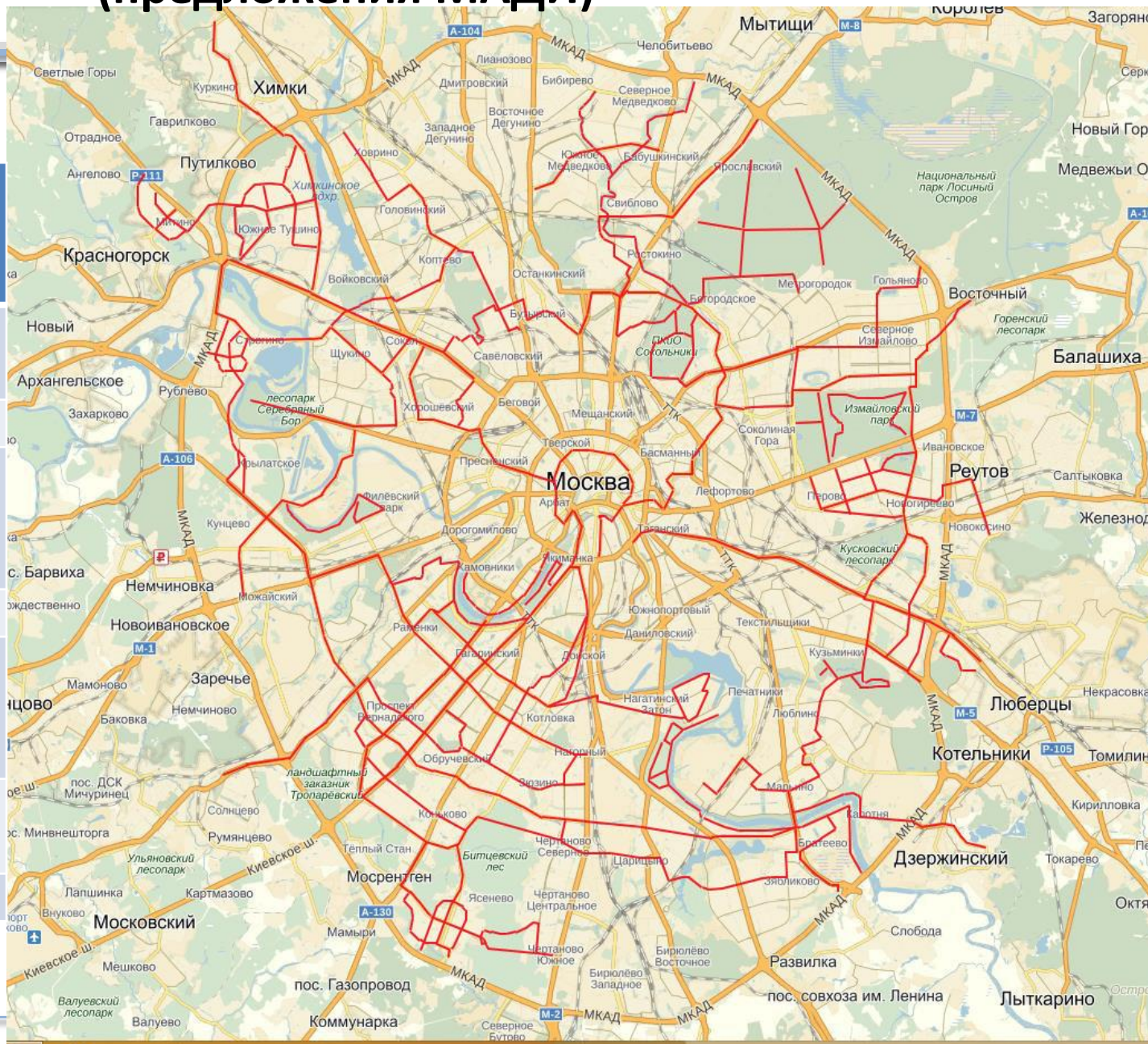
Удаление CO с помощью городской растительности эквивалентно дополнительному присутствию на улицах города 0,2–0,4% автомобилей от численности парка без ухудшения качества воздуха.





# Рекомендуемая схема велотранспортной сети г. Москвы (предложения МАДИ)

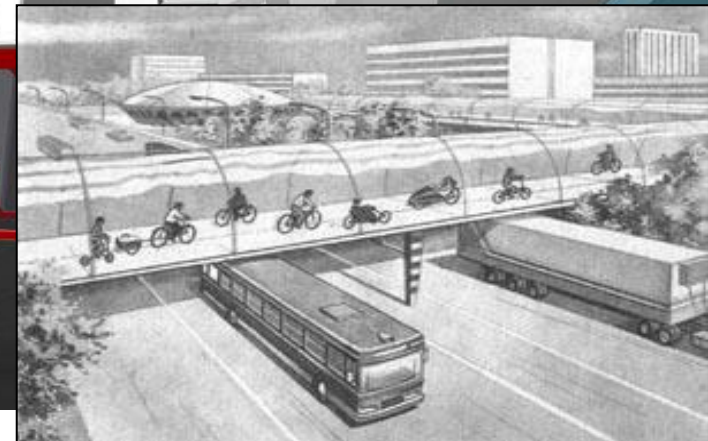
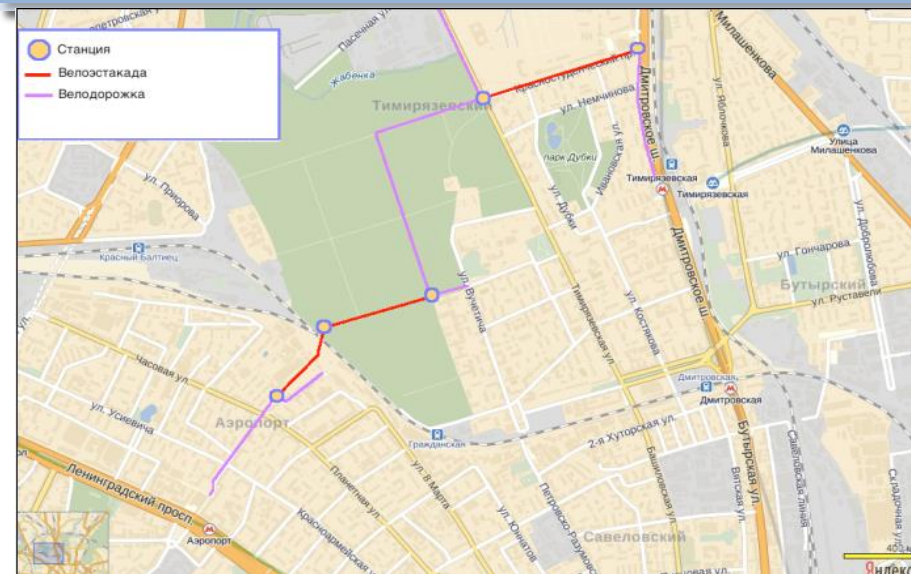
Места расположения	Протяженность, км
Парки со сквозными дорожками	130
Набережные	140
Бульвары, улицы и проспекты с зелеными коридорами	265
Широкие тротуары	45
Линейные (1 км и более) зеленые зоны, скверы	10
Дорожки вдоль линий РЖД	10
<b>Всего</b>	<b>600</b>





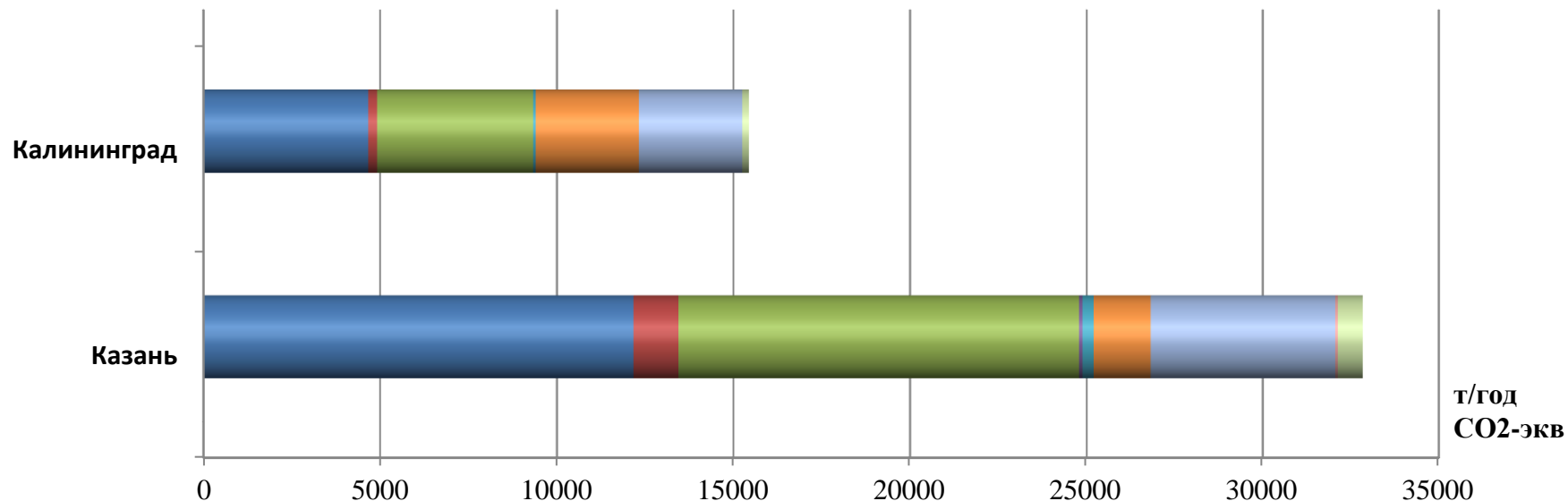


# Пересечение преград на велосипедной сети и защита от непогоды – велополитен МАДИ





# Вклад мероприятий, обеспечивающих безопасность велосипедного движения, в снижение выбросов ПГ

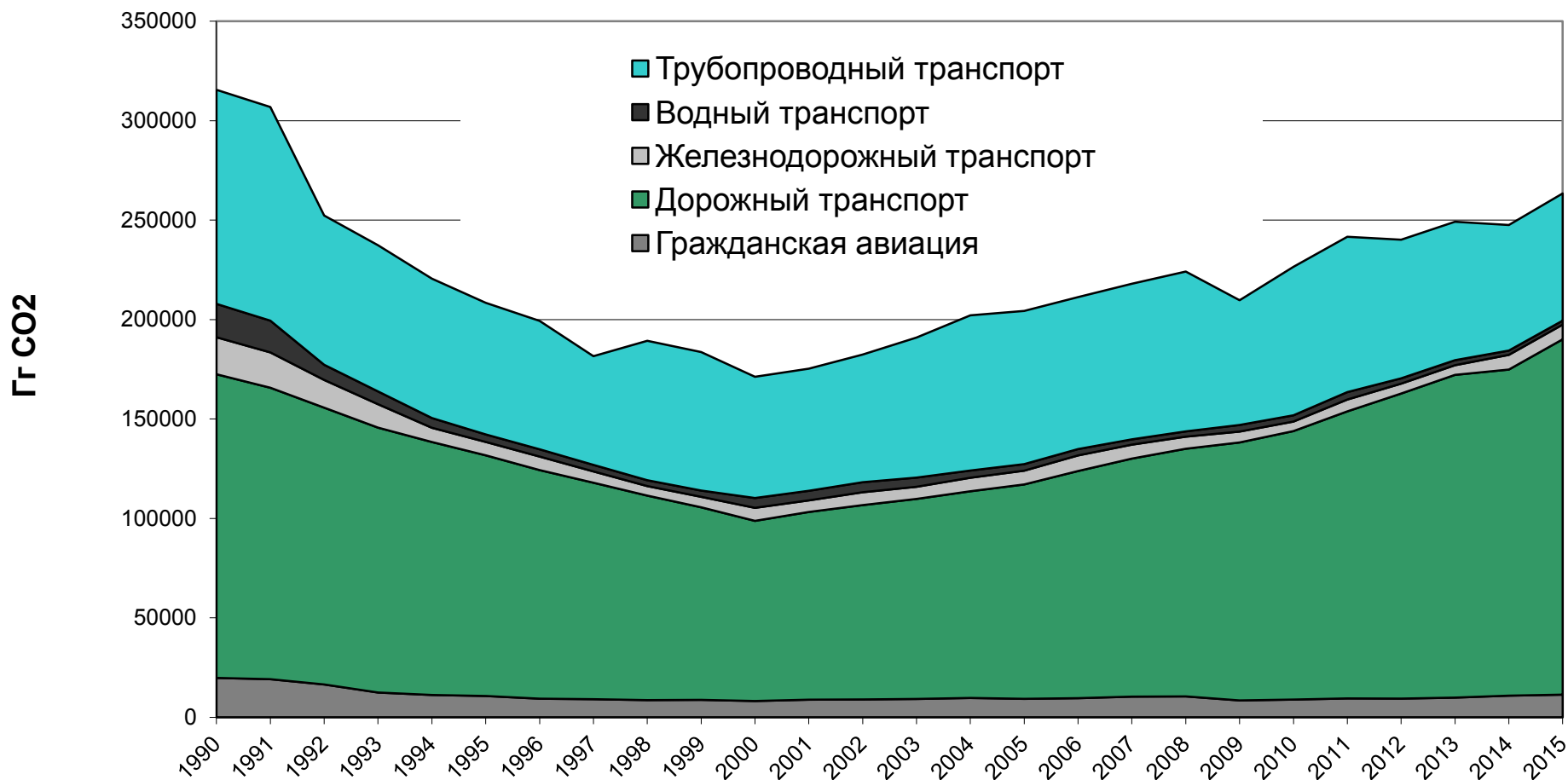


- **Обеспечение расстояния видимости**
- Успокоение движения транспортных потоков
- **Обеспечение запрета доступа транспортных средств на велоинфраструктуру**
- Велосипедное движение на улицах с односторонним движением
- Велосипедные полосы и парковка автомобилей
- **Тротуары – взаимное расположение пешеходной и велотранспортной инфраструктуры**
- **Пересечения в одном уровне – перекрёстки**
- Пересечения в одном уровне - кольцевые пересечения
- Велосипедные дорожки и автобусные остановки





# Динамика валовых выбросов парниковых газов разными видами транспорта в РФ

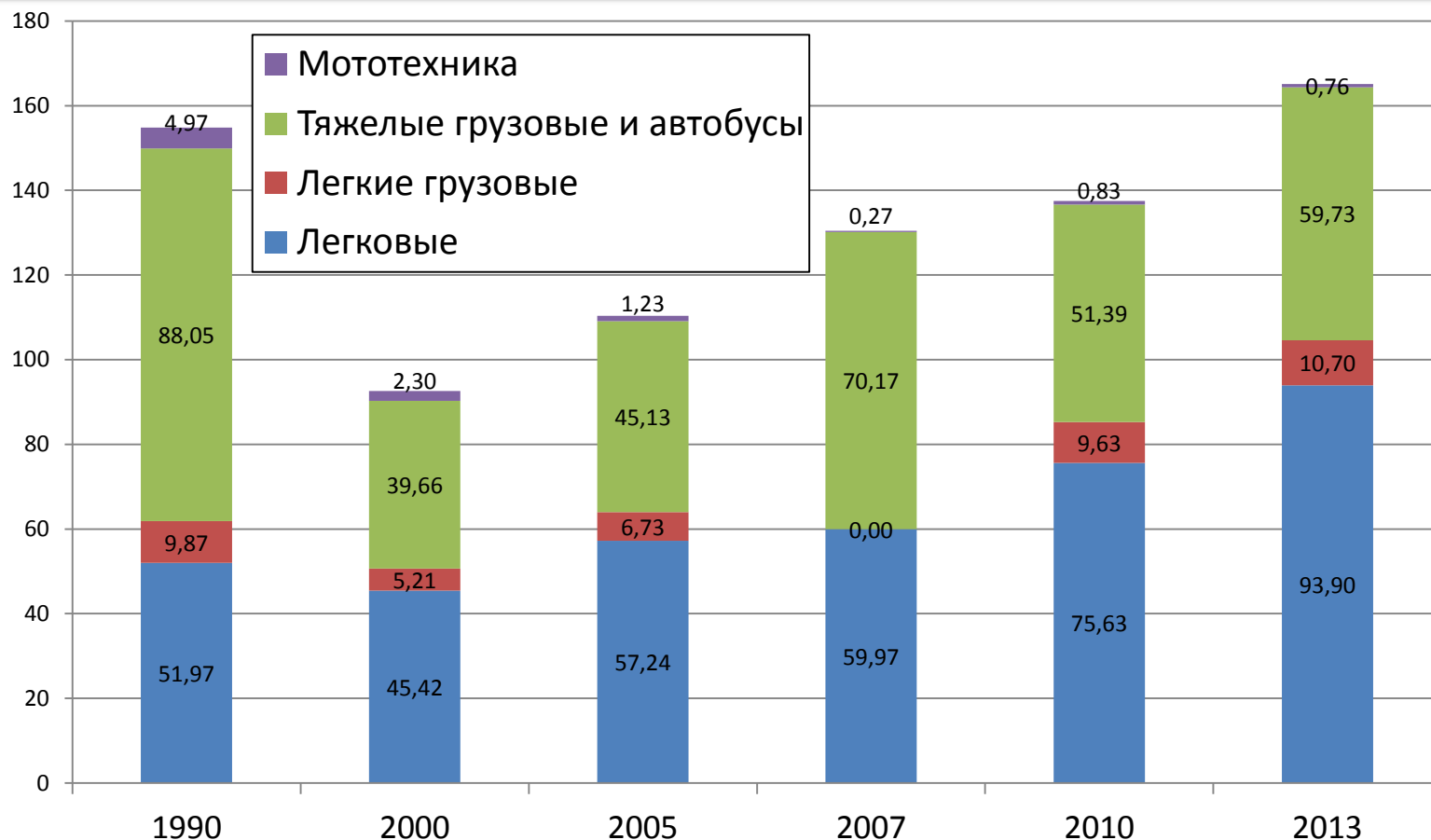




# Валовые выбросы ПГ дорожным транспортом в РФ\*

(Методика ЕМЕР/ЕЕА, Copert-4 )

Млн.т  
CO<sub>2</sub>-экв



В 2013 году выбросы ПГ дорожным транспортом на 7% превысили уровень 1990 г. (154,86 млн. т CO<sub>2</sub>-экв.) и составили **165,09 млн. т CO<sub>2</sub>-экв.**

\*) Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ не регулируемых Монреальским протоколом, 2017



# НИР в проекте ПРООН/ГЭФ-Минтранс России для пилотных городов (Казани и Калининграда)



1. Разработка комплексной схемы организации дорожного движения города Казани на 2014-2020 гг с перспективой до 2030 года (2014-2015)
2. Международный и российский опыт по введению платного въезда в центр города, включая анализ нормативно-правовой базы и оценку целесообразности использования в городах России (на примере г. Казани) (2015)
3. Анализ и мониторинг сокращения выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта по итогам реализации рабочего проекта платной муниципальной парковки, расположенной по адресу: г.Казань, ул. Вахитова д. 18 А (возле здания Казанского Государственного Энергетического университета) (2016)
4. Эскизный проект обустройства велосипедных дорожек в центральной части г. Казани с учетом маршрута до деревни Универсиады (2017)
5. Создание пилотной системы мониторинга выбросов парниковых газов автотранспортом в городе Калининграде (2016)
6. Комплексная схема развития пассажирского транспорта общего пользования города Калининграда на перспективу до 2020 года с учетом реализации задач транспортного обеспечения проведения игр чемпионата мира по футболу 2018 года (2015)
7. Определение и оценка планировочных мероприятий Генерального плана на улучшение экологической и климатической ситуации. Разработка дополнительного раздела проекта генерального плана городского округа «Город Калининград» по оценке влияния решений по развитию транспортной инфраструктуры города на объемы выбросов парниковых газов (2015)
8. Технико-экономическое обоснование реализации системы скоростного городского пассажирского сообщения в городе Калининграде (2015)

В результате разработанных и реализованных мероприятий прямое сокращение выбросов ПГ автомобильным транспортом составило **54,13...59,0 тыс. т CO<sub>2-экв.</sub>**



# Выбросы ПГ автомобильным транспортом г. Москвы

Тип АТС	Валовые выбросы ПГ, тыс.т CO <sub>2</sub> -экв./год / Доля выбросов, %	
	2011	2014
Легковые АТС	6320,977	7174,957
	56,0	56,0
Легкие коммерческие АТС	1115,757	1172,167
	9,9	9,2
Грузовые АТС (кроме ЛКА)	3133,084	3496,389
	27,8	27,3
Автобусы	710,874	961,770
	6,3	7,5
Всего	11280,693	12805,283
	100,0	100,0

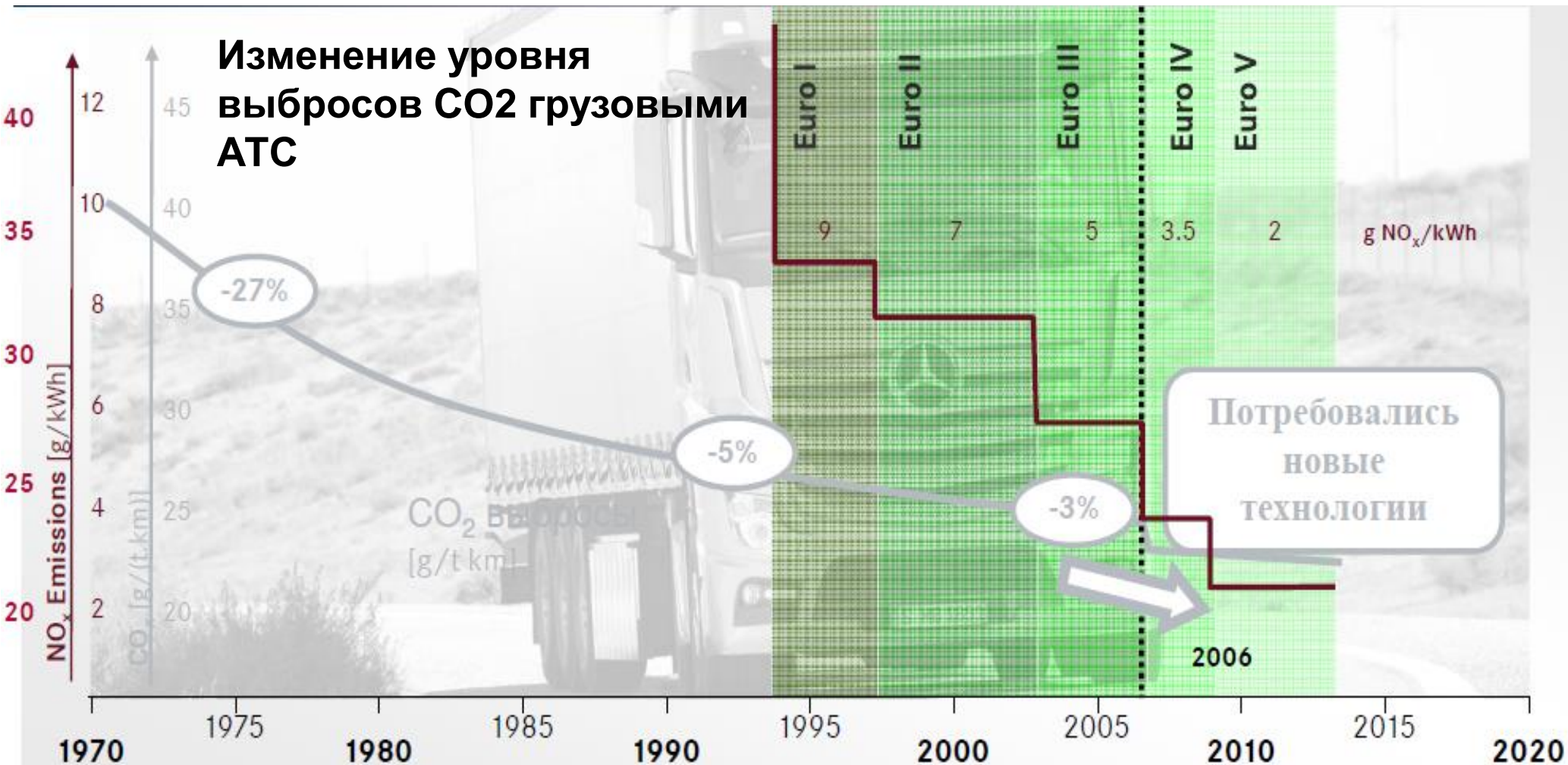
Выбросы CO<sub>2</sub> автомобильным транспортом г. Москвы составляют более **16%** всех выбросов ПГ в Москве и **7,8%** валовых выбросов ПГ автомобильным транспортом РФ. **56%** CO<sub>2</sub> выбрасывают легковые АТС

## Прогнозные оценки валовых выбросов ПГ автомобильным транспортом, Программа Copert-4

Год	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> - экв./год	Удельн ые выброс ы CO <sub>2</sub> - экв, г/км
<b>1990</b>	15997,9	0,46	2,03	<b>16184,6</b>	504,6
<b>2015</b>	12290,2	0,33	2,02	<b>12440,4</b>	284,7
<b>2016</b>	12462,2	0,22	1,09	<b>12554,5</b>	282,2
<b>2017</b>	12419,2	0,21	1,02	<b>12506,9</b>	280,9
<b>2018</b>	12384,6	0,20	0,97	<b>12469,0</b>	279,4
<b>2019</b>	12408,4	0,20	0,93	<b>12491,1</b>	278,1
<b>2020</b>	12497,7	0,20	0,92	<b>12579,3</b>	277,4
<b>2025</b>	13658,0	0,20	0,94	<b>13742,3</b>	271,7
<b>2030</b>	15108,2	0,22	1,03	<b>15199,3</b>	268,8



# Инженерно-техническая проблема: ужесточение норм ЕВРО не ведет к сокращению выбросов CO2

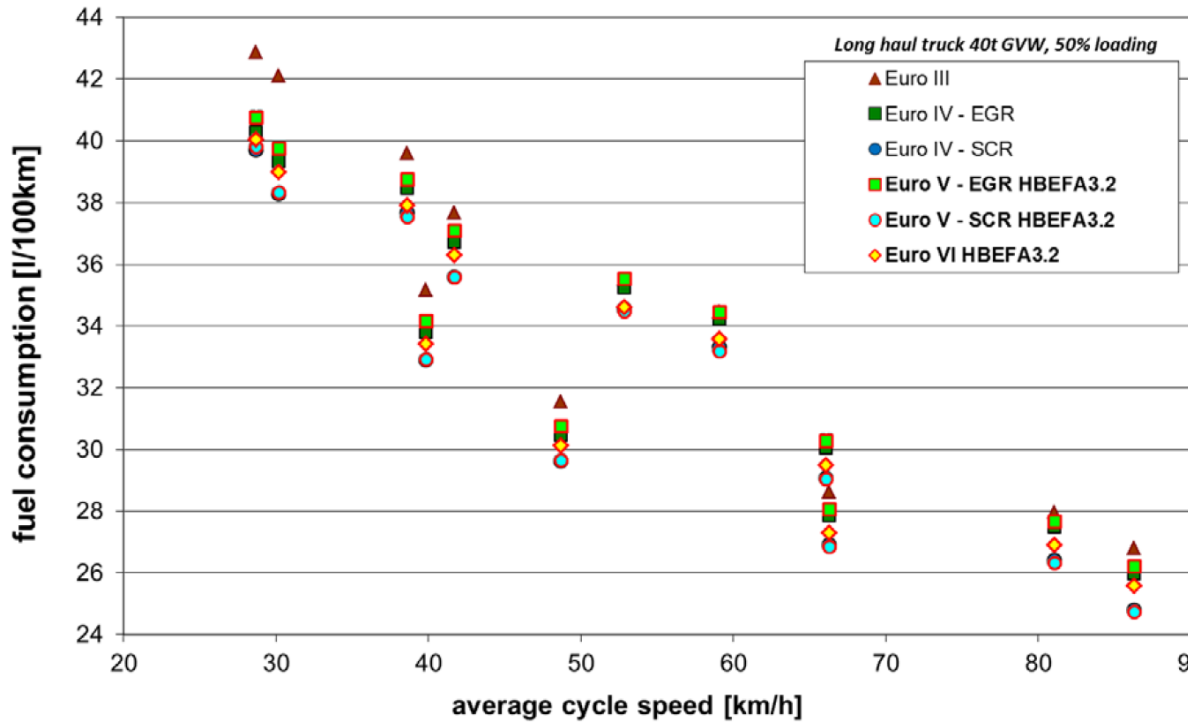


Причина – введение SCR и других технологий очистки отработавших газов.

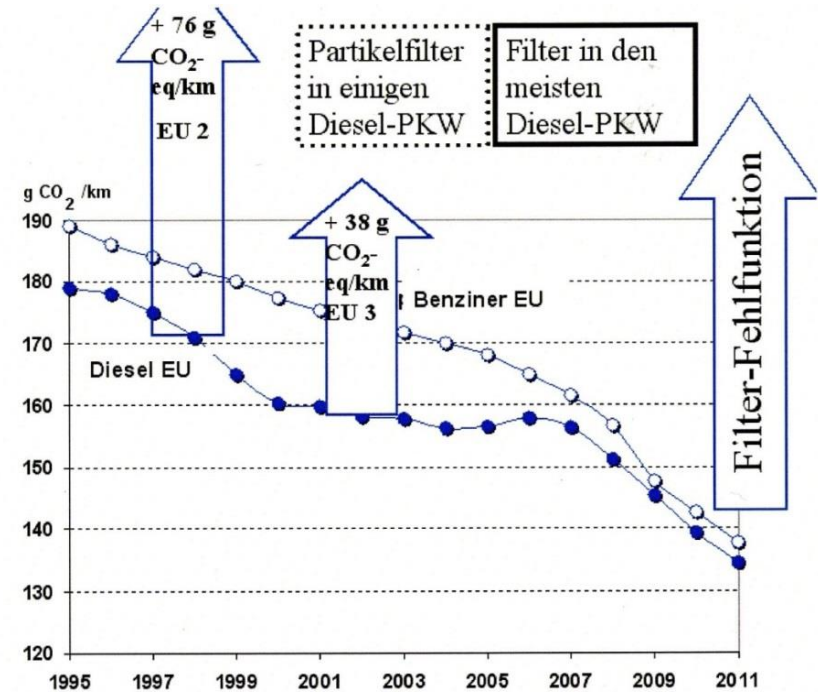


# Изменение уровня выбросов CO<sub>2</sub> (расхода топлива) грузовых и легковых АТС разных экологических классов

## Расход топлива автопоезда снаряженной массой 34-40 т разного экологического класса при разных скоростях движения



## Изменение уровня выбросов CO<sub>2</sub> легковых АТС с бензиновыми и дизельными двигателями







## **Проблема 1.** Отсутствие достоверных исходных данных для оценки валовых выбросов ПГ транспортом

### **1. Автопроизводители занижают значения выбросов загрязняющих веществ и расхода топлива АТС в рекламных проспектах на 20-40%.**

Фирма Фольксваген установила на дизельных легковых АТС, продаваемых в США, компьютерную программу распознавания измерительного оборудования и отключения системы очистки отработавших газов в эксплуатации. **В результате выбросы возросли в 35-60 раз по отдельным веществам по сравнению с заявляемыми фирмой.**

Гибриды, протестированные независимыми лабораториями в ФРГ (2014 г.), показали существенное превышение заявленных в рекламных проспектах значений расхода топлива, например: Toyota Prius — на 37 %, Honda Civic Hybrid — на 44 %, Lexus RX — на 48 %, а **Opel Ampera — на 225 %.**

### **2. Требуют совершенствования методики определения и согласования исходных данных для оценки выбросов ПГ и других загрязняющих веществ**



# Показатели работы городских транспортных систем, необходимые для достоверной оценки выбросов ПГ



1. Количество поездок в день в разрезе видов транспорта
2. Средняя дальность поездки по видам транспорта, км
3. Средняя наполняемость по видам транспорта, пасс/ТС
4. Средняя эксплуатационная скорость видов транспорта, км/ч
5. Долевое распределение ТС по видам используемого топлива, %
6. Средний удельный расход топлива или энергии по видам транспорта, г (л)/км (кВт\*ч/км)
7. Удельный коэффициент выбросов CO<sub>2</sub> для разных видов топлива, г CO<sub>2</sub>/кг топлива (или для транспортной работы г CO<sub>2</sub>/пасс\*км или кг CO<sub>2</sub>/кВт\*ч для электроэнергии)

Параметр	Источник данных
Состав парка транспортных средств, количество АТС по типам, экологическим классам и видам топлива	<ul style="list-style-type: none"><li>- Данные регистрации и/или ТО АТС</li><li>- Данные парков общественного транспорта</li><li>- Усредненные параметры парка</li></ul>
Средний расход топлива/энергии	<ul style="list-style-type: none"><li>- Данные парков общественного транспорта</li><li>- Результаты расчетов (модели Copert, GEF, НИИАТ-2012)</li><li>- Натурные обследования для калибровки</li></ul>
Транспортная работа	<ul style="list-style-type: none"><li>- Натурные обследования</li><li>- Моделирование</li></ul>



# Разработка нормативных документов, направленных на решение проблемы 1



1. «Примерная программа регулярных транспортных и транспортно-социологических обследований функционирования транспортной инфраструктуры поселений, городских округов в Российской Федерации» в принятом в мировой практике формате «Т&Т» (транспорт и передвижения). **Утверждена Распоряжением Минтранса РФ от 28.12.2016 г. № НА-197-р**
2. «Социальный стандарт транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом». **Утвержден Распоряжением Минтранса РФ от 31.01.2017 г. № НА-19-р**
3. «Методические рекомендации по проведению инвентаризации выбросов парниковых газов транспортными организациями, осуществляющими перевозки по регулярным маршрутам транспортом общего пользования, в том числе городским наземным электрическим транспортом». **Проект согласован с Минприроды России**
4. «Методические рекомендации по подготовке предложений по организации дорожного движения (разработка КСОДД, проектов организации дорожного движения) на территории муниципального района, поселения, городского округа». **Проект документа находится на утверждении в Минтрансе России.**



# Выполнение НИР в проекте ПРООН/ГЭФ-Минтранс, направленных на решение проблемы 1



1. Разработка методических рекомендаций развития пешеходных пространств (зон) в городах (2015)
2. Разработка предложений по внедрению в Российской Федерации системы экомаркировки автотранспортных средств (2014-2015)
3. Разработка методических рекомендаций развития комфортных транспортно-пересадочных узлов (2015-2016)
4. Разработка предложений по порядку организации и проведения предрейсового контроля технического состояния транспортных средств и соответствия экологическим требованиям (2016)
5. Разработка предложений по внесению изменений в нормативную правовую базу РФ в части эксплуатации шин пневматических для колесных транспортных средств, предназначенных для перевозки пассажиров в целях повышения энергоэффективности транспортных средств (2016).
6. Разработка методик и стандартов для объектов транспортной инфраструктуры: пешеходного и велосипедного движения» по теме «Обоснование мероприятий, разработка проектов нормативных правовых и методических документов (2016)



**Проблема 2.** Для формирования эффективных стратегий сокращения углеродного следа от транспортной деятельности необходимо развивать работы по оценке эмиссии ПГ в полном жизненном цикле топлива (энергии) для разных типов АТС - WTW-анализ (англ. well-to-wheel, «от скважины до колеса»)

**Эмиссия ПГ по оценке WTW для легковых АТС  
на разных видах топлива (энергии)\***

<b>Топливо (энергия)</b>	<b>г CO<sub>2</sub>-экв./МДж</b>
Бензин	84
Дизель	90
Природный газ	66
Сжиженный нефтяной газ	73
Водород	113
Биометан	17
Биодизель	34
Электрическая энергия (ТЭС на угле)	156



## Проблема 3. Отсутствие в РФ экономических регуляторов деятельности по снижению выбросов ПГ

С экономической точки зрения техногенные выбросы ПГ являются глобальной отрицательной экстерналией, негативный внешний эффект, которой необходимо оценивать тем или иным способом. Важно определить не только масштабы этого вреда, но и способы учета и компенсации издержек.

**В Российской Федерации не сформулирована модель (концепция) возможного учета и регулирования парниковых эмиссий в качестве инструмента национальной экономической политики.**

Величина социальных издержек при выбросе 1 т CO<sub>2</sub>-экв.

США	Канада	Велико-британия	ЕС	РФ
36 долларов	28,44 доллара	10-38 фунтов	3,8-139 Евро	0 руб.

Методика оценки вреда здоровью людей, имуществу, окружающей среде от выбросов ПГ в результате климатических изменений в РФ **отсутствует**.





# Методы снижения выбросов парниковых газов легковыми АТС

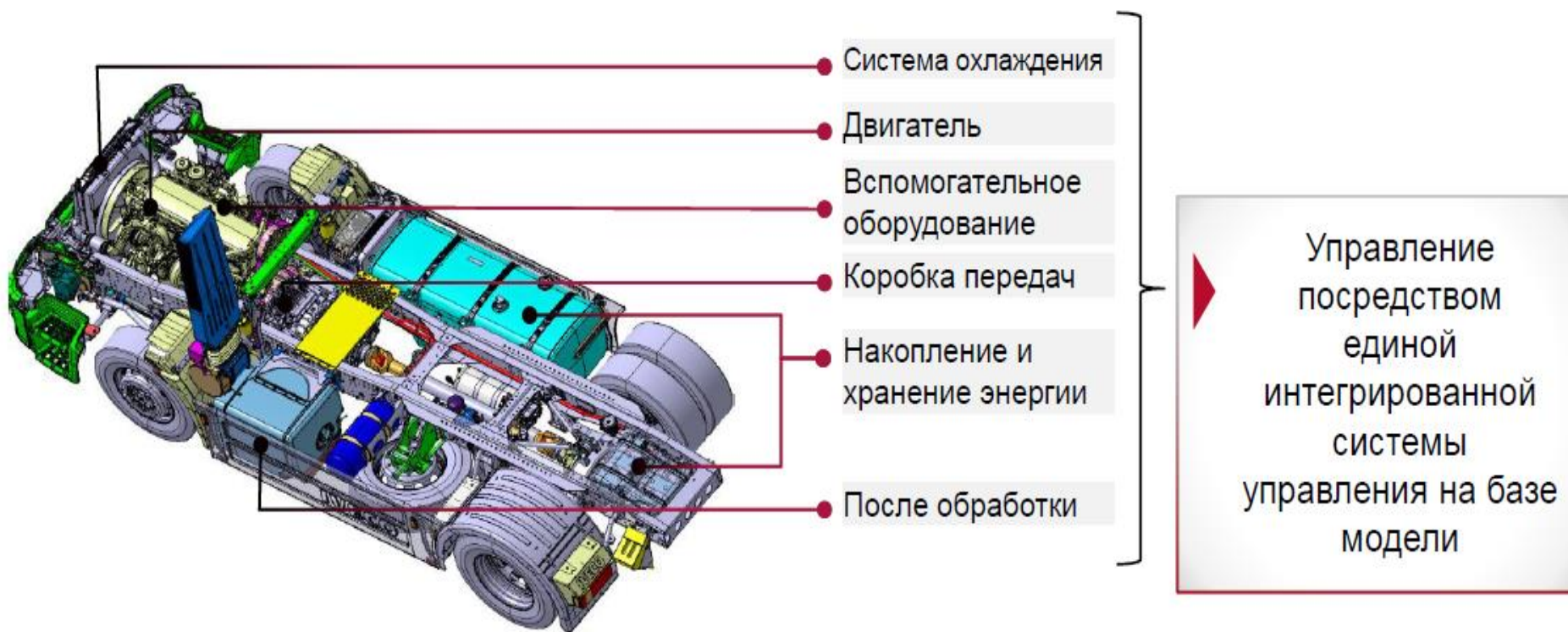




# Методы снижения выбросов парниковых газов грузовыми АТС

## Интегрированное управление энергопотреблением

Система управления энергопотреблением





# Прогнозы технического развития энергоэффективных транспортных средств



Классификация гибридов	Характеристики			
	Старт-стоп система	Рекуперация и накопление энергии	Эл. энергия от работы ДВС	Подключение для подзарядки
Подзаряжаемый гибрид (Plug-In Hybrid)	+	+	+	+
Полный гибрид (Full Hybrid)	+	+	+	-
Легкий гибрид (Mild Hybrid)	+	+	-	-
Микро гибрид (Micro Hybrid)	+	-	-	-

источники: Ricardo, The Hardstaff Group, AVL, ETRAC, "European Roadmap Heavy Duty Truck", 2012

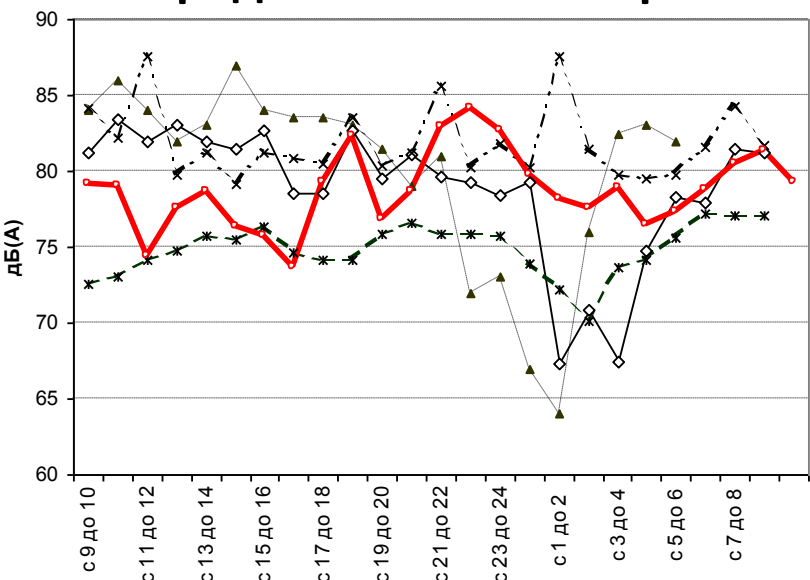
В ближайшие десятилетия будут активно продолжаться работы по снижению веса автомобилей, потерь на движение, совершенствованию энергоэффективных транспортных средств и технологий накопителей энергии.

**Гибридные технологии и электромобили получат массовое распространение с развитием зарядной инфраструктуры.**

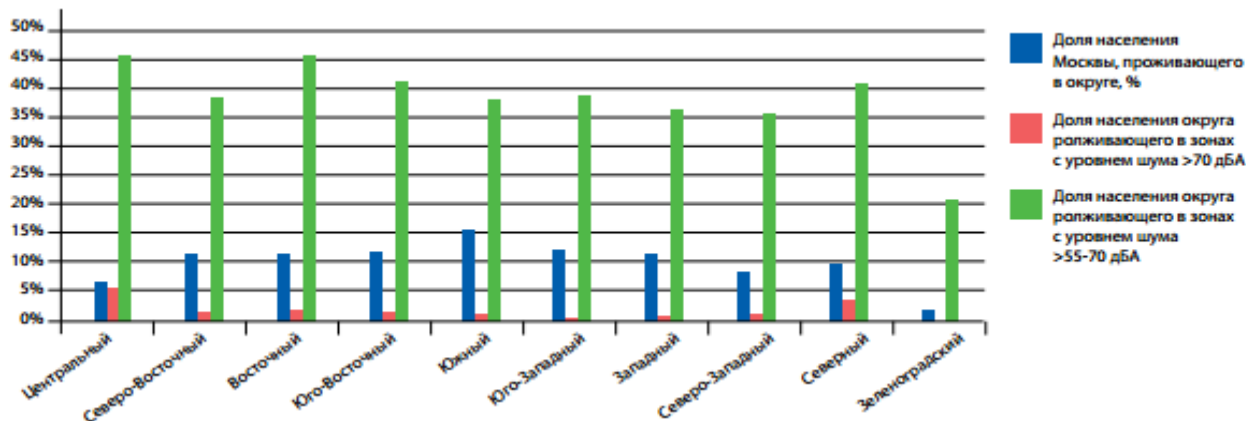


# Уровень транспортного шума

## Шум транспортных потоков на городской автомагистрали



## Численность населения Москвы, проживающего в зонах акустического дискомфорта, 2012



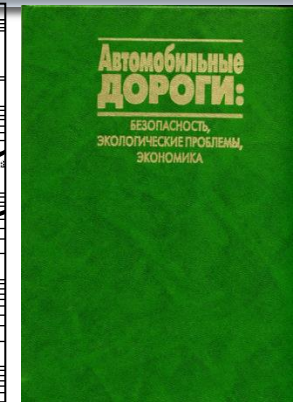
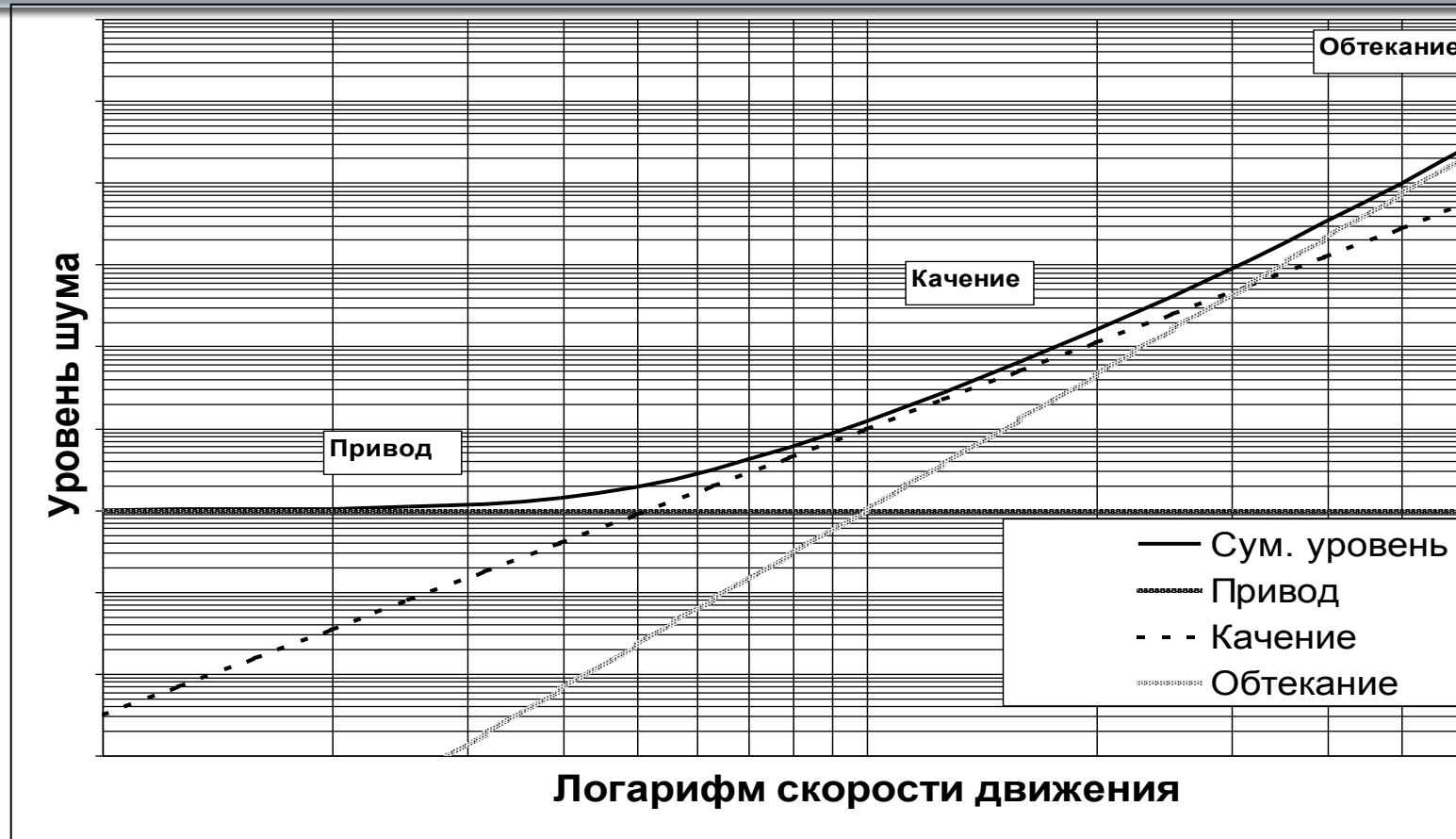
Жители 12515 жилых домов  
(37% населения города)  
проживают в зонах с уровнем  
транспортного шума,  
превышающими в дневное  
время 55 дБА

Административный округ	Кол-во домов* в округе	Число многоквартирных жилых домов в зонах превышений		Население округа, % от населения Москвы***	Население округа, проживающее в зонах превышений**, %	
		55-70 дБА	>70 дБА		>70 дБА	55-70 дБА
Центральный	4353	2037	249	6%	5,9%	46,7%
Северо-Восточный	3196	1248	35	12%	0,9%	38,5%
Восточный	4366	1585	65	13%	1,3%	35,8%
Юго-Восточный	3244	1322	66	11%	1,7%	38,8%
Южный	3117	1184	63	15%	1,2%	35,9%
Юго-Западный	3013	1013	19	12%	0,5%	36,6%
Западный	3201	1110	53	11%	1,3%	34,5%
Северо-Западный	2391	780	42	8%	1,3%	33,8%
Северный	3591	1423	137	10%	3,5%	38,7%
Зеленоградский	478	94	0	2%	0,0%	19,7%
<b>Всего</b>	<b>30950</b>	<b>11786</b>	<b>729</b>	<b>100%</b>	<b>1,7%</b>	<b>36,9%</b>





# Источники транспортного шума



**Первый источник** связан с числом оборотов двигателя и нагрузкой на двигатель. Уровень шума привода определяется техническими параметрами автомобиля, а его моментальный уровень - ситуацией на дороге и режимом движения.

**Второй источник** - контакт колеса с проезжей частью. Уровень шума возрастает с увеличением скорости движения примерно в 2,5-4-ой степени и зависит как от колеса, так и от покрытия проезжей части. Мощность звука, излучаемого колесом, возрастает с увеличением жёсткости колеса и проезжей части.

**Третий источник** - широкополосный шум обтекающего автомобиль воздушного потока или ветра возникают вследствие отрыва вихря от корпуса. Его акустическая мощность возрастает в 5-6 степени относительно скорости движения.





# Оценка уровня транспортного шума в городах

Уровень шума транспортного потока на УДС крупных городов определяется составом транспортного потока, его интенсивностью, скоростью, числом полос движения и другими параметрами. Эквивалентный уровень шума транспортного потока на городских дорогах с числом полос движения до 4 (дБА):

$$L := 41.4 + 1.4 \cdot 10^{-2} \cdot N + 0.18 \cdot P + 0.04 \cdot p + 0.5 \cdot V + 4.5 \cdot K - 4.2 \cdot 10^{-6} \cdot N^2 - 8.3 \cdot 10^{-4} \cdot P^2 - 4.3 \cdot 10^{-3} \cdot V^2 - 0.5 \cdot K^2$$

где  $N$  – расчетная интенсивность движения на одну полосу, авт/ч;  
 $p$  – доля тяжелого грузового транспорта (>12000 кг), %;  
 $P$  – доля грузовых и автобусов в составе потока, %;  
 $K$  – число полос движения.

При числе полос более 4 (дБА):

$$L := 41.4 + 1.4 \cdot 10^{-2} \cdot N + 0.18 \cdot P + 0.04 \cdot p + 0.5 \cdot V + 4.5 \cdot K - 4.2 \cdot 10^{-6} \cdot N^2 - 8.3 \cdot 10^{-4} \cdot P^2 - 4.3 \cdot 10^{-3} \cdot V^2 - 0.225 \cdot K^2$$

## Предельно допустимые уровни шума, дБА

Тип территории	С 23 до 7 часов	С 7 до 23 часов
Селитебные зоны	45	55
Промышленные зоны	55	65
Зоны массового отдыха и туризма	35	50
Территории сельскохозяйственного назначения	45	50
Санаторно-курортные зоны	30	40
Территории заповедников и заказников	Менее 30	Менее 35



# Методы снижения параметрического загрязнения атмосферного воздуха

## Подавление шума в источнике образования:

- ❖ Обновление парка АТС малозумными АТС
- ❖ Изменение конструкции дорожного покрытия (асфальт с открытыми порами)
- ❖ Регулирование скорости движения (при сохранении интенсивности);
- ❖ Ограничение движения отдельных типов АТС полностью или в отдельные интервалы времени
- ❖ Усиление контроля за движением АТС с неотрегулированными двигателями по участку, чувствительному к загрязнению окружающей среды (нормы шума в эксплуатации).

## Подавление шума на пути распространения:

- ❖ Защита расстоянием (установление санитарно-защитной зоны между трассой и жилой застройкой)
- ❖ Применение специального остекления в домах, расположенных в зоне сверхнормативного акустического воздействия
- ❖ Использование рельефа местности, искусственных сооружений, валов, зеленых насаждений и пр.
- ❖ Установка акустических экранов
- ❖ Прокладка трассы дороги в выемке
- ❖ Прокладка дороги в галерее, тоннеле.



# Мероприятия защиты от шума на пути его распространения:

№ п/п	Адрес участка	Протяженность экрана, п.м
1	Автодорога Москва-Рига со съездами на Мякининское шоссе	321
2	Варшавское шоссе	353
3	Каширское шоссе с местными проездами	207,1
4	Маршала Жукова проспект (от МКАД до ул. Генерала Глаголева)	872
5	Осташковское шоссе	976
6	Ярославское шоссе	314,9
7	Магистраль по направлению Нахимовского проспекта	888,2
8	Транспортная автомагистраль между Звенигородским ш. и ММДЦ "Москва-Сити" (эстакады съезда/выезда)	86
9	МКАД (с учетом развязок)	20279,1
10	ТТК (с учетом съездов)	2687,02
11	Боровское ш. на участке от Изварино до Новопеределкино	1559,1
12	Боровское шоссе (от Киевского ш. до Центральной ул.)	2050
13	Киевское шоссе	4197,8
14	Автомобильная дорога М-3 "Украина"	9479
15	Мосты (ГБУ «Гормост»)	12228,31
ИТОГО		56 498,22

Шумозащитный экран на полосе отвода автомобильной дороги



Сочетания шумозащитного экрана на полосе отвода и экрана, расположенного на разделительной полосе, при малой ширине разделительной полосы экран совмещен с ограждением



Зеленые насаждения в пределах буферной зоны



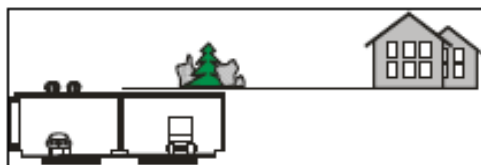
Сочетание на полосе отвода автомобильной дороги шумозащитного экрана и шумозащитного земляного вала (бермы)



Устройство эстакады на разделительной полосе с шумозащитными экранами из прозрачного пластика



Открытая в противоположную от застройки сторону галерея



Наклонный шумозащитный экран на полосе отвода автомобильной дороги со стороны защищаемой территории



Подпорная стенка со стороны застройки



Защитные грунтовые валы



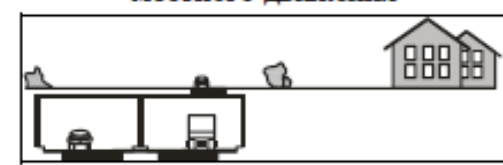
Устройство выемки в пределах населенных пунктов



Галереи с естественным освещением



Тоннель с полной изоляцией от транспортного шума и использованием пространства над тоннелем для местного движения

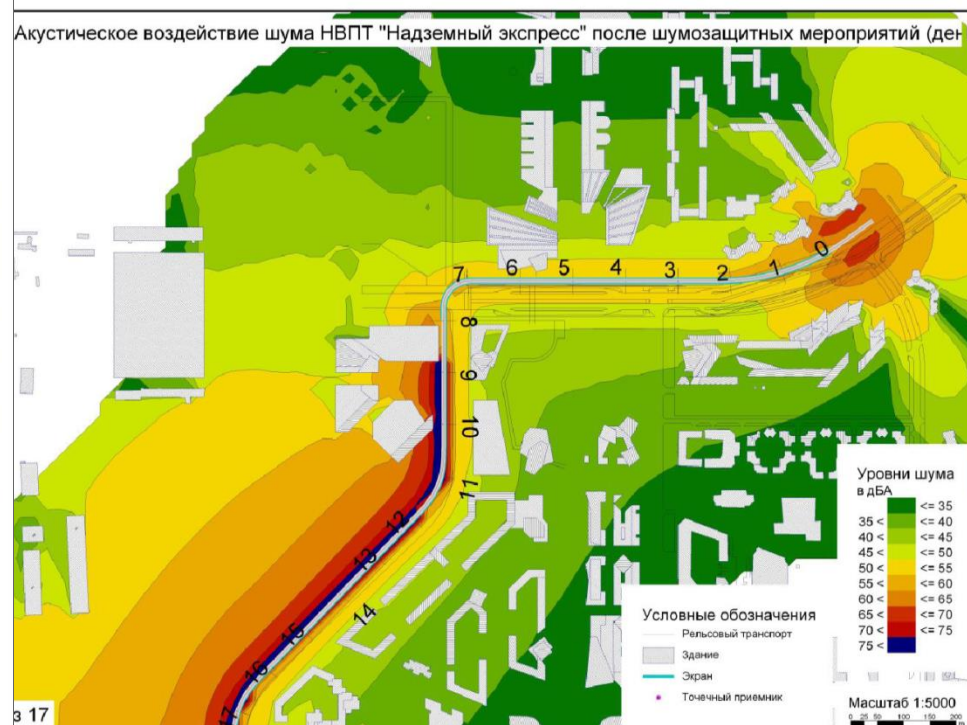
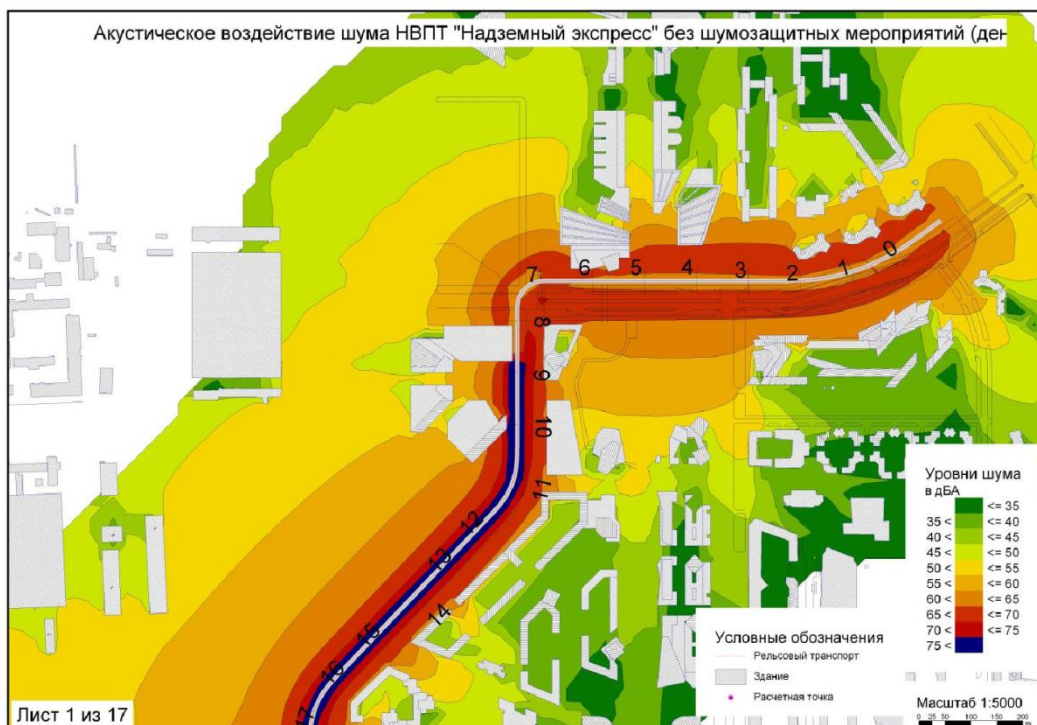




# Построение карт шума на селитебных территориях до и после принятия мер защиты

Карты шума позволяют:

- представить цифровую модель местности в виде 3-хмерной модели с учетом особенностей ландшафта;
- рассчитать уровни шума на каждом этаже и отобразить полученные значения на 3-х мерной модели здания (фасадная карта шума), что позволяет точно оценить необходимую эффективность шумозащитного остекления;
- спроектировать акустический экран, оптимизировать его по критериям эффективности и стоимости
- оценить превышение ПДУ на селитебной территории;
- оценить площадь территории, подверженной различным уровням шума.







# Комбинированные акустические экраны



## Преимущества:

- Снижение стоимости солнечной батареи, так как в качестве основы выступает шумозащитный экран.
- Близкое расположение к районам нуждающимся как в электроэнергии, так и защите от шумового воздействия.
- Двойное использование земельных ресурсов расположенных вдоль дороги как для защиты от шума, так и для производства электроэнергии.
- Положительное восприятие населением.



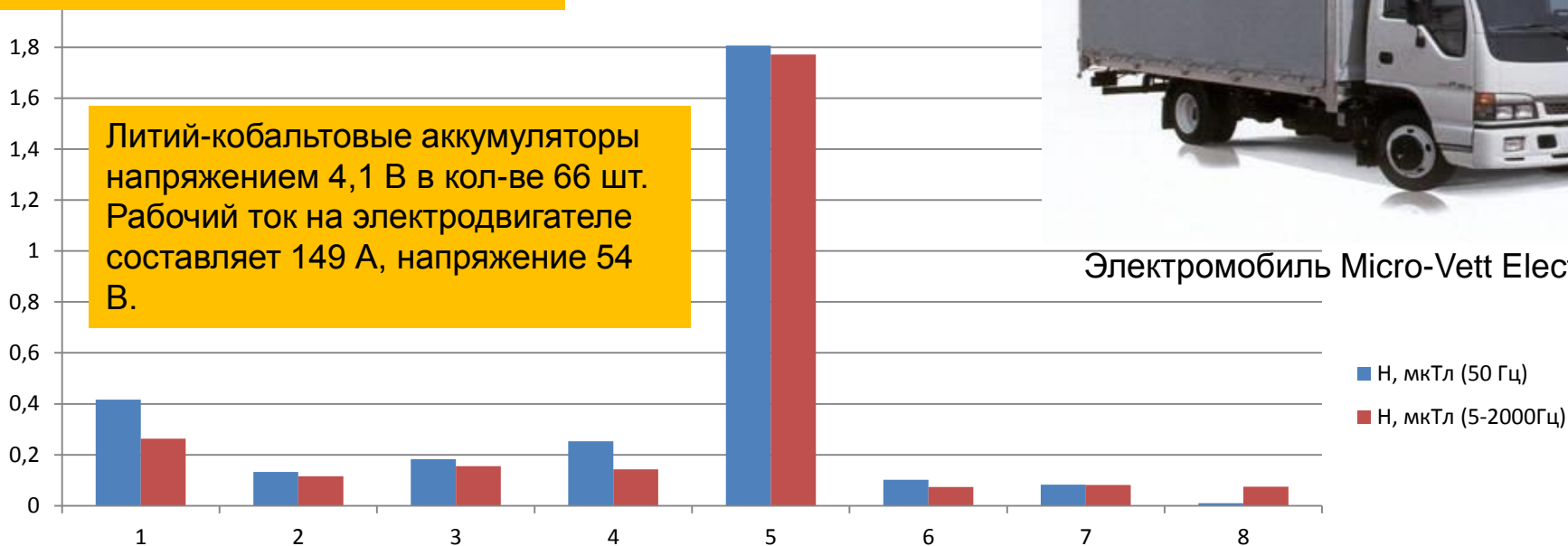


# Результаты измерений ЭМП на УДС, в электромобиле и в АТС с обычными и гибридными энергоустановками

На УДС индукция магнитного поля промышленной частоты на высоте 0,5 м составляет 0,005 – 0,57 мкТл.



Электромобиль Micro-Vett Electric 35q



Литий-кобальтовые аккумуляторы напряжением 4,1 В в кол-ве 66 шт. Рабочий ток на электродвигателе составляет 149 А, напряжение 54 В.

1. Свободное пространство в боксе;
2. В кабине на уровне головы водителя (без мотора);
3. Возле разъема зарядного кабеля на высоте 1,5 м;
4. Возле разъема зарядного кабеля на высоте 0,7 м;
5. Возле зарядного щита два кабеля на высоте 1,5 м от пола, 0,4 м от разъема;
6. В кабине на уровне головы водителя (мотор включен);
7. В кабине на уровне головы пассажира (мотор включен);
8. В движении по боксу и двору в кабине водителя.

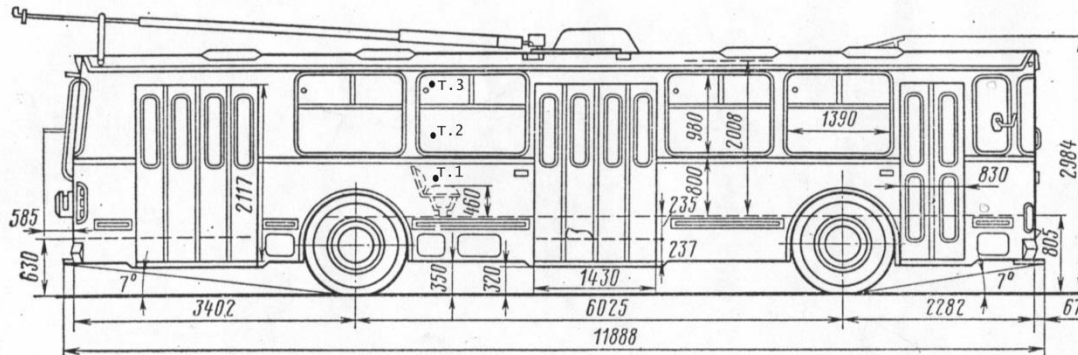
В АТС интенсивность излучения составляет до 200 мкТл в частотном диапазоне 0-10 Гц.



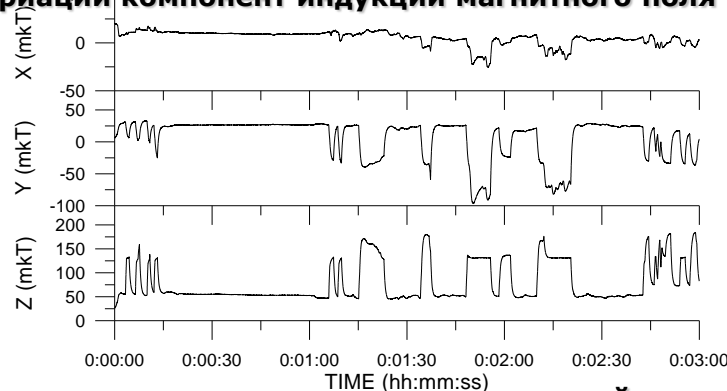
# Электромагнитные поля в транспортных средствах (МАДИ, 2009)

Троллейбус зиу-682Б. Точки проведения измерений.

ВАЗ-21102

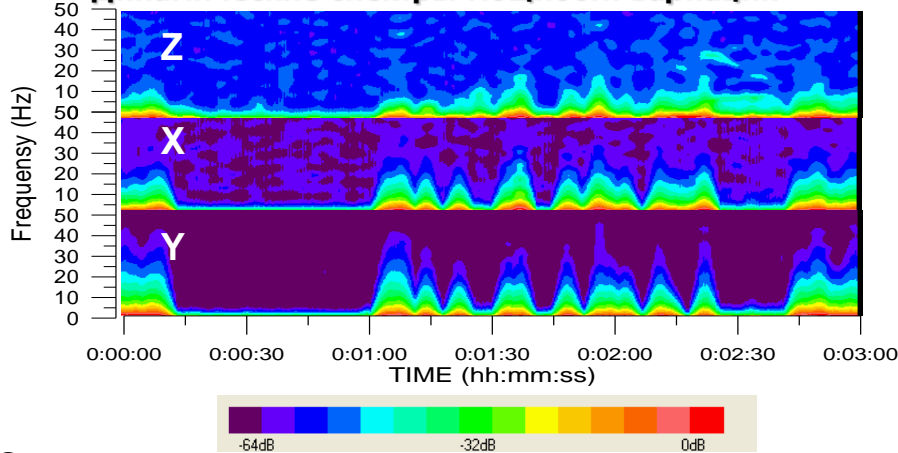


Вариации компонент индукции магнитного поля

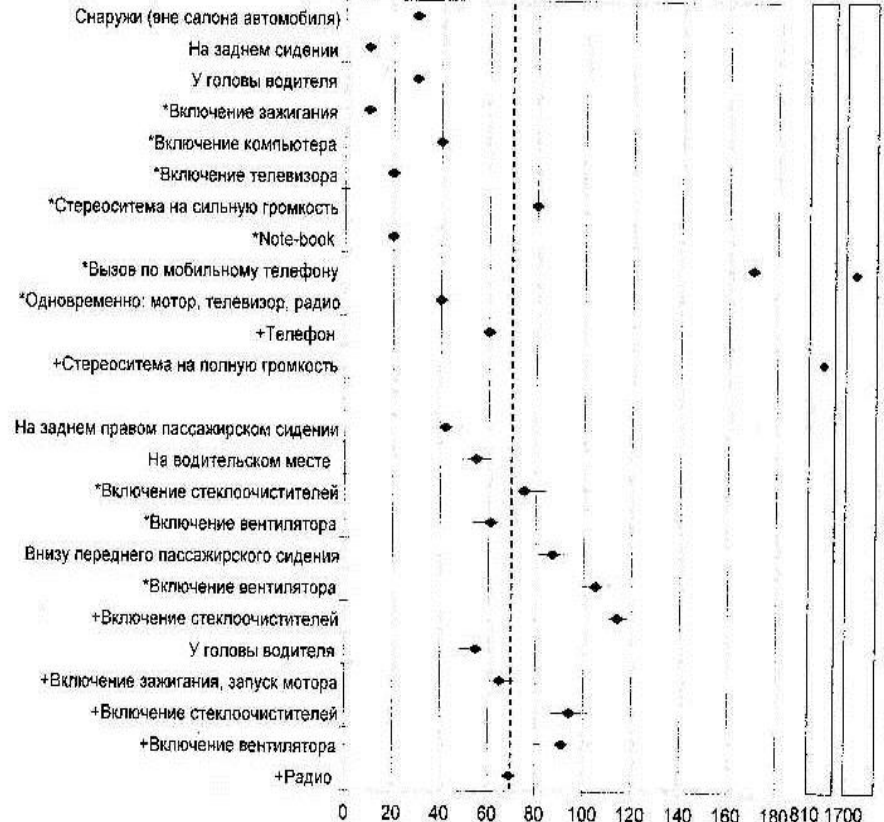


Датчики за головой водителя, h=1.2 м

Динамические спектры мощности вариаций



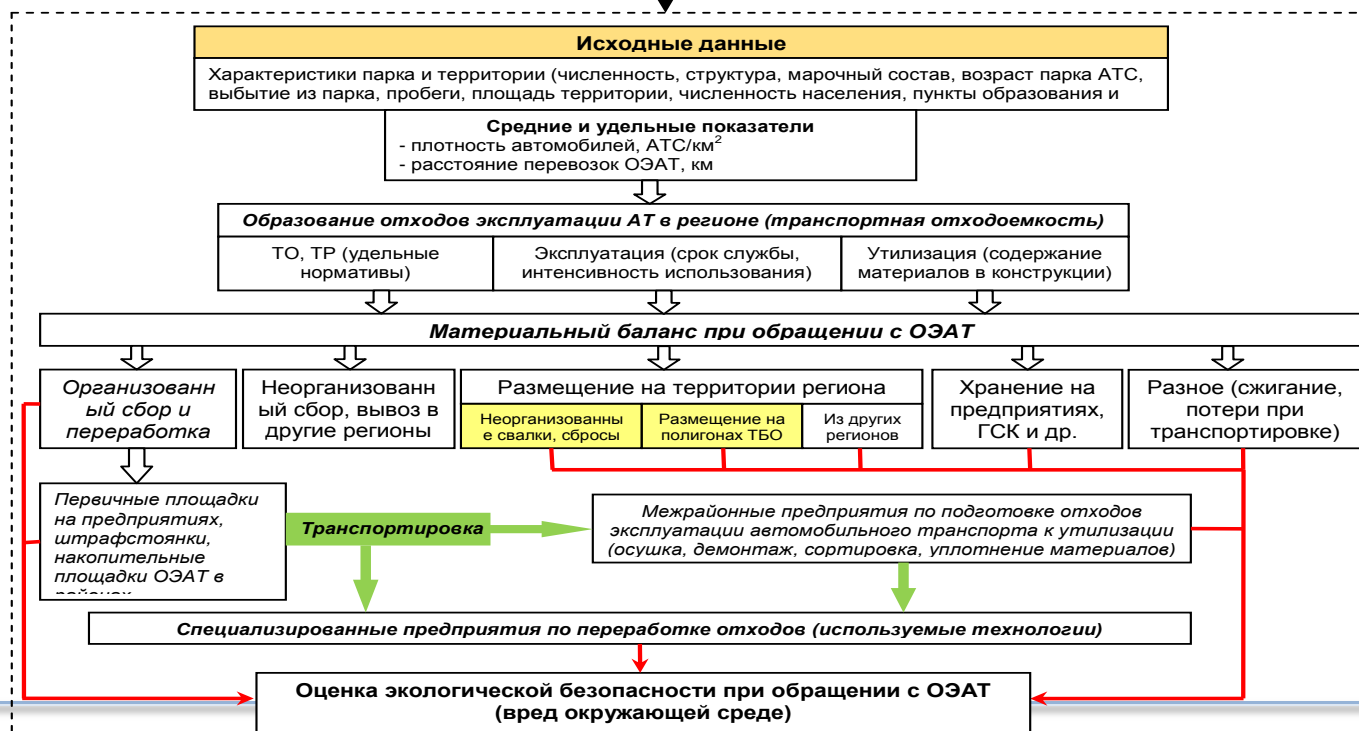
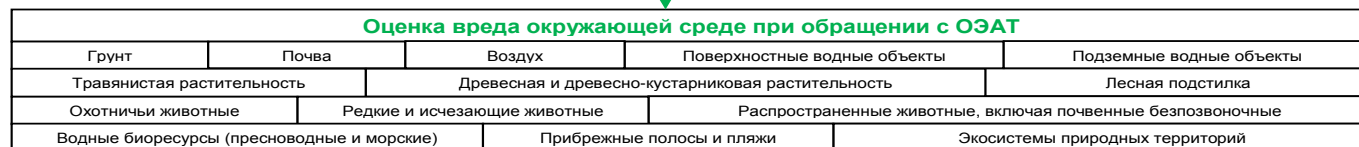
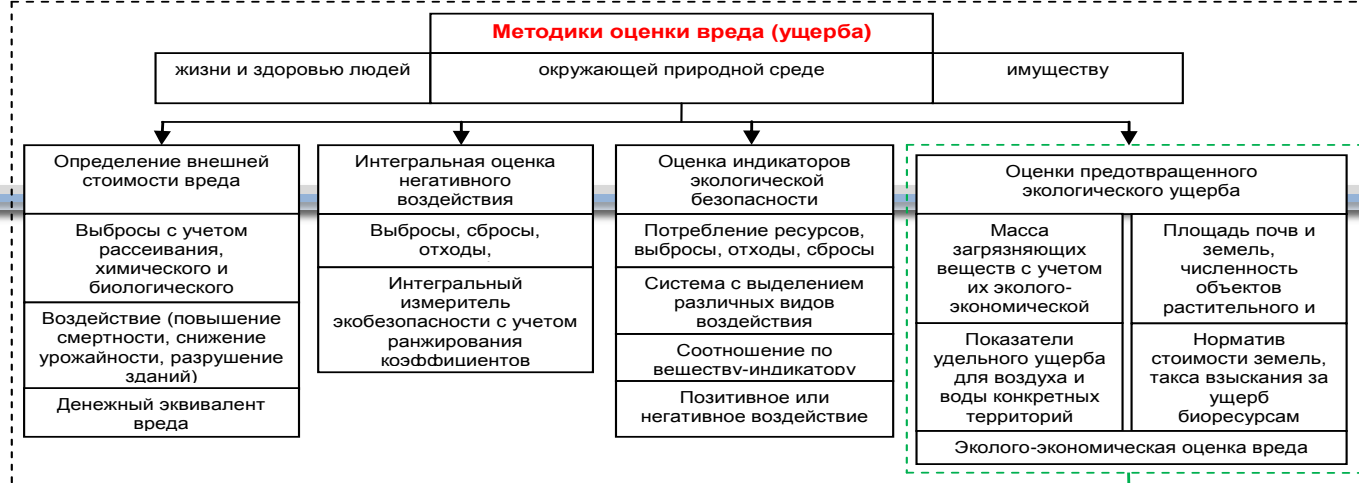
Среднее значение индукции магнитного поля в троллейбусе меньше величины индукции магнитного поля Земли (52 мкТл); в кабине водителя оно больше, чем в салоне.



Магнитная индукция B, нТл

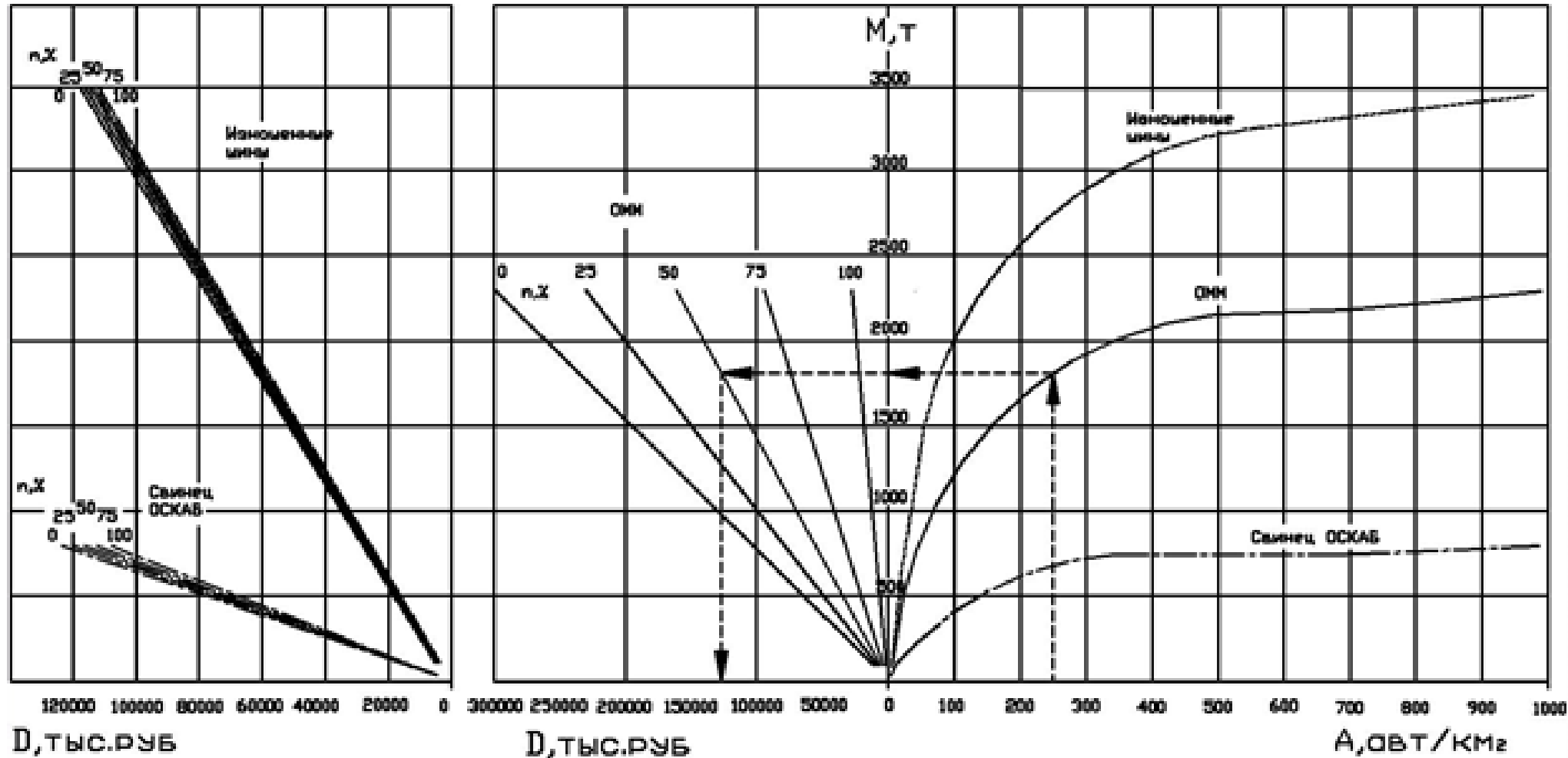


# Методика оценки объемов образования и вреда окружающей среде отходами эксплуатации АТС





# Номограмма оценки вреда окружающей среде при обращении с отходами эксплуатации автомобилей









# Ключевые вопросы организации системы «Авторециклинг» в регионах

1. Оценка материальных, финансовых, информационных потоков, обоснование критериев эффективности;
2. Источники и объемы финансирования, организация управления (менеджмент);
3. Обоснование и внедрение экологически безопасных, ресурсосберегающих технологий конструирования, сбора, утилизации АТС, их компонентов и отходов шредерного производства.



Ю. В. Трофименко  
Ю. М. Воронцов  
К. Ю. Трофименко

**УТИЛИЗАЦИЯ  
АВТОМОБИЛЕЙ**

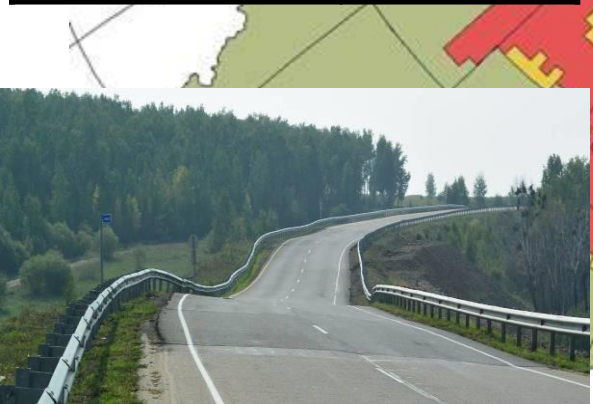
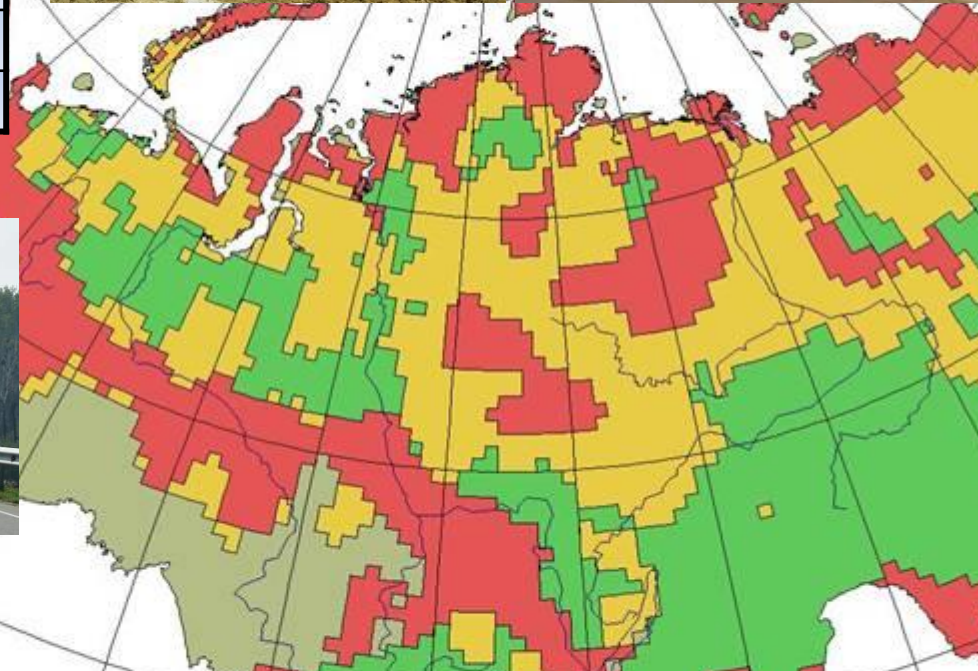




# Природные опасности. Прогноз геокриологических и погодно-климатических опасностей до 2050г.

Город	Здания в опасном состоянии
Норильск	10%
Тикси	22%
Дудинка	55%
Диксон	35%
Певек, Амдерма	50%
Чита	60%
Воркута	80%

Увеличение температуры, оС	0,5	1,0	1,5	2,0
Уменьшение несущей способности фундаментов, %	5	15	20	50



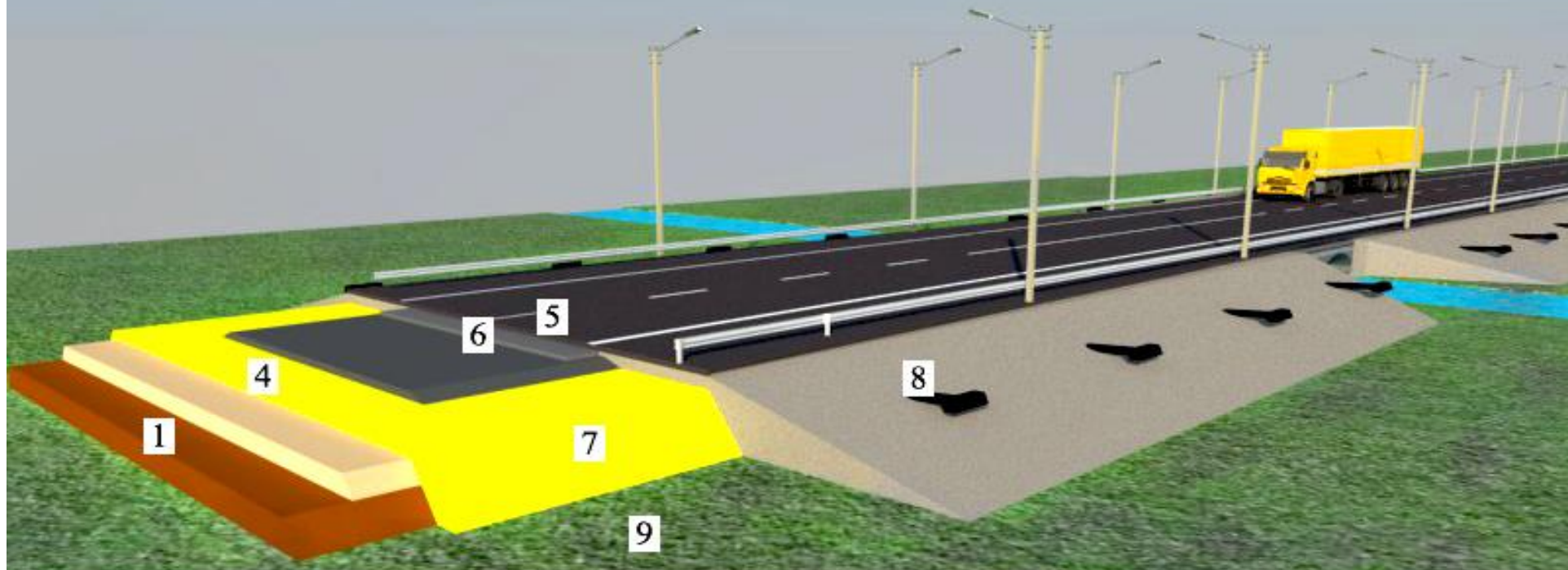
Области низкого (1), умеренного (2) и высокого риска (3) повреждения объектов инженерной инфраструктуры при таянии вечной мерзлоты





# Перспективные конструкции автомобильных дорог в криозоне, адаптированные к изменению климата

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА С СИСТЕМАМИ АККУМУЛЯЦИИ ХОЛОДА. ДЛЯ ПОДТАПЛИВАЕМЫХ РАЙОНОВ (II КАТЕГОРИЯ)



- 1 - Насыпной грунт земляного полотна  $H=1.0\text{м}$   $B=27\text{ м}$
- 2 - Дорнит
- 3 - Глина  $H=10\text{см}$   $B=0.2\text{м}$
- 4 - Экструдированный утеплитель  $H=10\text{см}$   $B=15.20\text{ м}$
- 5 - Асфальтобетон  $H=9\text{см}$   $B=7.5\text{ м}$
- 6 - Песчано-гравийная смесь  $H=30\text{см}$   $B=8\text{ м}$
- 7 - Композитный слой  $H=20\text{см}$   $B=15\text{ м}$
- 8 - Термостабилизаторы  $L=6\text{м}$
- 9 - Естественный грунт основания

#### Примечания

1.  $H$  - толщина слоя
2.  $B$  - ширина слоя
3. Общая высота земляного полотна  $1,5\text{м}$





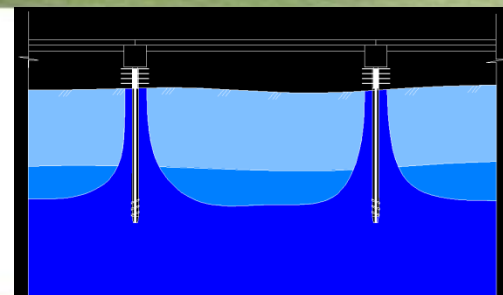
# Перспективные конструкции автомобильных дорог в криозоне, адаптированные к изменению климата

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЗАСЫПНАЯ СВАЙНО-ЭСТАКАДНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА



- 1 - Асфальтобетон 2 слоя Н=0.09м В=19м
- 2 - Песчано-гравийная смесь
- 3 - Георешетка Tensar TriAx
- 4 - Геопенопласт
- 5 - Замороженная смесь ПВС с песком
- 6 - Гидроизоляция

- 7 - Металлическое пролетное строение лоткового типа
- 8 - Горизонтальные термостаты
- 9 - Теплообменники





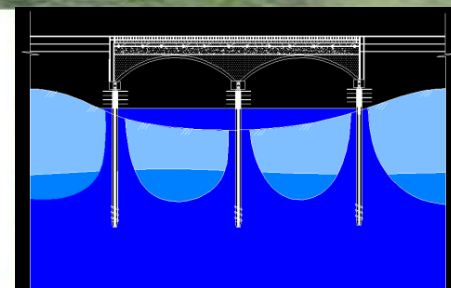
# Перспективные конструкции автомобильных дорог в криозоне, адаптированные к изменению климата

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЗАСЫПНАЯ АРОЧНАЯ СВАЙНО-ЭСТАКАДНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА



- 1 - Асфальтобетон 2 слоя  $H=0.09\text{м}$   $B=19\text{м}$
- 2 - Щебень фр 20-40 мм  $H=0.1\text{м}$   $B=19\text{м}$
- 3 - Георешетка Tensar TriAx
- 4 - Песок  $H=0.20\text{м}$   $B=19\text{м}$
- 5 - Металлическая или композитная гофрированная конструкция

Для избежание затопления автомобильной дороги в период паводка и образования запруды, в пойме реки необходимо предусмотреть эстакадную систему протяженностью 125 м.







# Уровни опасности карстовых процессов на перспективной сети скоростных дорог России



## Уровни опасности карстовых процессов:

- 0 – опасность отсутствует;
- 2 – малая опасность;
- 3 – умеренная опасность;
- 4 – высокая опасность;
- 5 – очень высокая опасность.



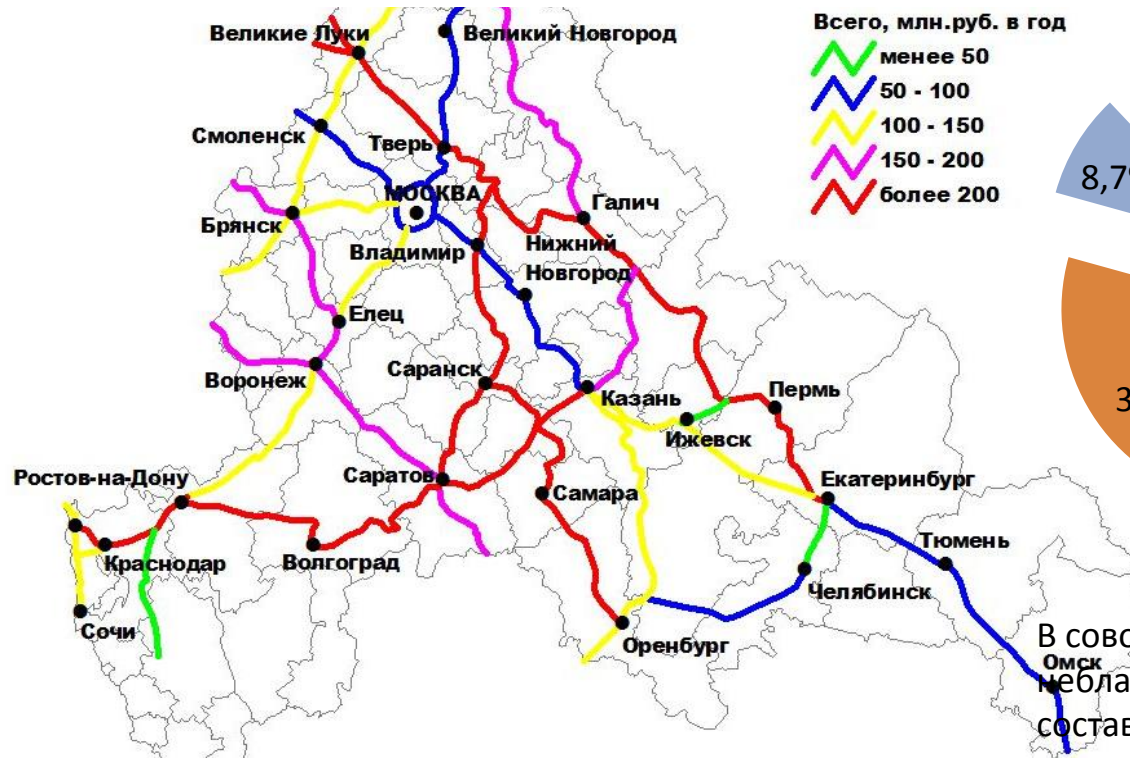


# Риск ЧС природного характера на сети скоростных дорог России

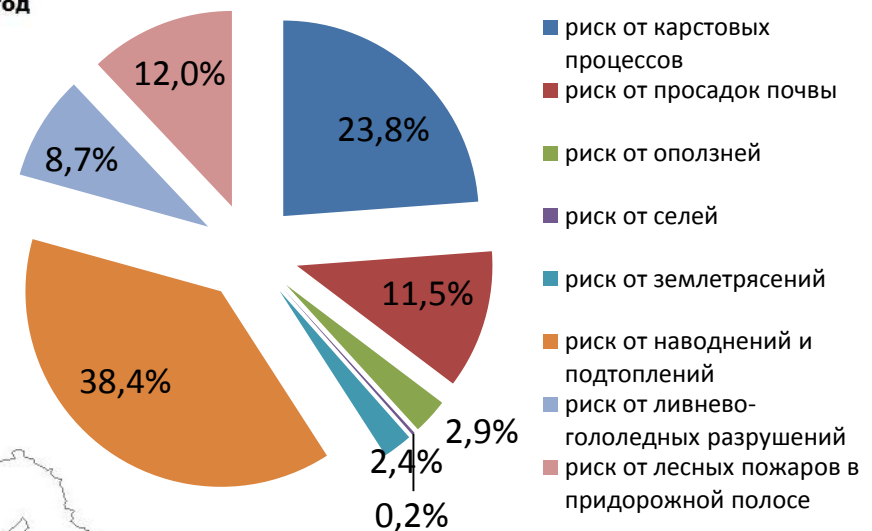
$$D_i = V_{di} \cdot P_i,$$

где  $V_{di}$  – вред дорогам в результате ЧС от фактора  $i$ -го типа (например, вред, причиняемый лесам пожарами вдоль автотрасс);  $P_i$  – вероятность возникновения чрезвычайной ситуации от фактора  $i$ -го типа (например, лесного пожара).

## Суммарный ежегодный уровень риска от неблагоприятных природных явлений



## Прогнозируемый ежегодный уровень риска от разных причин, %



В совокупности указанные виды риска от неблагоприятных природных явлений и лесных пожаров составят после 2030 г. более **2,3 млрд. руб./год.**

# Защищенность объектов транспорта и инфраструктуры от актов незаконного вмешательства: вызовы



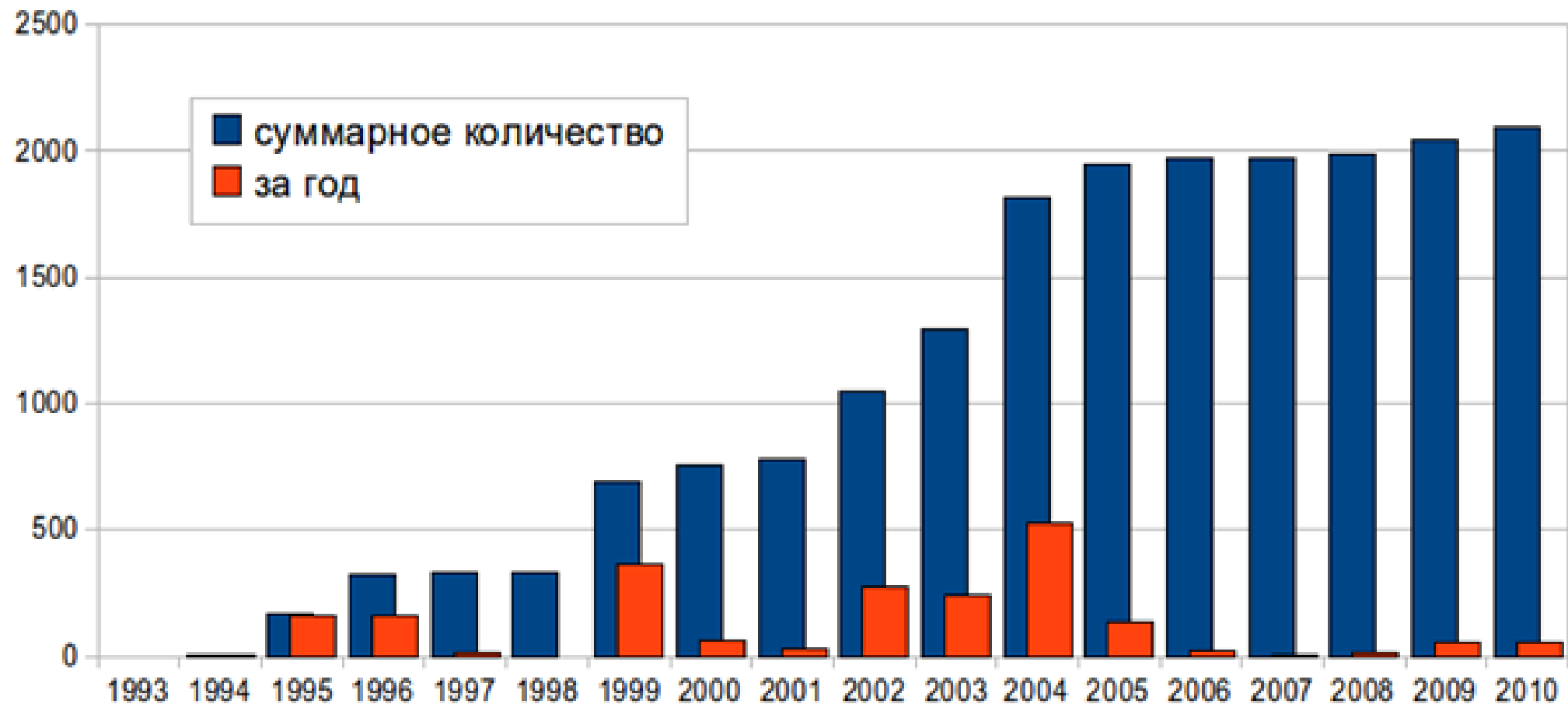
## SECURITY Challenges

1. Высокий уровень транспортной преступности во многих регионах
2. Необходимо укреплять сотрудничество между службами государственной безопасности и операторами транспортных систем.
3. Надо обеспечить равновесие между личными свободами и коллективной безопасностью.
4. Автомобильный транспорт является относительно незащищенным от угроз безопасности по сравнению с другими видами транспорта.
5. Развитие аналитической и статистической информации о преступности на транспорте (кражи груза, кражи автомобилей и т.д.).
6. Стимулирование международного сотрудничества по координации ответных мер, связанных с преступностью, на уровне трансграничных перевозок.





# Количество погибших в террористических актах на территории Российской Федерации







# Хронология терактов на городском наземном транспорте в России (1994-2013 гг)

 Погибли  Пострадали



**1** 27 дек. 1994 г.

**Москва**  
Около ВДНХ взорвался  
рейсовый автобус,  
никто не пострадал

**3** 12 июля 1996 г.

**Москва, Проспект Мира**  
Взрыв в троллейбусе

 28

**2** 11 июля 1996 г.

**Москва, Пушкинская пл.**  
Взорван троллейбус

 6

**4** 29 окт. 2000 г.

**Буденновск**  
(Ставропольский край)  
Взорвано маршрутное такси

 1

**5** 3 апр. 2003 г.

**Грозный**  
На фугасе  
подорвался  
автобус

 8  7

**7** 23 окт. 2007 г.

**Дагестан,  
граница  
Казбековского  
и Хасавюртов-  
ского р-ов**  
Взрыв в марш-  
рутном такси

 8

**10** 21 окт. 2013 г.

**Волгоград**  
Террористка-  
смертница  
подорвала  
автобус

 6  33

**6** 5 июня 2003 г.

**Вблизи Моздока**  
(Сев. Осетия)  
Террористка-смертница  
подорвала автобус  
с вертолетчиками и тех.  
персоналом авиабазы

 15  16

**8** 31 окт. 2007 г.

**Тольятти**  
(Самарская обл.)  
Взрыв в автобусе  
«МАЗ»

 8  60

**9** 22 нояб. 2007 г.

**Администра-  
тивная граница  
Сев. Осетии  
и Кабардино-  
Балкарии**  
Взрыв в автобусе

 5  13

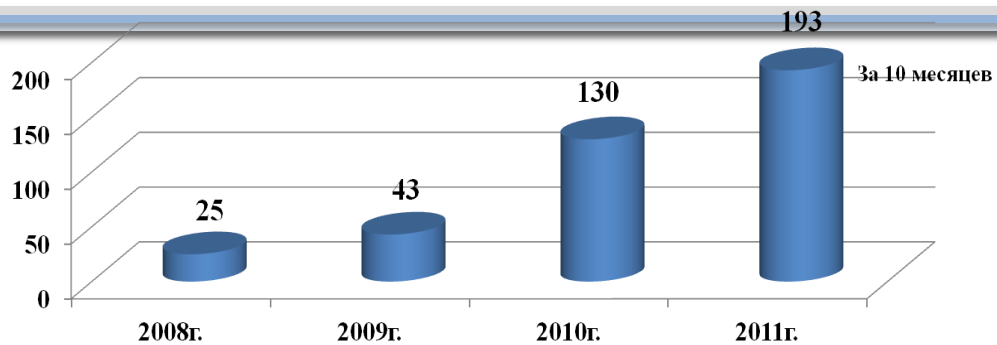




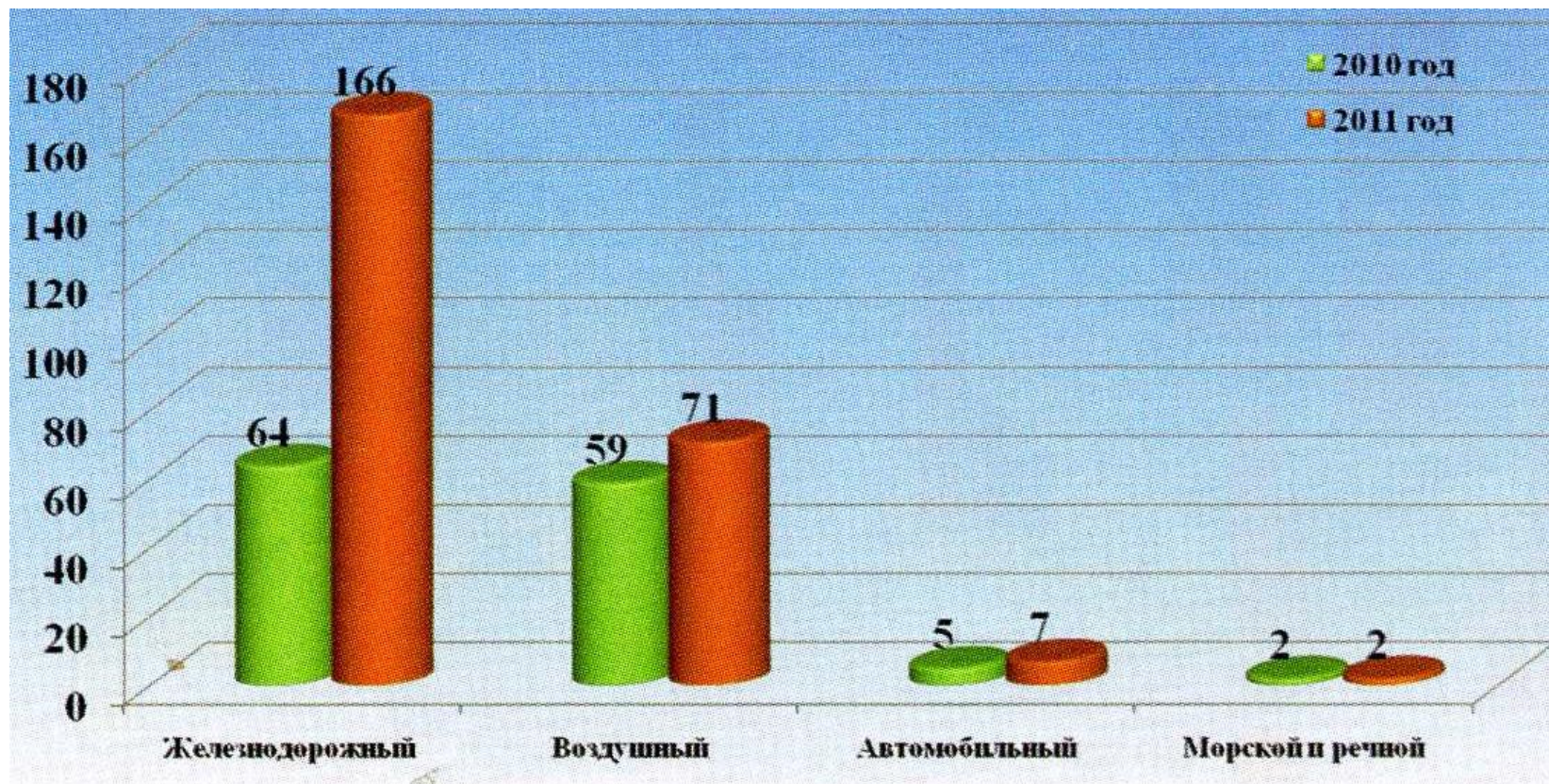
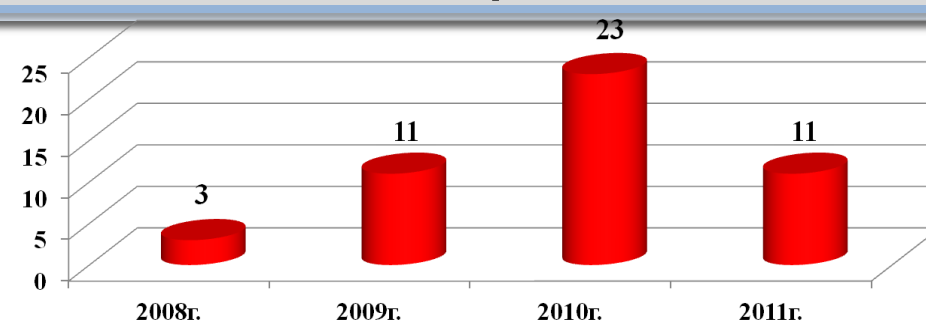


# Численность актов незаконного вмешательства (АНВ) на транспорте в РФ

Всего актов незаконного вмешательства



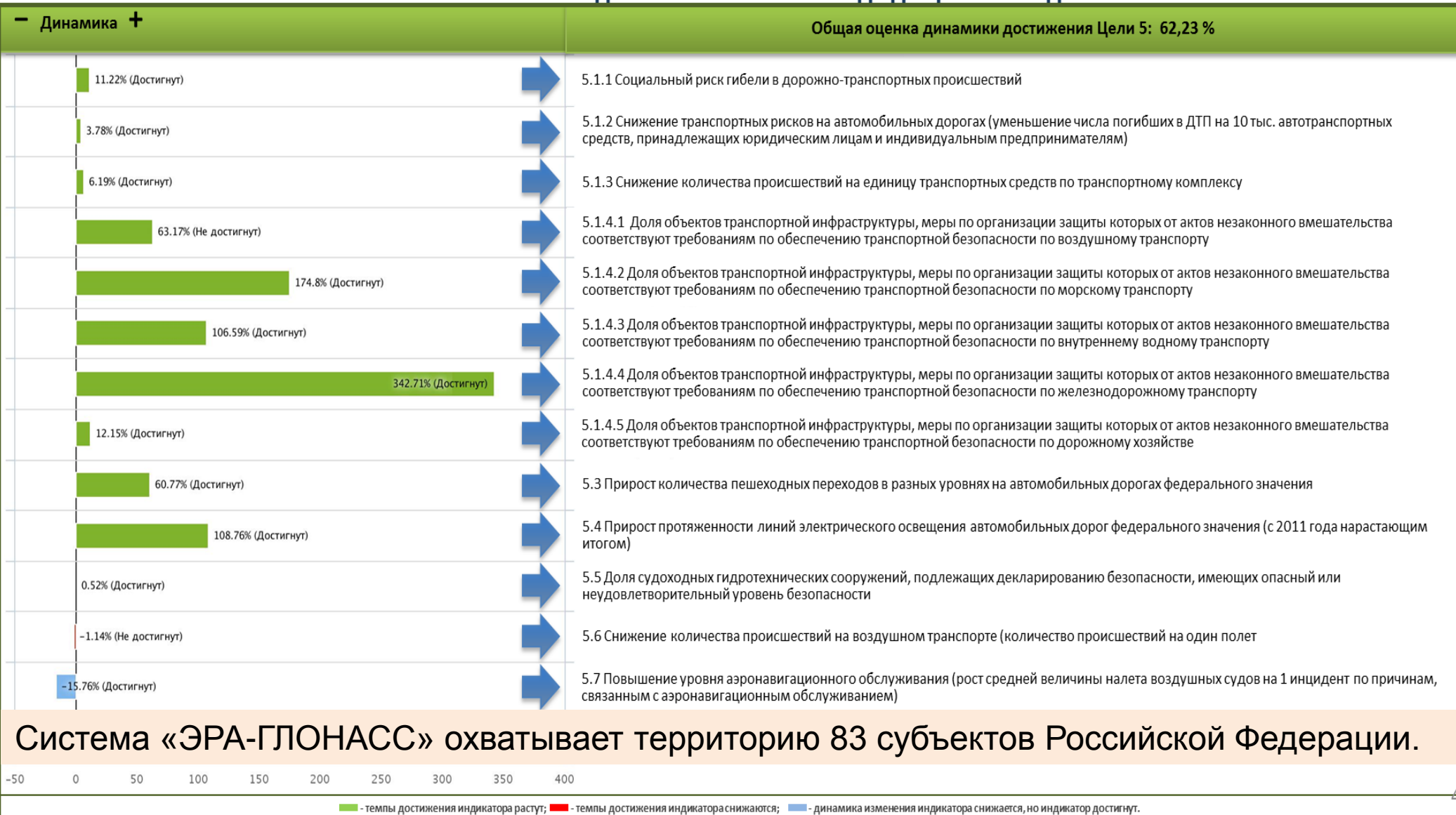
Фактически совершенных АНВ





# Транспортная стратегия РФ до 2030 года

## ЦЕЛЬ 5. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ (ТЕМПОВ) ДОСТИЖЕНИЯ ЗАДАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ИНДИКАТОРОВ В 2015 ГОДУ ПО СРАВНЕНИЮ С ПРЕДЫДУЩИМ ПЕРИОДОМ







# Проблема терминологии.

## Понятие транспортной безопасности

### Государственная концепция обеспечения транспортной безопасности России (2006)

*Транспортная безопасность* – состояние транспортной системы, позволяющее обеспечивать национальную безопасность и национальные интересы в области транспортной деятельности, устойчивость транспортной деятельности, предотвращать (минимизировать) вред здоровью и жизни людей, ущерб имуществу и окружающей среде, общенациональный экономический ущерб при транспортной деятельности.

### ФЗ «О транспортной безопасности» № ФЗ-16 от 9 февраля 2007 г.

*Транспортная безопасность* – состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства.

### Указ Президента РФ от 31 марта 2010 г. № 403 «О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте»

*Комплексная система обеспечения безопасности населения на транспорте* - помимо предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) социального характера (террористических актов, других актов незаконного вмешательства) рассматривается ЧС природного и техногенного характера на транспорте, а также обеспечение защиты населения

Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте на 2010 – 2013 гг. (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 30.06.2010 г. № 1285-р).





# Перечень работ, связанных с обеспечением защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств

*РАСПОРЯЖЕНИЕ Правительства РФ от 5 ноября 2009 г. N 1653-р*

1. Аккредитация специализированных организаций в области транспортной безопасности.
- 2. Категорирование объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств.**
- 3. Оценка уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств.**
4. Осуществление контроля и надзора в области обеспечения транспортной безопасности.
5. Разработка и реализация планов обеспечения транспортной безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств.
6. Формирование и ведение информационных ресурсов единой государственной информационной системы обеспечения транспортной безопасности, в том числе автоматизированных централизованных баз персональных данных о пассажирах.



# Критерии категорирования объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств

Приказ Минтранса России от 21 февраля 2011 г. N 62

В зависимости от статистики о совершенных и предотвращенных актах незаконного вмешательства (далее - АНВ) на территории РФ, в том числе в отношении категорируемых объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств **за период последних 12-ти месяцев до момента категорирования** объектам присваиваются следующие категории:

Значение категории ОТИ	Количество совершенных и/или предотвращенных АНВ на территории Российской Федерации, в том числе в отношении категорируемых объектов транспортной инфраструктуры
Первая	<b>Шесть и более</b> совершенных и/или предотвращенных АНВ в отношении категорируемого ОТИ и/или аналогичных объектов транспортной инфраструктуры на территории субъекта РФ, в котором находится ОТИ, и/или на территории субъектов РФ, граничащих с субъектом РФ, в котором находится ОТИ
Вторая	<b>От трех до пяти</b> совершенных и/или предотвращенных АНВ в отношении категорируемого ОТИ и/или аналогичных объектов транспортной инфраструктуры на территории субъекта РФ, в котором находится ОТИ, и/или на территории субъектов РФ, граничащих с субъектом РФ, в котором находится ОТИ
Третья	<b>Не более двух</b> совершенных и/или предотвращенных АНВ в отношении категорируемого ОТИ и/или аналогичных объектов транспортной инфраструктуры на территории субъекта РФ, в котором находится ОТИ, и/или на территории субъектов РФ, граничащих с субъектом РФ, в котором находится ОТИ
Четвертая	Не зафиксировано <b>ни одного</b> совершенного и/или предотвращенного АНВ в отношении категорируемого ОТИ и/или аналогичных объектов транспортной инфраструктуры на территории субъекта РФ, в котором находится ОТИ, и/или на территории субъектов РФ, граничащих с субъектом РФ, в котором находится ОТИ
Значение категории ТС	Количество совершенных и/или предотвращенных АНВ на территории Российской Федерации, в том числе в отношении категорируемых транспортных средств
Первая	<b>Пять и более</b> совершенных и/или предотвращенных АНВ в отношении категорируемого ТС и/или однотипных (аналогичных) транспортных средств на территории субъекта РФ, в котором эксплуатируется ТС, и/или на территории субъектов РФ, граничащих с субъектом РФ, в котором эксплуатируется ТС, а также в случае от пяти и более на территории субъектов РФ по наиболее постоянному маршруту следования (маршруту движения) категорируемого ТС
Вторая	<b>Не более четырех</b> совершенных и/или предотвращенных АНВ в отношении категорируемого ТС и/или однотипных (аналогичных) транспортных средств на территории субъекта РФ, в котором эксплуатируется ТС, и/или на территории субъектов РФ, граничащих с субъектом РФ, в котором эксплуатируется ТС, а также в случае от одного до четырех на территории субъектов РФ по наиболее постоянному маршруту следования (маршруту движения) категорируемого ТС
Третья	Не зафиксировано совершенных и/или предотвращенных АНВ в отношении категорируемого ТС и/или однотипных (аналогичных) транспортных средств на территории субъекта РФ, в котором эксплуатируется ТС, и/или на территории субъектов РФ, граничащих с субъектом РФ, в котором эксплуатируется ТС, а также на территории субъектов РФ по наиболее постоянному маршруту следования (маршруту движения) категорируемого ТС



# Критерии категорирования объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств

Приказ Минтранса России от 21 февраля 2011 г. N 62

Категория ОТИ и ТС	Первая		Вторая		Третья		Четвертая
	ОТИ	ТС	ОТИ	ТС	ОТИ	ТС	ОТИ
<b>Возможное количество погибших или получивших вред здоровью людей, чел. (Автомобильный транспорт)</b>	Более 50	Более 23	30...50	10...23	10...30	До 10	До 10
<b>Возможное количество погибших или получивших вред здоровью людей, чел. (Дорожное хозяйство)</b>	Более 50		30...50		10...30		До 10

В зависимости от возможного материального ущерба и ущерба окружающей природной среде объектам транспортной инфраструктуры и транспортным средствам (млн. руб.) им присваиваются следующие категории:

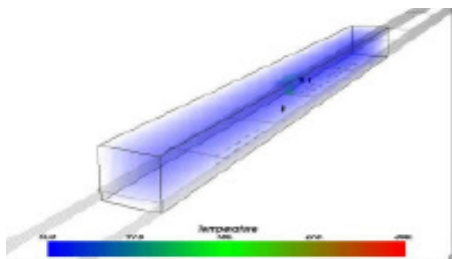
Категория ОТИ и ТС	Первая		Вторая		Третья		Четвертая
	ОТИ	ТС	ОТИ	ТС	ОТИ	ТС	ОТИ
<b>Возможный материальный ущерб и ущерб окружающей природной среде (Автомобильный транспорт)</b>	Более 100	Более 50	60...100	18...50	20...60	до 18	До 20
<b>Возможный материальный ущерб и ущерб окружающей природной среде (Дорожное хозяйство)</b>	Более 1000		500...1000		100...500		До 100



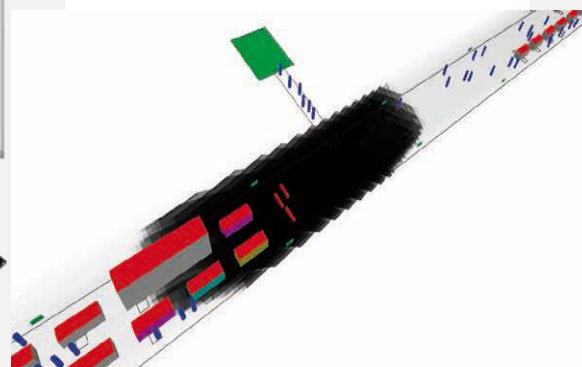
# Оценка числа погибших и пострадавших в тоннелях в результате АНВ (ЧС)



Моделирование распространения токсичных веществ



Моделирование действий людей по самоспасению



Описание действий по самоспасению участников движения

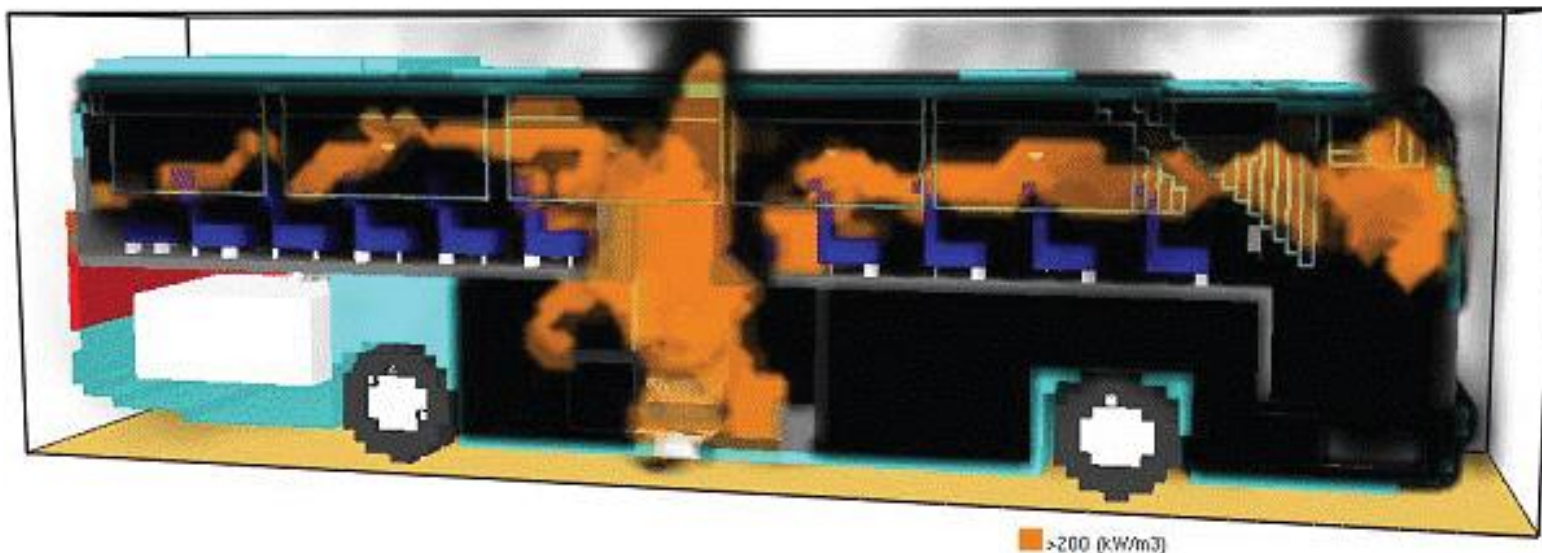
Психологическая модель действий людей в ЧС







# Оценка числа погибших и пострадавших в результате АНВ (пожар в автобусе)



<http://www.youtube.com/watch?v=8LQTKXuOCg0>

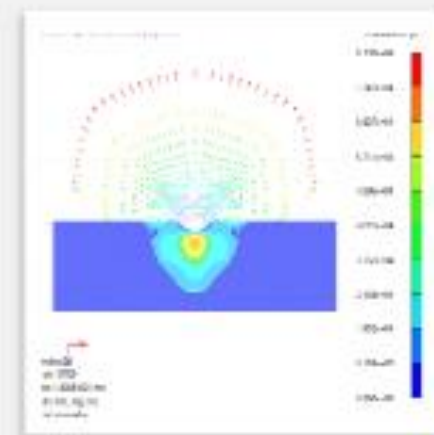
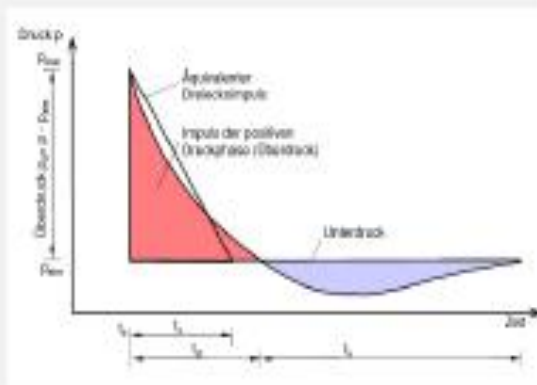
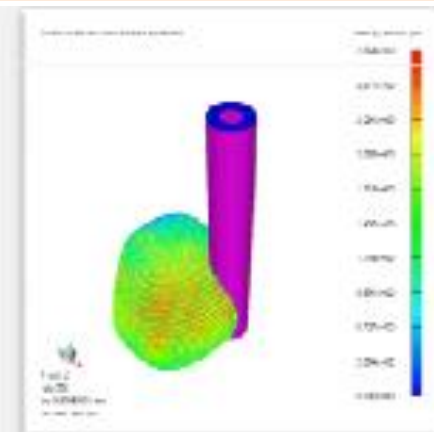
<http://www.youtube.com/watch?v=h-K8YBpejxl>





# Оценка живучести ОТИ и материальных потерь в результате АНВ

**Живучесть** — обеспечение стойкости ОТИ к прогрессирующему (лавинообразному) обрушению в результате аварий или ЧС. Показатель живучести - минимальное число элементов системы (реберная связность) или узлов (вершинная связность), выход из строя которых под влиянием внешних воздействий приводит к нарушению функционирования системы.

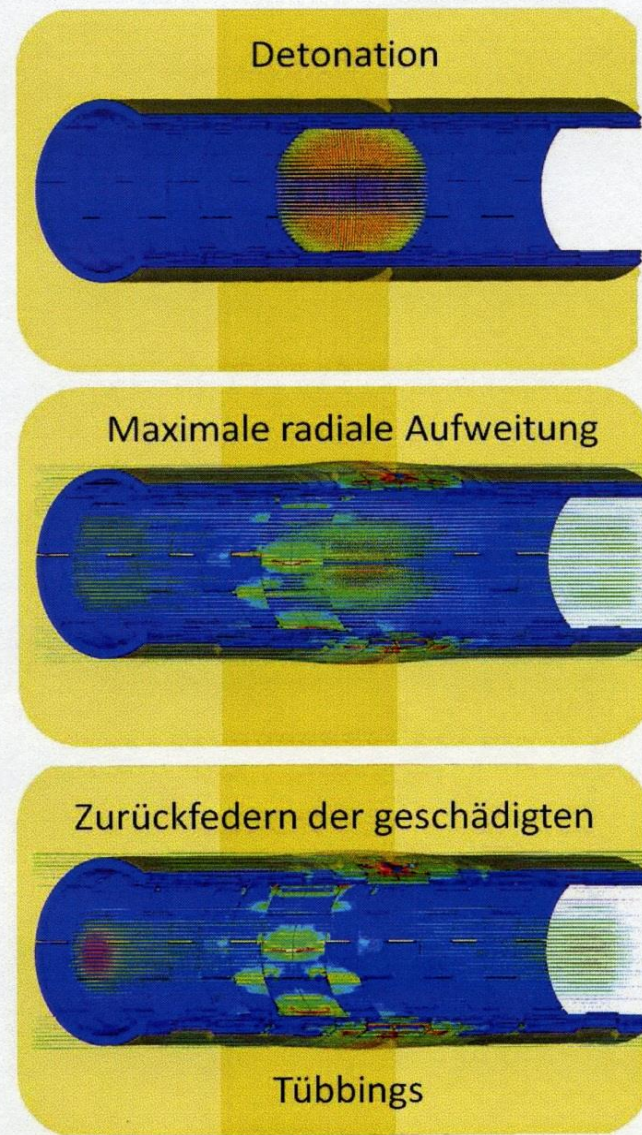
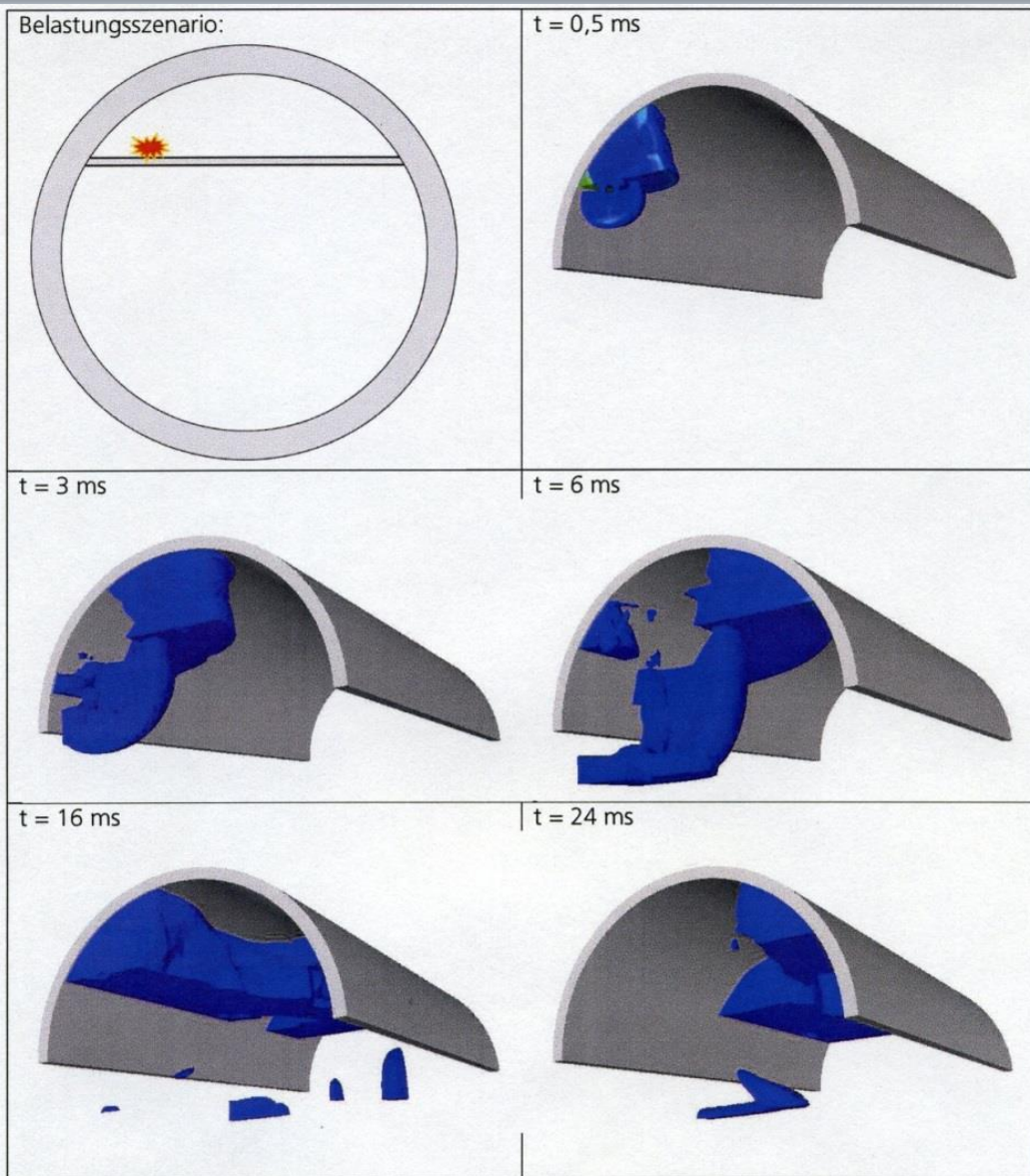






# Распространение давления вследствие детонации в пространстве тоннеля при реализации одного из сценариев подрыва

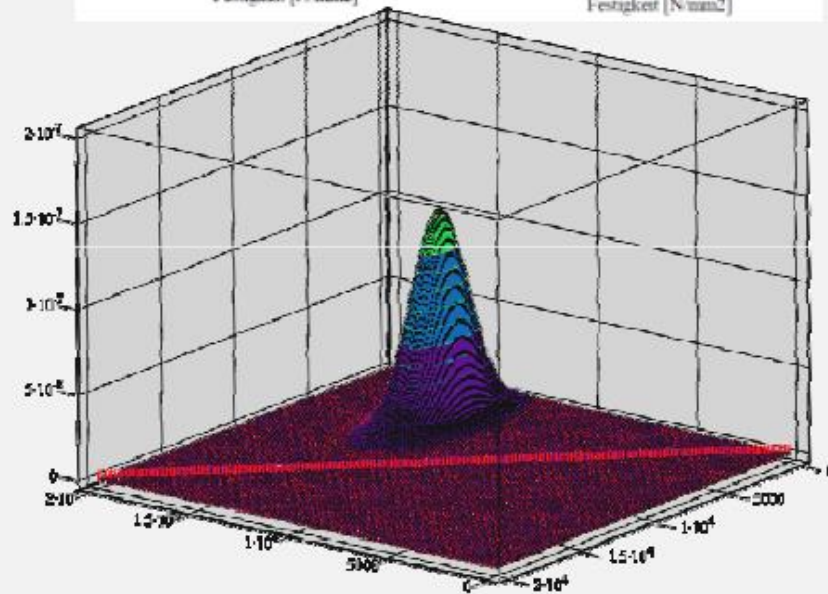
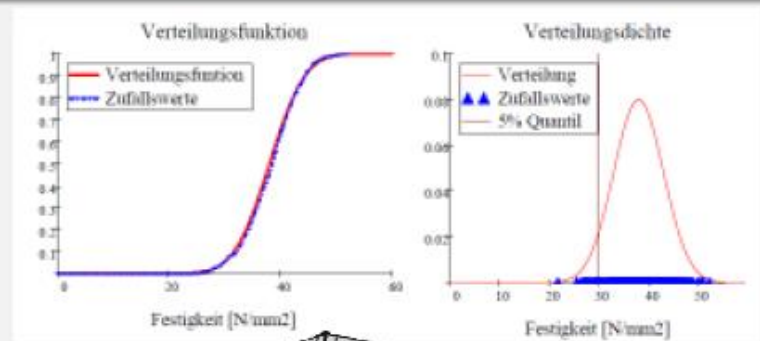
## Моделирование нагрузки на тубинг







# Анализ реконструкции процесса разрушения ОТИ

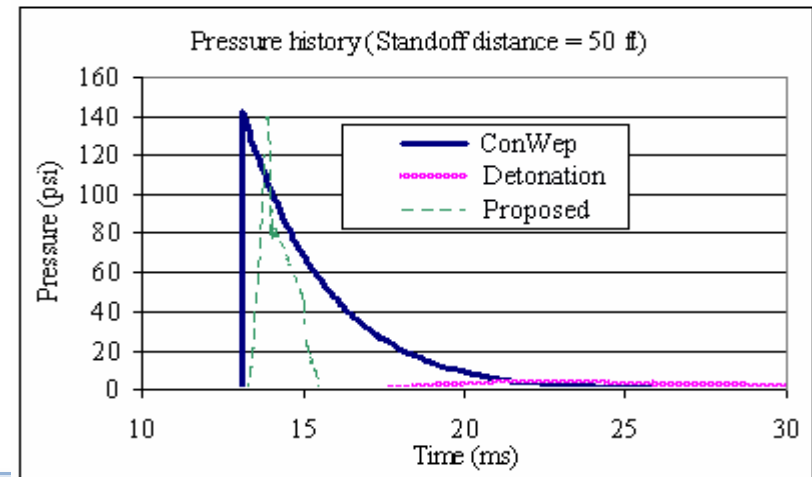
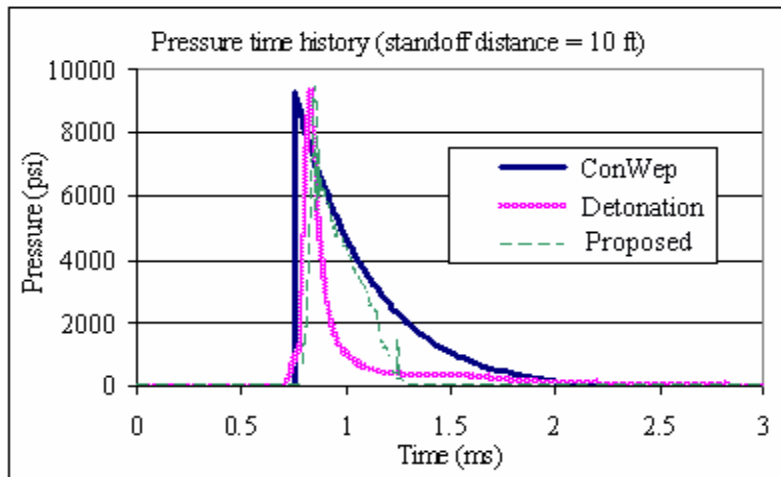
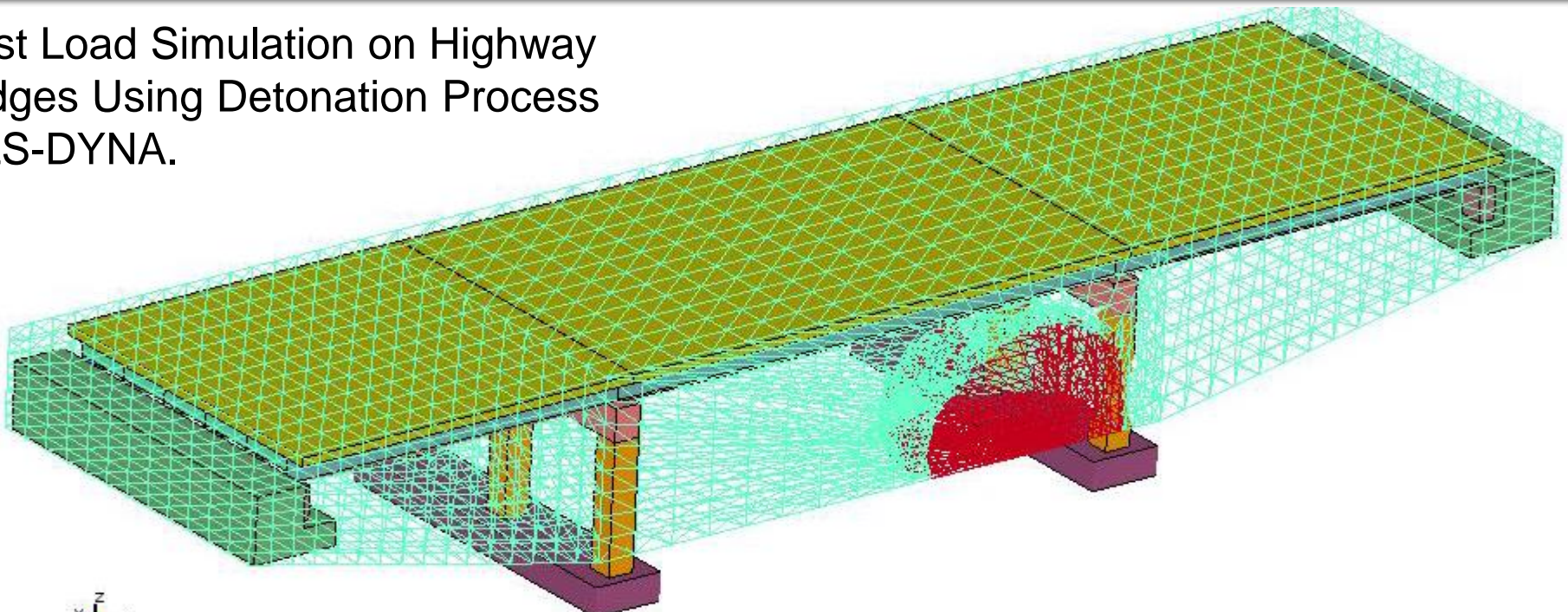






# Анализ живучести ОТИ в результате АНВ

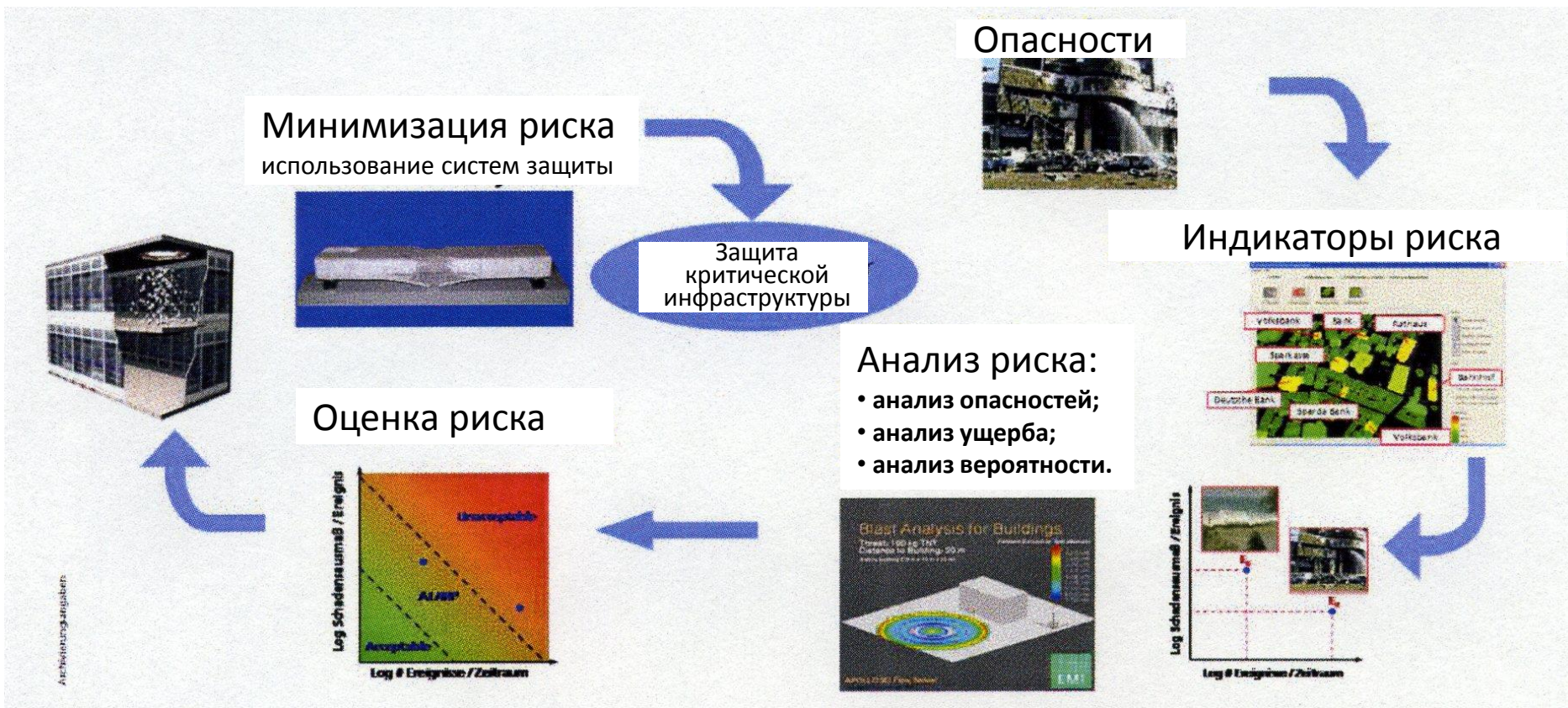
Blast Load Simulation on Highway Bridges Using Detonation Process in LS-DYNA.







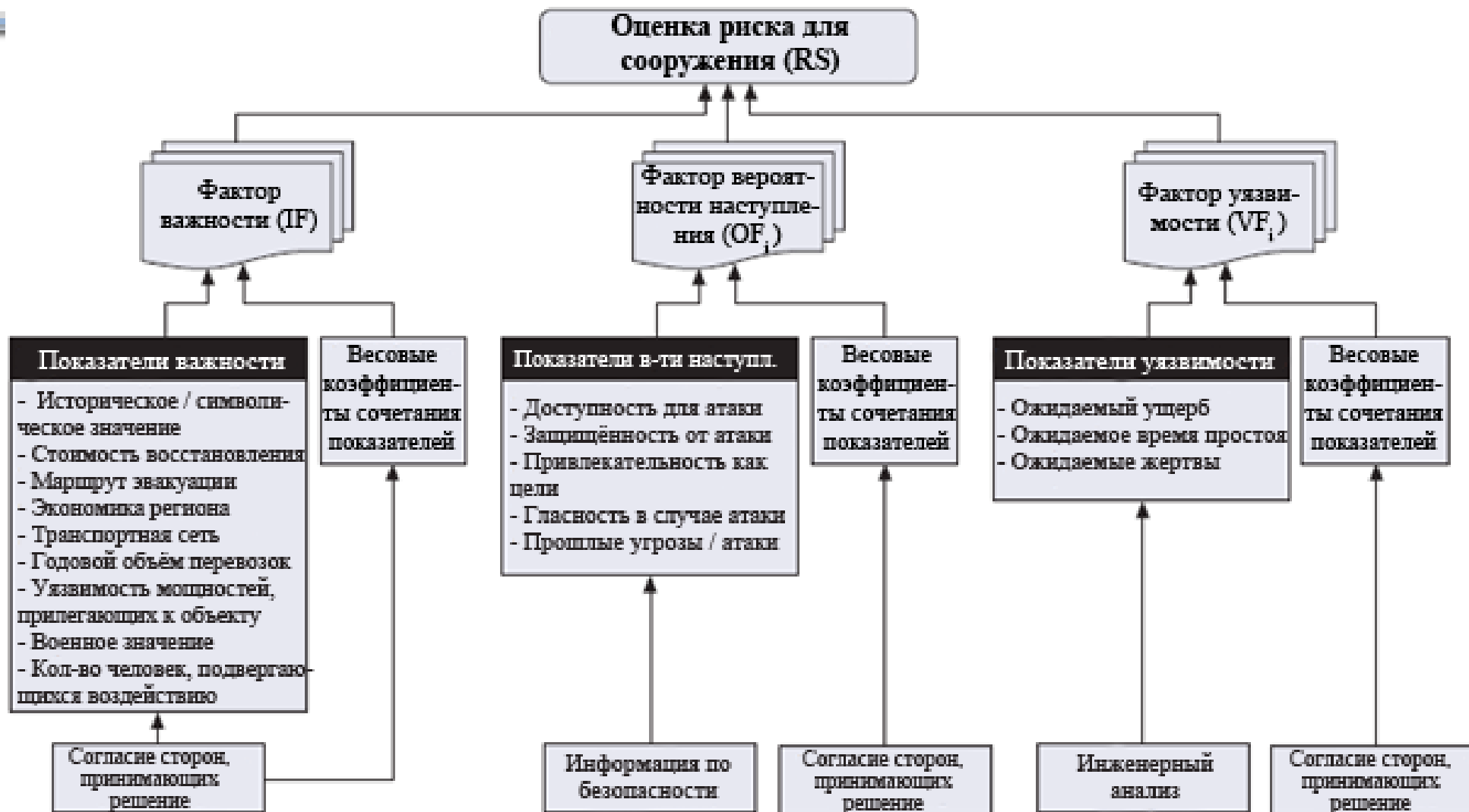
# Схема оценки риска АНВ для объекта транспортной инфраструктуры (ОТИ)



Осуществляется количественная оценка риска здоровью, окружающей среде, имуществу разных опасностей при разных сценариях развития ЧС (видах подрыва, совершения ДТП, аварии). Моделируется характер разрушений и обосновываются меры защиты по снижению риска на объектах ЕКИ (тоннели, мосты) до допустимого уровня на основании анализа «затраты-выгода».



# Компоненты оценки риска для ОТИ (моста) в методике AASHTO\* (США)



\*) The Blue Ribbon Panel on Bridge and Tunnel Security. Recommendations for Bridge and Tunnel Security. The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Transportation Security Task Force. – 2003. – 64 pp.



# Возможные сценарии развития террористи- ческих атак на мостах (данные США)

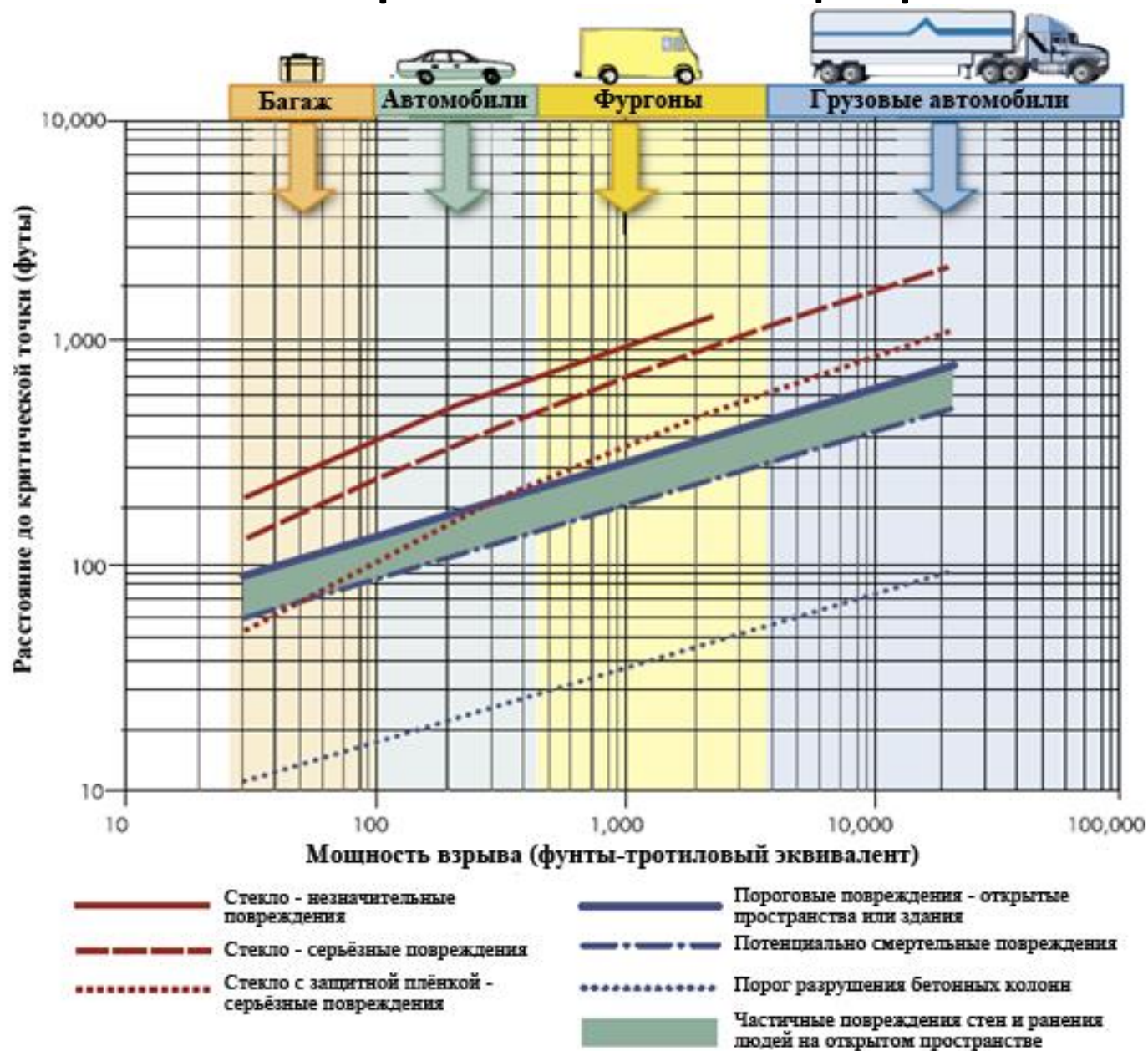


Рисунок	Боезаряд	Расположение	Ожидаемые повреждения
	Взрывчатое вещество, заложенное вручную	Седло опоры	Разрушение стоек, обвал двух пролётов
	Взрывчатое вещество, заложенное вручную	Основание колонны	Разрушение основания колонны, повреждение фундамента, образование воронки, обвал двух пролётов
	Взрывчатое вещество, заложенное вручную	Гнездо концевой опоры	Разрушение концевой опоры и обвал одного пролёта
	Взрывчатое вещество, заложенное вручную	Анкерные крепления тросов	Разрушение анкерного крепления и обвал одного или более пролётов
	Бензовоз / взрывное вещество, заложенное в автомобиль	Проезжая часть	Разрушение поверхности, дробление стоек, длительное горение, обвал одного или более пролётов
	Большегрузный самосвал	Опора моста	Разрушение опоры, возможен пожар, обвал двух пролётов
	Корабль / баржа	Опора моста	Разрушение опоры, обвал одного или более пролётов





# Распространение взрывной волны – последствия для людей и ОТИ в зависимости от расстояния от эпицентра





	Балочный мост	Ферменный мост	Подвесной мост	Вантовый мост	Арочный мост	Плита
Балки	X					
Соединения концов тросов	X					
Подвесы	X					
Настил	X	X	X	X	X	X
Опора	X	X	X	X	X	X
Береговой устой	X	X	X	X	X	X
Опорная поверхность, седло	X	X			X	X
Верхний пояс фермы		X				
Нижний пояс фермы		X				
Диагонали		X				
Соединения		X			X	
Крепления						
Основные кабели			X			
Поддержки			X			
Седло кабеля			X	X		
Якорь кабеля			X	X		
Опоры пилона			X	X		
Распорки (стойки) пилона			X			
Ванты						
Арки						
Стяжки						

## Критические элементы различных типов мостов

Сравнительный анализ мер по смягчению последствий с точки зрения выгод и издержек





# Перечень исходных данных, алгоритм и рекомендуемые способы оценки риска АНВ в России

Пример исходных данных	Этапы	Инструменты
Область знаний Литература Статистика (прошлые случаи)	Этап I. Идентификация сценариев Построение иерархической модели на основании источников рисков	Иерархическое моделирование (ННМ). Предварительное определение отказов (AFD) Деревья отказов
Входные данные для принятия решения (масштаб, время, уровень принятия решений)	Этап II. Фильтрация решений Выделение сценариев, важных для лиц, принимающих решение	Интервью / Обзор
Исторические данные Экспертные заключения	Этап III. Бикритериальная фильтрация Качественное определение вероятностей событий и их последствий. Сценарии с высокой и чрезвычайно высокой тяжестью последствий	Интервью / Обзор Матрица тяжести рисков
Область знаний Исторические данные Экспертные заключения	Этап IV. Многокритериальная оценка Оценка защитных свойств системы по критериям избыточности, надежности и устойчивости	Интервью / Обзор
Область знаний Исторические данные Экспертные заключения	Этап V. Количественное ранжирование Количественное определение вероятностей событий и их последствий. Критические сценарии риска	Интервью / Обзор Диаграммы влияний Деревья событий/отказов Матрица тяжести рисков
Политики, техническая информация Смета расходов Экспертные заключения	Этап VI. Управление рисками Определение и оценка вариантов снижения рисков	Многоцелевой анализ с целью выбора компромиссного решения Многоцелевой риск-метод Моделирование Дерево решений Анализ влияния
	Этап VII. Защита от потерь критических элементов Переоценка	Интервью / Обзор
Показатели эффективности Отзывы пользователей	Этап VIII. Оперативная обратная связь	Интервью / Обзор

Критерии и этапы взяты из методики фильтрации, ранжирования и управления рисками (RFRM) (Haimes, Kaplan, & Lambert, 2002). Однако используемые в зарубежной методике оценки предельно упрощены. Исходными данными для определения риска при оценке уязвимости ОТИ являются статистика, экспертные заключения, а инструментами – интервьюирование, обзоры, матрица тяжести.



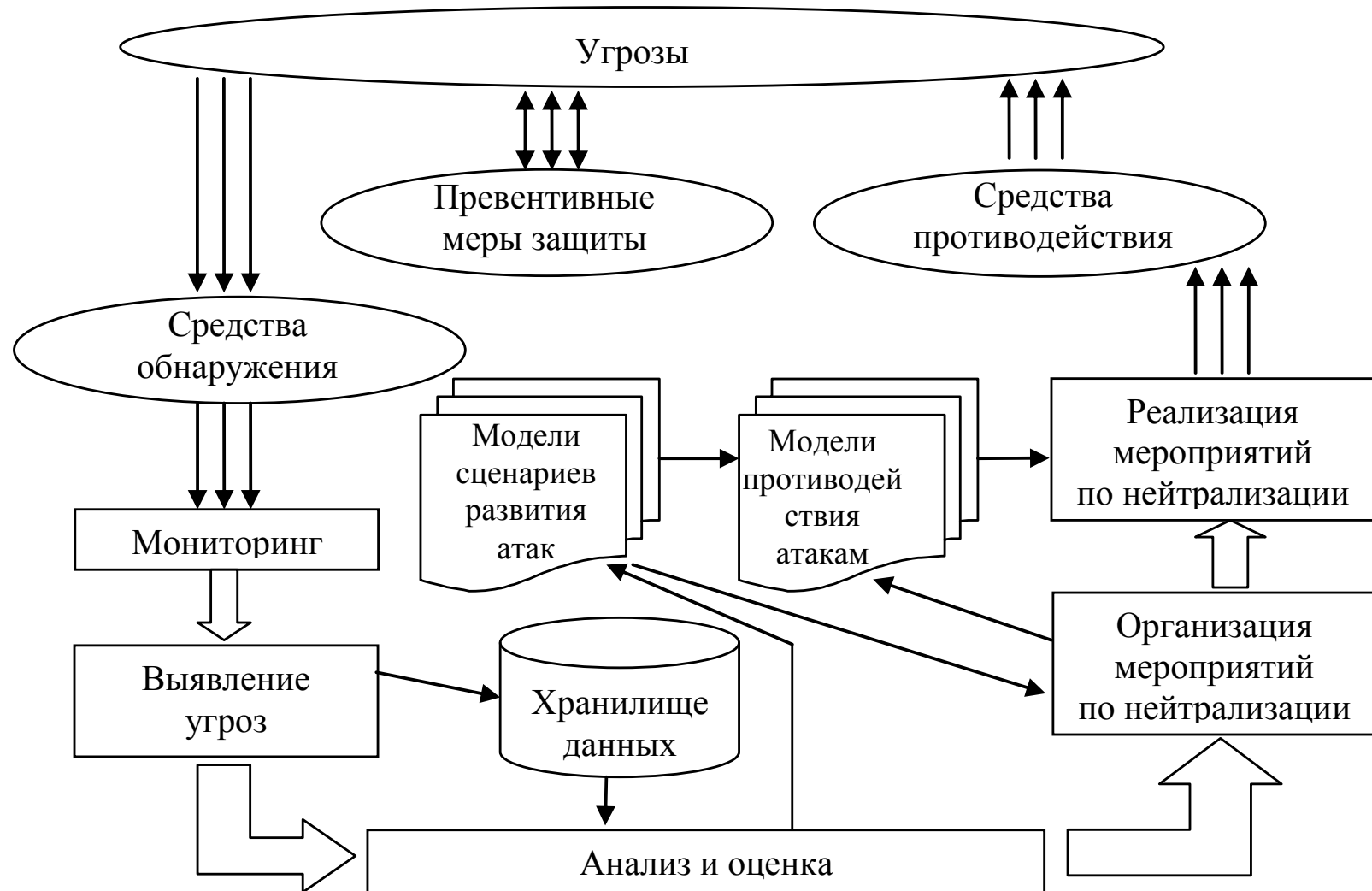
# Алгоритм оценки защищенности (уязвимости) объектов транспортной инфраструктуры (ОТИ) и ТС

- 1) Изучение конструктивных особенностей ОТИ и ТС, территории, на которой расположен ОТИ
- 2) **Типизация ОТИ и ТС.**
- 3) **Определение критических элементов ОТИ и ТС**, в отношении которых могут быть осуществлены акты незаконного вмешательства (АНВ).
- 4) **Определение типов нарушителей и создаваемых ими угроз.**
- 5) Определение, анализ и ранжирование возможных угроз ОТИ и ТС.
- 6) Формирование модели нарушителя объекта ОТИ и ТС.
- 7) Формирование модели нарушителя применительно к рассматриваемому ОТИ и ТС в соответствии с определенными угрозами и/или целями нарушителей - исходные данные для оценки уязвимости ОТИ и ТС.
- 8) Оценка эффективности существующей системы безопасности (СБ) ОТИ и ТС (**оценка степени уязвимости**). В процессе проведения оценки уязвимости определяются способы достижения нарушителями наиболее опасных для функционирования ОТИ и ТС целей и рассчитывается *вероятность пресечения несанкционированных действий* (НСД) нарушителей действиями сил охраны и/или федеральных органов.





# Схема обеспечения защищенности объекта транспортной инфраструктуры от АНВ





# Алгоритм оценки защищенности (уязвимости) объектов транспортной инфраструктуры от АНВ (методика МАДИ)

**Этап 1.** Предварительное ранжирование ОТИ по степени их «критичности» и «привлекательности» для нарушителей с учетом надежности конструкции, установление критически важных объектов автотранспортной инфраструктуры (методика AASHTO)

**Этап 2.** Перебор возможных маршрутов нарушителей к наиболее уязвимым элементам конструкции ОТИ, расчет значений показателя для каждого маршрута, определение наиболее уязвимых маршрутов, точек перехватов нарушителей, т.е. наиболее вероятных сценариев реализации АНВ; оценка вероятности своевременного обнаружения нарушителей и прибытия сил охраны к критическому элементу объекта (вероятность прерывания АНВ -  $P_{об}$ ) и вероятности успеха сил охраны в противодействии нарушителям при условии их своевременного (раньше нарушителей) прибытия к критическому элементу ( $P_{пр}$ ), а также степень уязвимости ОТИ (методика Росавтодора).

**Этап 3.** Оценка живучести конструкции ОТИ (мостов) (1,2,3 индексы живучести)

**Этап 4.** Оценка затрат на предупреждение и ликвидацию последствий ЧС на существующих или проектируемых ОТИ (мостах) от АНВ (ущерб от гибели людей, материального и экологического ущерба) и уровня риска возможной реализации АНВ (с учетом этапа 2) (методики МПР, МЧС)

**Этап 5.** Принятие допустимого уровня риска (гибели людей и причинения вреда имуществу и окружающей среде), обеспечивающего требуемый уровень защищенности ОТИ (моста) от АНВ (методика проекта SeRoN)

**Этап 6.** Обоснование и реализация (в случае превышения допустимого уровня риска) организационно-технических и инженерных мер по снижению риска и обеспечению защищенности ОТИ с учетом затрат (SeRoN, SKRIBT, отечественные разработки)

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)



ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ЗАЩИЩЕННОСТИ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ  
МОСТОВ  
ОТ АКТОВ  
НЕЗАКОННОГО  
ВМЕШАТЕЛЬСТВА

Учебное  
пособие



# Меры по повышению защищенности ОТИ от АНВ (зарубежный опыт - 1)

- **Планирование и координация**

- в соответствии с нормативными правовыми актами и руководящими документами

- **Информационные меры**

- Обзор и удаление с веб-сайтов потенциальной информации, которая может быть полезной террористам. Однако удаление данных с веб-сайтов должно быть сбалансировано с учетом необходимости обмена информацией.

Например, информация о конкретных мостах может быть очень полезна для выявления слабых мест и планирования атаки, но общий конструкционный принцип и "стандартные" планы обычно содержат информацию, которой террористы воспользоваться не смогут.

- Создание единой системы классификации конфиденциальной информации. Реализация процедур контроля конфиденциальной информации, в том числе классификация документов, а также отслеживания распространения информации о конструкции. Создание базовых процедур для описания уязвимости, принятия мер безопасности, планов реагирования на ЧС или конструкционные требования для конкретных мостов.





# Меры по повышению защищенности ОТИ от АНВ (зарубежный опыт - 2)

- **Инженерные меры по повышению живучести ОТИ.**

Подходы:

- 1) увеличение расстояния от места закладки боеприпаса до критического элемента;
- 2) повышение прочности конструкции моста или укрепление отдельных элементов. Приоритет конструкционной модернизации и упрочнения элементов должен быть отдан критическим элементам конструкции, чтобы снизить тяжесть повреждений. Вторичные структурные элементы должны проектироваться так, чтобы свести к минимуму травмы и повреждения;
- 3) резервирование элементов конструкции. Конструкционные элементы, которые обеспечивают избыточность среди структурных компонентов, будут способствовать снижению повреждений в случае серьезного ущерба конструкции от террористических актов;
- 4) разработка ускоренных мер реагирования и плана восстановления. Альтернативные маршруты и планы эвакуации должны быть разработаны и приняты.

- **Организационные меры на ОТИ:**

- улучшение освещения с учетом аварийного резервного (в сочетании с освещением пространств под мостом);
- удаление растительности для улучшения линии видимости критических областей;
- креативное озеленение с регулярным техническим обслуживанием для увеличения расстояния доступа к критическим элементам;
- ликвидация доступа к важным областям (подмостовые пространства, доступ к кабелям и т.д.);
- ликвидация парковки под мостами;
- возможность проезда через бетонные разделительные барьеры для перенаправления дорожного движения и обеспечения доступа для аварийных автомобилей;
- осмотр расположения мусорных баков или других мест хранения, которые могут быть использованы для того, чтобы скрыть взрывное устройство, и их расположение подальше от критических элементов;





# Меры по повышению защищенности ОТИ от АНВ (зарубежный опыт - 3)

- **Контроль доступа / меры сдерживания:**

- полицейское патрулирование и наблюдение, охрана;
- улучшение видимости;
- предупреждающие знаки, что территория находится под наблюдением;
- маркировка транспортных средств;
- системы доступа без ключа;
- внешние и внутренние системы обнаружения несанкционированного доступа;
- датчики нарушения границ (под мостом);
- объемные датчики движения (для башен, зданий технического обслуживания, внутренностей коробчатых балок и т.д.);
- точечные датчики (критические соединения);
- размещение системы наблюдения в тех местах, где она не может быть легко повреждена или ее можно было бы обойти, обеспечивая при этом покрытие критических областей (для мониторинга активности, выявления подозрительных действий и выявления подозрительных личностей);
- более высокий уровень процедуры идентификации и учетных данных для обслуживающего персонала, безопасность персонала и внешних подрядчиков;
- отказ/ограничение доступа к критически важным элементам конструкции (например, ограждение канатных анкеров, ограничение доступа к коробчатыми балкам и кабельных башнями и т.д.);
- отказ /ограничение доступа к инспекционным платформам;
- физические барьеры для защиты опор мостов;
- физические барьеры для контроля доступа на мост во время реальной угрозы для конкретного моста;
- быстрое удаление брошенных транспортных средств;
- запрет полетных зон для авиации возле критически важных мостов;
- телефоны чрезвычайной связи, чтобы сообщать об инцидентах или подозрительной деятельности;
- использование усовершенствованной системы предупреждения, включая предупреждающие знаки, огни, рогатки и выдвигающиеся препятствия, чтобы ограничить доступ после службы контроля (включается вручную или детекторами службы контроля).

- **Оперативные методы обеспечения безопасности ОТИ (не рассматриваются)**



# Меры по повышению защищенности ОТИ от АНВ (зарубежный опыт - 4)

- **Управление и правила эксплуатации**

- Правила эксплуатации. Текущий и своевременный обмен информацией, касающейся возможности и статистики террористических атак, и связанные с этим вопросы.
- Обзор существующих методов. Процесс рассмотрения общих методов управления безопасностью, в том числе кадровая политика, обучение, процедуры и использование технологий.
- Институциональные отношения. Уточнение и / или распределение ролей и ответственности между федеральными, государственными и местными органами и эффективными партнерами для предотвращения, противостояния и реагирования на атаки террористов.
- Готовность. Руководство для владельцев / операторов по подготовке к реагированию на террористические атаки, включая координацию с другими федеральными и местными учреждениями, протоколы связи и совместимость оборудования.
- Кадровая и транспортная безопасность. Руководство по проверке того, чтобы сотрудники, подрядчики, поставщики, посетители и транспортные средства, которыми они управляют, в случае необходимости были уполномочены и проверены на подлинность.
- Связи / Социально-ориентированные программы. Информационные стратегии для работы с населением и координации распространения конфиденциальной информации (например, с другими учреждениями, средствами массовой информации, частным сектором).

- **Информационная безопасность**

- Практика поставок. Методы покупки и поставки технологий безопасности без публичного раскрытия конструктивных особенностей.
- Информационная безопасность. Средства для управления доступом общественности к информации о конструкции.

- **Мобилизация (уведомление) и реагирование (событие)**

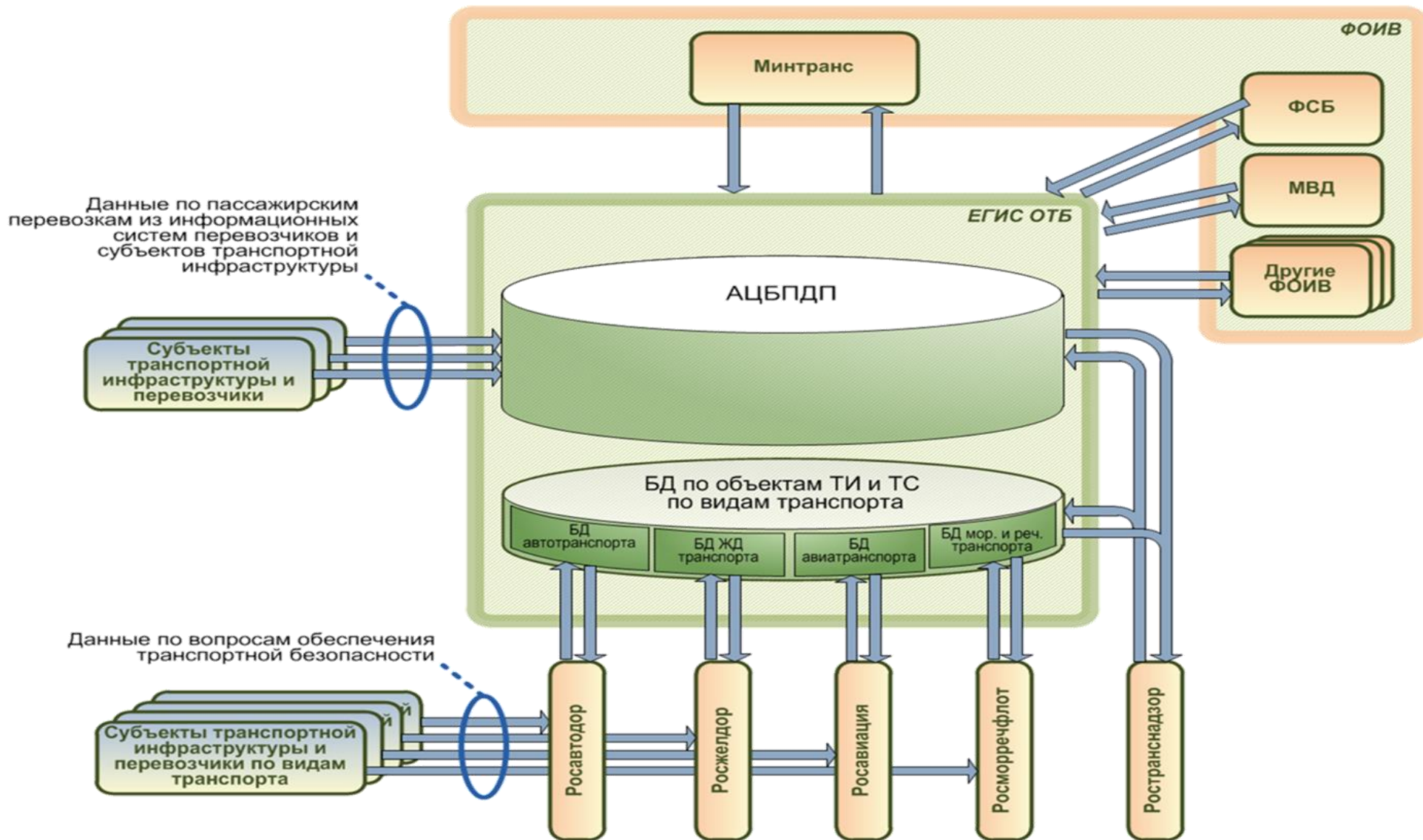
- Предупреждение об угрозе. Средства (протоколы) своевременного уведомления эксплуатационных служб о непосредственной угрозе теракта.
- Раннее реагирование. Методики и процессы для пресечения выявленных угроз, информирование / инструктаж путешественников и эвакуация объектов.
- Первоначальный отклик. Методики, процессы и технологии, необходимые для выполнения Плана готовности в ответ на нападения террористов.

- **Восстановление (после событий)**

- Оценка ущерба. Процедуры и технологии, которые помогают в первоначальной оценке структурных повреждений объектов, чтобы определить влияние нападения на функциональность (например, закрытие, ограниченное использование).
- Функциональная преемственность. Планы по восстановлению функционирования объектов (в том числе использования имеющихся альтернатив, аварийный ремонт).



# ЕДИНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ





# Актуальные проблемы обеспечения защищенности объектов транспорта от актов незаконного вмешательства

- Разработка, производство, внедрение и обслуживание новых систем безопасности
- Формирование культуры безопасности (личной, производственной, городской, транспортной и т.д.)
- Управление IT-системами безопасности (системы сигнализации, диспетчеризации, доступа, мониторинга)
- Комплексная оценка рисков
- Защита IT-инфраструктур («умный дом», автоматизированный завод, организация дорожного движения, системы «Платон», ЭРА-ГЛОНАСС и т.д.)
- Защита личного и рабочего жизненного пространства, оснащенного «умными» вещами
- Снижение уязвимости технического оборудования к внешним угрозам (техногенные катастрофы, электромагнитные излучения и т.д.)
- Развитие транспортной информационной безопасности (безопасность на стыке реальной и виртуальной инфраструктуры – например, системы управления транспортными потоками на локальных участках и УДС в целом).





# Перспективные мероприятия по обеспечению экологической устойчивости и защищенности ГТС от АНВ

1. Разработка **новых экологических стандартов качества жизни** человека, включая мобильность с учетом использования глобальных инфокоммуникационных сетей.
2. Разработка и внедрение интеллектуальных систем **управления дорожным движением и допуска** на улично-дорожную сеть отдельных ТС и участников движения с использованием робототехнических и мехатронных систем, систем с биологическими возможностями адаптации (нейронные сети, биоаналоги).
3. Разработка и внедрение технологий супервычислений и систем хранения информации для оценки и **прогнозирования состояния окружающей среды**, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, последствий изменения климата от транспортной деятельности, в том числе основанные на биотических принципах.
4. Развитие методов **оценки природного и антропогенного риска транспортной деятельности** в городе. Анализ влияния изменений климата на обеспечение эффективности, надежности и безопасности функционирования городской транспортной системы и объектов транспортной инфраструктуры.
5. Активизация мер по **сокращению углеродного следа** транспортной деятельности путем насыщения автомобильного парка электромобилями, транспортными средствами с комбинированными энергоустановками (подключаемыми гибридами), работающими на топливных элементах, водороде.

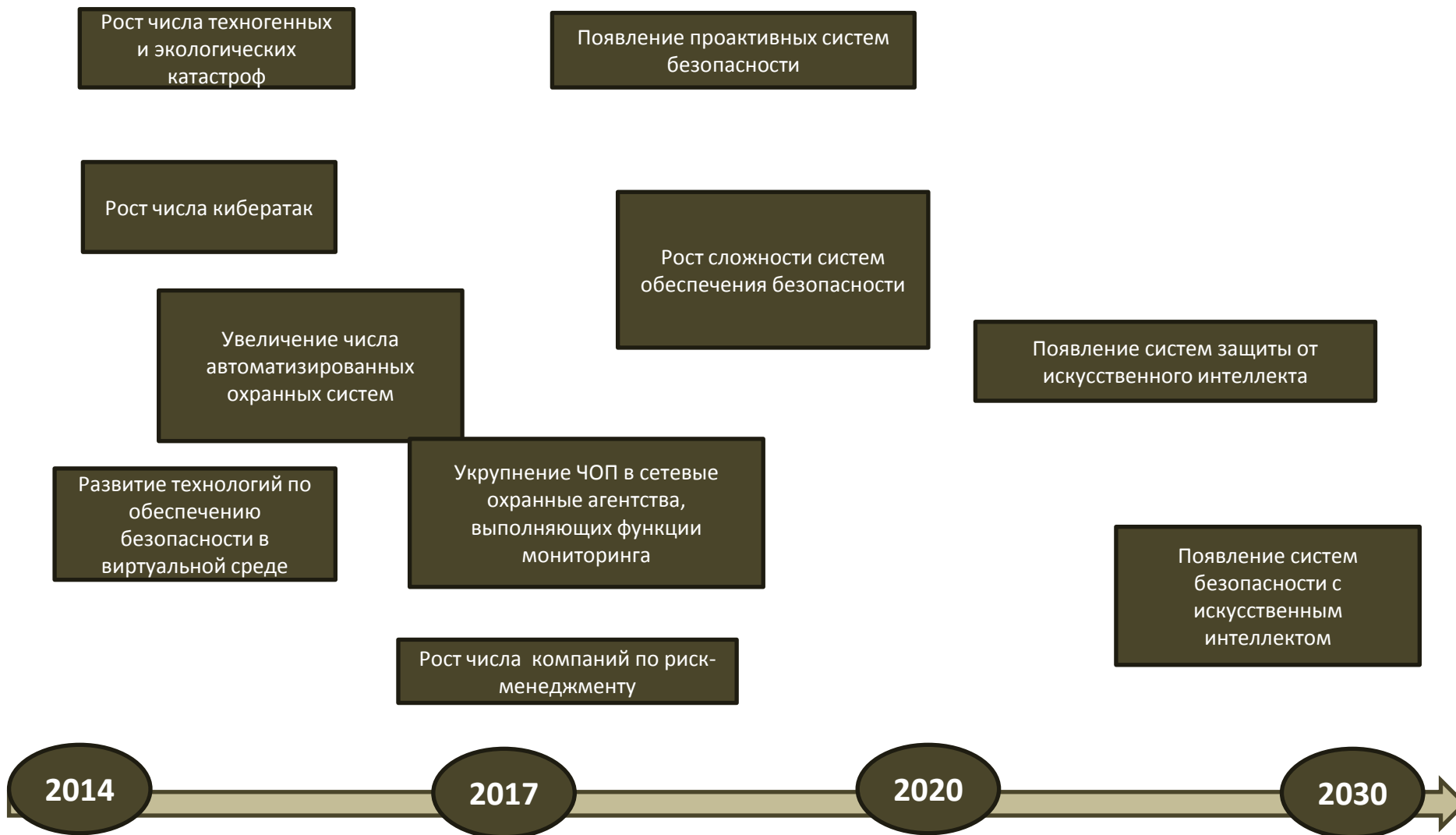


# Форсайт Компетенций 2030

Защищенность от АНВ и экологическая  
устойчивость ГТС

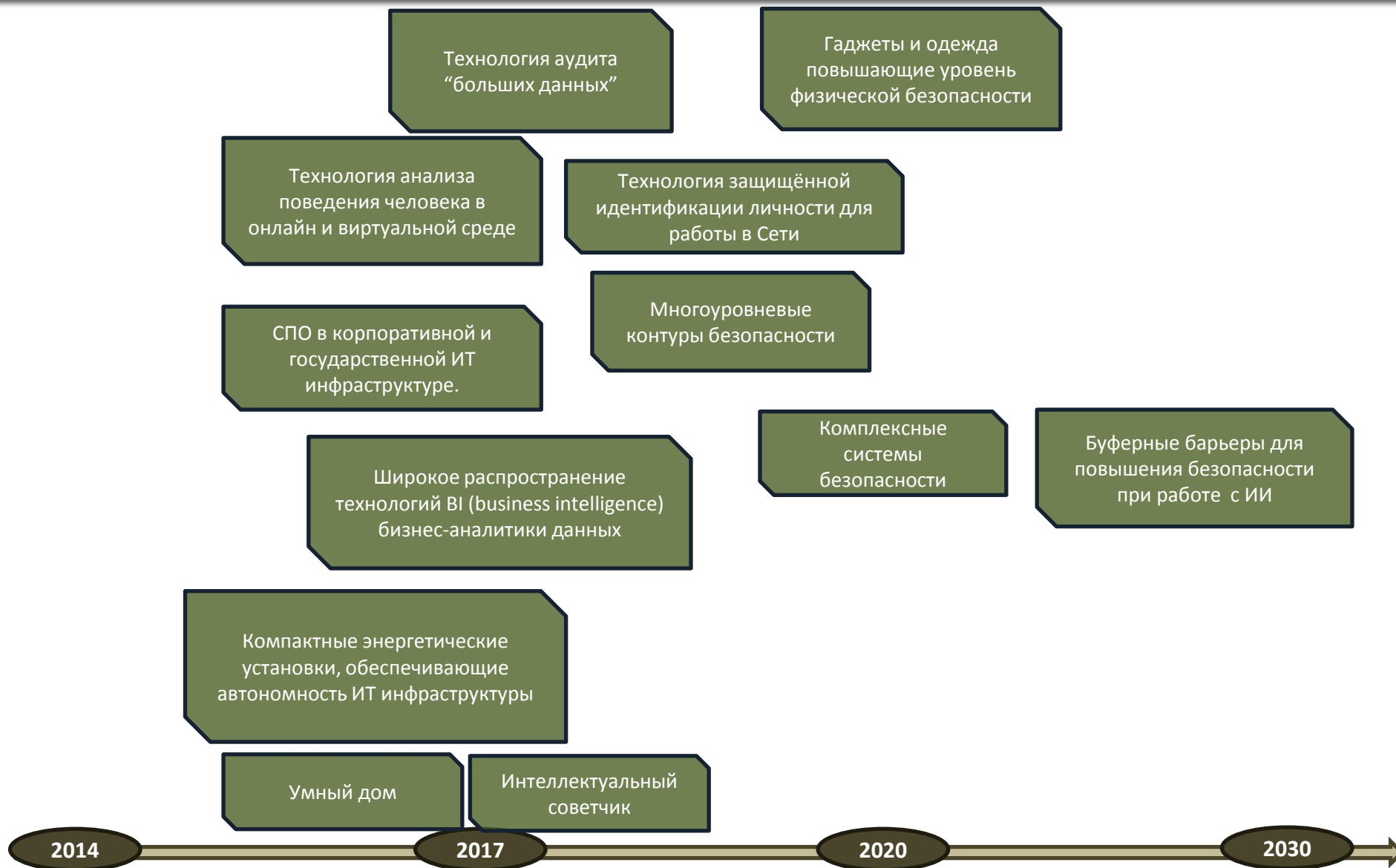


# Тенденции, определяющие развитие направления «Защищенность от АНВ»





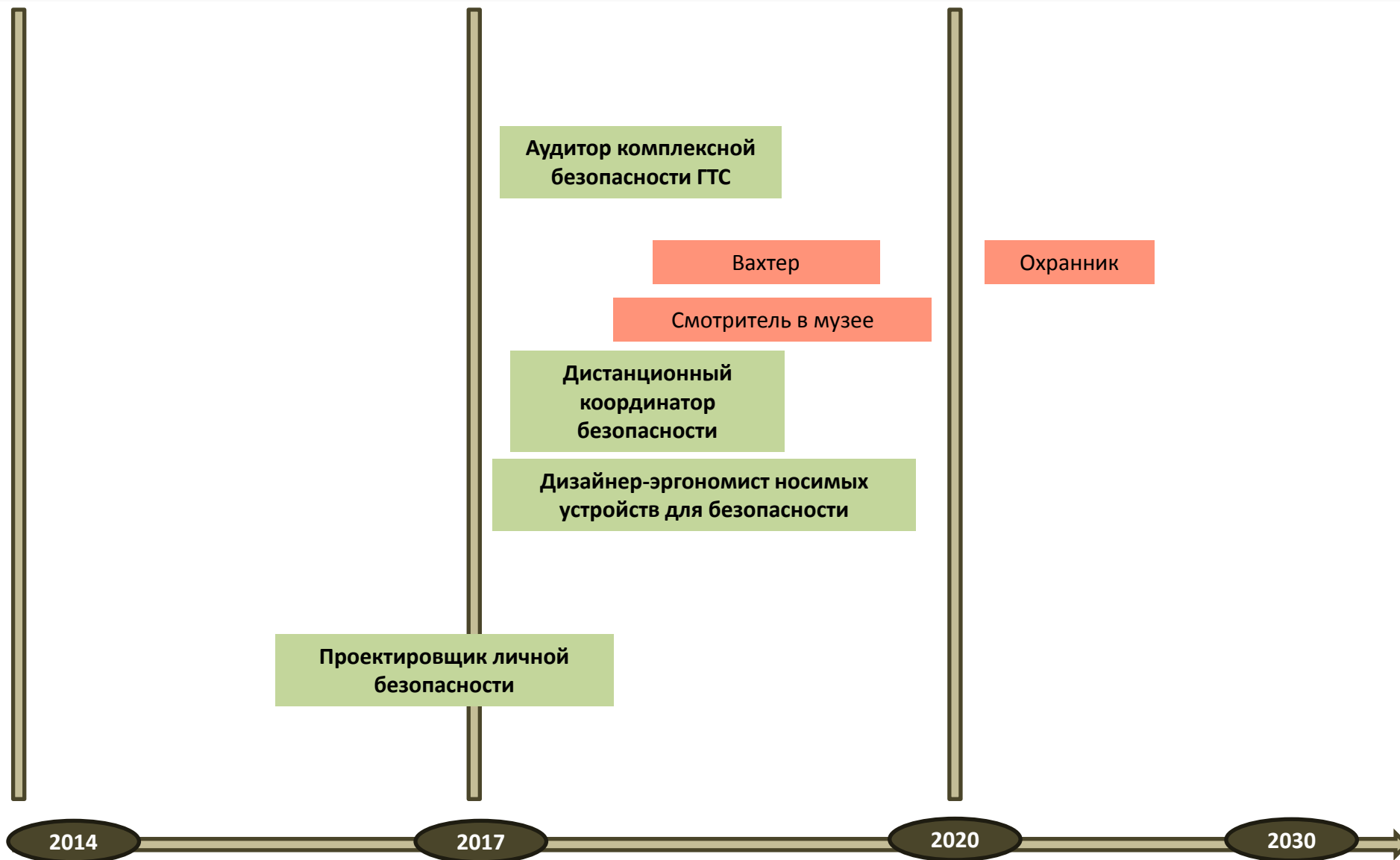
# Ключевые технологии обеспечения защищенности от АНВ







# Перечень новых востребованных и «исчезающих» профессий по обеспечению защищенности от АНВ





# Перечень новых профессий экологического профиля



## МЕТЕОЭНЕРГЕТИК

Специалист, занимающийся оптимизацией режимов эксплуатации генерирующих мощностей с учетом климатических условий. Прогнозирует уровень производства энергии в зависимости от долгосрочных метеопрогнозов. Сейчас уже делаются шаги, обуславливающие появление этой профессии: например, Совет по надежности электроэнергетики штата Техас (ERCOT) выпускает свои прогнозы по нагрузке на генерирующие мощности с учетом долгосрочных климатических прогнозов.

профессия появится после 2020 г.

ВНУТРИОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



## СПЕЦИАЛИСТ ПО ЛОКАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Занимается разработкой, внедрением и обслуживанием систем малой энергогенерации (ветряная, солнечная, био-, атомные микрогенераторы и т. д.). Основные причины для развития микрогенерации сегодня – это рост экологической сознательности и сокращение расходов потребителя. На Западе эта профессия уже появилась, и в ближайшее время этот тренд дойдет и до России. Помощь подобных специалистов понадобится как хозяевам загородных домов, так и при проектировании вертикальных ферм.

профессия появится после 2020 г.

КРОСС-ОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



## ПРОЕКТАНТ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦИИ

Специалист, разрабатывающий технологические решения для «улавливания» избыточной энергии движущихся средств, в первую очередь при торможении, например, автомобильный транспорт, метро, городской электрический транспорт. В рекуперации энергии нет ничего революционного: на железнодорожном транспорте, в трамваях и троллейбусах рекуперативное торможение применяется и сейчас. Но технология еще долго будет востребована, и спрос на специалистов, которые способны создавать подобные системы, будет расти.

профессия появится до 2020 г.

ВНУТРИОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



## ПРОЕКТИРОВЩИК ЭНЕРГОАКОПИТЕЛЕЙ

Специалист, продумывающий различные системы накопления энергии: высокоемкостные аккумуляторы, тепловые накопители, маховики и др., позволяющие сберечь энергию для перераспределения в «умных сетях» между пиками и падениями. Эффективно генерировать энергию – только половина дела: надо продумать решения для экономного использования и хранения. Например, рекуперативное торможение, применяемое в электромобилях, заряжает аккумулятор, но избыточная энергия расходуется впустую. Проектировщик энергонакопителей должен учитывать эти нюансы. Сейчас уже существуют проекты крупных энергонакопителей, например, в сентябре в Германии была запущена первая в Европе аккумуляторная станция, мощность которой составляет 5 МВт. Основное ее применение – стабилизация подачи электроэнергии в случае неравномерной нагрузки в сети, и с этой задачей она справляется значительно быстрее и эффективнее, чем традиционно применяющиеся для этого тепловые электростанции.

профессия появится после 2020 г.

ВНУТРИОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



Версия 1.5

Москва • 2014



# Перечень новых профессий экологического профиля



## ОПЕРАТОР АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Специалист, управляющий обслуживанием роботизированных транспортных сетей, конфигурацией компьютерных программ для роботизированных механизмов и транспортных средств. В первую очередь, речь идет о беспилотных автомобилях.

профессия  
появится  
после 2020 г.

ПОСЛЕ  
20г.

КРОСС-ОТРАСЛЕВАЯ  
СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



## ЭКОАУДИТОР

Специалист, который производит аудит промышленных предприятий и дает рекомендации по снижению воздействия на окружающую среду за счет модернизации производства, изменения практик и способов работы. Это актуальная и не новая профессия – в России она существует с 1993 года. В 2005 году появилась Национальная экологическая аудиторская палата, специалисты которой проводят независимую экологическую экспертизу, выдают аккредитации экоаудиторским фирмам и занимаются подготовкой аудиторов-экологов. Но практически отсутствующая законодательная база и закрытая экологическая политика предприятий, не способствующая обмену опытом между специалистами, мешают развитию отрасли. В то же время спрос на подобных специалистов растет.

профессия  
появится  
до 2020 г.

ДО  
20г.

КРОСС-ОТРАСЛЕВАЯ  
СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



## ИНЖЕНЕР ПО БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Специалист по анализу, расчету и мониторингу информационных, экологических и технологических угроз для транспортных сетей. В отличие от специалистов по безопасности дорожного движения, эти инженеры анализируют и предупреждают проблемы, связанные с функционированием транспортных сетей в целом. С ростом скорости передачи информации возникнет запрос и на более быстрое перемещение в пространстве и увеличение скоростей транспорта, а значит — увеличатся требования к инфраструктуре сетей и их безопасности.

профессия  
появится  
до 2020 г.

ДО  
20г.

КРОСС-ОТРАСЛЕВАЯ  
СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



## РЕЦИКЛИНГ-ТЕХНОЛОГ

Специалист по разработке и внедрению технологий многократного использования материалов, а также разработке технологий безотходного производства. В России сейчас только начинают осваивать технологии бережливого и экологически ответственного производства – в то время как на Западе они уже активно применяются. Например, молодой дизайнер Виктор Монсеррат изобрел «рециклинг-велосипед» – машину, которая превращает пластиковые отходы в нить, которая может быть использована для производства мебели. А новозеландец Дэниел МакЛафлин выяснил, что отходы шерсти у производителей ковров составляют около 7%, и запустил производство «бишерсти» (biowool) из отходов с добавлением биорезины.

профессия  
появится  
до 2020 г.

ДО  
20г.

КРОСС-ОТРАСЛЕВАЯ  
СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



# Перечень новых профессий экологического профиля



## ЭКОВОЖАТЫЙ

Специалист, который поддерживает инициативные общественные группы, работающие на улучшение экологии, обеспечивает обмен информацией между ними, помогает им организовать общественный контроль производств и мониторинг поведения людей на местах (в городах/деревнях). Многие люди в принципе готовы участвовать в какой-либо экологической активности, однако им часто не хватает организатора, который сказал бы, что и где необходимо сделать. Отдельные эко-активисты уже собирают вокруг себя группы волонтеров, но в будущем понадобится еще больше специалистов такого профиля.



## СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРЕОДОЛЕНИЮ СИСТЕМНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ

Инженер, работающий с катастрофами, растянутыми во времени, которые осознаются людьми постепенно, например, загрязнения вокруг больших промышленных центров, тихоокеанская пластиковая свалка, тающая вечная мерзлота, радиационные свалки и т. д. В его задачи входит разработка и реализация программ по преодолению последствий и недопущению повторений таких катастроф. Помимо уже привычных экологических проблем – вроде глобального потепления и вырубки лесов – появляются и новые угрозы, которые лишь относительно недавно стали волновать человечество. Например, в 1997 году было обнаружено Большое тихоокеанское мусорное пятно. Из-за океанических течений на территории, по различным оценкам занимающей от 0,7 до 15 миллионов кв. километров, находится свыше 100 миллионов тонн мусора. Большая часть мусора представляет собой мелкие частицы пластика, которые могут быть токсичными и попадают в пищу рыбам и медузам. Чтобы справляться с такими угрозами, нужны высококлассные специалисты, способные принимать решения в условиях неопределенности.

профессия появится после 2020 г.

после 20г.

ВНУТРИОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



## ЭКОПРОПОВЕДНИК

Специалист, который разрабатывает и проводит образовательные и просветительские программы для детей и взрослых по образу жизни, связанному со снижением нагрузки на окружающую среду (отказ от избыточного потребления, раздельный сбор мусора, экологически осознанный образ жизни и др.), а также программы для производственных предприятий по более экологичным практикам производства.

профессия появится до 2020 г.

до 20г.

КРОСС-ОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ

профессия появится до 2020 г.

до 20г.

КРОСС-ОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ



НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ



---

**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**



Трофименко Юрий Васильевич

[ywtrofimenko@mail.ru](mailto:ywtrofimenko@mail.ru)