

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТОВ ROADEX ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ВИБРАЦИЙ НА ЧЕЛОВЕКА



Тимо Сааренкето, доктор наук
Управляющий директор
компания Roadscanners Oy





THIS PROJECT IS BEING PART-FINANCED BY THE EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND.



ROADEX III
NORTHERN PERIPHERY



Johan Granlund

Health Issues Raised by Poorly Maintained Road Networks

Northern European road users may be exposed to unacceptable health and safety risks, in terms of ride vibration and skid accidents. A case study has mapped such risks on the Beaver Road 331. The report demonstrates methods to efficiently prevent or reduce risks on similar roads.

Отчет ROADEX III

Вопросы охраны здоровья, связанные с неудовлетворительным содержанием дорожных сетей

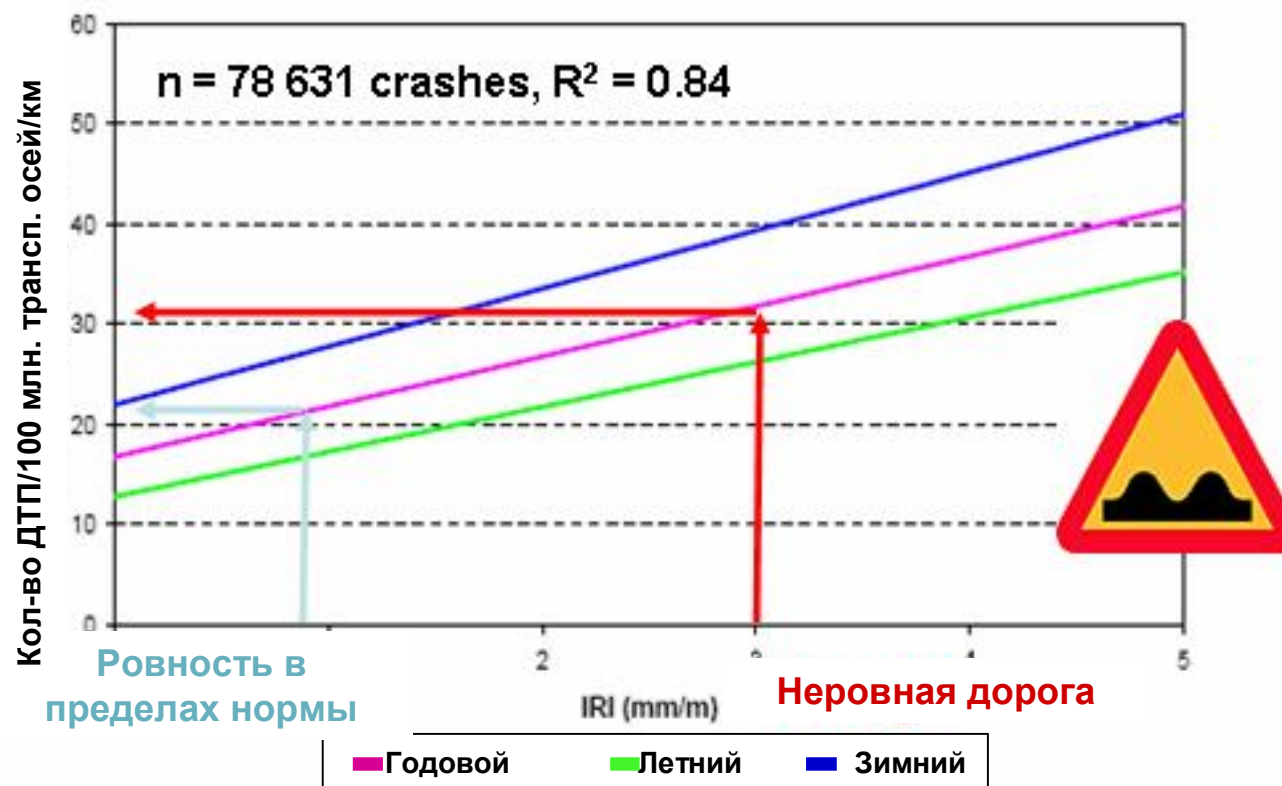


This Project is financed by EU



БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Уровень дорожной аварийности

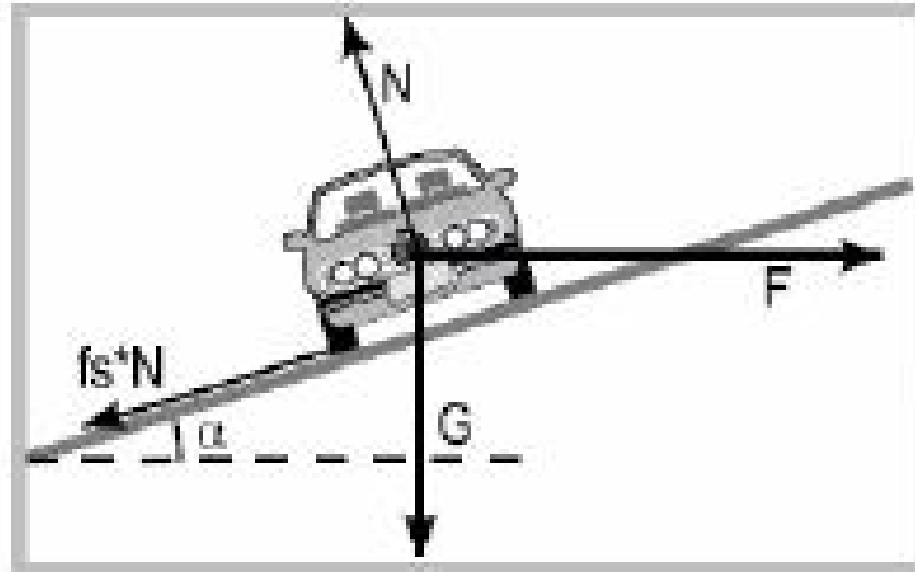


Уровень аварийности на дорогах с неровным покрытием выше более чем на 50%



This Project is financed by EU

Johan Granlund, 2008

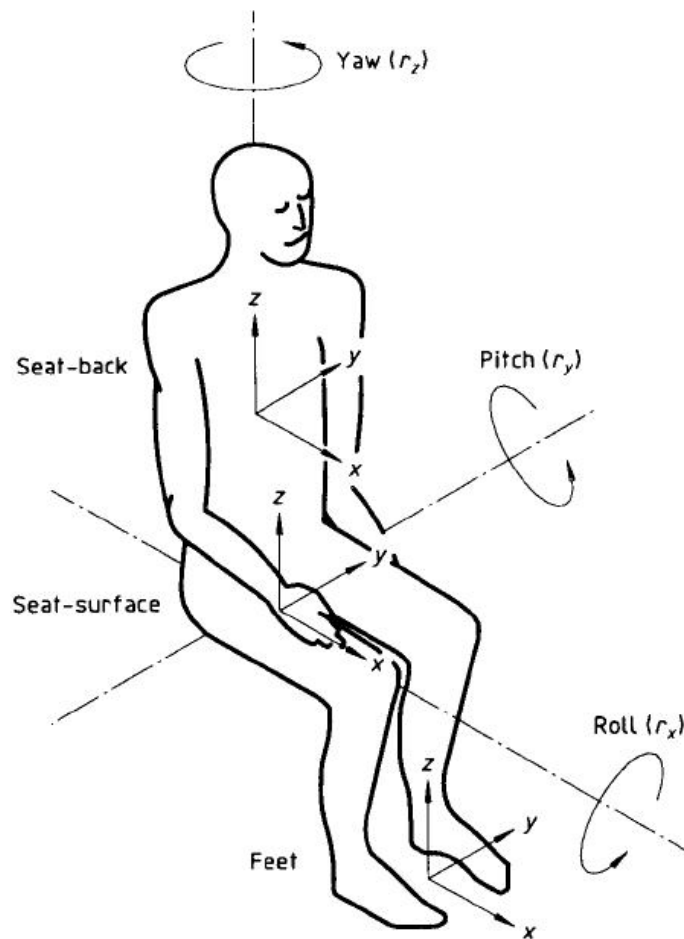


Силы, возникающие при повороте автомобиля

Центростремительная сила замещается центробежной силой, действующей в обратном направлении.

Даже несмотря на то, что пассажиры поворачивающего автомобиля ощущают действие центробежной силы, она является фиктивной (не реальной). Данный отчет основывается скорее на практике большинства руководств по проектированию дорог, нежели на фундаментальных исследованиях центробежной силы обратного направления

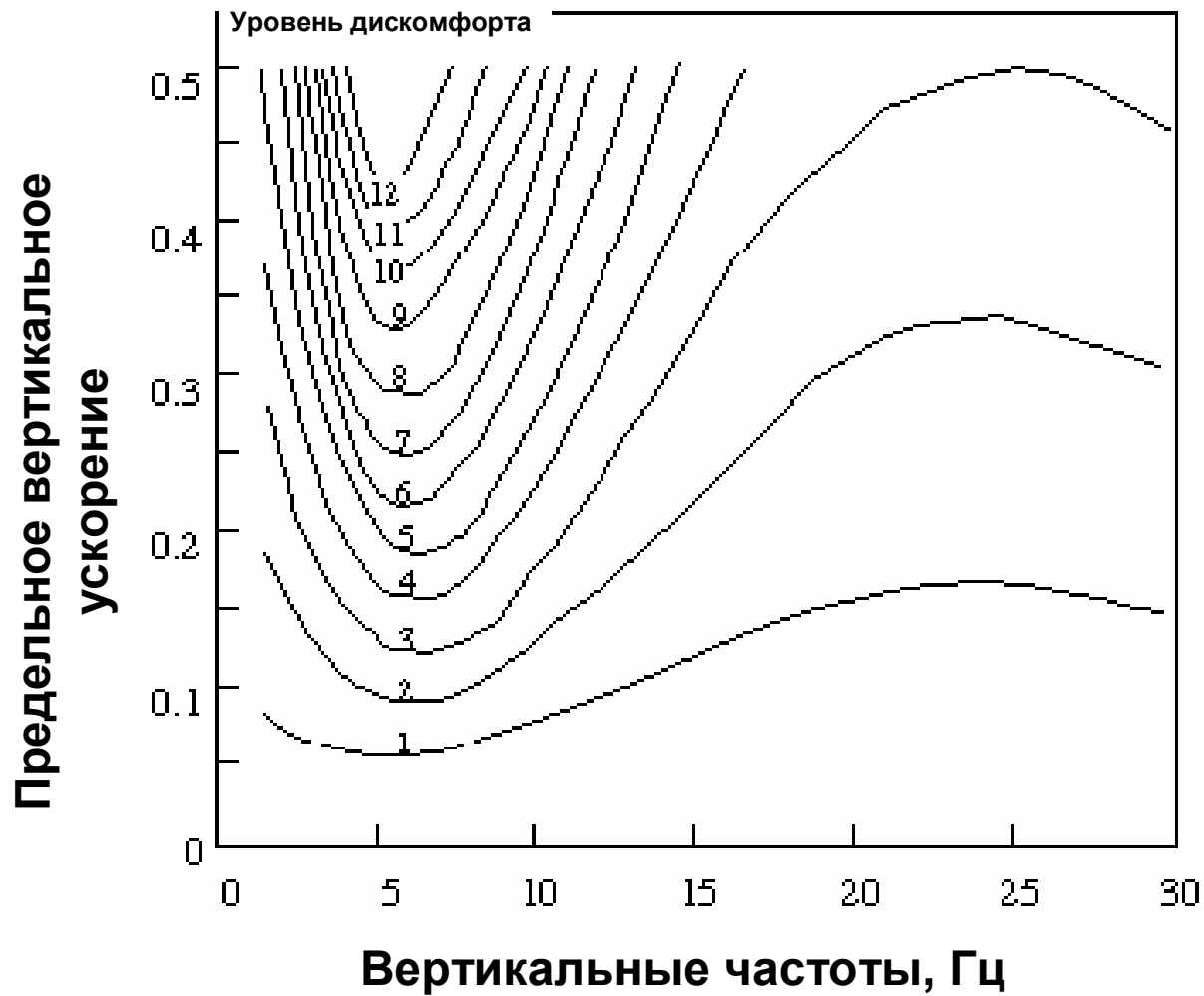
Барицентрические оси человека в сидячем положении



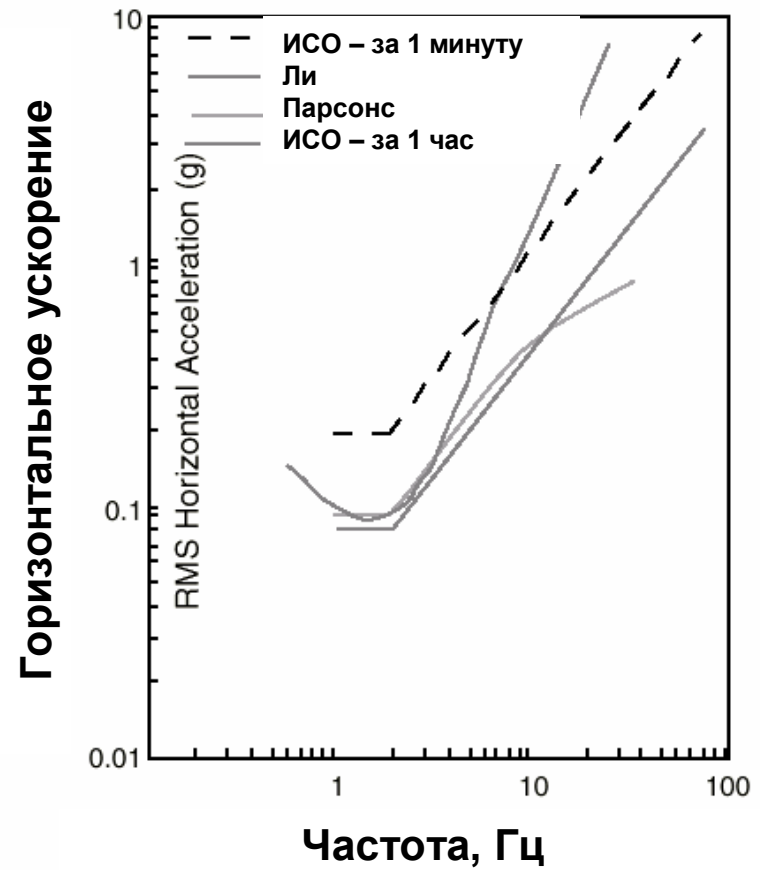
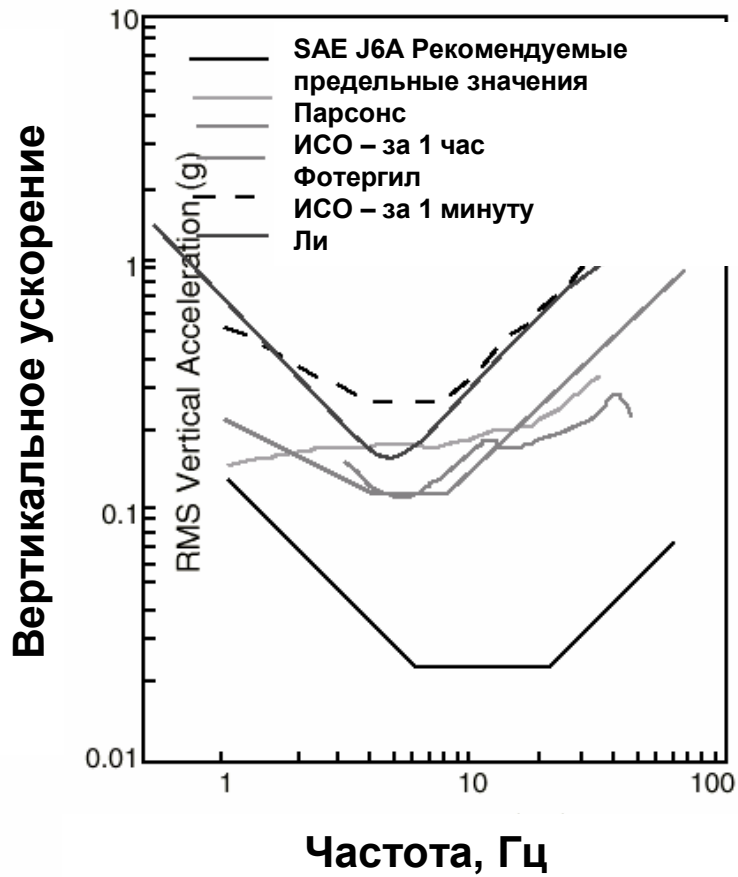
Основные проблемы, связанные с воздействием транспортных вибраций на человека:

- Заболевания позвоночника
- Сердечно-сосудистые заболевания
- Ухудшение зрения

Дискомфорт для водителя при различных частотах

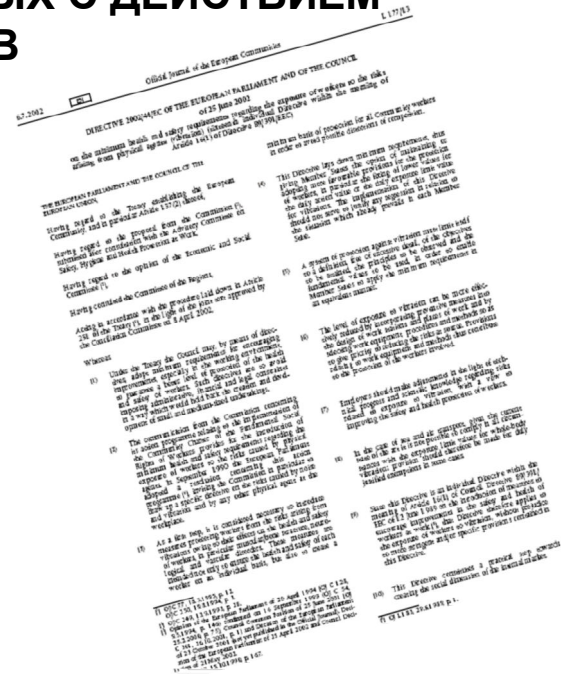
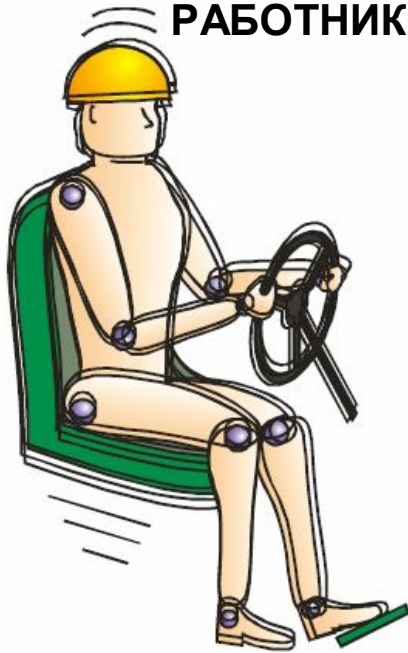


Международные рекомендации по показателям ускорения при различных частотах





ДИРЕКТИВА ЕВРОПЕЙСКОГО ПАРЛАМЕНТА И СОВЕТА ЕС 2002/44 ОТ 25.06.2002 О МИНИМАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ К БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ОТ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЙСТВИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (ВИБРАЦИИ)



Влияние вибраций на весь организм.
Из руководства по лучшим практикам
(2006) [24]

Директива ЕС по вибрациям
EU Physical Agents Directive – Vibration
2002/44/EC [2], первая страница

Директива Европарламента о минимальных требованиях к безопасности и охране здоровья работников от рисков, связанных с действием физических факторов (вибрации), 2002/44/EC [2], определяет показатель A(8) для ежедневного риска подверженности вибрациям в течении 8 часового рабочего дня. Если показатель A(8) превышает 0.5 м/с², директива требует от работодателей принять организационные и/или технические меры по минимизации вибраций. Рабочие задачи, связанные с влиянием вибраций свыше A(8) = 1.15 м/с² запрещены законодательством.



This Project is financed by EU

Johan Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility

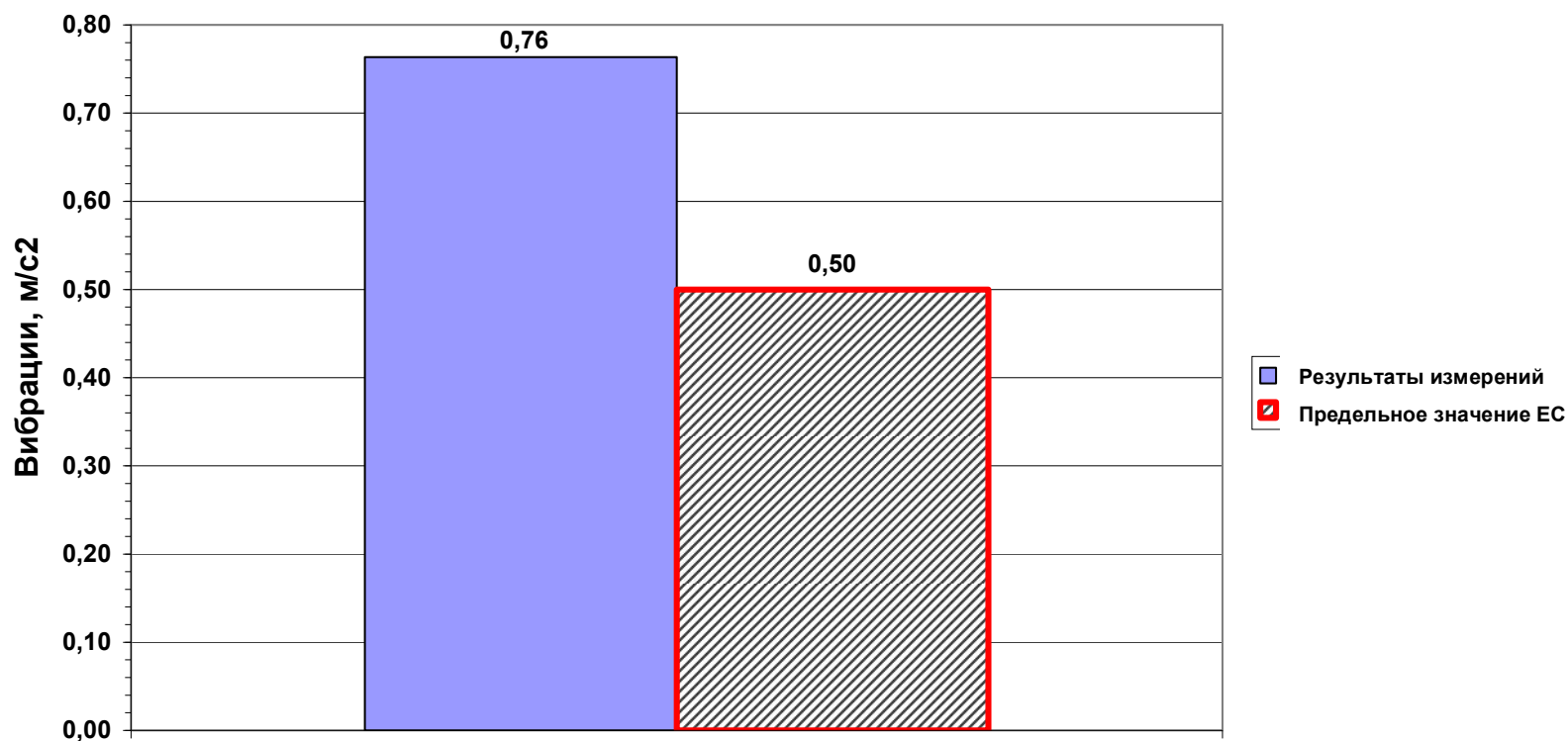


Величины ежедневного воздействия транспортных вибраций на водителей превышают предельные величины, установленные ЕС

Ежедневное воздействие вибраций A(8)

«Скания» R4806G лесовоз

8-ми часовой рабочий день: Рамсель –Бэйк, 2хлесная дорога, Бэйк-Ставр-Ортвикен (с грузом),
Ортвикен-Рамсель, прочие местные и лесные дороги, и 100 минутные перерывы



This Project is financed by EU

Thomas Granlund, 2008



Акселерометры на оси и раме автомобиля Справа: Водительское сидение, оснащенное 3- осевым датчиком



This Project is financed by EU

Johan Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility

Шведская система измерения вибраций CVK Health Vib system



This Project is financed by EU

Thomas Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility



Индикативные ощущения людей при транспортных перевозках, согласно ISO 2631-1

a_w rms		Уровень комфорта поездки
min	max	
> 2	> 2	Экстремально некомфортные условия поездки
1,25	2,5	Очень некомфортные
0,8	1,6	Некомфортные
0,5	1	Умеренно некомфортные
0,315	0,63	Небольшой дискомфорт
0	0,315	Отсутствие дискомфорта



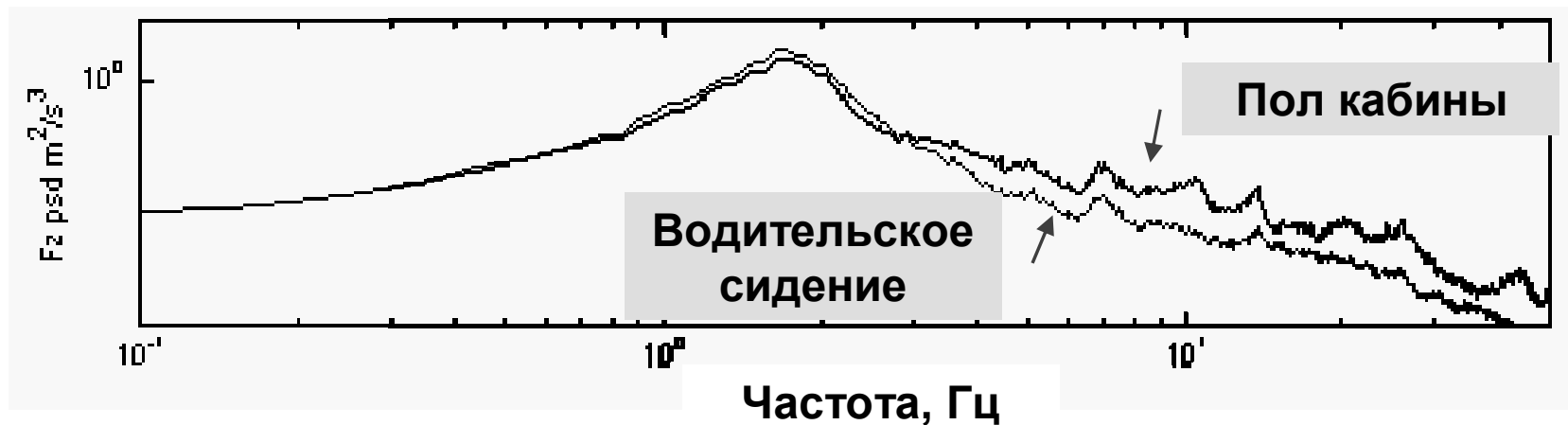
This Project is financed by EU

Joahn Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility

Спектральная плотность мощности вибраций на водителском сидении и на полу кабины грузового автомобиля





Индикативный пример магнитуды транспортных вибраций для различных типов ТС

Легковые автомобили	0.1-1 м/с ² в среднем на маршруте. До 2 м/с ² на неровностях.
Грузовые автомобили	0.2-1.6 м/с ² в среднем на маршруте. Часто свыше 2 м/с ² на неровностях.
Комфортность по ощущениям по ISO 2631-1 [18]	< 0.315 м/с ² -“отсутствие дискомфорта”. > 0.5 м/с ² - “умеренно дискомфортные”.
Предельный показатель ЕС [2]	A(8) = 0.5 м/с ² , “в среднем за 8 часов”



This Project is financed by EU

Johan Granlund, 2008



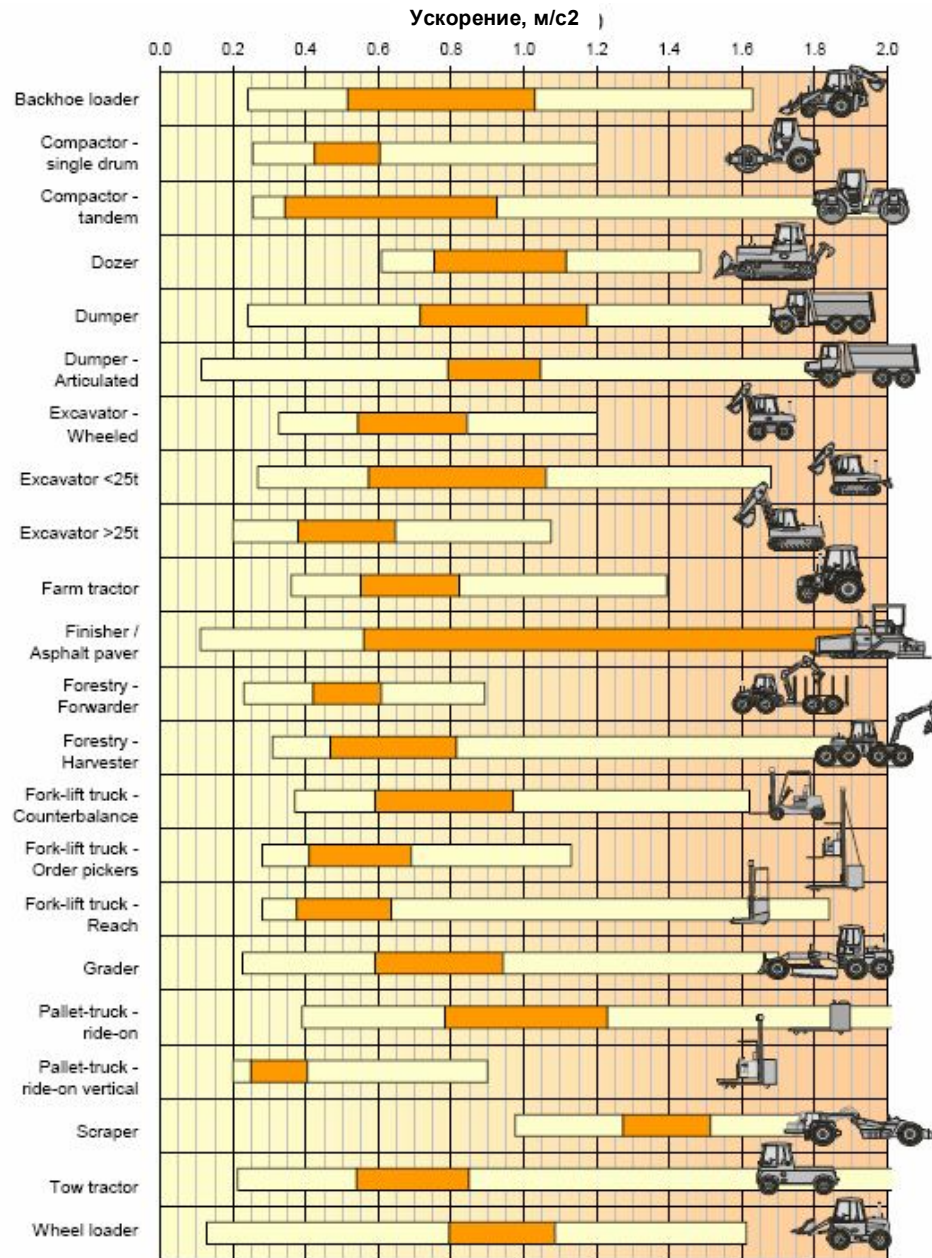
ROADEX
Implementing Accessibility

Примеры магнитуды транспортных вибраций по автопарку

Johan Granlund, 2008



This Project is financed by EU



МИНИМУМ
25% обесп-ть
75% обесп-ть
МАКСИМУМ





Главные элементы взаимосвязи между транспортными вибрациями и безопасностью движения



Факторы комфорта поездки



Низкий уровень (распределенные)
 Высокий уровень (локализованные)
 Частота
 Амплитуда

Влияние скорости
 Состояние ТС:
 переменная нагрузка
 жесткая подвеска
 сухое трение в рессорах
 гибкость рамы
 и др.

Дорожная обстановка



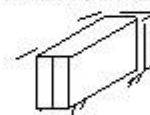
Мультимодальная вибрация
 Доминантные частоты: от 1 до 10 Гц
 Доминантные амплитуды до 2 м/с²
 Инструменты контроля шума
 "Подскок" водителя на неровности

Реакция водителя



Ответная реакция организма на вибрацию частей тела и органов:
 Физиологическое воздействие (зрение, сердечно-сосудистая система)
 Психологическое воздействие, (дискомфорт, стресс)
 Патологическое воздействие, (боли в спине)

Опыт и навык вождения/производительность автомобиля



Водитель:
 - острота зрения
 - скорость реакции
 - слежение за дор. обстановкой и работой двигателя
 Транспорт. средство:
 - сцепление колес с дорогой
 - тех. состояние ТС
 - наличие неисправностей

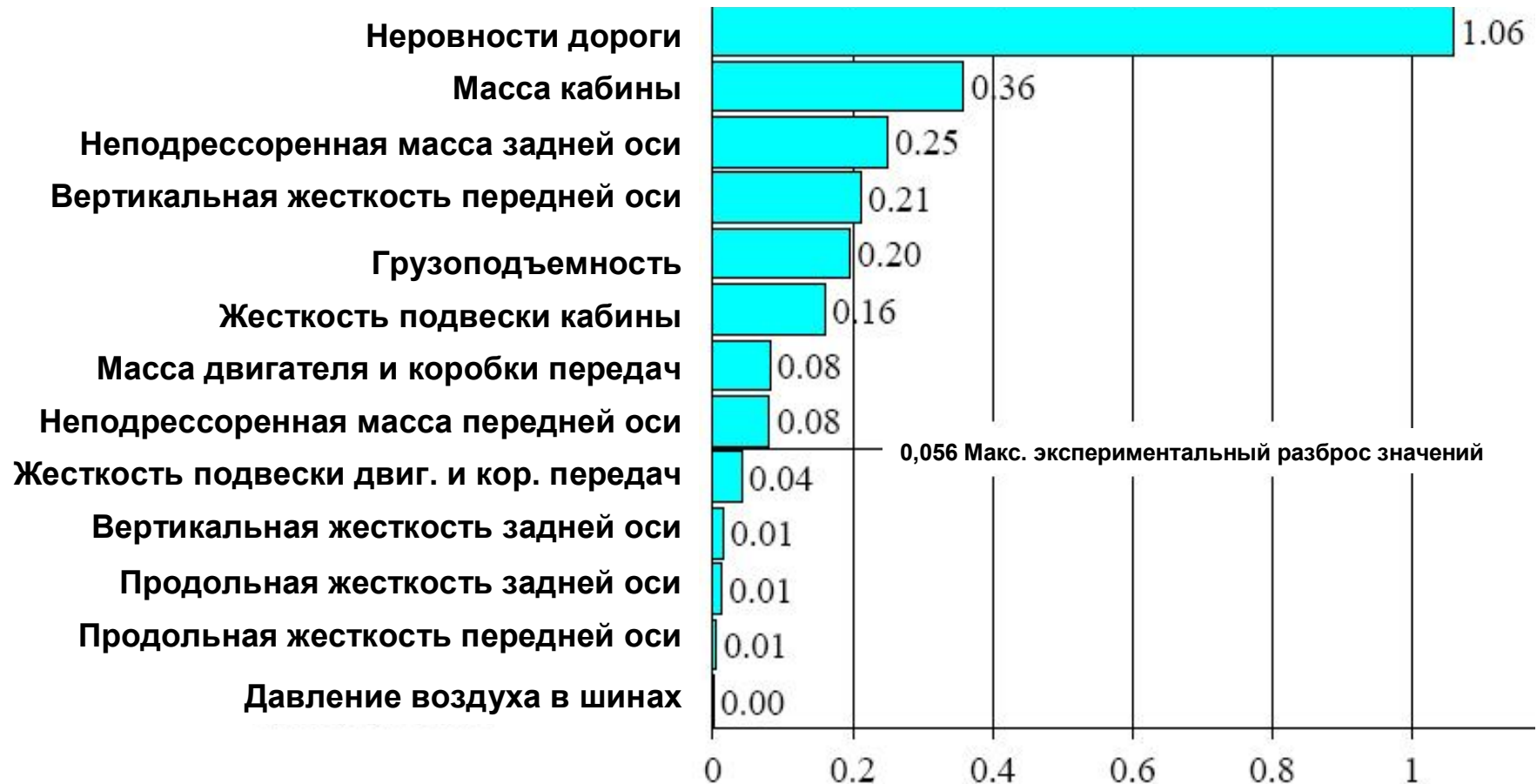
Аварийность



Потенциально зависит от:
 - снижения бдительности (состояние предусталости)
 - усталости (сниженной бдительности)
 - способности водителя управлять ТС и затормозить его
 - наличия недомоганий у водителя
 - четкость отражения в зеркалах заднего вида
 - "Подскока" водителя на неровности
 - Способности ТС "держатъ дорогу"



Влияние ровности дороги и характеристик автомобиля на уровень вибраций в кабине ТС



This Project is financed by EU

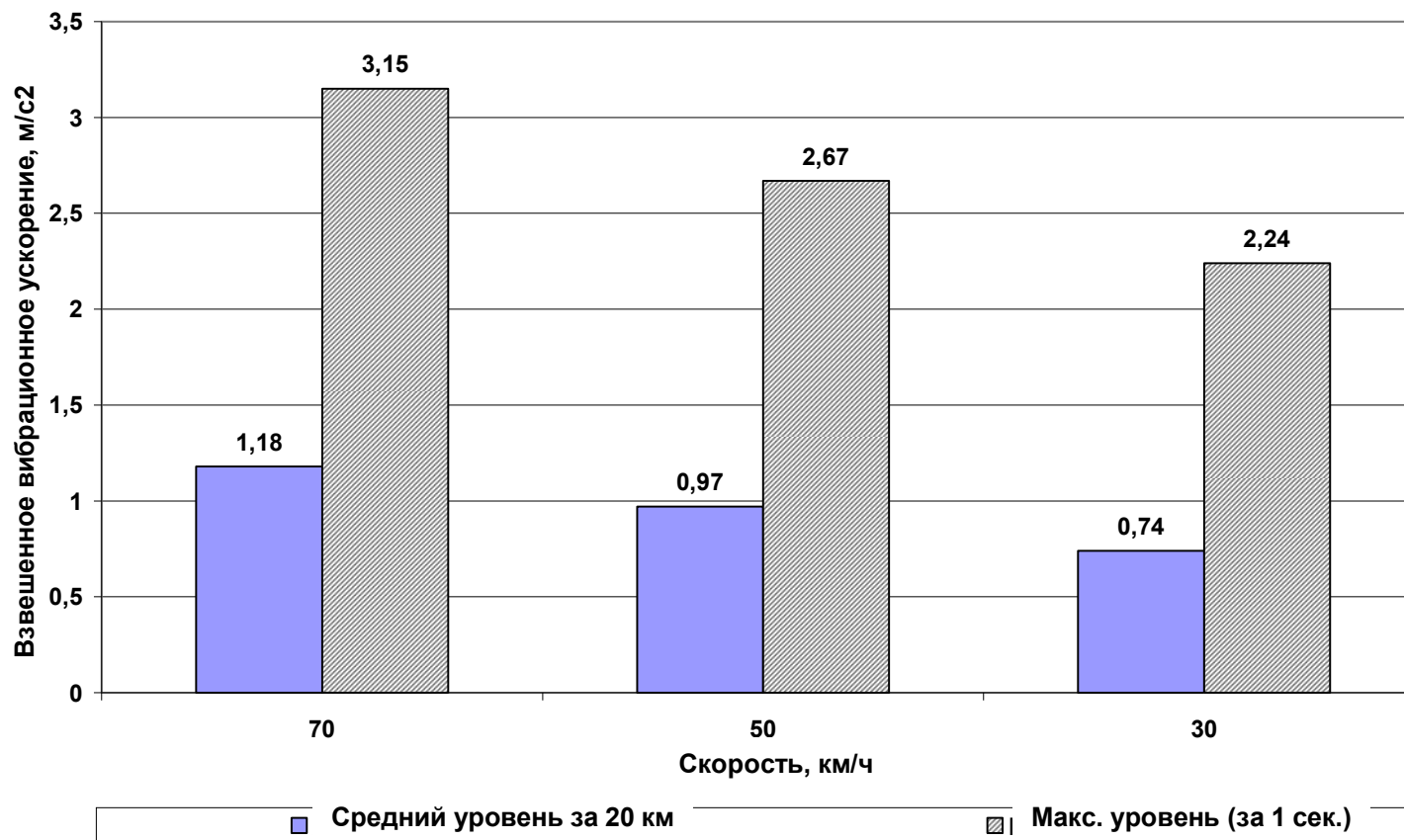
Johan Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility



Влияние скорости на вибрации на водительском сидении в грузеном автомобиле Volvo FL12 на а/д 374, Стурфош, Швеция



This Project is financed by EU

Johan Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility



Лазерный/инерционный профилограф Р45 Шведской дорожной администрации [Фото: Матс Ландерберг]



This Project is financed by EU

Johan Granlund, 2008

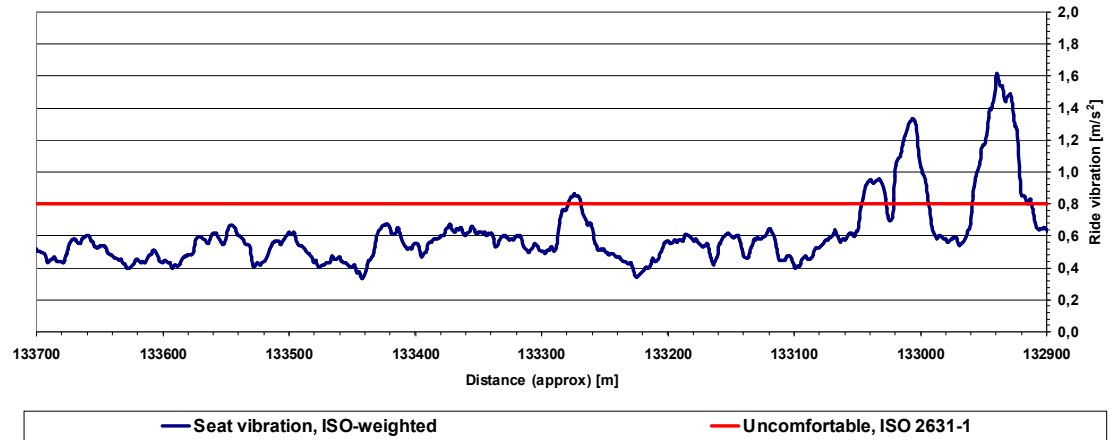


ROADEX
Implementing Accessibility

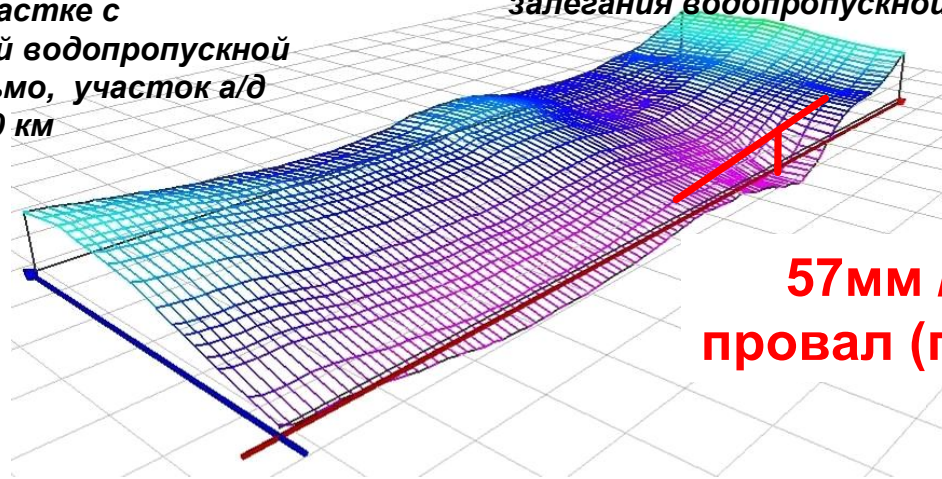
3D лазерное сканирование насыпи над реконструированной водопропускной трубой в Гаммельмо



Неровности на участке с реконструируемой водопропускной трубой в Гаммельмо, участок а/д RDB section 133/000 км



Очень некомфортные условия с позиции влияния транспортных вибраций на водителя при проезде участка залегания водопропускной трубы в Гаммельмо



**57мм / 20м
провал (пустота)**



This Project is financed by EU

Johan Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility

А/д 87, Виксмон – Йостерфорс

Неровность над водопропускной трубой (реконструированной в зимний период), RDB=77340м



**Неровность над водопропускной трубой, уложенной в самом низком месте
равнинной местности
(0% изменение продольного уклона на подъеме/спуске)**



This Project is financed by EU

Thomas Granlund, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility

Опасный участок Баке (Эдсель): Деформация/перекос грузового автомобиля с прицепом на участке дороги



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

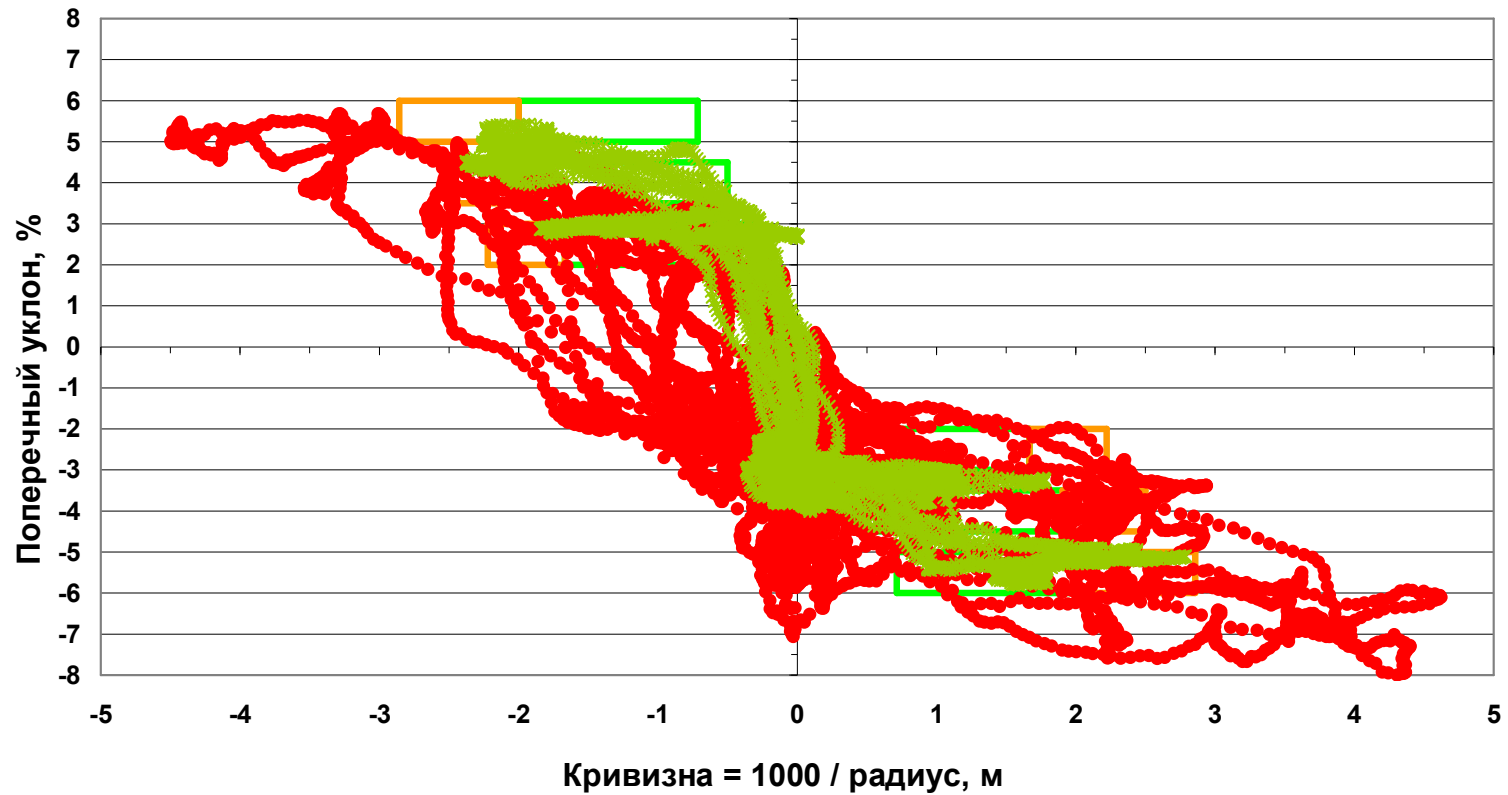
Пример экстремально опасной кривой для тяжелых грузовых автомобилей



This Project is financed by EU



Измерения поперечного уклона при различных радиусах кривых



Йохан Гранлунд, 2008



This Project is financed by EU

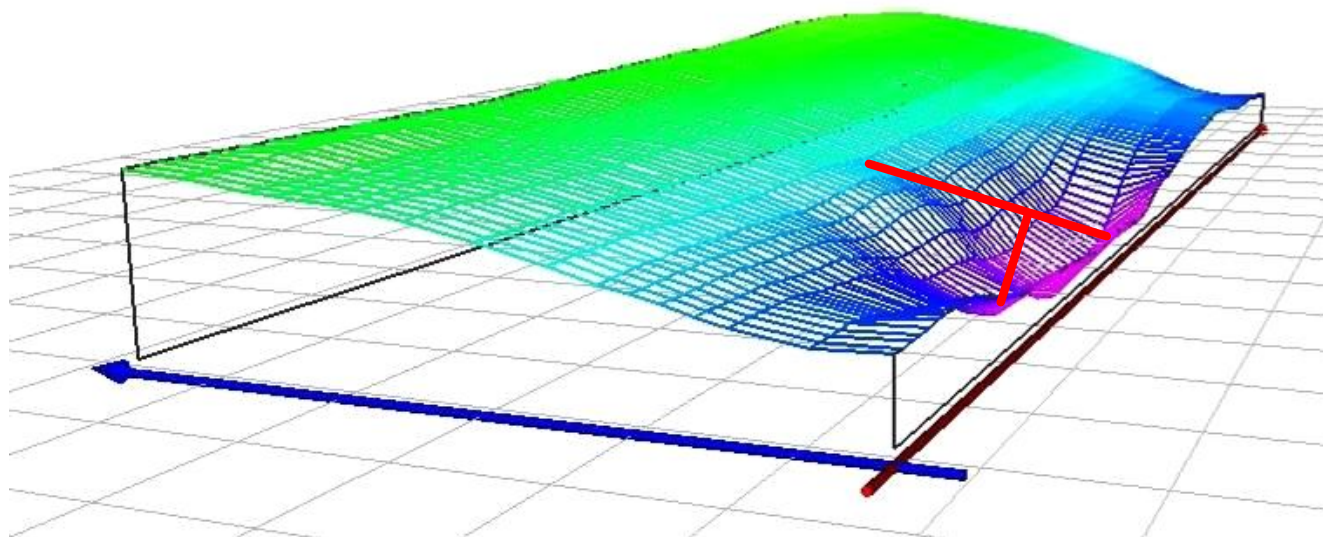


ROADEX
Implementing Accessibility



**Кромка проезжей части на опасном участке Окерё.
Обратите внимание на лопнувшую шину на обочине!**

**3D рисунок
профилографа
с опасного
участка Окерё:
глубокая
деформация
кромки (69мм)**



This Project is financed by EU

Йохан Гранлунд, 2008



ROADEX
Implementing Accessibility

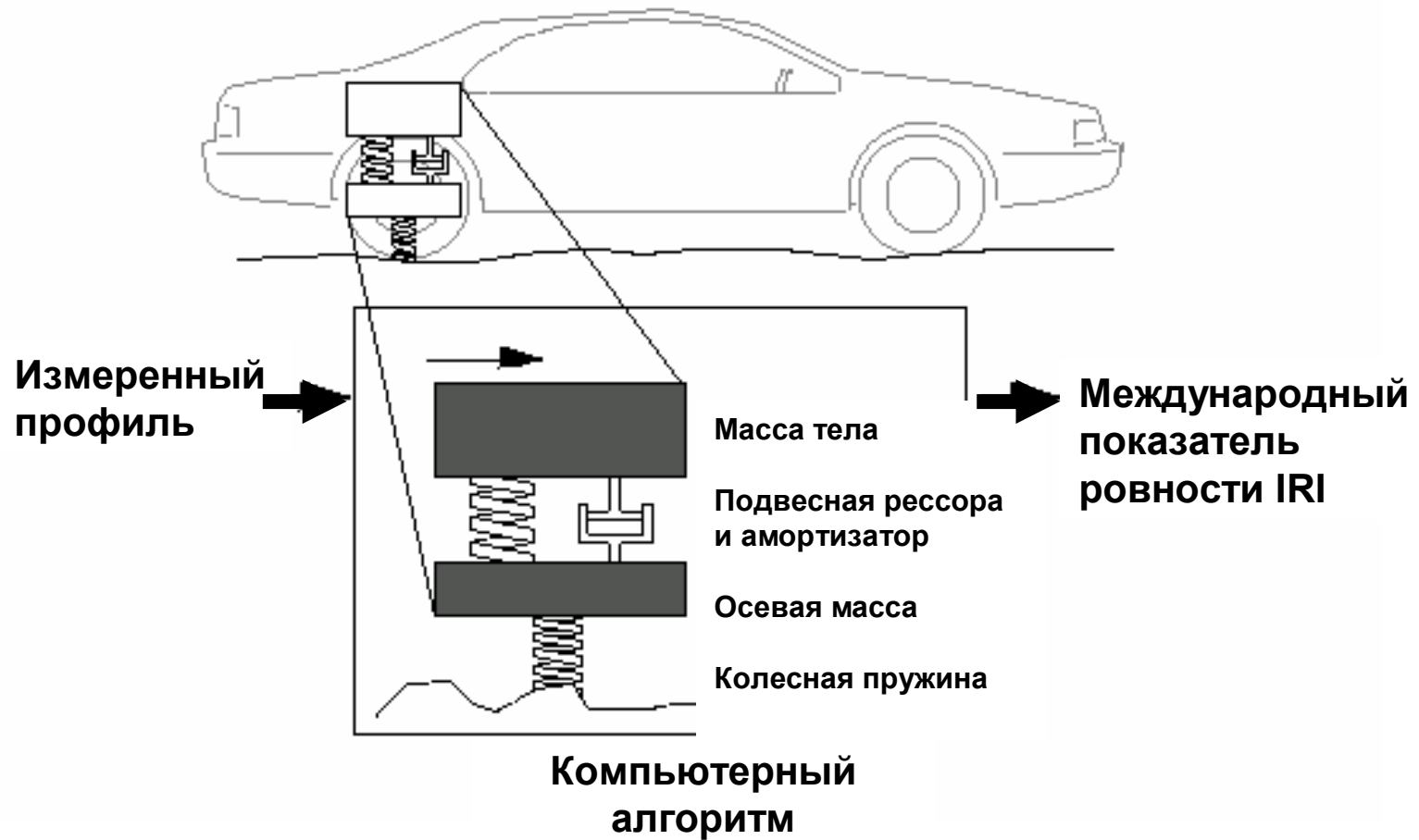
Пример опасной дорожной обочины, приводящей к перекоосу тяжелых грузовых автомобилей



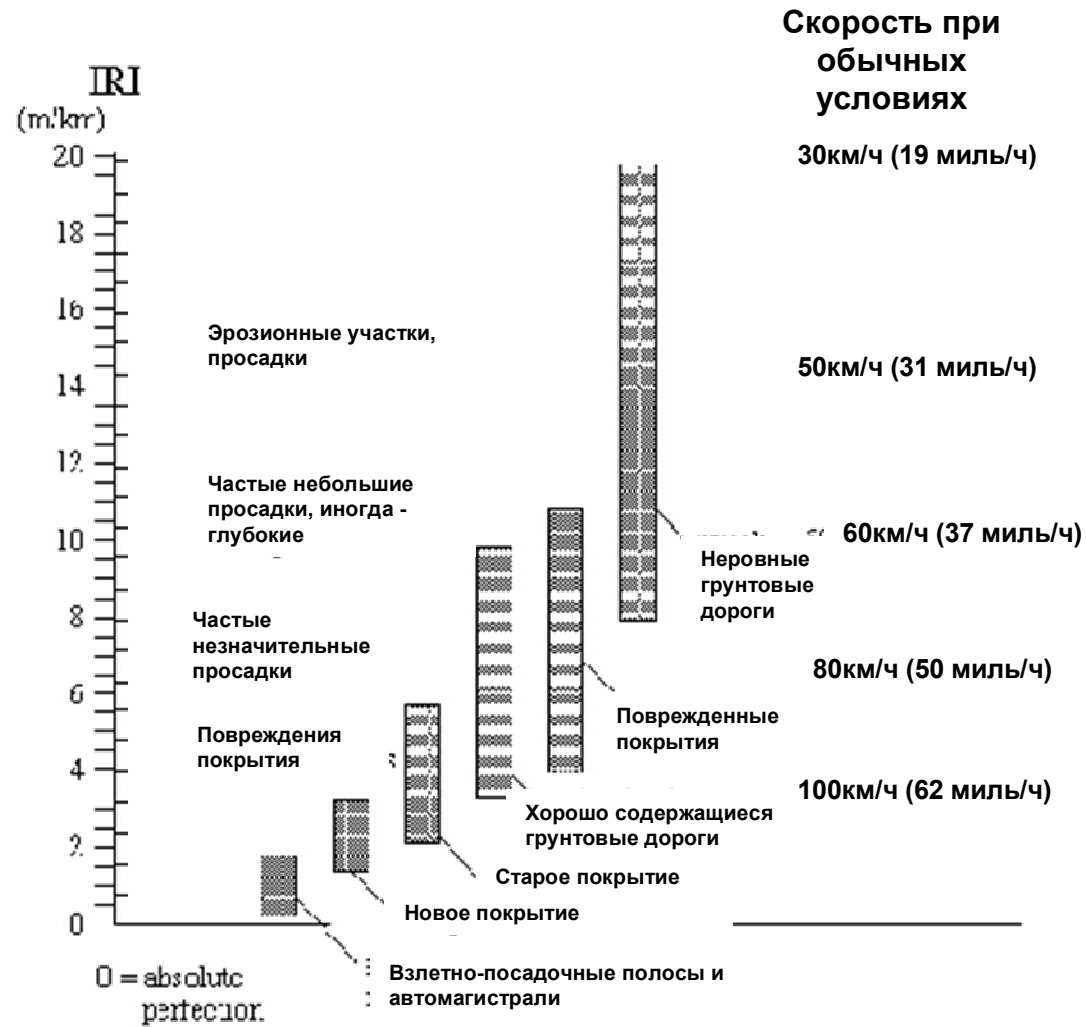
This Project is financed by EU



Базовый принцип измерений Международного показателя ровности (IRI)

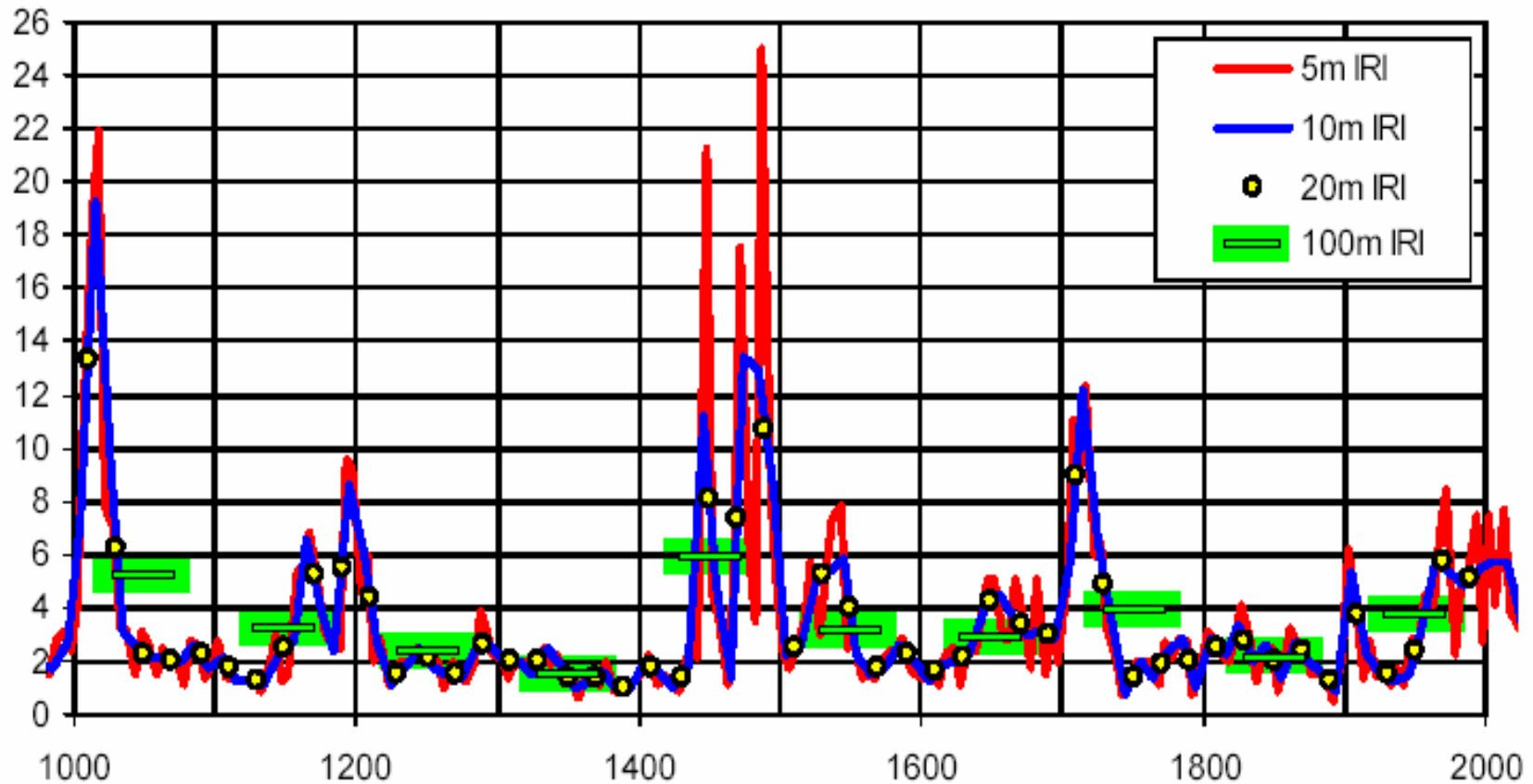


Диапазон международных показателей ровности (IRI) для различных дорог



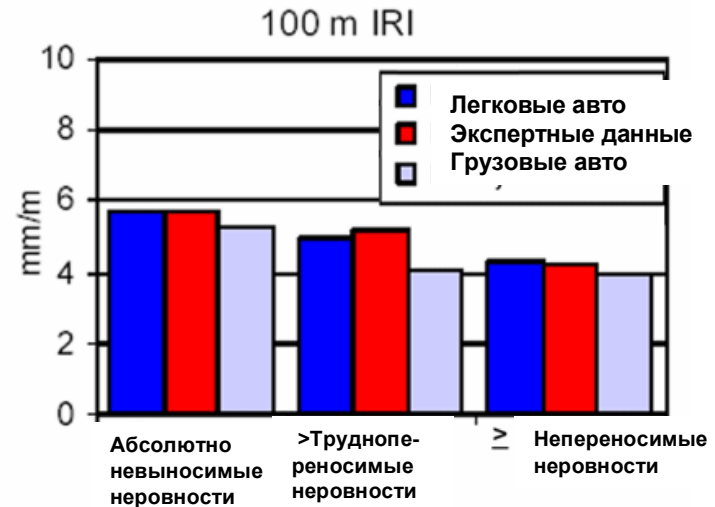
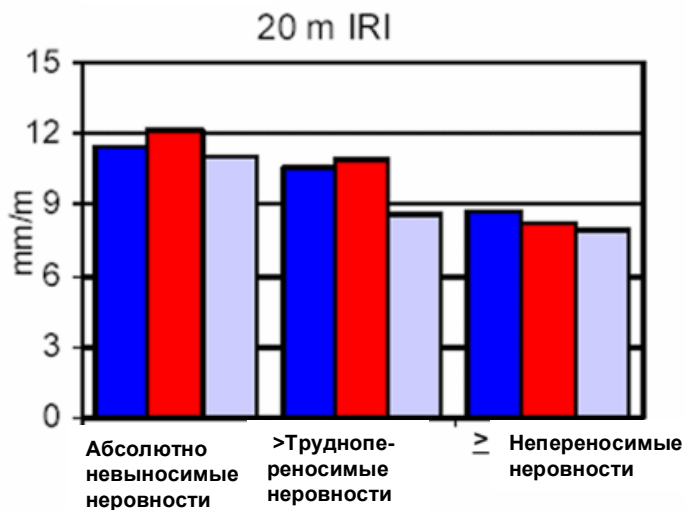
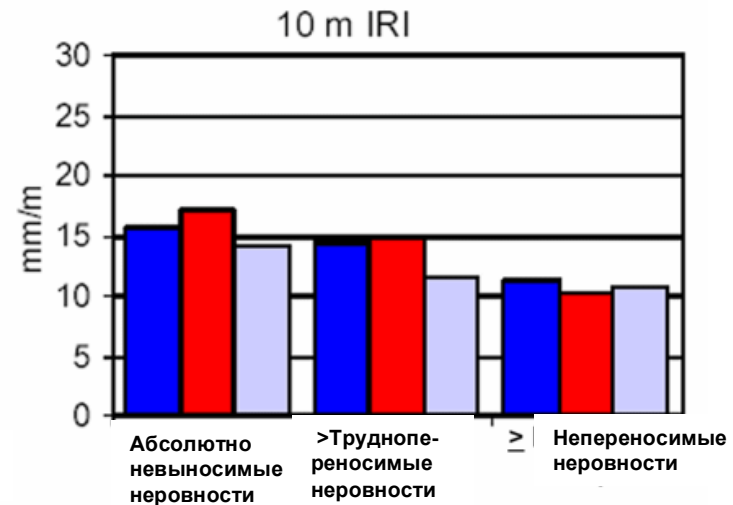
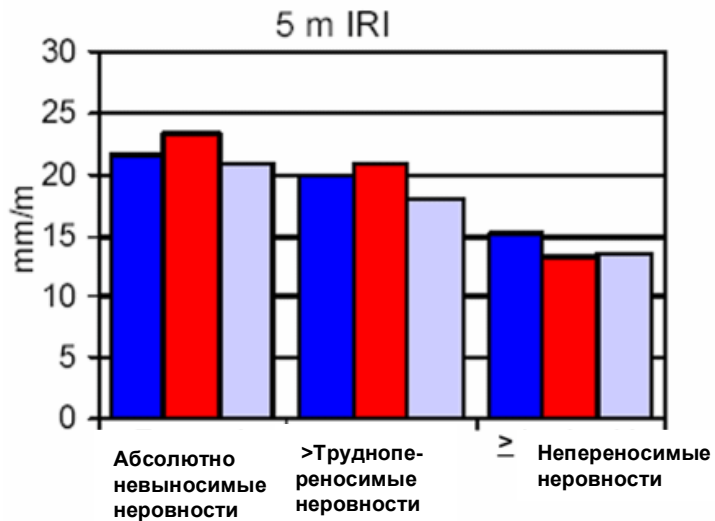
This Project is financed by EU

Величина международного показателя ровности зависит от расстояния проведения замеров



This Project is financed by EU

Неровности и величины международного показателя ровности (IRI) при различных расстояниях





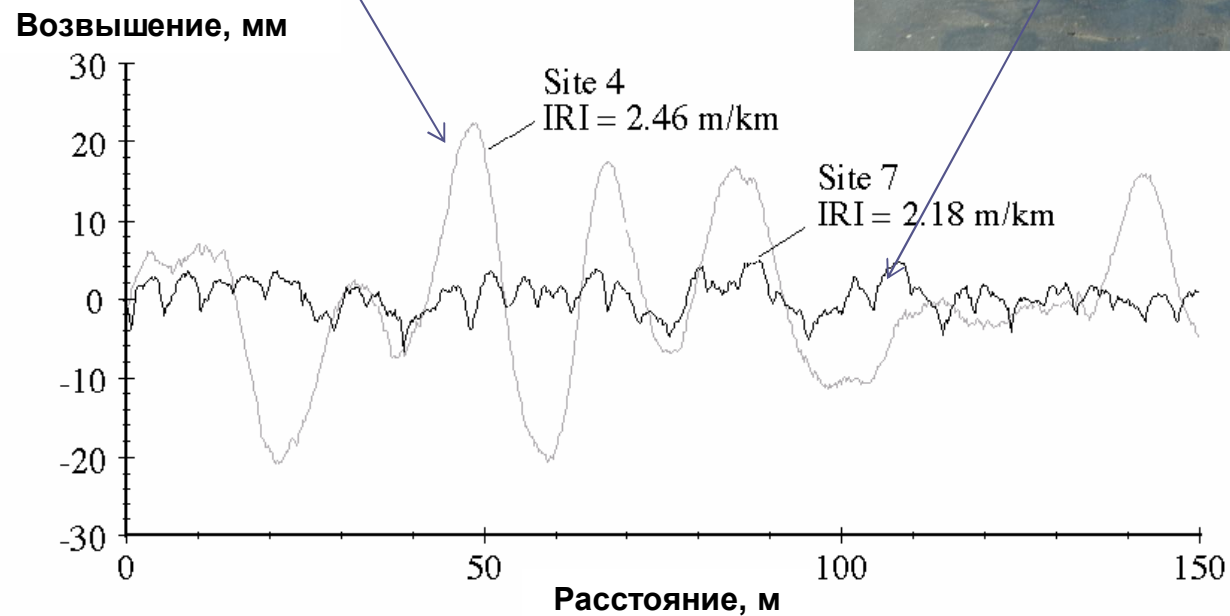
Значения международного показателя ровности, при которых требуется вмешательство, Финляндия IRI (мм/м / 100м в среднем)

ССИД/ Скорость	60	80	100	120
0-350 авт/сут.	5,5	4,1	3,5	3,5
350 – 1500 авт/сут.	5,5	4,1	3,5	2,5
1500 – 6000 авт/сут.	4,1	3,5	2,5	2,5
> 6000 авт/сут.	3,5	2,5	2,5	2,5



This Project is financed by EU

Проблема, связанная с применением международного показателя ровности: При измерениях не различаются частоты



This Project is financed by EU

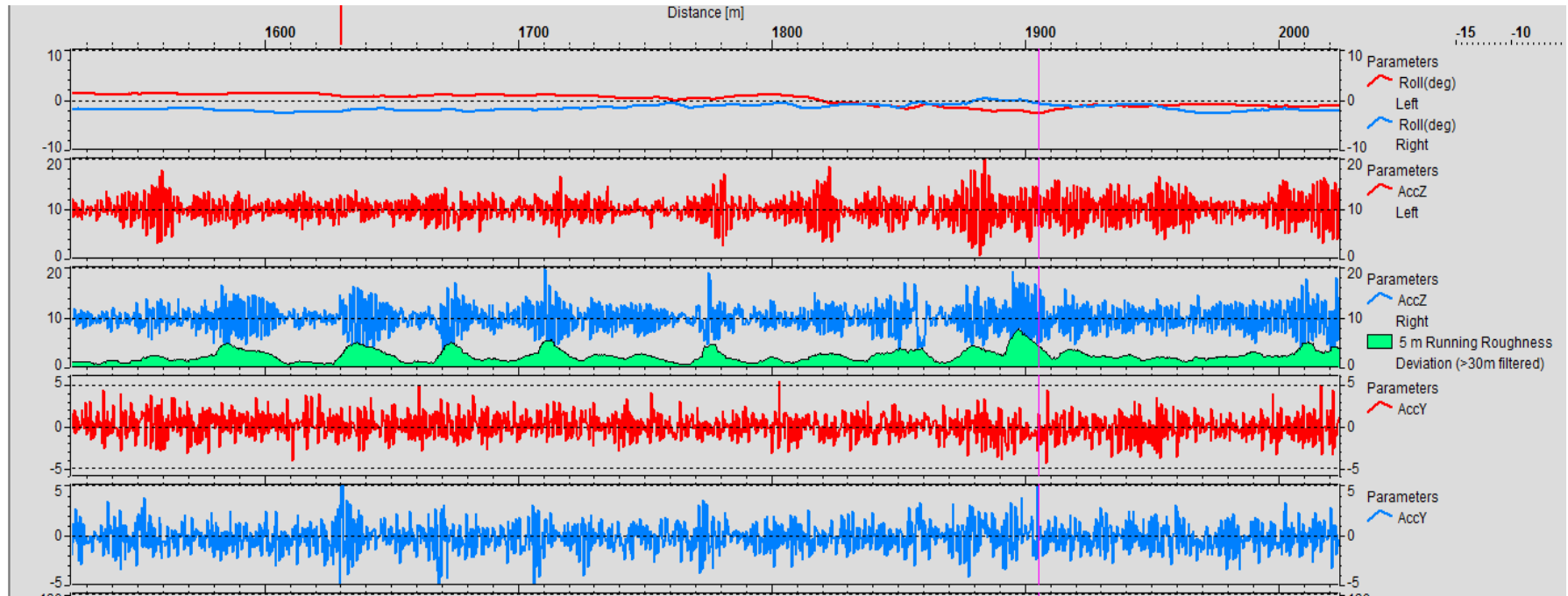
Что нас ждет в будущем: 3D акселерометры



This Project is financed by EU

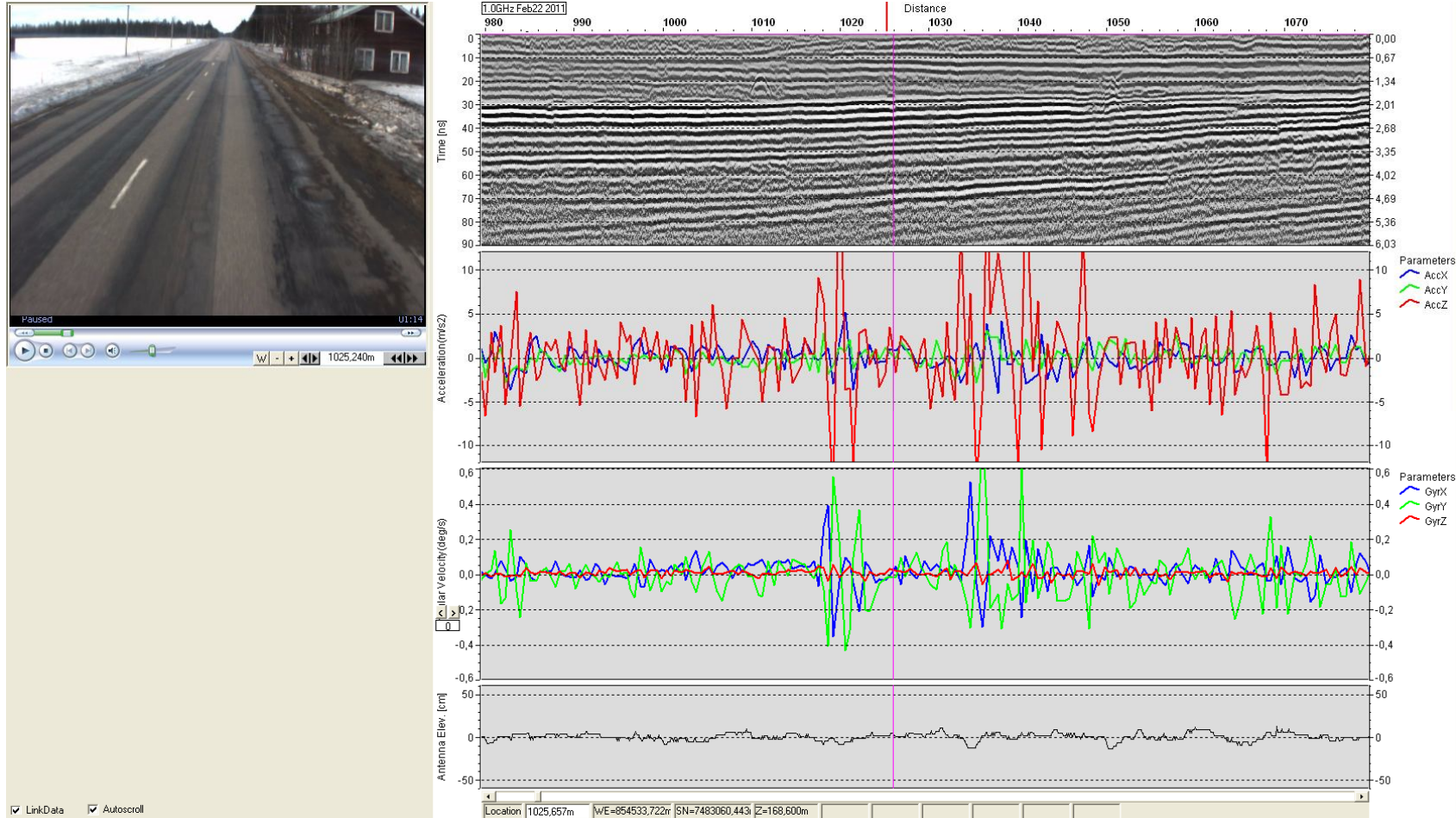
Наше будущее: данные 3D акселерометра:

- Поперечный уклон,
- Вертикальное ускорение
- Поперечное ускорение



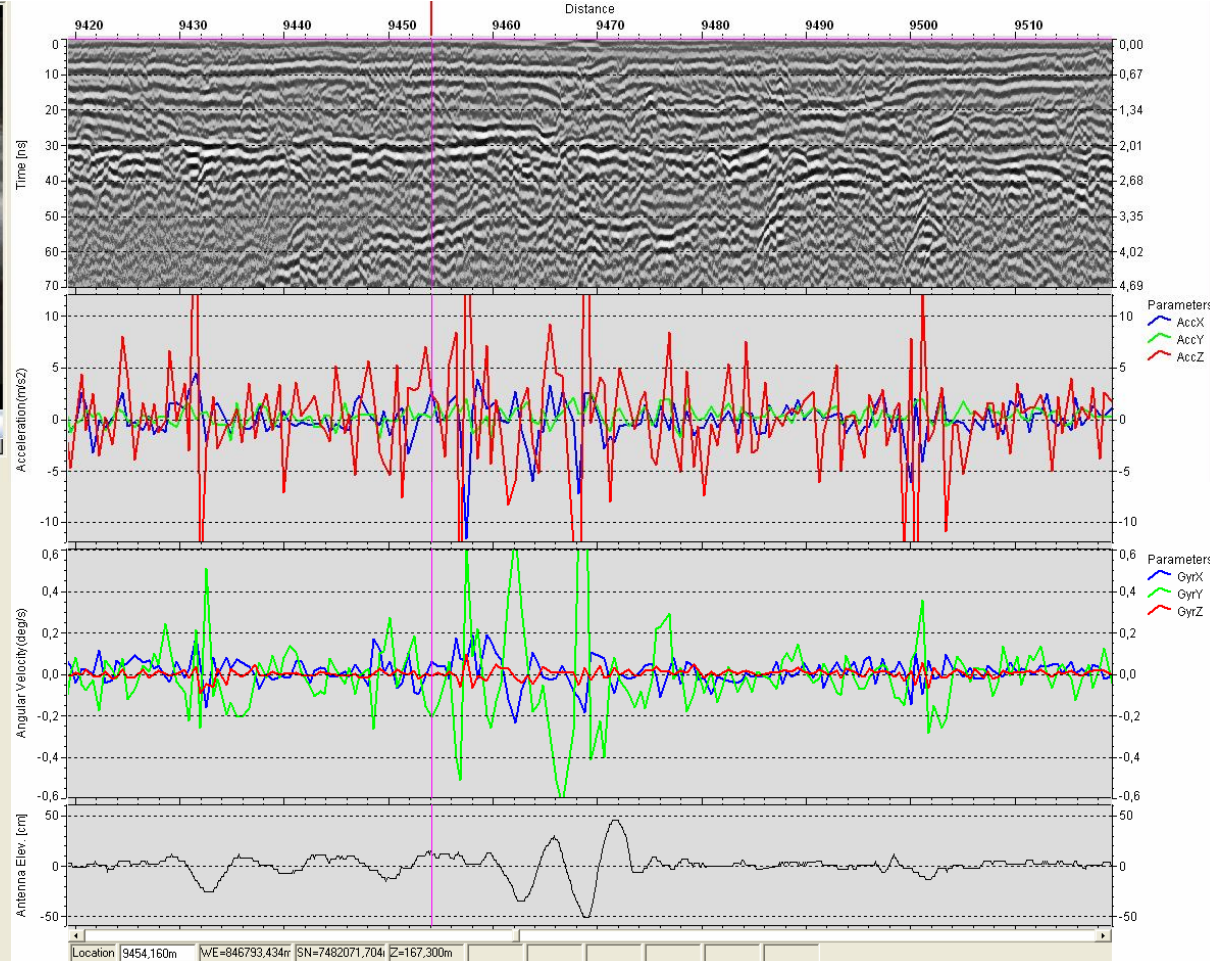
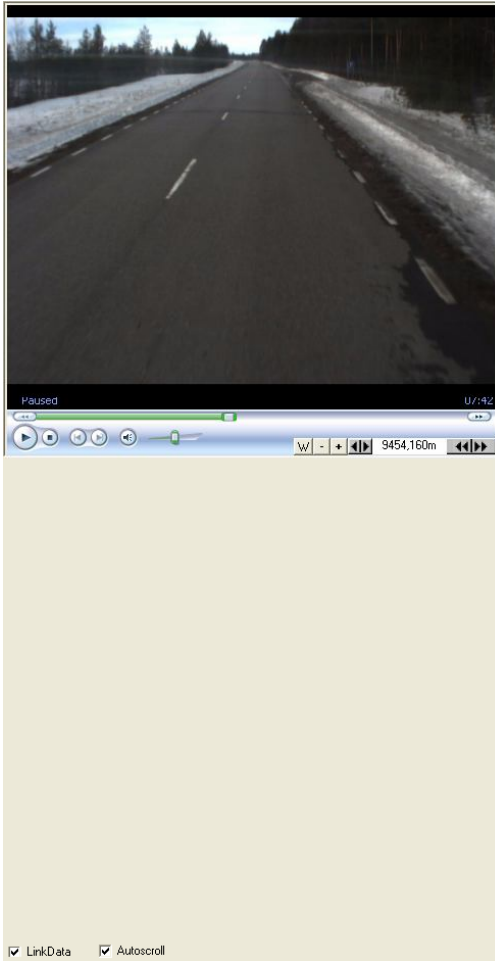
This Project is financed by EU

Данные 3D акселерометра и георадара:



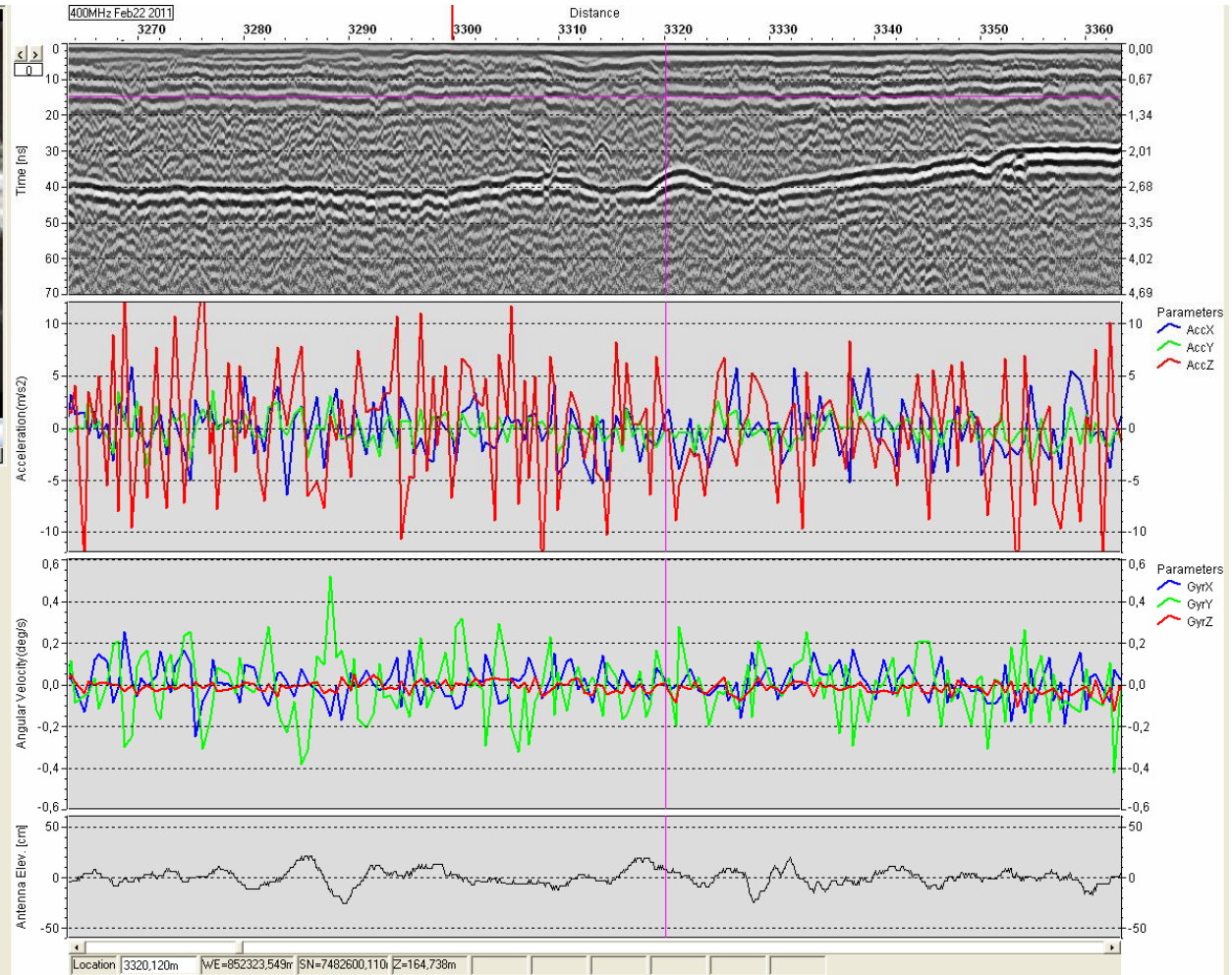
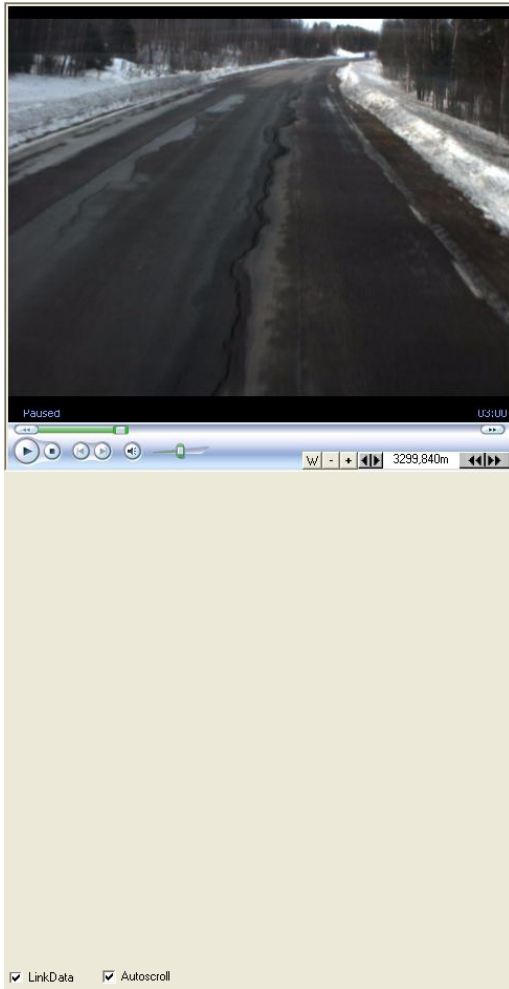
This Project is financed by EU

Данные 3D акселерометра и георадара:



This Project is financed by EU

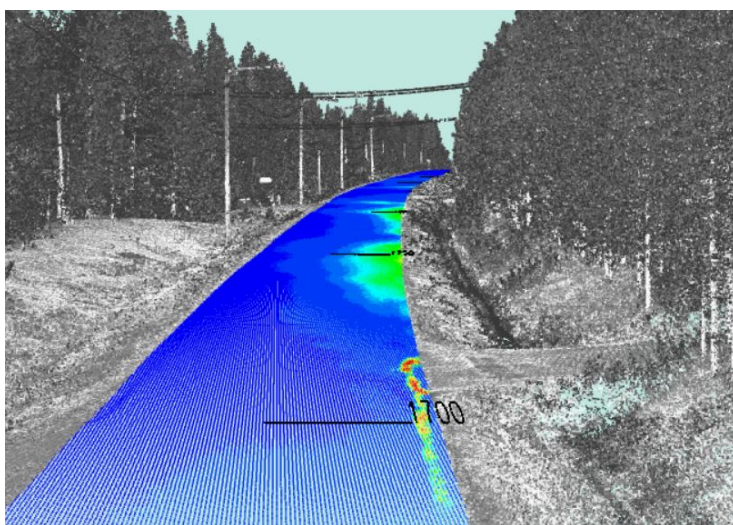
Данные 3D акселерометра и георадара:



This Project is financed by EU

Решение проблем влияния транспортных вибраций:

- Повышение качества содержания водоотвода
- Восстановление дорог (контроль качества и его гарантия)
- Качественное проектирование поперечного профиля (адекватные уклоны)
- Ограничение скорости
- Оснащение грузовых автомобилей системами централизованной подкачки воздуха



This Project is financed by EU

Спасибо!



This Project is financed by EU

