

Международная научная конференция ВСМ
高速铁路国际学术论坛
HSR International Scientific Conference

Высокоскоростные железные дороги – драйвер экономического роста 2018

2018 高铁-经济发展的驱动力

High Speed Railways - Driver of Economic Growth 2018



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА (МИИТ)

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ «МОСТ-ПУТЬ-ЭКИПАЖ» С ЗАДАННЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ ПОВЕДЕНИЕМ 创建指定动态行为的“桥-线路-人员” 系统

Проф. Поляков Владимир Юрьевич 博利亚科夫.弗拉基米尔.尤里耶维奇, pvu55@mail.ru



Критерии оптимизации СИСТЕМЫ «мост-путь-поезд» 优化“桥-线路-列车”系统的标准

- **Минимальная масса пролетного строения (прямое снижение материалоемкости) 跨度结构的最小质量 (直接减少材料消耗)**

При ограничении

1. **на прогиб балки в梁的弯曲处**
 2. **на усилие в контакте колеса и рельса в轮与轨道接触的力**
 3. **на ускорения кузова вагона (комфорт) 关于车身加速度(舒适度)**
 4. **на усилия в балке对梁施加的力**
 5. **технологические ограничения на высоту балки 梁高的技术限制**
 6. **нагрузки на подрельсовое основание 钢轨支撑架的负荷**
- **Минимальный динамический изгибающий момент, что ведет к снижению материалоемкости пролетных строений 最小的动态弯矩, 使得跨度结构的材料消耗减少**
 - **Минимальная жесткость пролетного строения, что достигается минимизацией высоты сечения, т.е. снижением материалоемкости пролетных строений 跨度结构的最小硬度通过最小化截面高度来实现, 即减少跨度结构的材料消耗**
 - **Минимальная поперечная сила, что ведет к снижению опорных реакций, а значит, и к снижению материалоемкости опор 最小横向力导致参考反应减少, 并因此使支撑物的材料容量降低**

**Система «мост-путь-поезд» с заданным динамическим поведением
指定动态行为的“桥-路-车”系统**

Унифицированные пролетные строения 34 м 规范化34米跨度结构

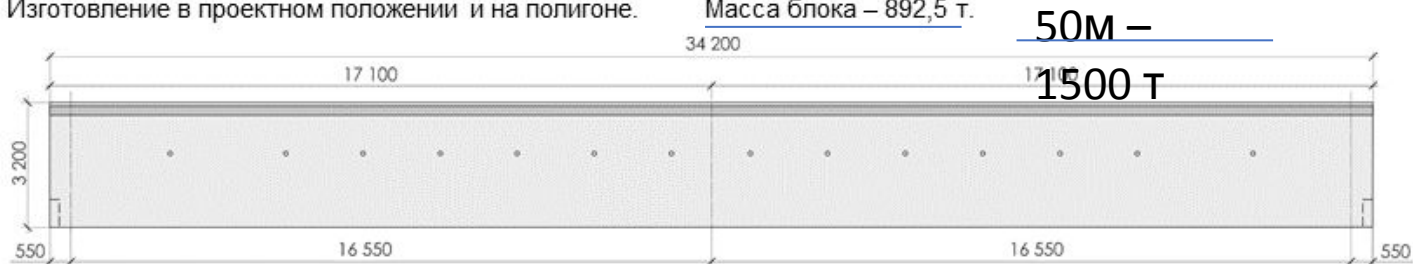
总长: 34米
 计算跨度: 33米
 在施工位置和测试现场进行制造
 建设高度: 3962 毫米
 板块质量: 892.5 吨

(2 исполнения: сборное и монолитное)

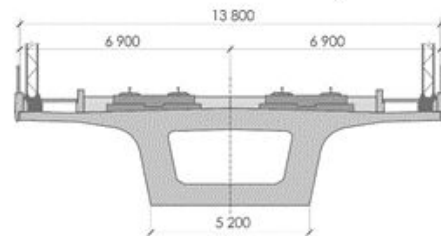
- Полная длина – 34,2 м.
- Расчетный пролет – 33,1 м.
- Изготовление в проектном положении и на полигоне.

Стр. высота – 3 962 мм.

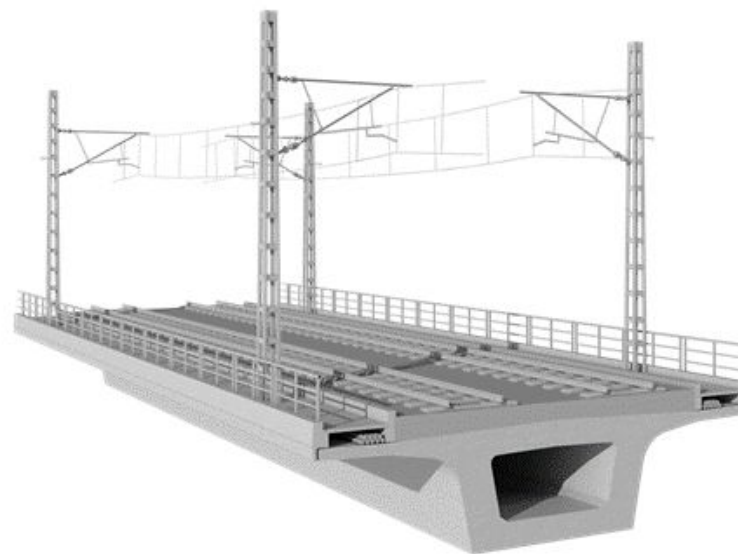
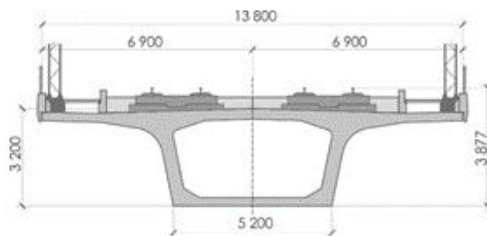
Масса блока – 892,5 т.



Сечение по оси опирания



Рядовое поперечное сечение



Пролетное строение до и после оптимизации 优化前后的跨度结构

До оптимизации 优化前

320



После оптимизации 优化后

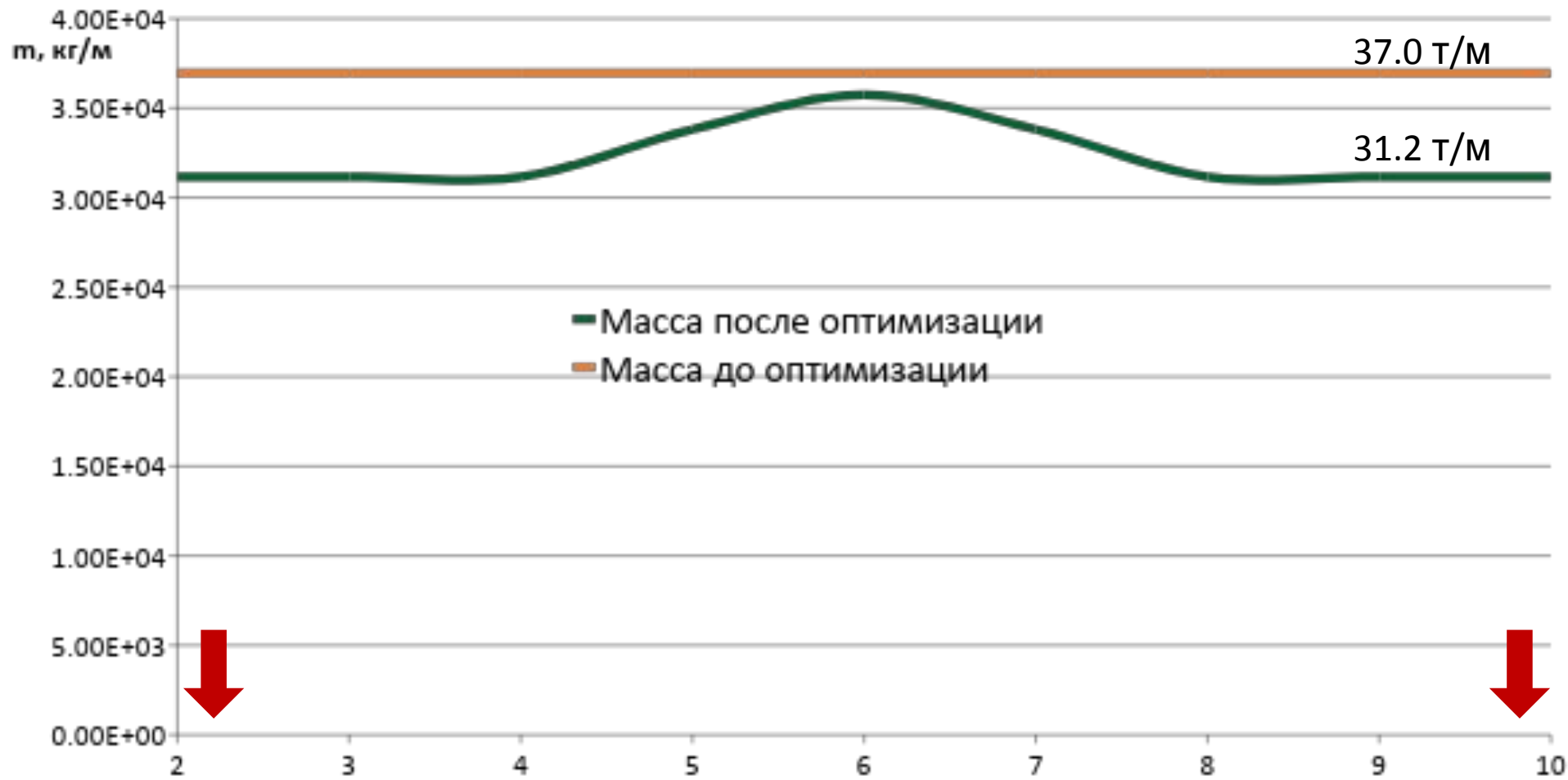
320

240?



Погонная масса пролетного строения 50м при оптимизации по массе

50米跨度结构单位长度质量的优化



Снижение массы пролетного строения в результате оптимизации – **15% (300 т)** На всей трассе объем ж.б. сократится на 8% 优化结果减少跨度结构重量的15% (300 t)。整条线路共减少8%

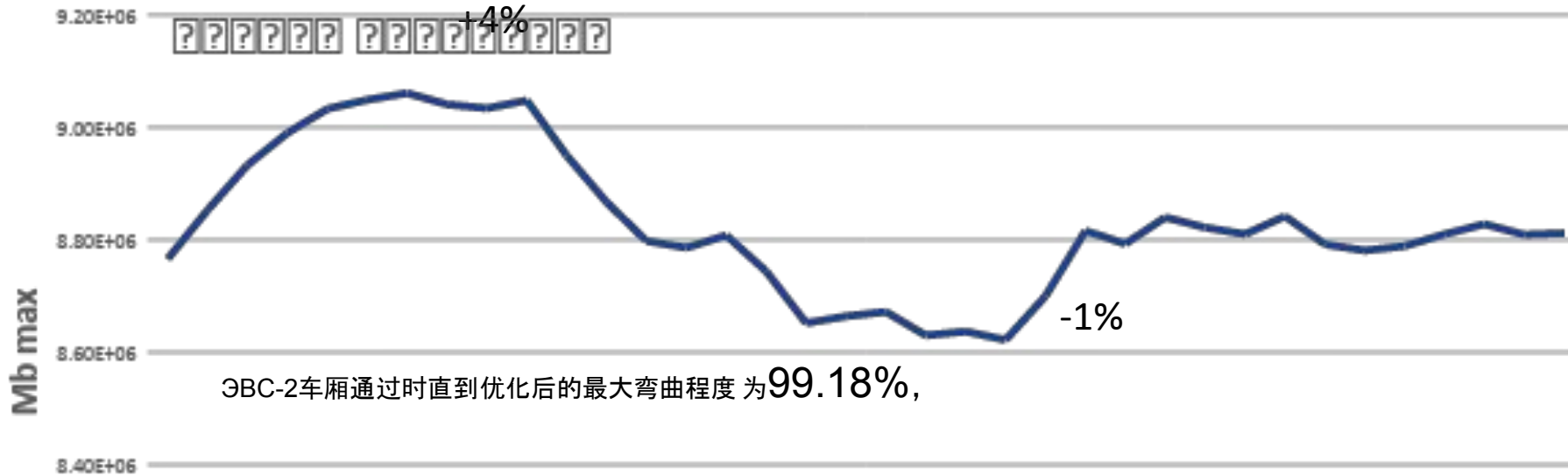
Экономический эффект 5,9 млрд. руб. 经济效益--59亿卢布

- Снижение затрат на бетонирование вследствие снижения кубатуры пролётного строения. 由于跨度结构的立方体容量减少, 混凝土浇筑成本降低
- Снижение затрат на доставку и установку пролётного строения вследствие снижения его веса. 由于重量减轻, 跨度结构的交付和安装成本降低。
- Изменение затрат на СВСиУ для сооружения пролётного строения. 建造跨度结构的成本变化
- Прирост затрат на сооружение тела капитальных опор вследствие увеличения их высоты 由于减少其高度, 增加资本支持的建设成本
- Эффект от сокращения трудоёмкости работ 减少工作量所带来的效益
- Эффект от сокращения платы за пользование заёмными средствами. 减少使用借款所带来的效益
- Эффект от уменьшения накладных расходов 减少附加费用所带来的效益
- Эффект от сокращения сроков строительства 减少工期带来的效益

Система «Мост-путь-поезд» с заданным динамическим поведением

带指定动态动作的桥梁-铁轨-火车系统

Эволюция максимального изгибающего момента (индекс) при колебаниях в процессе оптимизации

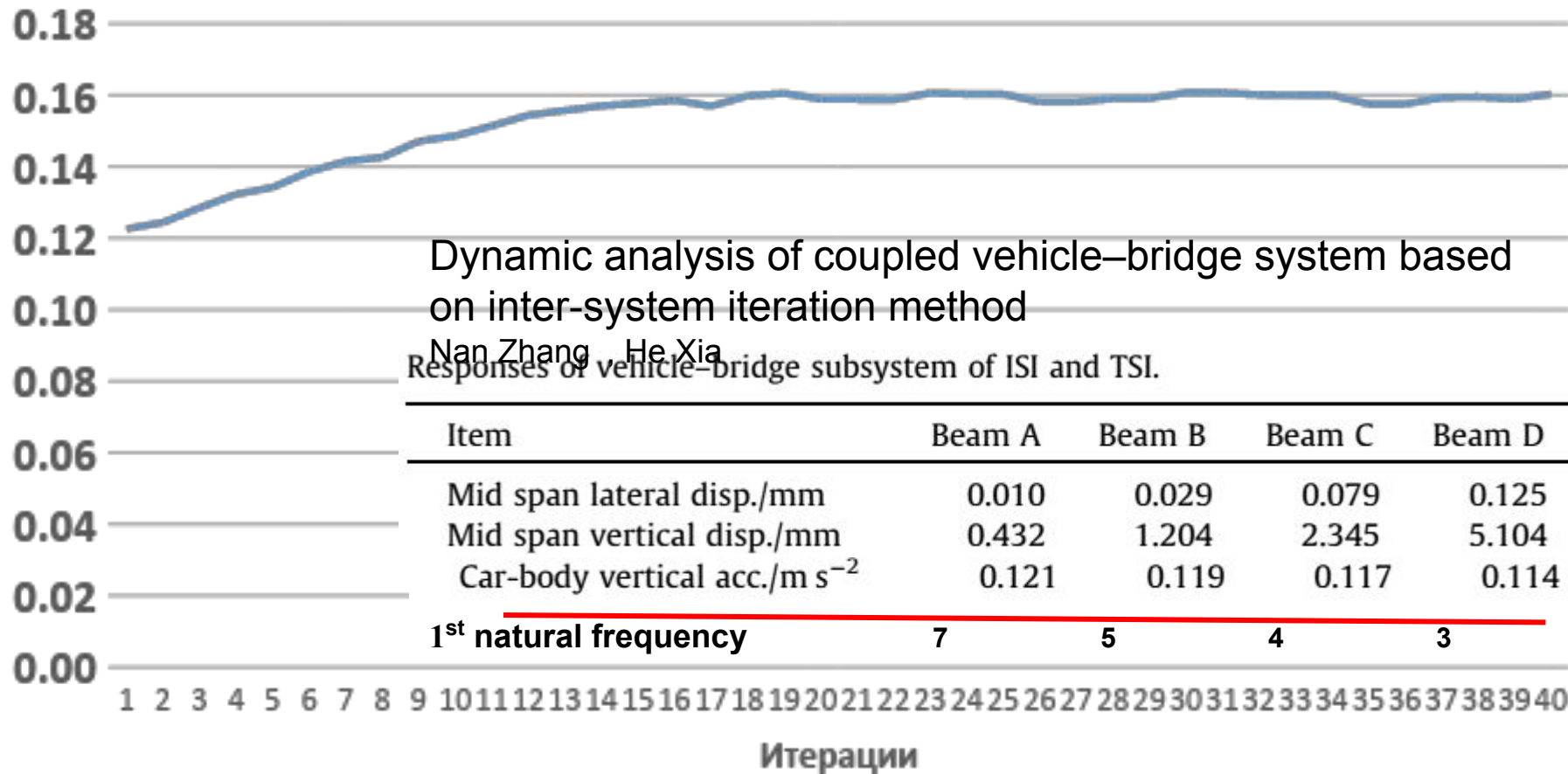


При минимизации массы поставлена задача о равенстве изгибающего момента в начале и конце оптимизации. В процессе оптимизации в начале и в конце оптимизации в минимизации массы поставлена задача о равенстве изгибающего момента в начале и конце оптимизации.

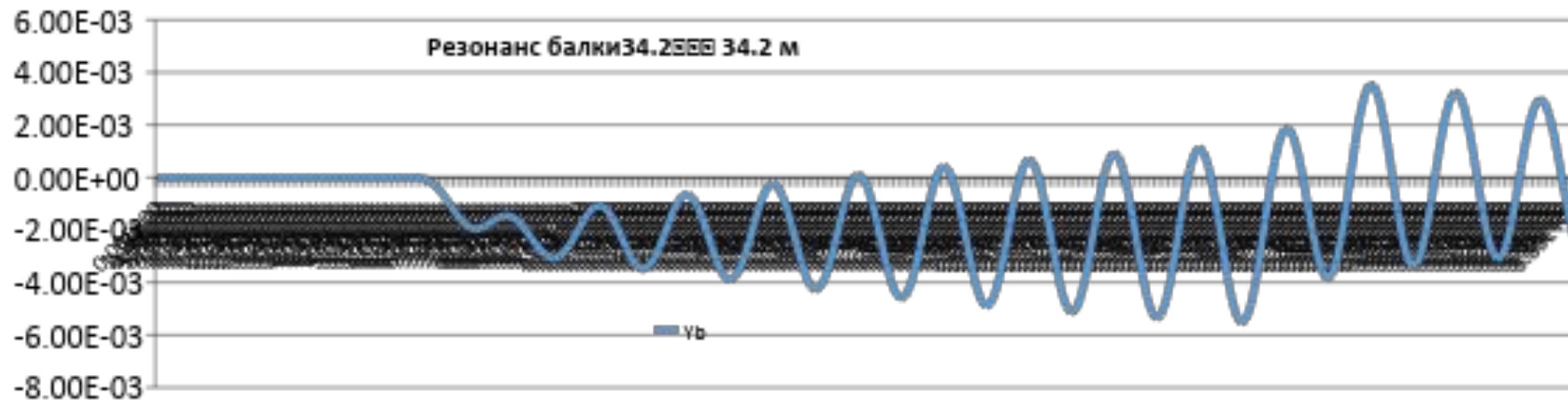
наибольший изгибающий момент при проходе состава ЭВС-2 составил 99,18% от момента до оптимизации



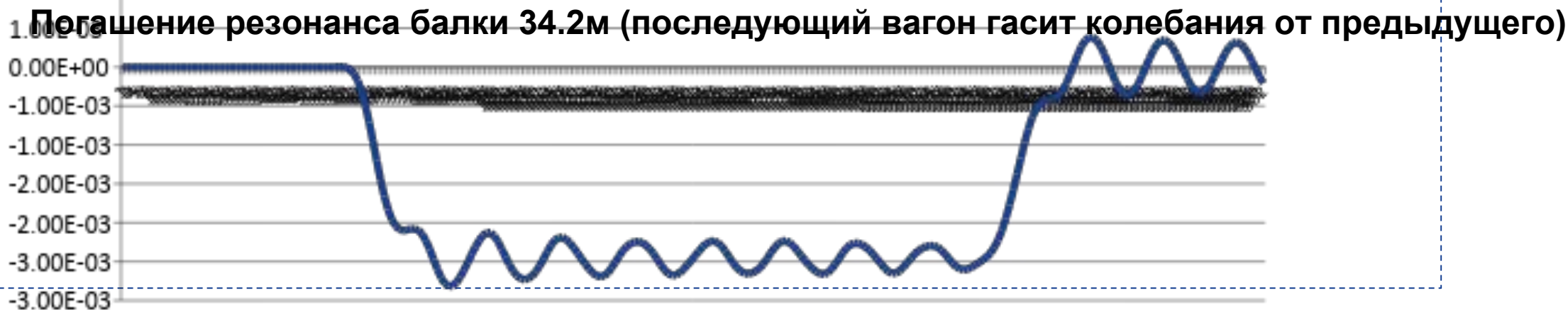
Максимальное ускорение в кузове вагонов при оптимизации пролетного строения 50м 50米间距优化后车身的最大化加速



Система Мост-путь-поезд с заданным динамическим поведением. Пролетное строение имеет избыточный запас по комфорту, но неудовлетворительно по динамическому поведению. 带指定运动动态的桥梁-铁路-火车系统, 间距的建设可以带来很舒适的效果, 但是动态动作效果并不满意



Система мост-путь-поезд с заданным динамическим поведением. 可以指定动态动作的桥梁-铁路车系统

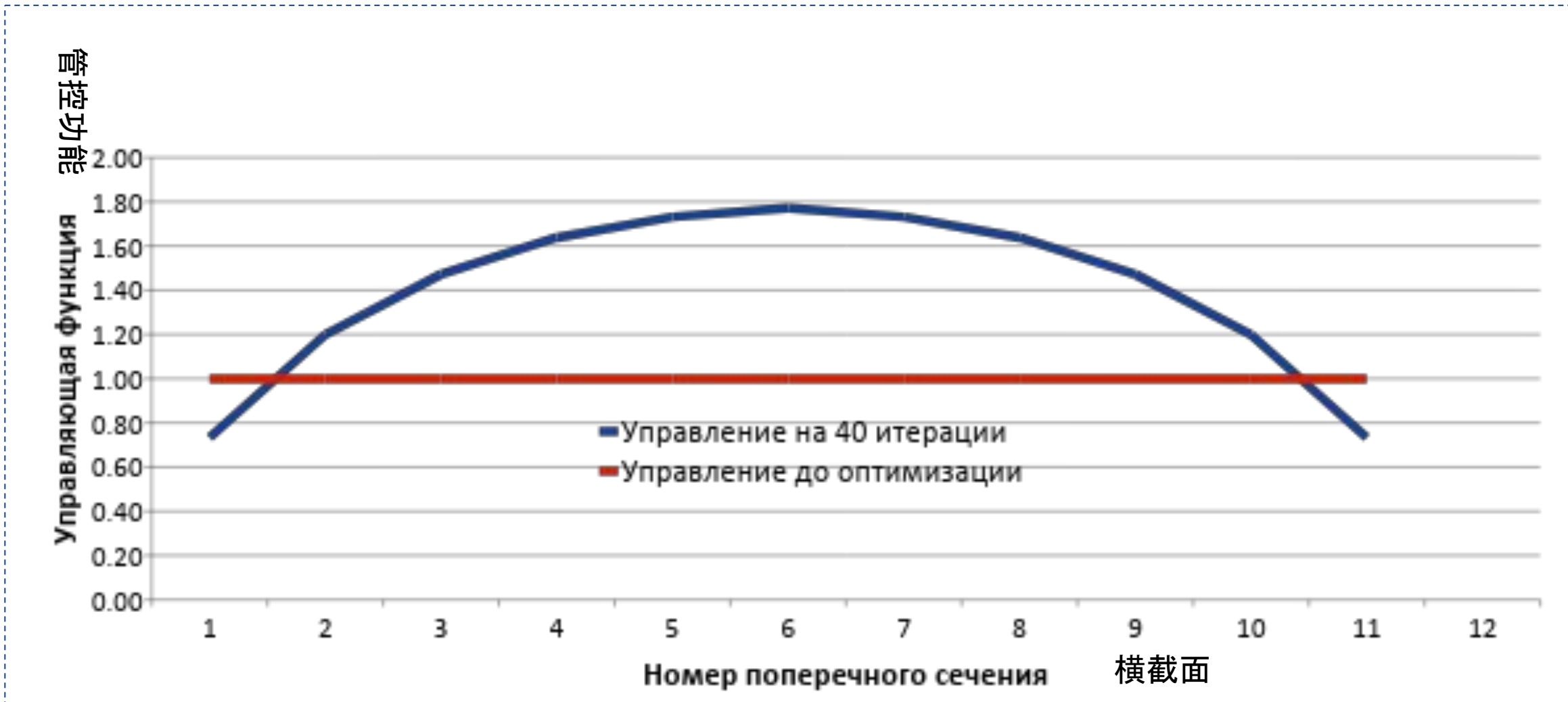


Максимальный прогиб в середине пролета в процессе оптимизации при неудачных начальных параметрах балки 50 м (ограничение прогиба 0.025 м) 50米梁初始参数失败时在优化过程中间隙中心的最大弯曲程度



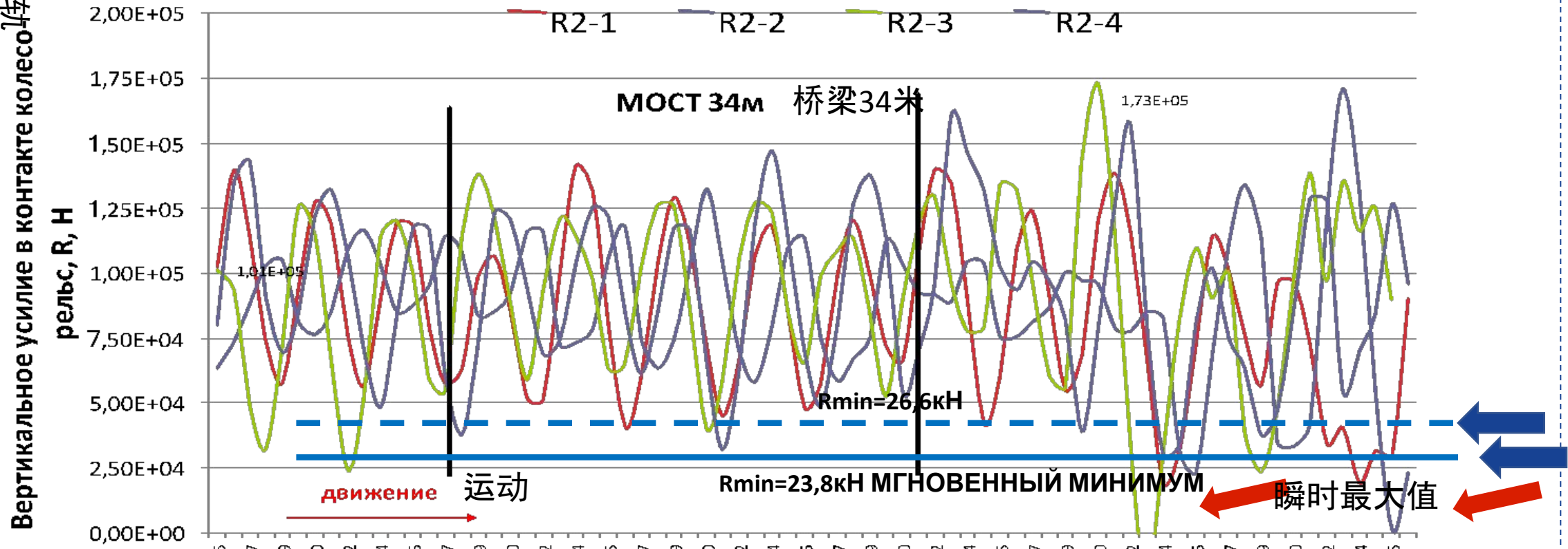
Управляющая функция после оптимизации (удовлетворение требования прогиба 2.5см)

优化后的管控功能(满足2.5厘米的弯曲度需求)



Усилие в контакте 4 колес и рельса до оптимизации (поезд Сименс-2й вагон 400 км/ч) 优化前4个轮子和钢轨接触点的受力(西门子列车, 第二车厢, 400公里/每小时)

直
接
接
触
点
的
垂
直
受
力



R среднее = 88 кН 平均88千牛
 стандартное отклонение 32.2 кН 标准偏差32.2千牛
 Критерий $R_{min}/R_{нагр} > 1.6$
 дает $R_{min} > 26,6$ кН (при $R_{нагр,max} = 16,6$ кН)

Возможно ли падение усилия R до 0? 受力能否降为0呢

N. Matsumoto & K. Asanuma. Some experiences on track-bridge interaction in Japan
Railway Technical Research Institute, Tokyo, Japan

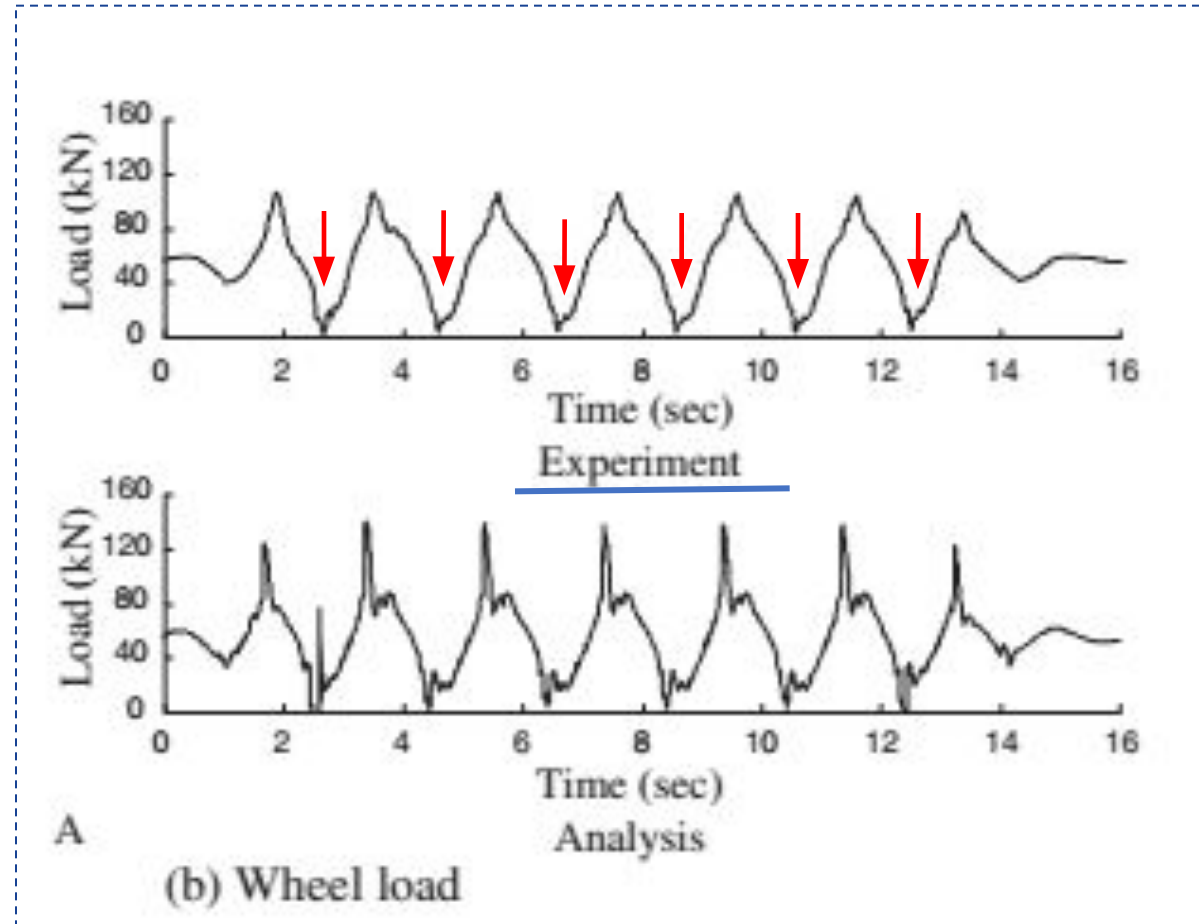
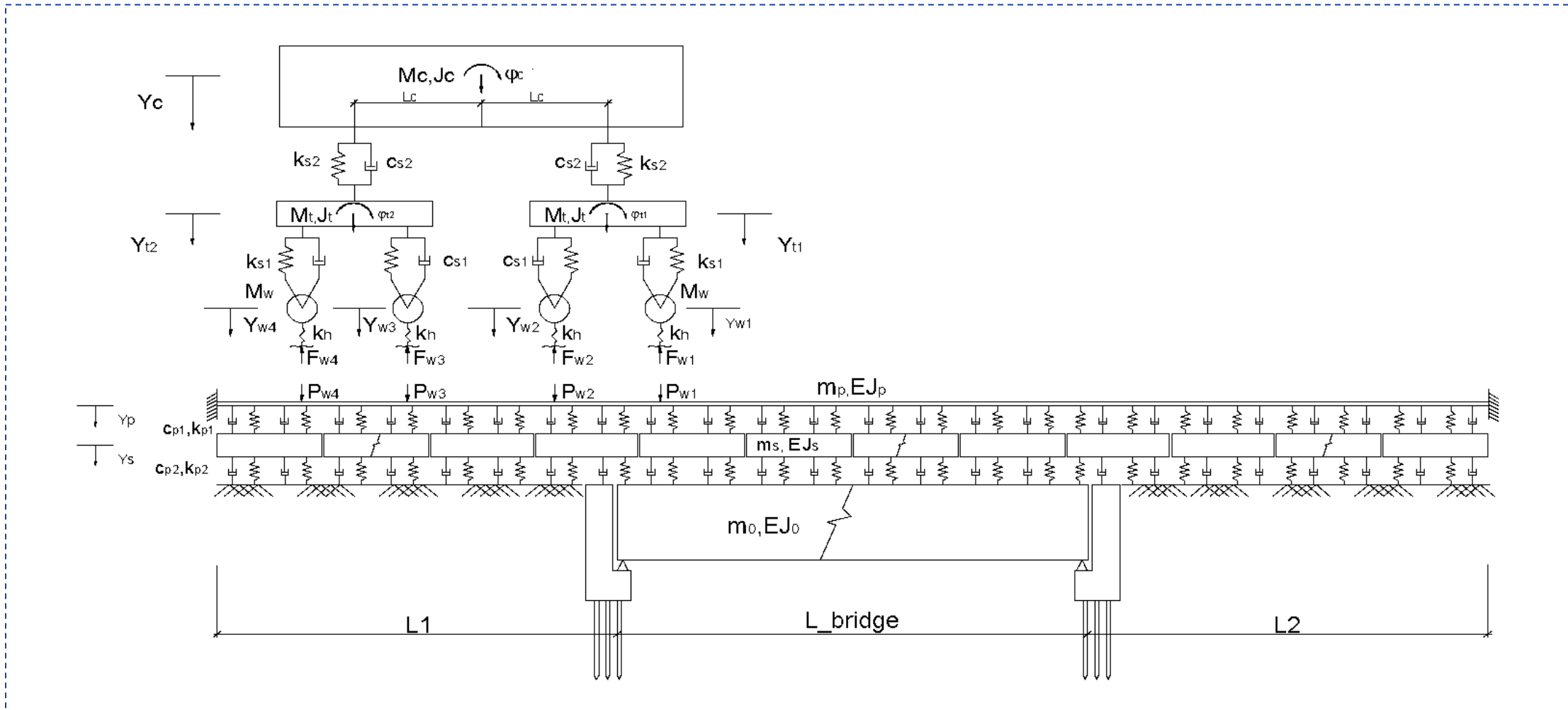


Figure 20 shows an example of experiment and analysis response results when the vehicle model was oscillated transversely by 5 cycles of sinusoidal displacement of 0.5 Hz. It shows threshold displacement curves to produce 3 mm uplift of wheel

Эр Юань: «по результатам расчетов даже при скорости 420 км/ч нулевые значения вертикального усилия невозможны.»根据二院的数据甚至在420公里时速的情况下垂直受力也是无法降为0的

Figure 20. Comparison of wheel responses.

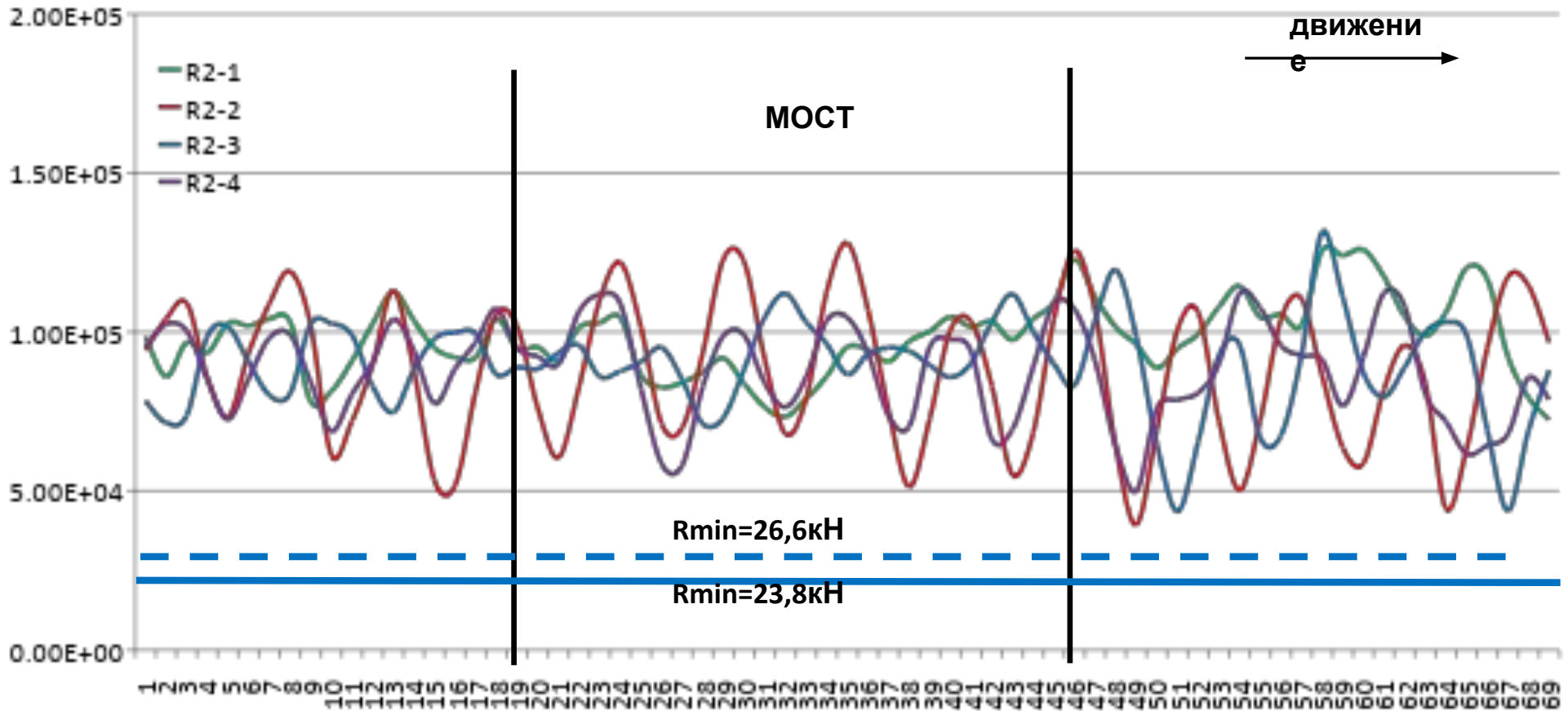
Модель несущей системы («Мост-путь-экипаж») 承重系统模型 (桥梁-铁轨-乘客)



Усиление в контакте колеса и рельса после оптимизации (Второй вагон Сименс)

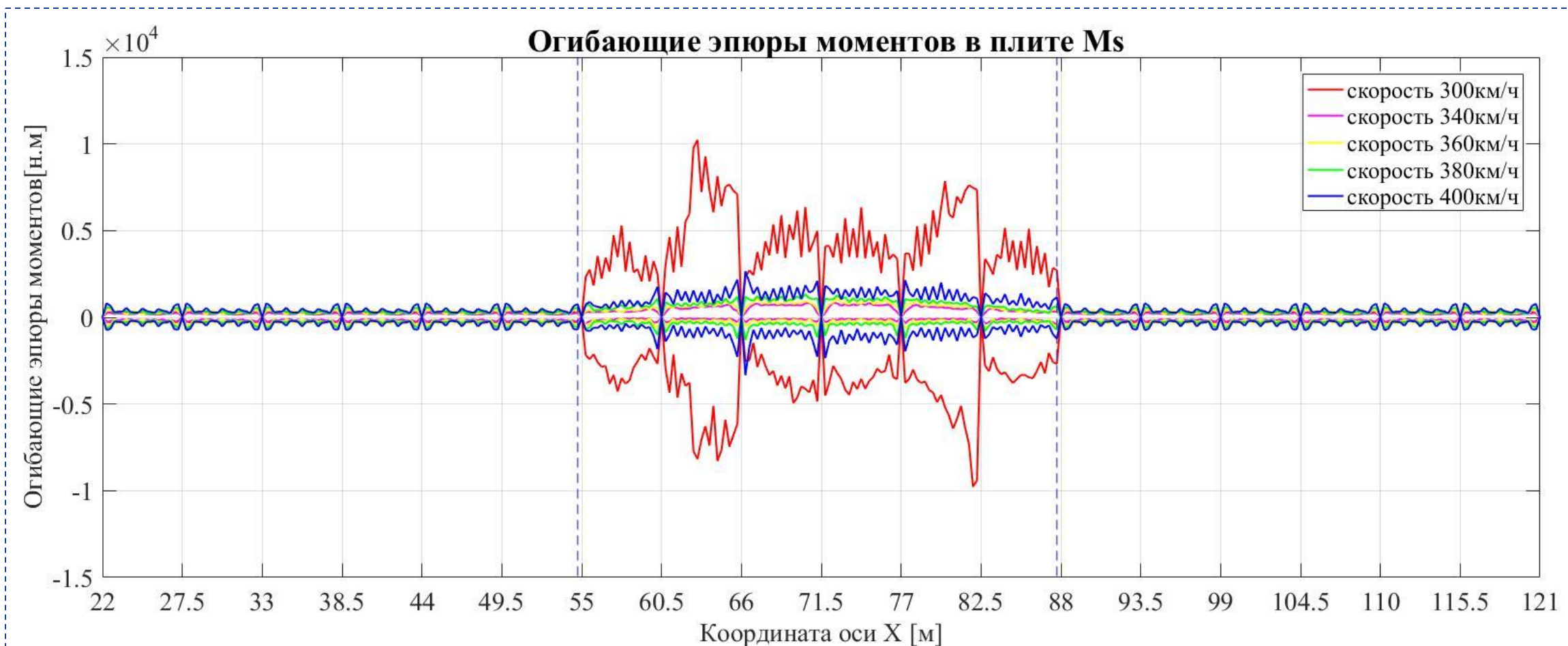
优化后轮子和铁轨在接触点的受力 (西门子二号车厢)

Вертикальное усилие в контакте колесо-рельс, R, Н



R среднее =	91 кН	85 кН
СКО	16.3 кН	16,6 кН
Max	131 кН	127 кН

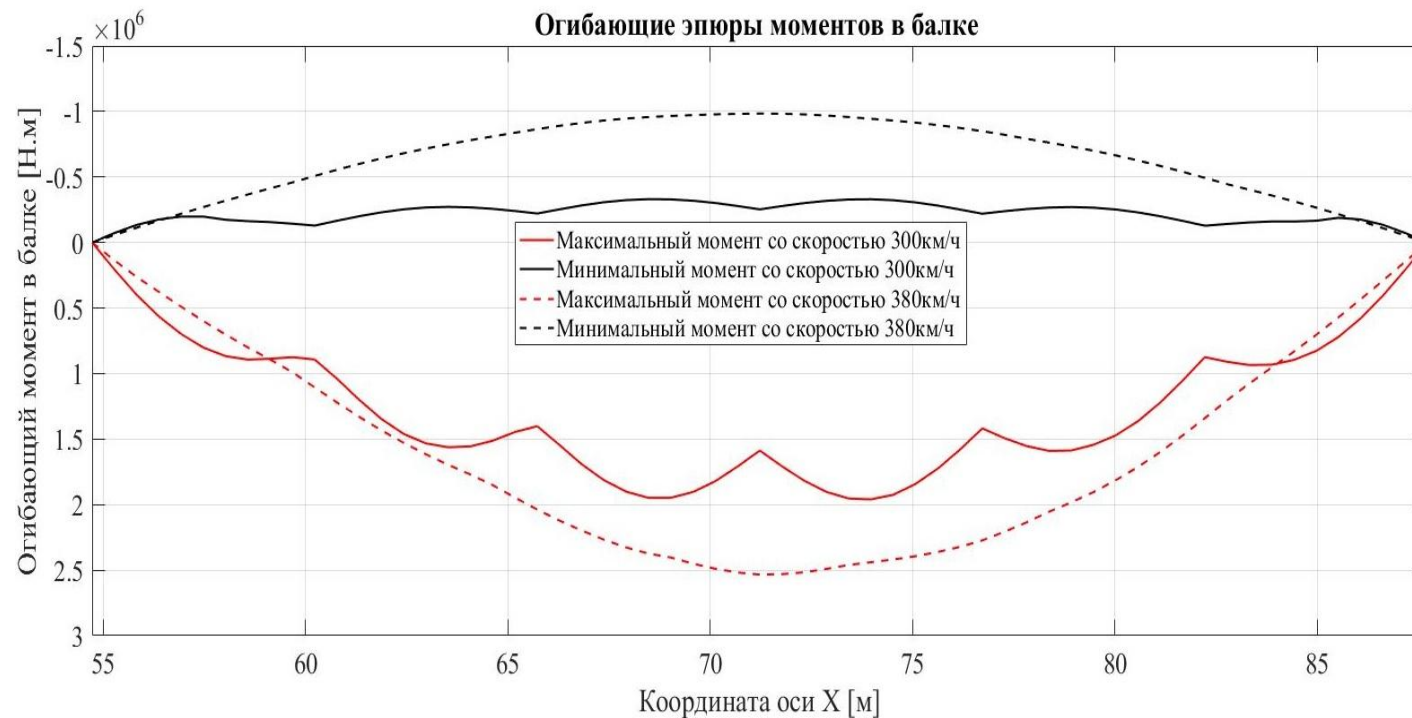
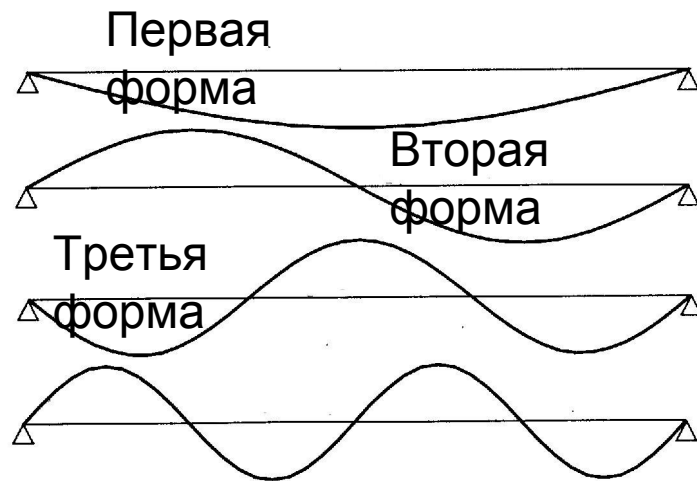
Проблема прочности пути на мостах 铁轨在桥梁上的稳定性问题



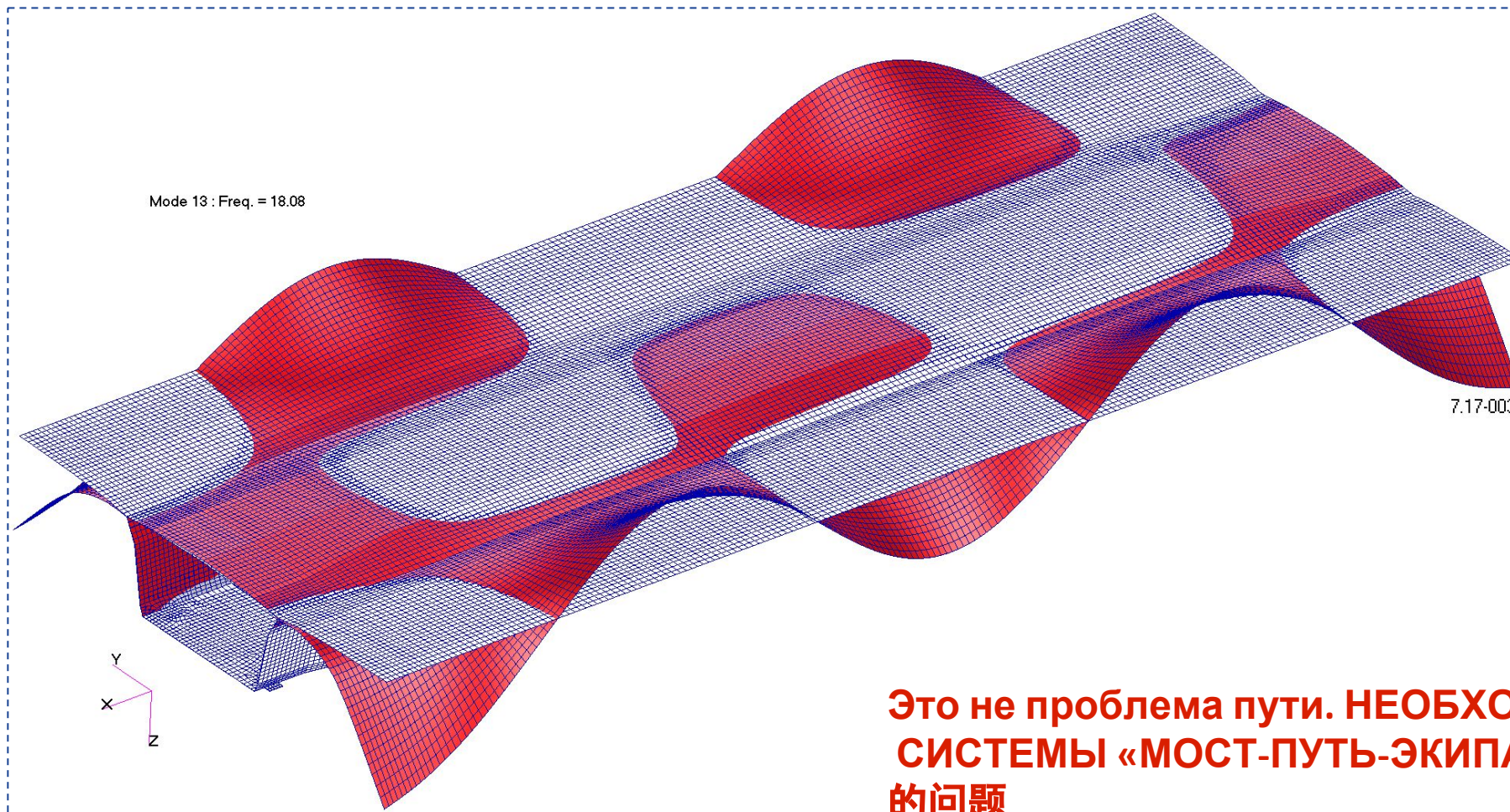
Путь на мостах – компонент несущей системы

桥梁上的铁轨 – 承重系统部件

Индекс изгибающего момента в балке 34,2м. При скорости 300 км/ч виден вклад старших собственных форм колебаний
 34.2米梁的弯曲指数 在时速达到300公里时自身形状的震动



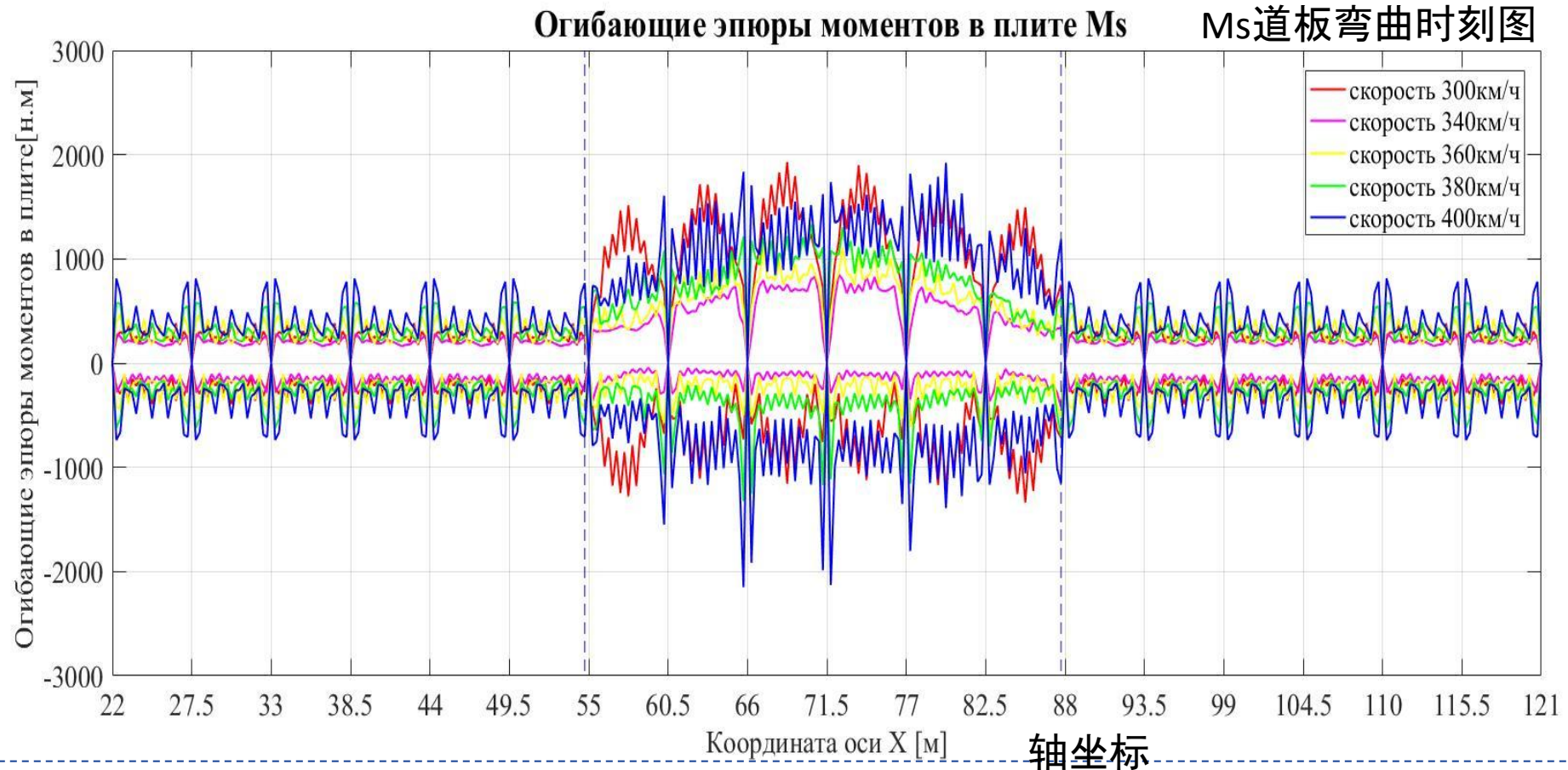
Это не проблема пути. НЕОБХОДИМО РАССМОТРЕНИЕ СИСТЕМЫ «МОСТ-ПУТЬ-ЭКИПАЖ» В ЦЕЛОМ
不是铁路的问题 必须整体地看桥梁-铁路-乘客系统



**Это не проблема пути. НЕОБХОДИМО РАССМОТРЕНИЕ СИСТЕМЫ «МОСТ-ПУТЬ-ЭКИПАЖ» В ЦЕЛОМ这不是铁路的问题
必须整体地看桥梁-铁路-乘客系统**

Конструктивные меры по снижению момента в плите. Вариант 1

降低道板因素的结构性措施 方案1



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

结论

1

Для мостов на ВСМ нужны новые технологии проектирования
桥梁上的高铁需要新的设计工艺

2

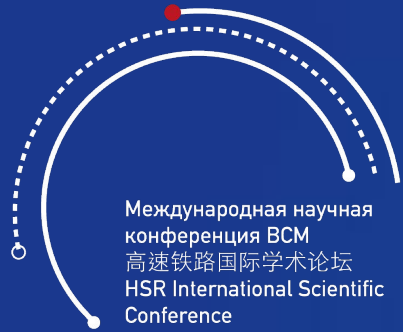
Необходимо рассмотрение всей несущей системы «мост-путь-экипаж» в целом вместо отдельного изучения элементов системы
必须整体地研究承重系统“桥梁-铁路-乘客”，而不是研究系统个体

3

Оптимизация взаимодействия в несущей системе эффективно решает проблемы
优化承重系统，解决问题

4

Возможно создание несущей многокомпонентной системы с заданным динамическим поведением
可以设计出多部件的、指定动态动作的承重系统



Международная научная
конференция ВСМ
高速铁路国际学术论坛
HSR International Scientific
Conference

Высокоскоростные железные дороги –
драйвер экономического роста 2018

2018 高铁-经济发展的驱动力

High Speed Railways -
Driver of Economic Growth 2018



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА (МИИТ)

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ «МОСТ-ПУТЬ-ЭКИПАЖ» С ЗАДАННЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ ПОВЕДЕНИЕМ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Проф. Поляков Владимир Юрьевич, rvy55@mail.ru

