

## **Ответы специалистов Компании Эр Юань, Института Гипростроймост и ПГУПС на замечания, изложенные в Отзыве эксперта В.Ю. Полякова**

Краткая версия

### **Общий вывод**

**Мнение эксперта (пункт 1 Отзыва):**

Рассмотренная проектная документация, в целом, соответствует нормам проектирования и СТУ.

**Ответ Эр Юань:**

**Ответ Гипростроймоста:**

**Согласны.**

**Ответ ПГУПС:**

Согласны. ФГБОУ ВО ПГУПС выполняется методологическое сопровождение проектирования ВСМ «Москва-Казань». Основные замечания были исправлены (или исправляются) в рабочем порядке.

## Оптимизация типовых балок

### Мнение эксперта (пункт 2 Отзывы):

Снижение материалоемкости – на 15-17%

Экономический эффект на ВСМ– не менее 5.9 млрд. руб.

Для уточнения необходимо продолжение исследований.

### Ответ Эр Юань:

Расчеты не приведены.

Учитывалась ли монтажная нагрузка?

Необходимо рассматривать каждую балку отдельно.

Какой поезд был принят для расчета и почему?

Высота балок выше, чем в КНР, за счет поперечного уклона.

Можно оптимизировать конструкцию для безбалластного пути.

### Вывод:

Для оценки достаточно рассмотреть балки 34,2м

Оптимизация возможна, но необходимо тщательное исследование с учетом всех нагрузок.

Эффект не может составлять 15-17% - показатели завышены.

## Оптимизация типовых балок

### Ответ Гипростроймоста:

Выводы Эр Юань подтверждаем.

Оптимизация конструкций по материалоемкости возможна и необходима на стадии рабочей документации.

Величина снижения 15-17% представляется завышенной (возможно, расчеты производились для безбалластного пути и без учета возможных отклонений массы и жесткости от расчетных значений).

Институт Гипростроймост также предлагает рассмотреть оптимизацию балок 34,2 м для участков безбалластного пути на стадии рабочей документации, учитывая реальные параметры поездов ВСМ.

### Ответ ПГУПС:

В целом согласны, однако не ясно, как именно планируется снизить материалоемкость пролетных строений, какие предлагаются конструктивные решения. Наибольший эффект будет достигнут при выборе конкретного поезда. Выполнение указанных работ предлагаем предусмотреть на стадии рабочей документации.

## Безопасность движения и крутильные колебания

### Мнение эксперта (пункт 3 Отзыва):

Согласно п.6.3.14 СТУ4 крутильная форма собственных колебаний должна иметь частоту не менее 1,2 к первой изгибной форме.

Для балки 23,6 м соотношение -  $0,8 < 1,2$ ; для балки 50 м соотношение -  $1,08 < 1,2$  и Возможен резонанс по крутильным колебаниям (295 км/ч).

Требуются дополнительные исследования эффектов взаимодействия подвижного состава и пролётного строения в резонансном режиме, в том числе на контакте «колесо-рельс».

Граница диапазона первых собственных частот также требует корректировки.

### Ответ Эр Юань:

В СТУ предусмотрены ограничения по жесткости, кручению и деформации, коэффициента схода с рельса, обезгруживания колес.

Если крутильная форма – первая, это не означает проблем с устойчивостью колеса.

Резонанс допускается. При резонансе проверяется ускорение пути и прочность балки.

В нормах КНР коэффициент 1,2 не применяется к коробчатым балкам.

Верхняя граница первых собственных частот в КНР не нормируется.

Частоты типовых балок не превышают верхнюю границу.

**Мы согласны на корректировку в СТУ-4.**

## **Безопасность движения и крутильные колебания**

### **Ответ Гипростроймоста:**

При проверке получено, что частоты крутильных колебаний для данных балок ниже теоретических, но выше, чем указано в замечаниях.

Для балки 23.6 м соотношение частот - 1.15; для балки 50 м -  $1,43 > 1,2$  и критическая скорость по кручению 412 км/ч.

Еврокод не запрещает  $f_{кр} / f_{изг} < 1.2$ , но в этом случае необходим динамический расчет с учетом крутильных форм колебаний.

По СТУ-4 при  $f_{кр}/f_{изг} < 1.2$  требуется совместный расчет моста и поезда.

Формальная проверка балки 23,6 м при необходимости может быть проведена на стадии рабочей документации.

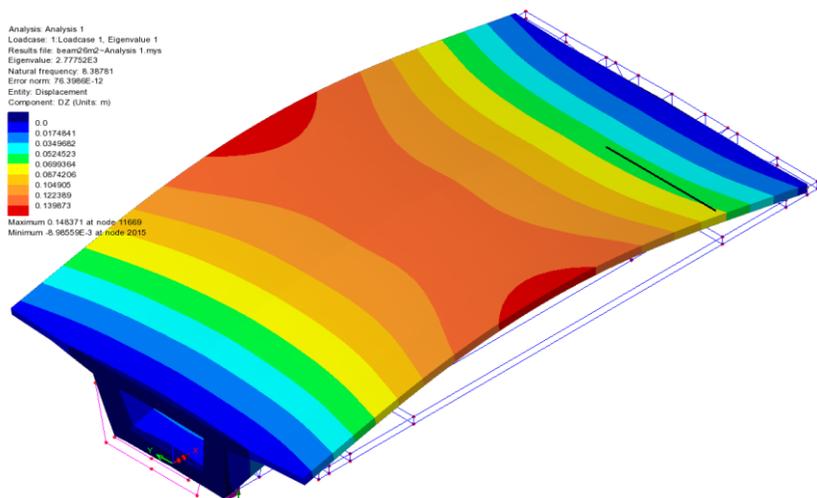
### **Ответ ПГУПС:**

СТУ действительно допускает резонансный режим колебаний пролётных строений на критических скоростях движения поездов, однако устанавливает критерии нормальной эксплуатации, которые используются повсеместно в мировой практике.

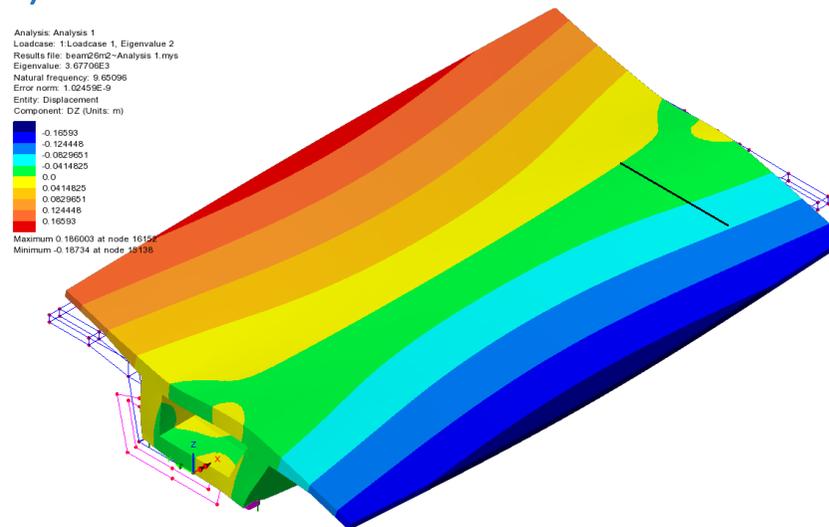
Специалистами ПГУПС разработаны рекомендации по ограничению диапазона первых собственных частот колебаний для скоростных режимов до 400 км/ч.

Ниже приведены результаты расчетов Гипростроймост

## Формы колебаний балки 23,6 м (высота 3,2 м) - ГИПРОСТРОЙМОСТ



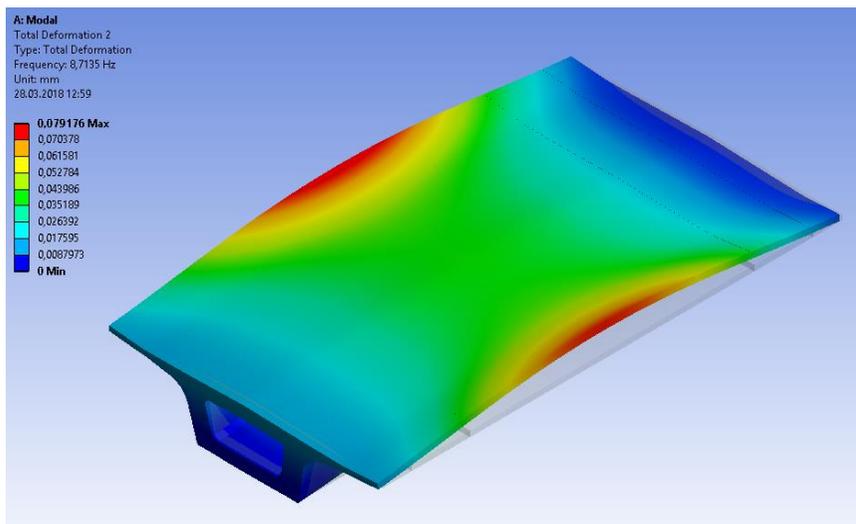
Изгиб (8,39 Гц)



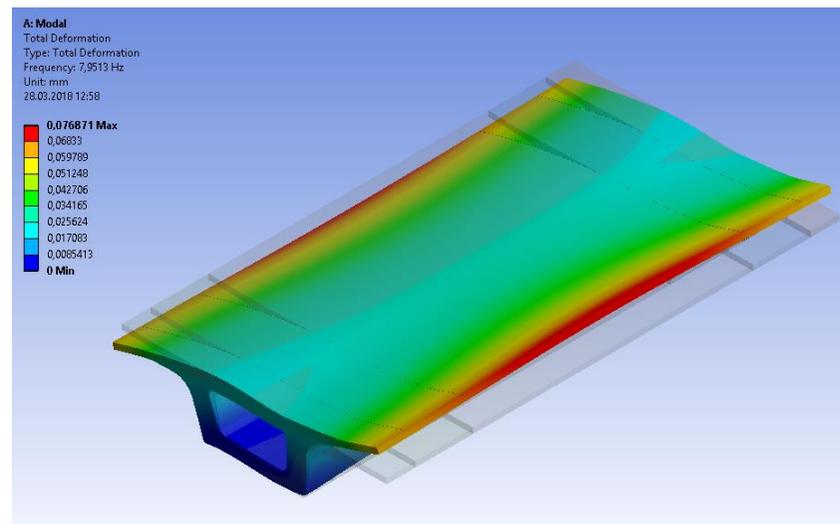
Кручение (9,65 Гц)

Пролет, м	Изгибная частота, Гц	Крутильная частота, Гц	Соотношение частот	Критическая скорость по изгибу, км/ч	Критическая скорость по кручению, км/ч
23,6 (h=2,6)	7,11	10,70	1,50	635	955
<b>23,6 (h=3,2)</b>	8,39	9,65	<b>1,15</b>	749	862
34,2	4,38	7,34	1,68	391	655
50	3,23	4,62	1,43	288	412

## Формы колебаний балки 23,6 м (высота 3,2 м) - ПГУПС



Изгиб (8,71 Гц)



Кручение (7,95 Гц)

Пролет, м	Изгибная частота, Гц	Крутильная частота, Гц	Соотношение частот	Критическая скорость по изгибу, км/ч	Критическая скорость по кручению, км/ч
23,6 (h=2,6)	7,51	8,59	1,14	671	765
<b>23,6 (h=3,2)</b>	8,71	7,95	<b>0,91</b>	778	708
34,2	4,68	6,48	1,38	419	579
50	3,34	4,34	1,30	298	387

## Обезгруживание колес и безопасность движения

### Мнение эксперта (пункт 4 Отзыва):

П. 6.4.15 СТУ4 нуждается в изменении, поскольку требования этого пункта по контролю «обезгруживания» колес выполняются и при вертикальном усилии между колесом и рельсом равном 0, что ведет к сходу колесной пары. Нулевые значения вертикального усилия возможны, например, при резонансных колебаниях пролетного строения 50м. Согласно исследованиям ВНИИЖТ (ВЭИП) и МИИТ нормативный мгновенный минимум вертикального усилия находится в диапазоне 23,8 – 26,6 кН. Целесообразно проведение дополнительных исследований для определения коэффициентов надежности к указанному нормативному значению и расчетного значения минимального усилия.

### Ответ Эр Юань:

По результатам расчетов даже при скорости 420км/ч нулевые значения вертикального усилия невозможны.

П. 6.4.15 СТУ-4 можно не корректировать.

### **Ответ ПГУПС:**

Согласны. В п. 6.4.15 СТУ4 ошибка в знаке.

Согласны и с целесообразностью проведения дополнительных исследований для определения критериев «обезгруживания» колёс.

### **Ответ Гипростроймоста:**

Значение 0,6 – из норм КНР.

В СТУ допущена неточность (описка) в разъяснении показателя  $\Delta P$  как минимальной силы. Проектировщикам даны разъяснения. В проекте СП текст исправлен.

Неточность не повлияла на проектные решения.

## **Колебания подвижного состава на эстакадах**

### **Мнение эксперта (пункт 5 Отзыва):**

Необходимо продолжение исследований собственных парциальных частот колебаний элементов подвижного состава и резонанса при проходе через многопролетные эстакады.

### **Ответ Эр Юань:**

Данный вопрос должны исследовать специалисты по подвижному составу, а не мостовики.

### **Ответ Гипростроймоста:**

Институт Гипростроймост поддерживает и позицию эксперта, и позицию специалистов Эр Юань о необходимости таких исследований и проведении их в рамках разработки конструкции подвижного состава.

### **Ответ ПГУПС:**

Предлагаем включить эти исследования в программу НИОКР.

## Согласование критериев комфорта

### Мнение эксперта (пункт 6 Отзыва):

СТУ-4 допускает ускорения в кузове до  $1,45 \text{ м/с}^2$  - по европейским нормам хуже “хорошего” уровня комфорта

В то же время СТУ-1 допускает ускорения в кузове до  $0,3-0,4 \text{ м/с}^2$ .

Ускорение пешеходных мостов по европейским нормам до  $0.7 \text{ м/с}^2$

Пассажиры ВСМ тоже ходят в вагоне, причем в буфете и с горячими напитками

Поэтому п. 6.4.14 нуждается в пересмотре.

Целесообразно в дальнейшем разработать требования по комфортности для всего времени в пути, с учётом деформативности балок многопролётных эстакад.

### Ответ Эр Юань:

В нормах КНР вертикальное ускорение в кузове  $\leq 1.3 \text{ м/с}^2$ .

По расчетам CREEC для десятков типов поездов (ICE3, моторвагонных поездов со скоростью  $400 \text{ км/ч}$ , AVE, THALYS, EUROSTAR 373-1, ЭР200, ВС) ускорение в вагонах соответствует оценке комфорта как “хорошего”.

## Ответ Гипростроймоста:

По мнению института СТУ-4 в данной части в настоящее время не нуждается в изменении. Оценки п.6.4.14 обоснованы расчетами. По нашим оценкам, выполнение критерия предельных прогибов соответствует максимальному ускорению в кузове около 0,1g без учета неровности пути и 0,15g с учетом неровности.

Согласование критериев комфортности СТУ 1 и СТУ4 следует проводить в рамках проектирования подвижного состава для ВСМ.

Возможно, для типовых пролетных строений критерий комфортности не следует привязывать к плану и профилю пути ВСМ.

Нужно ли в СТУ1 требование по ускорениям на выпуклых и вогнутых кривых, 0.3 и 0.4 м/с<sup>2</sup>? Не вполне понятно происхождение столь жесткого ограничения и связано ли оно с проблемами горячих напитков (при ускорении 1/33g), о которых упоминает эксперт МИИТ?

Поддерживаем необходимость разработки отдельных требований по комфортности для трассы в целом.

## Ответ ПГУПС:

Согласны частично. Степень комфорта пассажиров определяется не только уровнем колебаний, но также и тем, насколько эти колебания ожидаемы. Вагон поезда - это всё же не стационарное пролётное строение, поэтому логично, что и допуски выше.

Воздействие вибраций на человека зависит от их длительности. В качестве параметра, характеризующего плавность хода высокоскоростного поезда, может использоваться индекс Шперлинга (Sperling's ride index).

Мы также предлагали разработать требования по оценке плавности хода и комфортности пассажиров для всей трассы.

## Оптимизация балок по ускорению кузова

### Мнение эксперта (пункт 7 Отзыва):

Типовые пролетные строения (25/15-17755П2-ТКР-УК400 2-03), по нашему мнению, спроектированы с существенным запасом по ускорениям кузова даже по сравнению с жесткими нормами СТУ-1. Это делает проблему многокритериальной оптимизации пролетных строений актуальной, и вновь поднимает вопрос о корректировке СТУ4.

### Ответ Эр Юань:

Факторы, определяющие конструкцию балки, включают прочность, жесткость, деформацию, строительные условия, безопасность эксплуатации и комфорт. Вывод по многокритериальной оптимизации пролетных строений, сделанный только на основании запаса по ускорениям кузова, считаем недостаточно обоснованным.

### Ответ Гипростроймоста:

Институт подтверждает, что расчетные обоснования конструктивных решений выполнены с учетом многокритериальной оценки, в том числе и по технологическим критериям (изготовление конструкций и технология строительно-монтажных работ).

### Ответ ПГУПС:

Учитывались различные критерии, но в данном случае определяющим является ограничение вертикальных ускорений на уровне мостового полотна.

## Предельные прогибы и ускорения кузова

### Мнение эксперта (пункт 8 Отзыва):

Используемые в п.6.4.5 СТУ-4 упрощенные диаграммы предельных прогибов полностью соответствуют европейским нормам en.1990.2002 (figure A2.3). Однако диаграммы A2.3 получены для обеспечения ускорения в вагоне до  $1 \text{ м/с}^2$ , что противоречит п.6.1.2 СТУ-1. Кроме того, приведённый п.6.4.5 СТУ-4 график, представлен некорректно, поскольку связан к европейской нормативной временной нагрузкой LM71, а не HSLM. Таким образом, п.6.4.5 СТУ-4 нуждается в уточнении.

### Ответ Эр Юань:

Мы согласны с внесением изменения в СТУ4.

### Ответ Гипростроймоста:

График исправлен (приведен к нагрузке С8) в Методике по расчету динамического взаимодействия подвижного состава и сооружений, утвержденной 28.12.2016 г. как пособие к СТУ 4. В последнюю редакцию СТУ 4 внесены необходимые изменения и добавлено положение о корректировке предельных прогибов при изменении предельных ускорений.

Текст Методики доведен до всех разработчиков проектной документации и ее положения учитывались при проектировании. Корректировка проектной документации не требуется.

### **Ответ ПГУПС:**

В данном случае логика по ограничению предельных прогибов пролётных строений исходит из условия не превышения ускорений в вагоне до  $1 \text{ м/с}^2$  и обоснована тем, что в данной постановке не учитываются ускорения в кузове от неровностей пути и дефектов колёс. П. 6.4.14 СТУ4 регламентирует ограничение суммарных ускорений (от кинематического возмущения при движении по деформированным пролётным строениям и от неровностей пути). Приведённый п.6.4.5 СТУ4 график ошибочно привязан к европейской нормативной временной нагрузке LM71, а не отечественной С8, принятой в СТУ. В ходе выполнения НИР был получен график ограничения предельных прогибов пролётных строений, привязанный к нагрузке С8.

## Актуализация ГОСТ 26633

### Мнение эксперта (пункт 9 Отзыва):

Применяемый в документации (25/15-2-ПЗ 1. Том 1.1 и в 25/15-17755П2-ТКР-УК400 1-ПЗ) ГОСТ 26633-2012 является устаревшим. Актуальным является ГОСТ 26633-2015 «Межгосударственный стандарт. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».

### Ответ Эр Юань:

Можно внести изменение после проверки или на стадии рабочей документации.

### Ответ Гипростроймоста:

Институт Гипростроймост разъясняет, что изменения вносить в документацию в связи с отменой ГОСТ 26633-2012 и выпуском в его замену нового ГОСТ 26633-2015 не требуется. Впервые, новый ГОСТ выпущен взамен и практика технического регулирования не предполагает изменения в связи с этим ни Сводов правил, в которых имеются отсылки к государственным стандартам, действующим на момент создания нормативного документа, ни в проектную документацию, разработанную на ее основе. В тоже время, именно по тем же принципам использования действующих

стандартов, при разработке рабочей документации будет указан ГОСТ, актуальный на момент ее разработки.

## Сварные соединения

### Мнение эксперта (пункт 10 Отзыва):

25/15-17755П2-ТКР УК400 3-04. Применяемое сварное соединение листов не соответствует ГОСТ 8713-79.

### Ответ Эр Юань:

Можно внести изменение после проверки, или на стадии рабочей документации. Не является ошибкой (техническая описка).

### Ответ Гипростроймоста:

Аналогично изложенной позиции в ответе на предыдущее замечание эксперта.

## Служебные проходы в междупутье

### Мнение эксперта (пункт 11 Отзыва):

На двухпутных и многопутных железнодорожных мостах следует предусматривать служебные проходы (без перил) также и в междупутье (СП 35.13330, п.5.56). Такие проходы не предусмотрены в 25/15-17755П2-ТКР-УК400 2-01. Для вывода о необходимости проходов нужен технологический регламент.

### Ответ Эр Юань:

Служебные проходы устанавливаются с обеих сторон, а обслуживание и ремонт выполняется во время «окна», специалист по техническому обслуживанию и ремонту может передвигаться в пределах междупутья. Проведение работ в междупутье вне «окна» опасно из-за воздействия воздушного потока. Поэтому нет необходимости предусматривать служебные проходы в междупутье. Следует отметить в СТУ-4, что при проведении работ в междупутье вне «окна» воздействие воздушного потока на обслуживающий персонал приведет к опасным последствиям.

### Ответ Гипростроймоста:

Проектирование унифицированных конструкций на ВСМ осуществляется не по СП 35.13330, а по СТУ 4. Что касается нового регламента, то позиция заказчика выражена

в техническом задании на проектирование, учтена в проектной документации в части расположения служебных проходов и достаточно подробно обоснована разъяснениями коллег Эр Юань.

### **Ответ ПГУПС:**

При проектировании искусственных сооружений необходимо в первую очередь руководствоваться СТУ, а не СП. Все мосты и путепроводы должны иметь двухсторонние служебные проходы шириной не менее 1 м, располагаемые вне габарита приближения строений. Считаем, что необходимости в устройстве служебных проходов в междупутье нет.

## Оценка сметного расчета

### Мнение эксперта (пункт 12 Отзыва):

Локальный сметный расчёт 1-1 на разрезные железобетонные пролётные строения длиной 23,6; 34,2; 50,0 в целом составлен правильно, соответствует имеющимся на данный момент проектным решениям и отвечает поставленной задаче – ориентировочной оценке затрат на стадии «проект». Вместе с тем, имеющиеся замечания не позволяют считать возможным использование учтённых элементов прямых затрат при последующем расчёте бюджета проекта, при взаиморасчётах и т. д. Требуется конкретизация проектных решений и восполнение пробелов в сметно-нормативной базе.

### Ответ Эр Юань:

На стадии рабочей документации сметный расчет будет добавлен с учетом индивидуальных особенностей объекта.

### Ответ Гипростроймоста:

Институту Гипростроймост обращает внимание на допущенные экспертом ошибки в понимании назначения сметных расчетов, приведенных в составе документации унифицированных конструкций. Эти расчеты приведены как образцы для составления

смет, и имеют наименование «Основные положения для составления смет...». Данный документ имеет целью унификацию составления сметных расчетов на строительство мостовых сооружений разрабатываемыми всеми проектными организациями, применяющими унифицированные конструкции для обеспечения единства ценообразования по проекту ВСМ в целом. Сметная документация на строительство объекта составляется каждым разработчиком проектной документации в составе соответствующих разделов проекта (Сметная часть проектной документации). Данный подход – хорошо зарекомендовавшая себя российская практика разработки типовой проектной документации. Если у эксперта имеется основание рассмотреть соответствующий раздел проектной документации, то к нему и следует адресовать замечания. Замечание эксперта о восполнении пробелов в сметно-нормативной базе не понятно, не обосновано и, очевидно его следует адресовать к органам, утверждающим сметно-нормативную базу для строительства в Российской Федерации.

## Замечания к СТУ-1

### Мнение эксперта (пункт 13 Отзыва):

В разделе 9.2 "Тоннельные пересечения" СТУ-1 ссылки приведены на неактуальные редакции СП - 2012. п.п. 9.2.1, 9.2.2, 9.2.4 сформулированы таким образом, что носят справочный характер (не в директивной форме). Первое предложение п. 9.1.1 в равной мере относится как к мостам, так и к тоннелям, следовательно, должно быть вынесено за пределы раздела 9.1 "Мостовые сооружения"

### Ответ Эр Юань:

Корректировка выполняется на стадии рабочей документации.

### Ответ Гипростроймоста:

Институт Гипростроймост обращает внимание, что замечания относятся к СТУ-1, а не к СТУ-4 «ИССО» и должны обсуждаться с авторами СТУ-1.

Дополнительно отметим, что не вполне корректно в одном экспертном заключении указывать на несоответствия проектной документации нормам СТУ и одновременно подвергать эти же нормы критике. Предлагаем в дальнейшем работать в строгой последовательности – сначала откорректировать при необходимости норму и только после принятия новой редакции нормы вернуться к оценке проектной документации.

## Общий вывод по замечаниям эксперта эксперта

Замечания эксперта касаются как норм, изложенных в СТУ-4 и СТУ-1, так и проектной документации унифицированных пролетных строений для ВСМ. Эти замечания носят общий, чисто теоретический, характер и касаются, в основном, двух аспектов: вопросов оптимизации пролетных строений (с целью снижения их материалоемкости) и вопросов безопасности и комфорта пассажиров в поезде на ВСМ. При этом расчетных материалов, подтверждающих выводы, изложенные в замечаниях, представлено не было.

Что касается вопросов оптимизации унифицированных пролетных строений, то сама по себе их постановка абсолютно правомерна, и она безусловно будет производиться на стадии разработки рабочей документации на пролетные строения. Возражение же вызывает вывод эксперта, о том, что при оптимизации возможно будет добиться снижения материалоемкости на 15-17% и экономии 5,9 млрд. р. Этот вывод абсолютно не реален, он не учитывает практику реального проектирования и расчетов пролетных строений, с учетом всех факторов и нагрузок,

воздействующих на них, в том числе на стадиях производства, транспортировки и монтажа.

Вопросы безопасности пассажиров в поездах ВСМ касались в основном частот крутильных колебаний пролетных строений, предельные значения которых по расчетам эксперта выходят за установленные в п. 6.3.14 СТУ-4 ограничения. СТУ, как и Еврокод, допускает возможность нарушения ограничения, но в этом случае по Еврокоду необходим динамический расчет с учетом крутильных форм колебаний, а в СТУ-4 – также с учетом динамики реального поезда. По нашим расчетам ограничение нарушено только для балки длиной 23.6 м и высотой 3.2 м, но это не угрожает безопасности движения, так как резонансные скорости для этой балки очень высоки. Необходимые расчеты будут выполнены на стадии рабочей документации.

Замечания эксперта по комфортности пассажиров в поездах ВСМ касались ограничения ускорения в кузове (вагоне) величиной  $1,45 \text{ м/с}^2$ , которое противоречит жесточайшим ограничениям ускорений  $0,3$  и  $0,4 \text{ м/с}^2$ , устанавливаемым в п. 6.1.2 СТУ-1, для выпуклых и вогнутых вертикальных кривых

пути. Вопрос о необходимости столь жесткого ограничения ускорений в СТУ-1 требует дополнительного изучения в рамках проектирования подвижного состава для ВСМ.

Институт признает, что СТУ-4 не является совершенным и его, по мере необходимости, следует актуализировать, что институтом регулярно и делалось. Однако после решения Заказчика о выпуске СП «Сооружения искусственные высокоскоростных железнодорожных линий. Правила проектирования и строительства» все дополнения и изменения отражались именно в СП. проектная документация разрабатывалась с учетом таких изменений в понимании того, что к моменту направления документации в Экспертизу, а тем более при разработке рабочей документации СП будет введен в действие. Мы благодарны за любые конструктивные замечания и предложения по его совершенствованию, однако вызывает некоторое недопонимание позиция эксперта, предпринявшего действия по блокированию выпуска СП. Выявленные в процессе проектирования недостатки СТУ-4, в том числе указанные экспертом, учтены и исправлены в проекте СП.

Институт Гипростроймост благодарен специалистам компании ЭР Юань, которые дали свою оценку как собственно СТУ-4, так и замечаниям и предложениям эксперта МИИТа. Эта, в общем положительная, оценка очень важна, так как она базируется на реальном опыте проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ в Китае.