



# Корреляция технических решений и стоимости строительства ВСМ



Леонид ДЮКАРЕВ  
Leonid A. DYUKAREV

Екатерина РЫЖИК  
Ekaterina A. RYZHIK



*Дюкарев Леонид Александрович – кандидат технических наук, главный специалист Управления проверки сметной документации и экспертизы проектов организации строительства ФАУ «Главгосэкспертиза России», Москва, Россия.*  
*Рыжик Екатерина Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования и строительства железных дорог Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.*

## Correlation of Technical Solutions and Construction Costs of HSR

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 122)

**В статье обозначены актуальность и специфика высокоскоростных железнодорожных магистралей в России. Указаны особенности учёта стоимости строительства ВСМ. Обоснована необходимость оценки проектных решений на основании технико-экономического сравнения вариантов. Приведены существующие и перспективные технические решения и технологии строительства ВСМ, рассмотрены возможности для дальнейшего перехода на эстакадный метод их возведения. Представлен сравнительный анализ сметной стоимости строительства ВСМ-2 Москва–Казань и близких по характеру объектов-аналогов, проекты которых реализованы в международной практике.**

**Ключевые слова:** железная дорога, высокоскоростная магистраль, строительство, технико-экономическое сравнение, стоимость линии, стоимость технических решений, земляное полотно, безбалластное верхнее строение пути, ВСМ в мире.

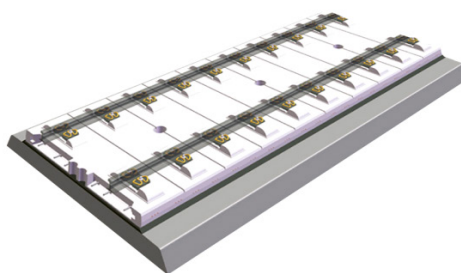
**Р**азвитие высокоскоростного транспорта невозможно без поддержки государства, что подтверждено мировым опытом строительства высокоскоростных железнодорожных магистралей.

Решение о строительстве первой в мире высокоскоростной магистрали (Tōkaidō Shinkansen) на другом конце континента – в Японии было принято в 1956 году. Предложенный проект ВСМ нормальной колеи встретил значительное сопротивление, в том числе в среде консерваторов-железнодорожников, а также со стороны автомобильного и авиационного лобби. И очень мало кто из специалистов верил, что в регулярной коммерческой эксплуатации можно обеспечить движение поездов со скоростью 250 км/ч [1].

В 1960-е годы в ответ на начало строительства ВСМ в Японии французское правительство провело масштабные исследования по созданию новых технологий на железнодорожном транспорте (поездов на магнитной и воздушной подушке, а также скоростного поезда для обычных железных дорог). В 1976 году власти выделили деньги на крупномасштабную реализацию



а) двухсекционная монолитная  
*RHEDA 2000*



б) на сплошном подрельсовом  
основании неразрезного типа *Bögl*



в) на сплошном подрельсовом основании блочного типа *CRTS III*



**Рис. 1. Типы конструкции безбалластного верхнего строения пути.**

проекта TGV. Пассажирское сообщение на линиях TGV было открыто в 1981 году, что ознаменовало начало эксплуатации первых ВСМ в Европе.

В Китае к 1993 году средняя скорость движения пассажирских поездов составляла 48 км/ч, железные дороги стали уступать место в рейтинге популярности авиасообщению и автомобильному транспорту. Учитывая это, министерство железнодорожного транспорта разработало стратегию повышения скорости движения поездов за счёт создания высокоскоростных линий. Строительство ВСМ Китая началось спустя 40 лет после пуска в эксплуатацию первой японской линии, однако уже сегодня страна обладает наиболее протяжённой сетью высокоскоростных железнодорожных магистралей на планете (более 20000 км).

Будущая магистраль Москва—Казань объединяет существующие в мире, а также перспективные технические решения и технологии в области высокоскоростного железнодорожного транспорта. Проект ВСМ-2 в РФ разрабатывается с привлечением специалистов из Китая (корпорация «Эр Юань») в полном соответствии с требованиями нормативных документов. Проектная документация и результаты инженерных изысканий являются объектом анализа государственной экспертизы ФАУ «Главгосэкспертиза России», кроме того, проект проходит ведомственную экспертизу ОАО «РЖД», научно-методологическое сопровождение осуществляется ведущими транспортными университетами страны (РУТ (МИИТ), ПГУПС), технологический и ценовой аудит проводится с при-



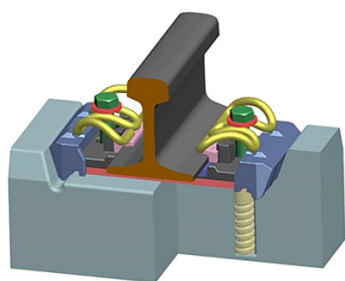
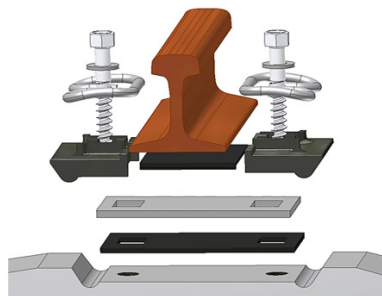
а) китайское крепление серии *WJ-8*б) крепление немецкой компании *Vossloh*в) крепление типа *SFC* английской компании *Pandrol*г) крепление *CM-1* (Россия)

Рис. 2. Системы рельсовых креплений БВСП.

влечением зарубежных компаний (Франции, Германии, Италии).

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ

Постоянное совершенствование в мировой практике технических решений и технологий создания инфраструктуры ВСМ способствовали появлению множества конкурентоспособных вариантов, в том числе удовлетворяющих требованиям ВСМ-2 Москва–Казань. Например:

- выбор типа конструкции безбалластного верхнего строения пути (рис. 1) (двухсекционная монолитная RHEDA 2000, LVT, Zublin; на сплошном подрельсовом основании неразрезного типа Bögl, CRTS II, PORR; на сплошном подрельсовом основании блочного типа CRTS I, III, Shinkansen);
- выбор технологии укрепления основания земляного полотна (укрепление грунтов бетонными сваями по типу CFA (CFG), буронабивные сваи под защитой обсадных труб, укрепление грунтов по

технологии MIP (mixed-in-place), RDV – виброуплотнение, FDP (full displacement pile), ROB – вибробетонные колонны);

- определение марки стрелочных переводов;
- типы пролётных строений железнодорожных мостов;
- типы креплений (рис. 2) (WJ-8, DFF300 Vossloh, SFC Pandrol, CM-1).

В «Положении о составе разделов проектной документации...» (утв. постановлением правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87) [2] не закреплена обязательность вариантной проработки проектных решений. Однако отдельные нормативные документы (своды правил) указывают, что принятие основных технических решений должно быть обосновано разработкой вариантов путём сравнения технико-экономических показателей [3–5]. В соответствии с требованиями технического задания при проектировании ВСМ-2 Москва–Казань выполнена вариантная проработка проектных решений, то есть принятие конструктивных,

Таблица 1

## Основные технические параметры ВСМ-2 Москва–Казань

№ п/п	Наименование основных технических параметров	Ед. изм.	Значение
1	Эксплуатационная длина главных путей в двухпутном измерении:	км	790
1.1.	1, 2 этапы: ст. Москва-Техническая Курская–ст. Железнодорожная 23 км	км	27
1.2.	3, 4 этапы: ст. Железнодорожная 23 км–ст. Владимир ВСМ (вкл.)	км	172
1.3.	5, 6 этапы: ст. Владимир ВСМ (искл.)–ст. Аэропорт (вкл.)	км	224
1.4.	7, 8 этапы: вход в Нижний Новгород (блок-пост 410 км (вкл.)–ст. Н. Новгород ВСМ (вкл.)–ст. Аэропорт ВСМ (искл.)	км	20
1.5.	9, 10 этапы: ст. Аэропорт ВСМ (искл.)–ст. Чебоксары ВСМ (вкл.)	км	229
1.6.	11, 12 этапы: ст. Чебоксары ВСМ (искл.)–ст. Казань ВСМ (вкл.)	км	118
1.7.	15 этап: строительство административно-технического здания для размещения (ДЦУ) на станции Владимир ВСМ	объект	1
2	Безбалластное верхнее строение пути (БВСП) с шириной колеи 1520 мм	км	712
3	Верхнее строение пути на балласте (ВСП) с шириной колеи 1520 мм	км	78
4	Максимальная скорость движения высокоскоростных пассажирских поездов	км/ч	400
5	Величина наибольшего уклона продольного профиля главных путей	‰	24
6	Минимальный радиус кривой в плане для скоростей не менее 400 км/ч	м	10000
7	Величина междупутного расстояния между осями главных путей при скорости до 400 км/ч	мм	5000
8	Количество остановочных пунктов	шт.	16
9	Внеклассные мосты через крупные реки (Клязьма, Ока, Сура, Волга)	шт.	5
10	Новые тяговые подстанции	шт.	14
11	Время хода между Москвой и Казанью не более	час	3 часа 30 мин.

технических и технологических вариантов осуществлялось с помощью технико-экономического сравнения вариантов.

Скорость совершенствования современных технологий в строительстве не уступает темпам роста информационных и компьютерных технологий. Лучшим показателем тенденции является инновационный высокоскоростной железнодорожный транспорт. Проектирование ВСМ идёт по пути накопления и использования лучшего опыта зарубежных стран и применения инновационных технологий, обеспечивающих безопасность эксплуатации в сложных климатических условиях строительства.

### СТОИМОСТЬ И НОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Сметная стоимость строительства (далее – стоимость) является одним из основных моментов анализа проектных решений. Все чаще вопрос «сколько?» трансформируется в вопрос «почему столько?». При этом ответ на последний вопрос существенно зависит от многих факторов, основными из которых остаются [6]:

- *организационный* – в формировании цены строительной продукции одновременно участвуют заказчик, проектировщик, подрядчик, поставщики материалов и оборудования, в случае финансирования строительства объекта из средств федерального бюджета – экспертиза (эксперт);

- *территориальный* – связан со сложными геологическими (неблагоприятная физико-геологическая среда), географическими (рельеф местности, близость крупных городов, что приводит к увеличению затрат по аренде или выкупу территорий для отвода) и климатическими (вечная мерзлота, погребённые льды, термокарсты) условиями строительства;

- *транспортный* – характеризуется отдалённостью объекта строительства от сырьевых баз, что приводит к увеличению транспортных расходов на доставку материалов и конструкций;

- *технический* – наличие внеклассных мостов, тоннелей, слабых оснований под земляное полотно, необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите территории от карстовых явлений могут привести к су-





Рис. 3. Прохождение трассы ВСМ-2 Москва–Казань.

шественному удорожанию 1 км проектируемой линии;

- *технологический* – применение инновационных решений требует использования высокопроизводительной строительной техники (грузоподъёмное крановое оборудование, фронтальные машины для погрузки балок пролётного строения, балковозы, импортные буровые установки, рельсоукладочный состав на пневмоколёсном ходу), которая позволяет не только сократить сроки строительства, но и существенно повысить качество строительной продукции.

В ходе проектирования ВСМ-2 Москва–Казань выполнен многофакторный анализ проектных решений с территориальной привязкой к месту строительства. В рамках статьи будет рассмотрена стоимость принятых в проектной документации технических решений по основным ценообразующим разделам: «Земляное полотно», «Искусственные сооружения» и «Безбалластное верхнее строение пути». При этом делается попытка ответить на озвученный ранее вопрос: «Почему столько?».

Основные технические параметры проектируемой высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва–Казань представлены в таблице 1, прохождение трассы ВСМ-2 отражено на рис. 3.

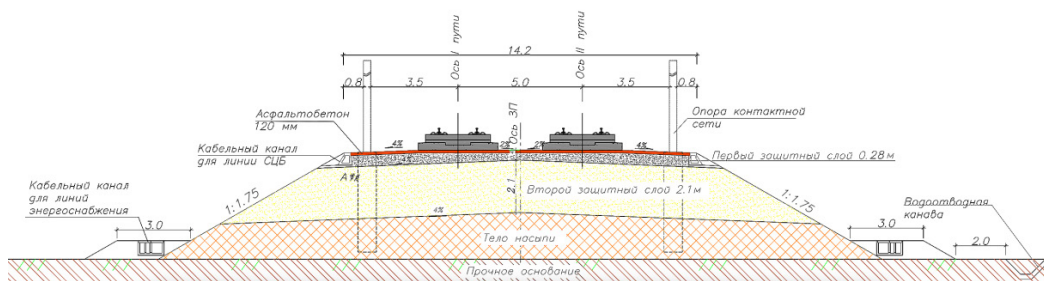
Зона тяготения ВСМ-2 Москва–Казань объединяет территории семи субъектов Российской Федерации: Москва, Московская область, Владимирская область, Нижегородская область, Чувашская Республика, Республика Марий Эл и Республика Татарстан.

Пересечения ВСМ-2 с существующими и проектируемыми автомобильными дорогами, железными дорогами и коммуникациями предусматриваются только в разных уровнях. Защита пересекаемых трубопроводов и подземных коммуникаций устраивается на всю ширину полосы отвода.

#### РАЗДЕЛ «ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО»

Земляное полотно ВСМ-2, за исключением отдельных пунктов, проектируется под два пути и должно удовлетворять следующим требованиям СТУ [7], которые оказывают определяющее влияние на стоимость:

- максимальная накопленная остаточная деформация основной площадки земляного полотна при безбалластной конструкции верхнего строения пути за весь срок её полезного использования должна обеспечить возможность устранения просядок регулировкой креплений и не превышать 15 мм;
- в зависимости от влажности, прочностных и деформативных свойств грунтов, однородности их залегания основания земляного полотна следует подразделять на прочные, недостаточно прочные и слабые;
- в соответствии с п. 2.3.1 и таблицей 3.2 СТУ «Земляное полотно» на участках недостаточно прочных и слабых оснований необходимо их укрепление для соблюдения требований по осадке насыпи;
- разница в осадках земляного полотна и искусственного сооружения (мост, водопропускная труба, тоннель и т.д.) в зоне их сопряжения не должна превышать 5 мм;



Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Стоимость ед. изм. в уровне цен I кв. 2017 г., тыс. руб. без НДС
<b>Московская область</b>		
Защитное асфальтобетонное покрытие h=12 см	м <sup>2</sup>	1 392,58
Устройство 1-го защитного слоя из ЦПГС	м <sup>3</sup>	1 521,39
Устройство 2-го защитного слоя	м <sup>3</sup>	602,42
Сооружение тела насыпи	м <sup>3</sup>	557,79
<b>Владимирская область</b>		
Защитное асфальтобетонное покрытие h=12 см	м <sup>2</sup>	1 410,35
Устройство 1-го защитного слоя из ЦПГС	м <sup>3</sup>	1 449,65
Устройство 2-го защитного слоя	м <sup>3</sup>	580,27
Сооружение тела насыпи	м <sup>3</sup>	537,14

Рис. 4. Стоимость элементов типовой конструкции земляного полотна ВСМ-2 Москва–Казань.

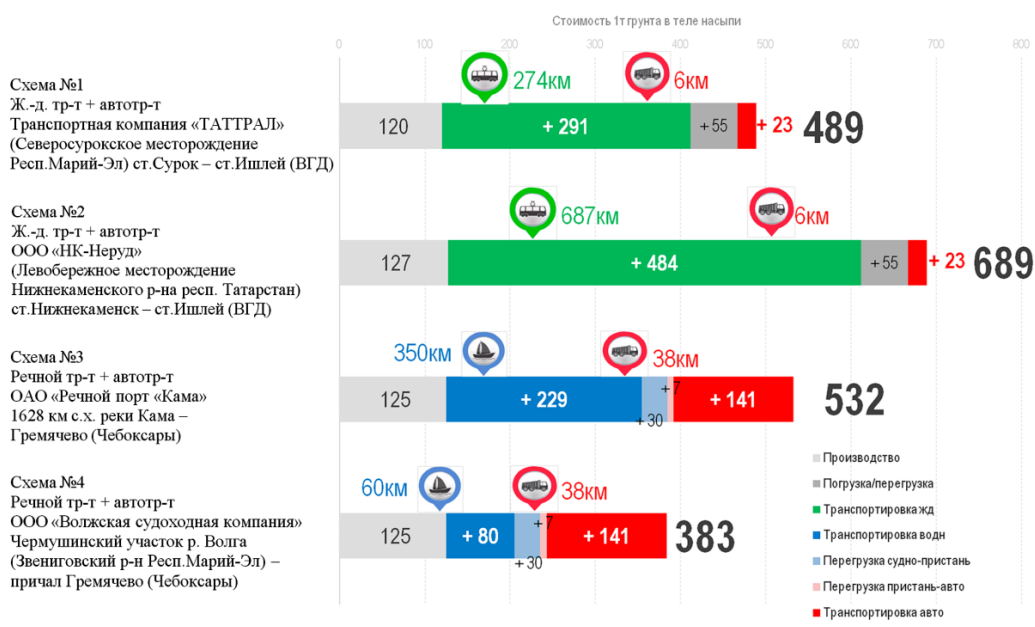


Рис. 5. Вариантная проработка логистических схем доставки грунта.

- требования к грунтам насыпей и защитных слоёв представлены в разделе 3.1 СТУ «Земляное полотно», соответственно в проектной документации предусматривается отсыпка насыпи дренирующим грунтом;

- устанавливаются повышенные требования к уплотнению грунтов земляного

полотна ВСМ-2: коэффициент уплотнения грунтов 1-го и 2-го защитных слоёв должен составлять не менее 1,00, коэффициент уплотнения грунтов насыпи – не менее 0,98.

Конструкция земляного полотна по проектной документации ВСМ-2 Москва–Казань состоит из:



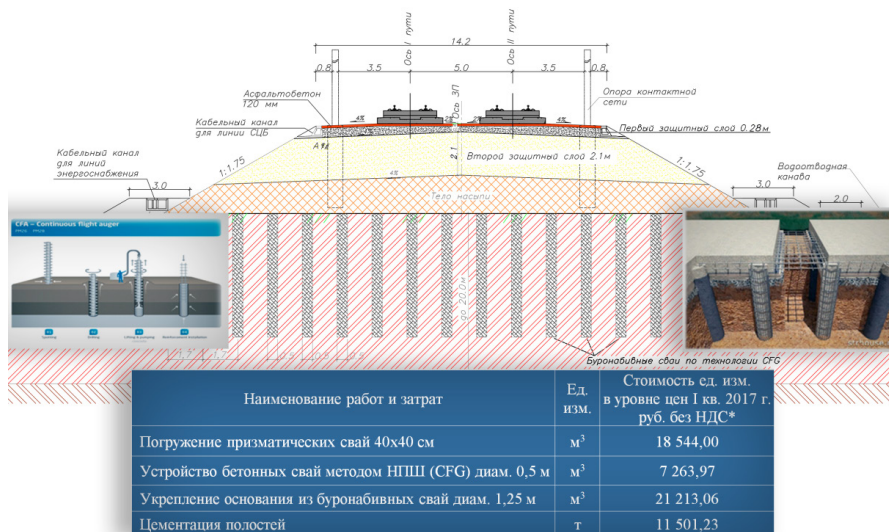


Рис. 6. Противодеформационные мероприятия в зоне основания ЗП ВСМ.

- основания земляного полотна (ЗП), естественного или укрепленного на участках слабых грунтов;
- тела насыпи (отсыпается дренирующим грунтом);
- второго защитного слоя высотой 2,1–2,3 м (отсыпается из крупнозернистых песков, песчано-гравийных смесей (ПГС), обогащенных песчано-гравийных смесей (ОПГС));
- первого защитного слоя высотой 0,28 м (устраивается из щебёночно-песчано-гравийных смесей (ЩПГС) в соответствии с гранулометрическим составом, определённым СТУ);
- асфальтобетонного покрытия высотой 0,12 м.

Типовой поперечный профиль земляного полотна представлен на рис. 4.

На этапе выполнения инженерных изысканий по разведке грунтовых строительных материалов в пределах трассы было выявлено отсутствие пригодных грунтов, отвечающих требованиям СТУ для отсыпки первого и второго защитных слоёв и тела насыпи земляного полотна. По каждому этапу проекта ВСМ-2 сделана вариантная проработка логистических схем доставки грунта от карьера поставщика до места производства работ (рис. 5). Оптимальные, экономически целесообразные решения отражены в транспортных схемах, согласованных с заказчиком.

В связи с отсутствием в пределах проектируемой трассы карьеров готовых грунтовых смесей первого защитного слоя (ЩПГС) в проектной документации предусмотрена доставка компонентов смеси до временных грузовых дворов и приготовление ЩПГС в постройных условиях.

В границах прохода ВСМ-2 распространены отрицательные физико-геологические явления: заболоченность, карст, овражная эрозия, подмыв берегов, пучение грунтов, затопление. Из опасных экзогенных геологических процессов наиболее проявляются карст и оползнеобразование. В соответствии с отчётами инженерных изысканий для выполнения требований СТУ намечены следующие противодеформационные мероприятия в зоне основания земляного полотна (рис. 6):

- укрепление основания призматическими сваями на участках со скоростями движения до 250 км/ч;
- буронабивные неармированные бетонные сваи с применением технологии непрерывного полого шнека (CFG), с устройством гибкого ростверка (диаметр свай 0,5–0,6 м, расстояние между ними – 3–5 диаметра свай);
- буронабивные железобетонные сваи, с устройством железобетонного ростверка, диаметр свай 1,25 м;

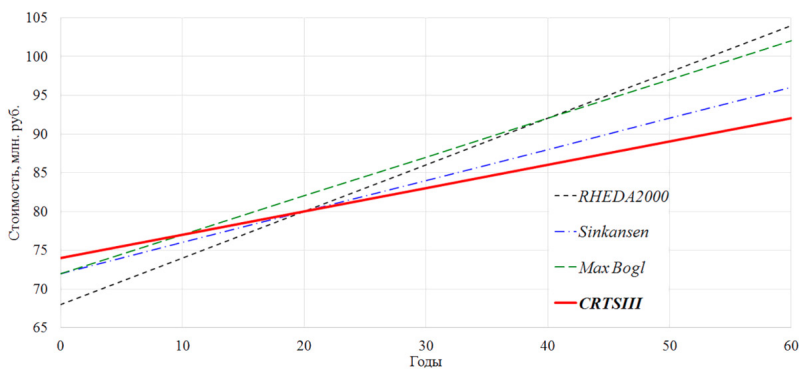


Рис. 7. График жизненного цикла различных конструкций БВСП.

• струйная цементация грунтов (Jet grouting) на участках распространения карста.

При технико-экономическом сравнении вариантов противодеформационных мероприятий наиболее востребованным оказываются применение бетонных свай, технологии непрерывного полого шнека CFA (CFG). Таким способом планируется укреплять более 90 % основания земляного полотна на протяжении всей трассы.

Основные проектные решения по разделу «Земляное полотно» приняты с учётом технико-экономического сравнения вариантов, возможное количество которых ограничено необходимостью соблюдения требований нормативных документов для обеспечения безопасности движения поездов с максимальными установленными скоростями. При этом соблюдение указанных требований оказывает существенное влияние на стоимость сооружения земляного полотна, которая составляет более 19 % от общей стоимости строительства ВСМ-2 (рис. 12).

## РАЗДЕЛ «ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ»

В мировой практике для строительства высокоскоростных магистралей применяются как балластное, так и безбалластное верхнее строение пути. Балластное предпочитают в европейских странах с относительно мягким климатом, небольшой амплитудой температур (Франция, Испания, Италия) и скоростями движения поездов до 320 км/ч. Безбалластное больше в доверии для скоростей движения до 350 км/ч в азиатских странах – Япония, Корея, Китай, а также в Германии. Опыт проектирования и строительства ВСМ в Китае показывает, что в клима-

тических условиях, схожих с трассой Москва–Казань, надёжна исключительно безбалластная конструкция.

В соответствии с СТУ-2 «Верхнее строение пути» [7] для главных путей ВСМ-2 с максимальной скоростью более 200 км/ч выбор типа конструкции БВСП в проектной документации определён с учётом следующих особенностей:

- эксплуатационные параметры БВСП должны обеспечиваться в диапазоне температур рельсов от  $-48^{\circ}\text{C}$  до  $+67^{\circ}\text{C}$ ;
- для устройства несущей конструкции следует применять бетон классом не ниже В40, маркой по водопроницаемости не ниже W8, по морозостойкости – не ниже F300;
- необходимо сохранить высокие температуры укладки для сокращения сроков строительства с соблюдением требований по безопасности, прочности, надёжности и ремонтпригодности.

Решение о применении конструктивного типа БВСП принималось на основании технико-экономического обоснования с учётом оптимизации стоимости жизненного цикла конструкции (п. 4.1.2 СТУ-2) [7]. В рамках такого обоснования в составе проектной документации представлен расчёт жизненного цикла для различных конструкций БВСП (рис. 7), а именно:

- двухсекционной монолитной (RHEDA 2000, LVT, Zublin);
- на сплошном подрельсовом основании неразрезного типа (B gl, CRTS II, PORR);
- на сплошном подрельсовом основании блочного типа (CRTS I, Shinkansen);
- на сплошном подрельсовом основании блочного типа (CRTS III, CRTS III RUS).





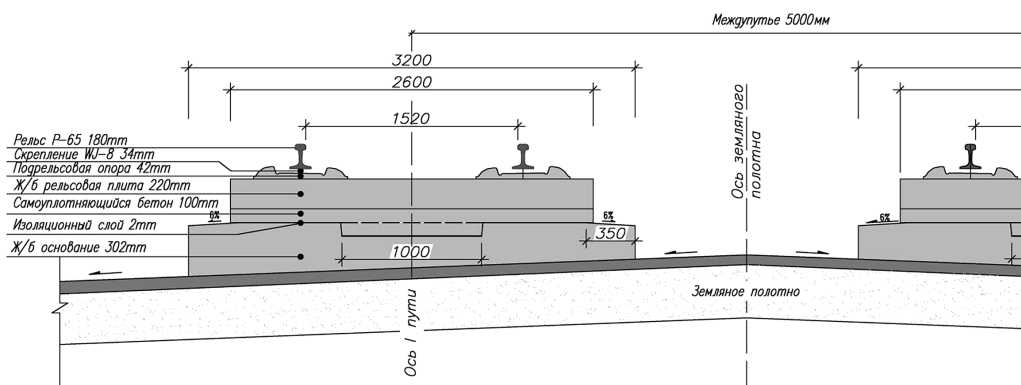


Рис. 8. Принятая конструкция БВСП – CRTS III RUS.

Таблица 2

Стоимость верхнего строения пути на перегонах для участков ВСМ-2

Наименование работ и затрат на участках	Ед. изм.	Длина участка	Сметная стоимость в базисном уровне цен, тыс. руб.	Расчётный показатель единичной стоимости, тыс. руб.		
				в базисном уровне цен 2000 г.	в уровне цен I кв. 2017 г.	
					Итого	в том числе на один путь
ст. Железнодорожная (искл.)–ст. Ногинск (искл.) ВСП на балласте для скоростей до 250 км/ч	1 км	29,01	175710	6057	48334	24167
ст. Ногинск (искл.)–ст. Орехово-Зуево (искл.) Безбалластное верхнее строение пути	1 км	32	650023	20313	162100	81050
ст. Орехово-Зуево (искл.)–км 97+580 Безбалластное верхнее строение пути	1 км	7,88	158035	20055	160041	80020
км 97+580 – ст. Петушки (искл.) Безбалластное верхнее строение пути	1 км	28,02	559518	19969	146570	73285
ст. Петушки (искл.)–ст. Владимир (искл.) Безбалластное верхнее строение пути	1 км	61,9	1269 060	20502	150483	75242

Таким образом, исходя из условий движения высокоскоростных поездов со скоростью до 400 км/ч, работы в холодной зоне, смешанного движения с разной нагрузкой от колёсной пары на рельсы, а также с учётом оптимизации стоимости жизненного цикла, в проектной документации ВСМ-2 Москва–Казань предусмотрено модернизированное БВСП на сплошном подрельсовом основании типа CRTS III RUS (рис. 8).

Выбор имеющихся в Российской Федерации сметных расценок для определения сметной стоимости БВСП весьма ограничен, однако анализ существующей в мире технологии производства работ, 3D-модели

конструкции БВСП и графическое моделирование этапов строительства позволили рассчитать стоимость укладки безбалластного верхнего строения пути ВСМ-2 и получить положительные заключения ведомственной экспертизы ОАО «РЖД» и ФАУ «Главгосэкспертиза России». Основные показатели стоимости представлены в таблице 2 как для участка с балластным ВСП для скоростей движения до 250 км/ч, так и для безбалластной конструкции.

Проектная документация ВСМ-2 Москва–Казань также получила положительные заключения по результатам проведения обязательного технологического

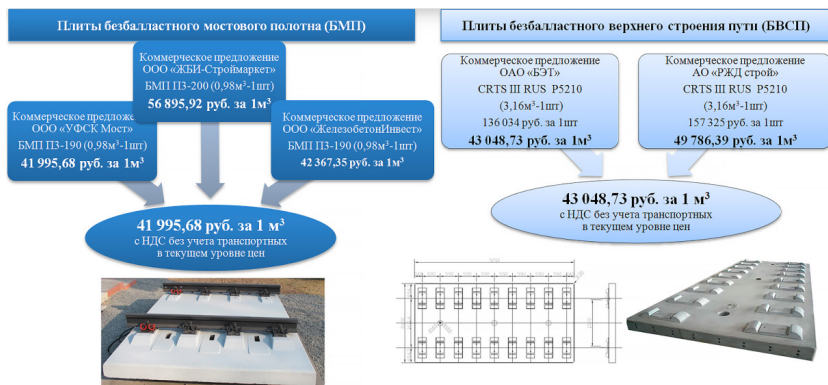


Рис. 9. Анализ-сравнение стоимости плит БВСП и БМП.

и ценового аудита (далее – ТЦА) и научно-методологического сопровождения (РУТ (МИИТ), ПГУПС).

В рамках подготовки сметных расчётов выполнен конъюнктурный анализ рынка, а также представлено сравнение стоимости плиты безбалластного верхнего строения пути типа CRTS III RUS с широко применяемой в мостостроении конструкцией плиты безбалластного мостового полотна (БМП) (рис. 9). Разница в стоимости относительно плит БМП – повод к модернизации производства для изготовления безбалластных плит верхнего строения пути.

## РАЗДЕЛ «ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ»

Это основной ценообразующий раздел проекта ВСМ-2 – его доля в сметной стоимости строительства составляет более 21 % (рис. 12). Наиболее частые на трассе искусственные сооружения – эстакадные мосты. Они используются не только в местах водотоков, но и заменяют высокие насыпи (выше 8–10 м).

В проекте ВСМ-2 Москва–Казань применяются нетривиальные для России решения по строительству искусственных сооружений, которые позволили типизировать технологические процессы и оптимизировать сметную стоимость:

- разработаны унифицированные конструкции балочных пролётных строений коробчатого типа под два железнодорожных пути (расстояние между ними 5000 мм) из преднапряжённого железобетона полной длиной 23,6 и 34,2 м;
- предусмотрено создание полигонов для изготовления балок, исходя из наличия естественных препятствий и рационально-

го расстояния транспортировки конструкций по подготовленному земляному полотну ВСМ;

- в проектное положение пролётные строения устанавливаются специальными консольно-шлюзовыми агрегатами на пневмоколёсном ходу грузоподъёмностью 900 т.

В процессе разработки проектной документации был выполнен сравнительный анализ удельной стоимости строительства одного погонного метра мостов/эстакад на стадии обоснования инвестиций, по проектной документации ВСМ-2, объектов-аналогов в Китае и Франции (рис. 10).

Предложенные в проектной документации организационно-технологические схемы производства работ позволяют сократить сроки строительства и оптимизировать сметную стоимость железнодорожных мостов/эстакад относительно стадии обоснования инвестиций. Дальнейшая доводка на стадии строительства технологии производства работ может способствовать переходу на инновационный «эстакадный метод» строительства ВСМ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокоскоростная железнодорожная магистраль Москва–Казань уникальный, технически сложный, первый в России инфраструктурный проект такого уровня. Соблюдение требований технического задания, нормативных документов и применение передового опыта зарубежных стран оказывают определяющее влияние на сметную стоимость строительства. В сравнении с железными дорогами общей сети со скоростями движения поездов до 200 км/ч в проекте ВСМ-2 значительно



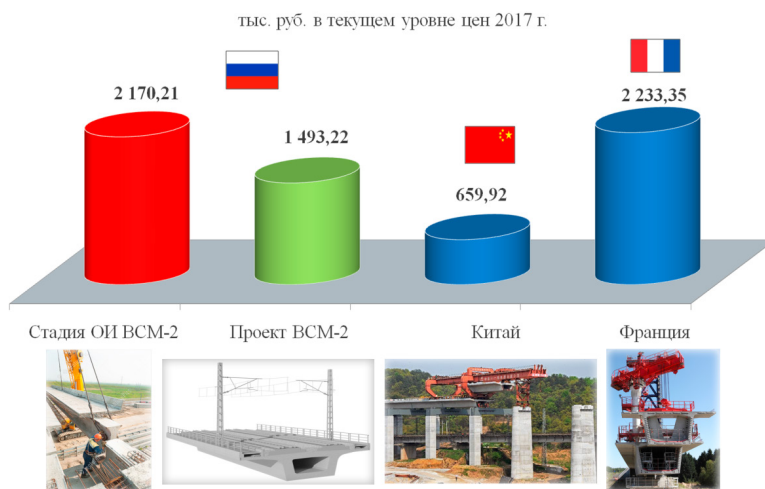


Рис. 10. Средняя стоимость строительства 1 погонного метра железнодорожных мостов VSM.

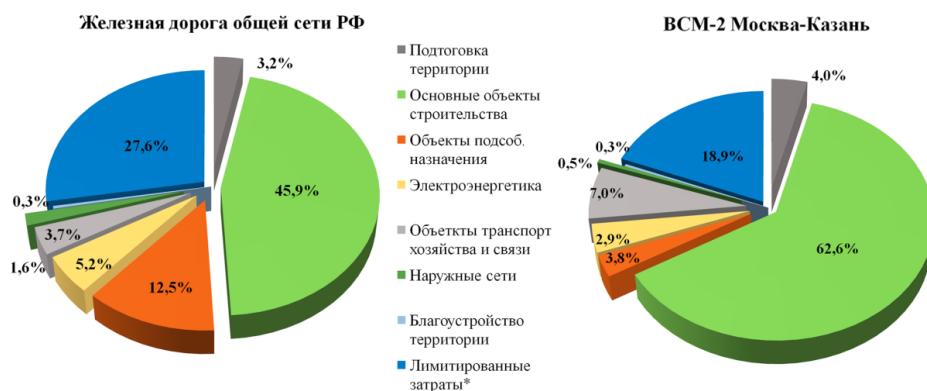


Рис. 11. Структура стоимости строительства железных дорог общей сети и VSM-2 в разрезе сводного сметного расчёта.

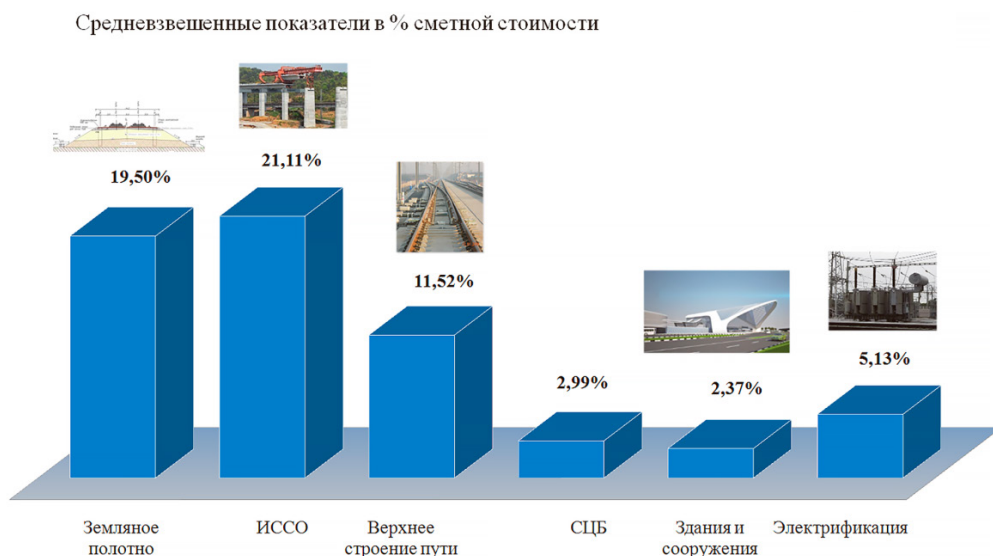
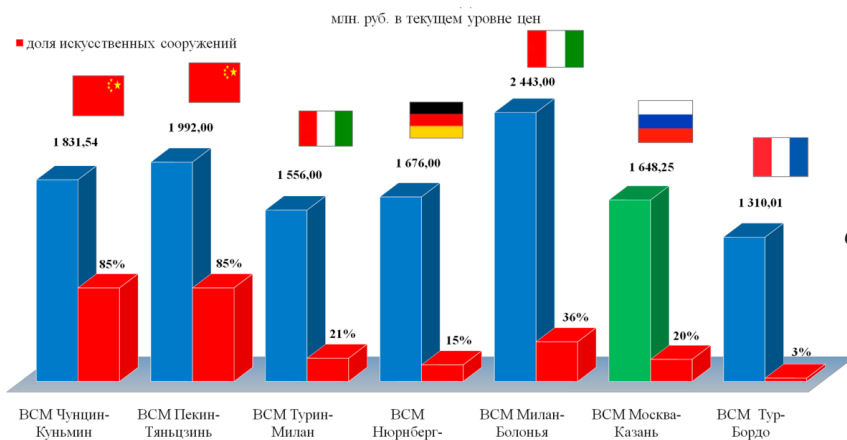


Рис. 12. Стоимость строительства основных объектов VSM-2.



**Рис. 13.**  
Сопоставительный анализ стоимости 1 км ВСМ.

выше доля основных строительных объёмов (более чем на 36%) (рис. 11, 12).

Удельная стоимость строительства 1 км по проектной документации ВСМ-2 сопоставима и сопоставима с мировыми объектами-аналогами (рис. 13). При этом существует объективная и обоснованная возможность снижения стоимости строительства мостов и уменьшения размера затрат на устройство безбалластного верхнего строения пути (в частности, относительно аналогичных объектов Китая).

На сегодняшний день определить окончательную совокупную стоимость реализации проекта невозможно (не определены затраты на подвижной состав, эксплуатационные расходы), но уже сейчас можно достоверно ответить «почему столько?». Представленные данные подтверждают, что стоимость проектных решений при повышении скорости движения поездов более чем на 200 км/ч взаимосвязана от повышения требований к безопасности и бесперебойности движения высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Проект ВСМ-2 определённо «вызов» и для строительного комплекса страны. Применение современных инновационных технологий в строительстве невозможно без повышения уровня механизации и автоматизации производства и, как следствие, ускоренного его развития и расширения. Международный опыт показывает, что строительство и эксплуатация ВСМ

«тянет» за собой прогресс всего промышленного комплекса страны и доказывает коммерческую перспективу движения поездов со скоростями свыше 250 км/ч.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Киселёв И. П. Полвека высокой скорости // Железные дороги мира. – 2015. – № 2. – С. 70–77.
2. Постановление правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» // Минстрой России. [Электронный ресурс]: <http://www.minstroyrf.ru/docs/535/>. Доступ 01.06.2018.
3. СП 238.1326000.2015 Железнодорожный путь // Сервисный центр железнодорожного транспорта. [Электронный ресурс]: <http://sczdt.ru/normativnyue-dokumenty/>. Доступ 01.06.2018.
4. СП 41.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.06.08-87 // Минстрой России. Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве. [Электронный ресурс]: <https://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-constuction/formulary-list/?s=41>. Доступ 15.06.2018.
5. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84 // Минстрой России. Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве. [Электронный ресурс]: <https://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-constuction/formulary-list/?s=34>. Доступ 15.06.2018.
6. Бучкин В. А., Дюкарев Л. А. Методика расчёта строительной стоимости // Мир транспорта. – 2012. – № 6. – С. 86–92.
7. Специальные технические условия «Проектирование участка Москва–Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва–Казань–Екатеринбург со скоростями движения до 400 км/ч. Актуализированные в 2017 году» // АО «Скоростные магистрали». [Электронный ресурс]: <http://www.hsrail.ru/information/documents/docs/>. Доступ 11.06.2018.

Координаты авторов: Дюкарев Л. А. – DjukarevLA@yandex.ru, Рыжик Е. А. – CatRyzhik@yandex.ru. ●  
Статья поступила в редакцию 01.07.2018, принята к публикации 09.08.2018.

**Редакция напоминает, что вся интерпретация фактов и выводов относится исключительно к сфере ответственности авторов.**

