



**Президиум Экспертного совета по технической политике в области проектирования, строительства и эксплуатации высокоскоростных железнодорожных магистралей в Российской Федерации.**

**Заседание 05.04.2018 «О выработке консолидированной позиции в вопросах научно-технического сопровождения проектирования и строительства ИССО в рамках реализации проекта VSM Москва-Казань»**

**Доклад**

**«Проектные решения ИССО VSM Москва-Казань. Предложения экспертному сообществу по научно-техническому сопровождению разработки рабочей документации и строительства в целях детализации и уточнения проектной документации и возможной оптимизации конструктивных и технологических решений»**

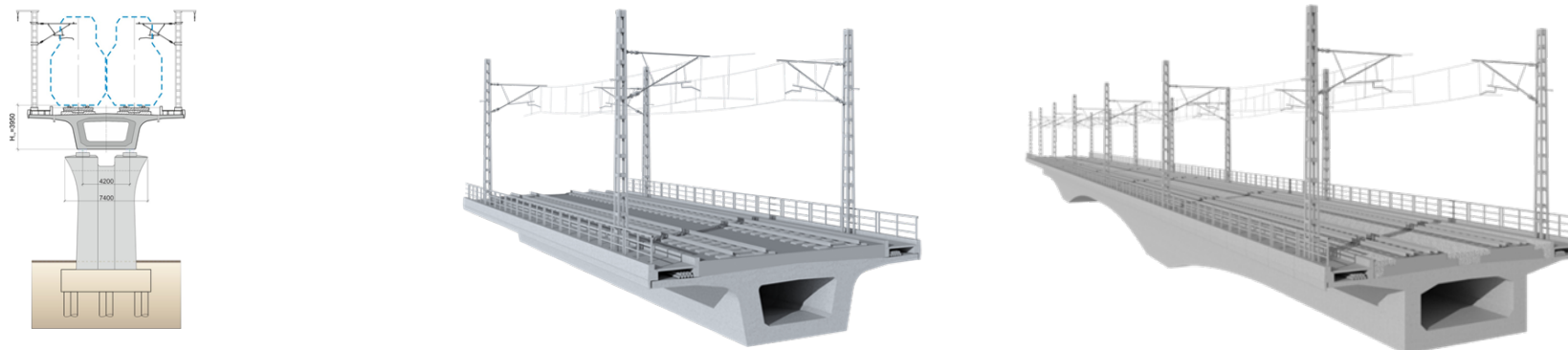


**ИНСТИТУТ  
ГИПРОСТРОЙМОСТ**  
ОСНОВАН В 1945



## ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ВСМ МОСКВА–КАЗАНЬ.

Для путей главного направления разработана проектная документация унифицированных конструкций искусственных сооружений: 11 типоразмеров железобетонных и сталежелезобетонных пролетных строений для движения при скоростях до 350 км/ч; шаровые опорные части для пролетных строений всех типов; 5 типовых конструктивных решений опор эстакад для схем мостов с пролетными строениями 34,2 и 23,6 м и типовое решение устоя эстакад.



На участке главного пути км 330 – км 770, запроектированы мостовые сооружения общей протяженностью 104 265,4 пог. м, из которых с использованием унифицированных конструкций 102 448,0 пог. м. (98%) Использовано пролетных строений: L = 23,6 м – 56 шт; L = 33,4 м – 2 727 шт; L = 50,0 м – 87 шт; L = (16 + 22 + 16) – 6 шт; L = (40 + 66 + 40) – 3 шт; L = (58 + 110 + 58) – 1 шт.

Участки мостов в русловой части крупных рек и на пересечении с автодорогами федерального значения запроектированы индивидуальными, что вполне соответствует особенностям трассы ВСМ 2 и значимости пресекаемых ею препятствий: судоходных рек Клязьмы, Суры, Оки, Волги и автомагистрали М-7 «Волга».

ФРАГМЕНТ ТАБЛИЦЫ ИССО УЧАСТКА КМ 330 – КМ 770

№	ПК	Схема мостового сооружения, м	Полная длина мостового сооружения, м	УК 34,2	УК 23,6	УК 50	УК 58+110+58	УК 40+66+40	УК 16+22+16	Путепроводы рамного типа	Индивидуальные пролетные строения	Тоннель на 634 км
1	3303+88,00	5x34,2	183,72	5								
2	3316+06,20	8x34,2	286,54	8								
159	7582+72,00	(25+50+25)+2x34,2	192,20	2							1	
160	7607+04,00	25x34,2+9x23,6+12x34,2	1 494,50	37	1							
		Общая длина ИССО на этап	29 295,6	Итого: 700	26	62	0	2	3	2	5	
		Итого по этапам 6, 10 и 12		<b>2 727</b>	<b>56</b>	<b>87</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1</b>

**ВСЕГО ВСМ (текущая ситуация)**

**По главным путям на участке высокоскоростного движения: 234 мостовых сооружений.**

**Промежуточных опор – 3921; устоев 468; свай 30913; пролетных строений - 4194**

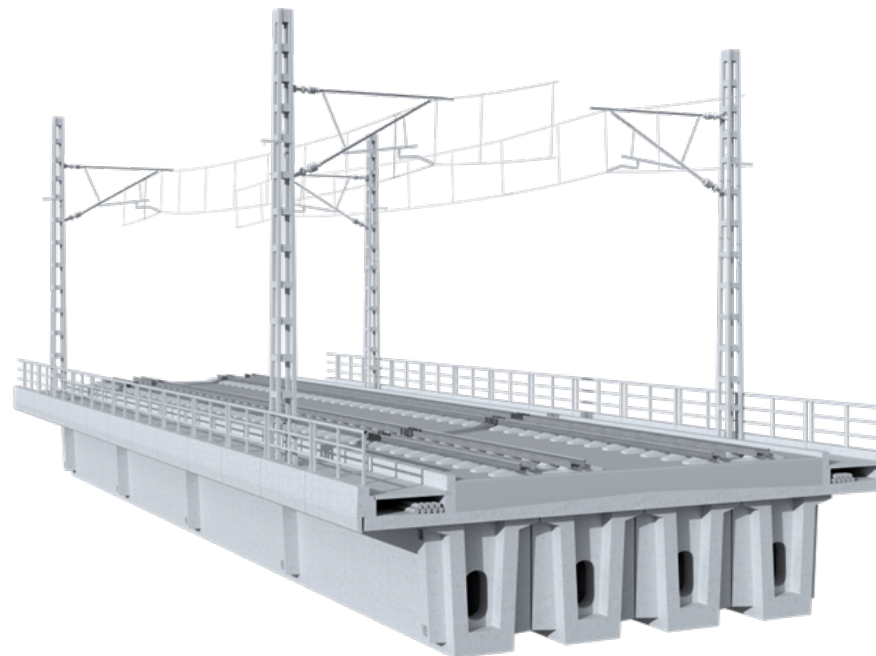
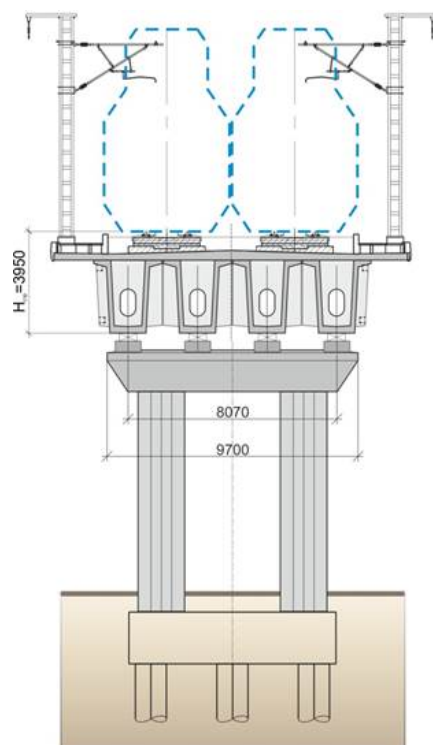


## ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ВСМ МОСКВА –КАЗАНЬ.

Разработана проектная документация для искусственных сооружений с применением унифицированных конструкций, учитывает производство балок пролетных строений в условиях полигонов, технологии их доставки и монтажа в проектное положение специализированными транспортными и монтажными агрегатами.

Основу конструкций искусственных сооружений по всей трассе составляют типовые коробчатые балки длиной **34,2 м**, они составляют **87%** от всей протяженности искусственных сооружений, производство их планируется на 14 полигонах изготовления мостовых конструкций.

По согласованному Заказчиком предложению потенциальной подрядной организации разработана документация **сборно-монолитных пролетных строений 34,2 м**, промежуточных опор и устоя (шифр 25.15-ТКР-УК400). Документация представлена консорциуму для принятия решения о включении ее в материалы проекта в качестве расширения линейки унифицированных конструкций ИССО. До настоящего времени **решения не принято**.





## О ВЫРАБОТКЕ ПОЗИЦИИ В ВОПРОСАХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ИССО

Разработка проектной документации на большое число реальных сооружений выявила ряд системных вопросов, на которые необходимо обратить внимание Экспертного совета.

В разработанной документации сметная стоимость свайных оснований фундаментов опор мостовых сооружений составляет, как правило, **25-35%** от общей стоимости сооружения. Общее количество свай в фундаментах мостовых сооружений линейной части ВСМ на высокоскоростном участке – **30913**.

Имеется определенный потенциал для оптимизации проектных решений фундаментов опор. Для его реализации необходимо выполнение исследований и испытаний, поведение которых рационально осуществлять в процессе строительства.

Выявлен ряд системных проблем при проектировании фундаментов опор мостовых сооружений, связанных с жесткими требованиями обеспечения величины осадок в процессе эксплуатации не более 20 мм для устройства безбалластной конструкции верхнего строения пути.

При проектировании свайных оснований опор мостовых сооружений необходимо руководствоваться действующим Сводом правил СП 24.1330.2011 «Свайные фундаменты» (в редакции с Изменением №1, вступившем в силу с 01.07.2017 г.). Положения данных норм не в полной мере учитывают жесткие требования по осадкам опор мостовых сооружений ВСМ, в том числе:

- не учитывают повышенные требования к необратимым деформациям конструкции верхнего строения пути (осадкам) в процессе эксплуатации;
- не отражают особенности конструктивных решений участков земляного полотна повышенной и переменной жесткости перед устоями.



## О ВЫРАБОТКЕ ПОЗИЦИИ В ВОПРОСАХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ИССО

Дополнительного изучения с привлечением экспертного сообщества и научно-исследовательских организаций требуют следующие вопросы:

- ❑ Разработка методики расчета осадки свайных фундаментов опор, учитывающая консолидацию, в том числе в строительный период.
- ❑ Разработка методики проектирования устоев с учетом взаимодействия с участками подходной насыпи, в том числе негативного трения в сваях.
- ❑ Разработка методики проектирования фундаментов опор с учетом конструктивной защиты на площадках, подверженных карстово-суффозионным процессам (учет сил, возникающих при образовании карстового провала).

На строительной стадии реализации проекта ВСМ, представляется необходимым рассматривать возможность оптимизации проектных решений.

Для подтверждения принимаемых решений и создания доказательной базы обоснования вносимых в проектную документацию изменений **необходимо проведение исследований, выполнение которых возможно в процессе строительства объектов.** Такие испытания и исследования, как правило, выполняются **в рамках научно-технического сопровождения строительства** особо сложных объектов.

**Предлагается включить в программу научно-технического сопровождения следующие направления:**





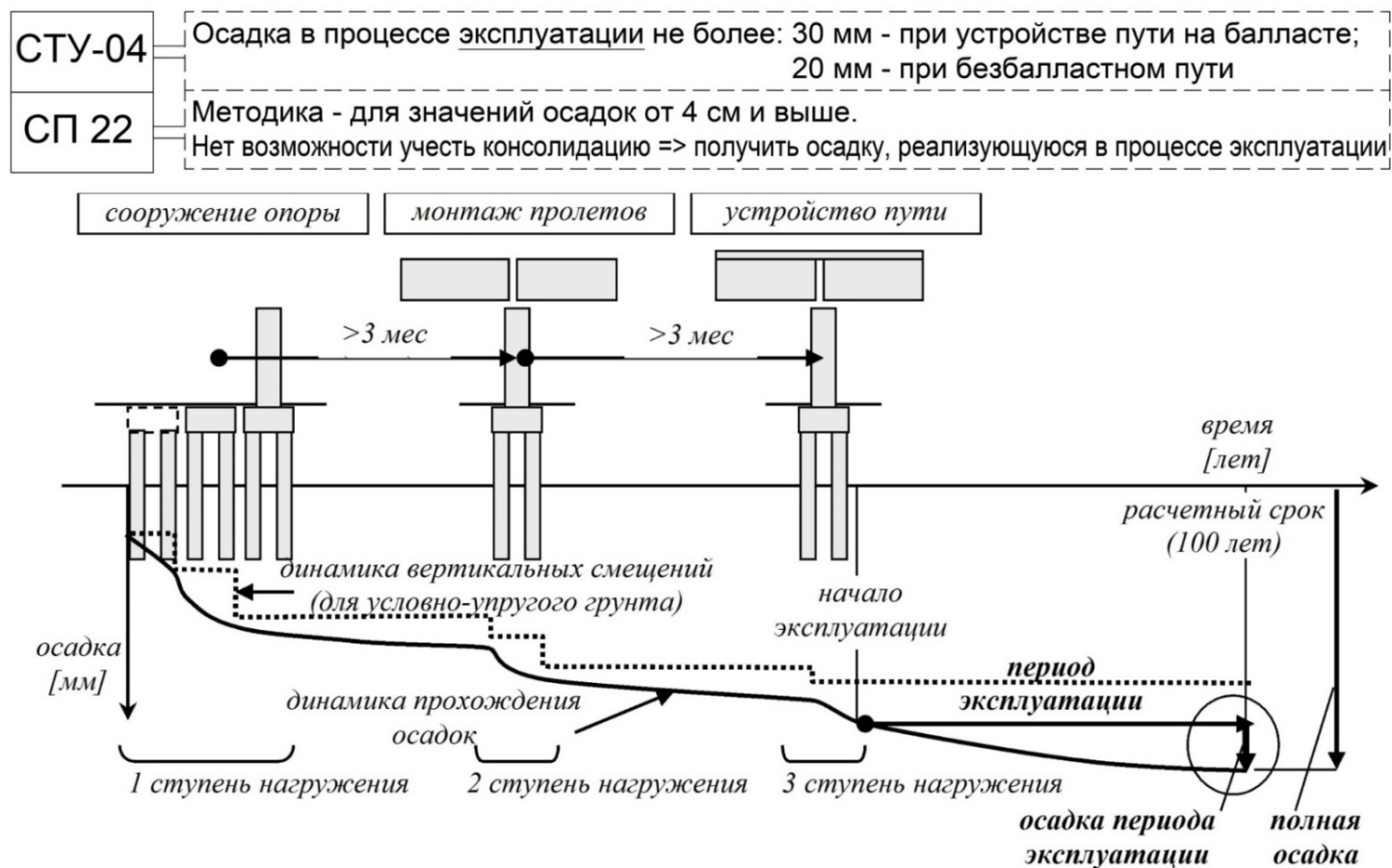
## I. ОСАДКИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ОПОР ВСМ С УЧЕТОМ ВРЕМЕНИ КОНСОЛИДАЦИИ

В СТУ-4 приняты жесткие требования по осадкам опор. Для безбалластного пути осадка не может превышать 20 мм за период эксплуатации сооружения.

Это не полная осадка, а та ее часть, которая будет происходить после сооружения мостового полотна. Именно она будет влиять на эксплуатационные свойства сооружения.

Зная последовательность нагружения (планируемый срок и значение приложенной нагрузки) и характеристики грунтов, требуется оценить, какая часть осадки пройдет к началу эксплуатации, а какая будет продолжаться в процессе эксплуатации.

Пользуясь методикой, заложенной в нормах СП 24 «Свайные фундаменты» и СП 22 «Основания зданий и сооружений», можно получить только полное значение осадки за весь период жизни сооружения.





## I. ОСАДКИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ОПОР ВСМ С УЧЕТОМ ВРЕМЕНИ КОНСОЛИДАЦИИ

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОТЧЕТА НИИОСП

По заказу Гипростроймост, НИИОСП выполнены расчеты прогноза развития осадок во время строительства и на стадии эксплуатации для трех мостов.

Выполнены расчеты одной промежуточной опоры и одного устоя. В песках большая часть осадки проходит до начала эксплуатации. В глинах консолидация не заканчивается даже через 100 лет, но **30 – 40% полной осадки реализуется до начала эксплуатации.**

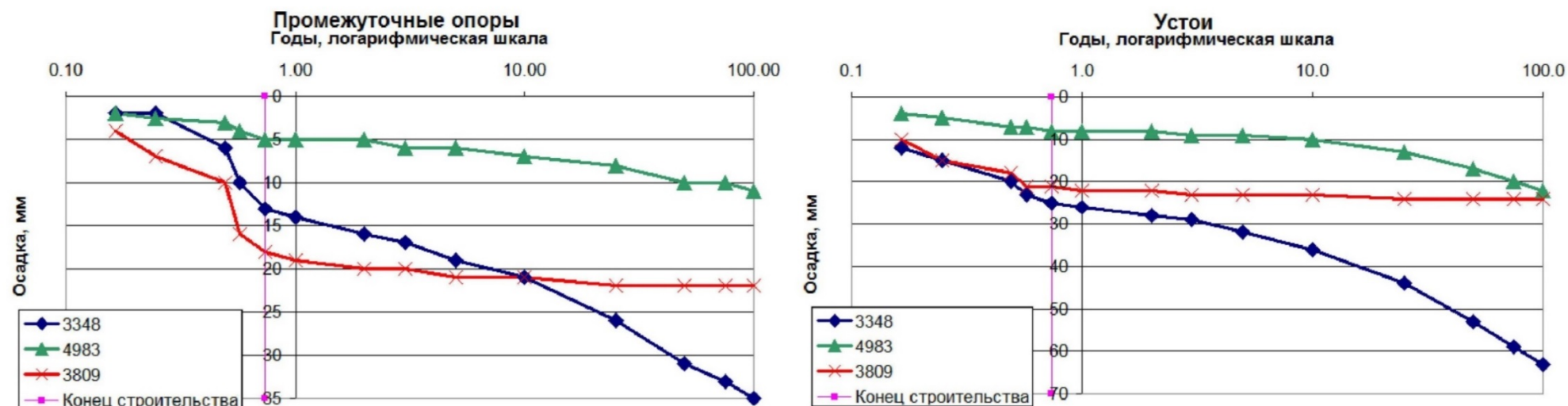
Учет реальной величины осадок на строительной стадии может позволить снизить объемы работ и затраты на сооружение фундаментов опор.

Имея данные только для некоторого числа опор, невозможно дать корректные рекомендации по расчету осадок опор любого типа для различных грунтовых условий и при разных вариантах последовательности сооружения объекта (этапности нагружения опор).

		ПК 3348	ПК 3809	ПК 4983
Основание свай		Глины	Пески, подстилаемые глинами	Глины
Промежуточная опора	Осадка за 100 лет	3,5 см	2,2 см	1,1 см
	Осадка за период эксплуатации	2,2 см 63%	0,4 см 18%	0,6 см 55%
Устой	Осадка за 100 лет	6,3 см	2,4 см	2,2 см
	Осадка за период эксплуатации	3,7 см 59%	0,3 см 12%	1,4 см 64%

### Требуется методика, позволяющая выполнять прогноз развития осадок.

Разработка методики должна базироваться не только на теоретических исследованиях, **но и результатах натурных испытаний сооружений в рамках научно-технического сопровождения** строительства. Это подтверждается и выводами НИИОСП – автора норм проектирования свайных оснований, оценивающего постановку задачи достижения осадок 20 мм в процессе эксплуатации как чрезвычайно сложную.





## II. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТОЕВ С УЧЕТОМ УЧАСТКОВ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

Конструкция устоя моста имеет ряд специфических особенностей.

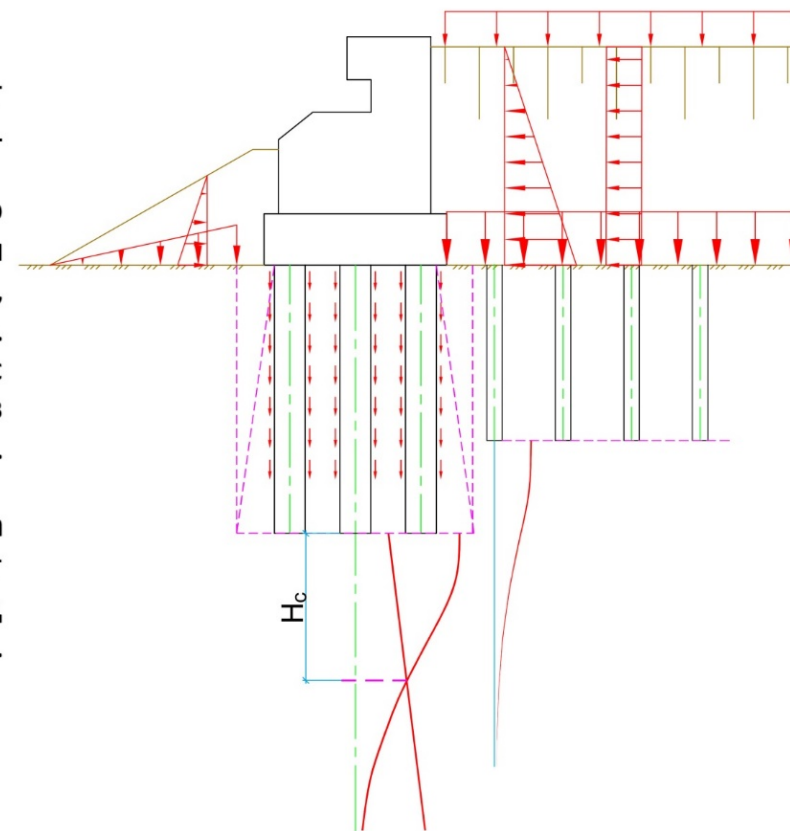
Они обусловлены - примыканием участка переменной жесткости на сопряжении земляного полотна и устоя моста со своими особыми характеристиками. В некоторых случаях грунт основания под насыпью дополнительно укрепляется сваями.

Высота насыпи может достигать 11 м. Высокие насыпи создают существенную добавку к осадке фундамента и добавляют нагрузку на сваю в виде негативного трения.

Необходим комплексный подход к решению проблемы:

- корректное определение вертикальных и горизонтальных нагрузок от переходного участка насыпи
- расчет осадки фундамента с учетом фактора времени
- учет негативного трения при расчетах по I группе предельных состояний;
- более точный учет параметров свайного основания при расчете общей устойчивости.

1. Определение нагрузок на устой от переходных участков насыпи.
2. Расчет осадки свайного фундамента устоя с учетом влияния подходной насыпи, в том числе, укрепленной свайным основанием. Осадку следует определять с учетом консолидации грунтов в строительный период.
3. Учет негативного трения на боковой поверхности свай от осадки околосвайного грунта под весом отсыпанной насыпи.







## II. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТОЕВ С УЧЕТОМ УЧАСТКОВ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

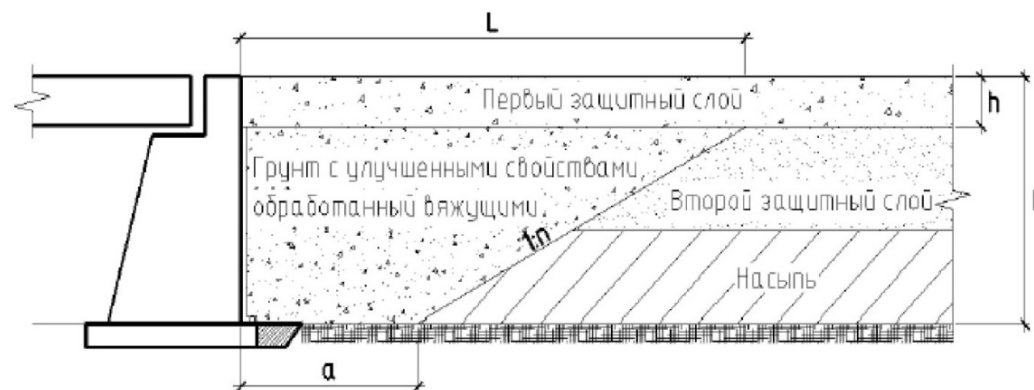
### 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА УСТОЙ ОТ ПЕРЕХОДНЫХ УЧАСТКОВ НАСЫПИ

Переходные участки насыпи, в соответствии с СТУ-3, проектируются из грунта, укрепленного вяжущими.

Такой грунт имеет улучшенные свойства, в частности, модуль деформации не менее 100 МПа. Горизонтальное давление от такой насыпи будет отличаться от принятых в нормах для обычных условий.

Для уточнения нагрузок на устои требуется: нормативные и расчетные характеристики этого грунта; методика приложения давления и стабильность этого давления во времени, зависимость от температуры; уточнение коэффициента надежности для нагрузки от давления насыпи.

Недостаточность расчетных характеристик и отсутствие выверенных методик расчетов ведет к необходимости учета наиболее неблагоприятных сочетаний, когда совместная работа устоя и укрепленного участка подходной насыпи рассчитываются как на случай их раздельной работы (отсутствия горизонтальной составляющей), так и на возможность возникновения горизонтальных нагрузок от давления насыпи на тело устоя. Как следствие - значительное увеличение объемов работ и затрат на сооружение фундаментов устоя

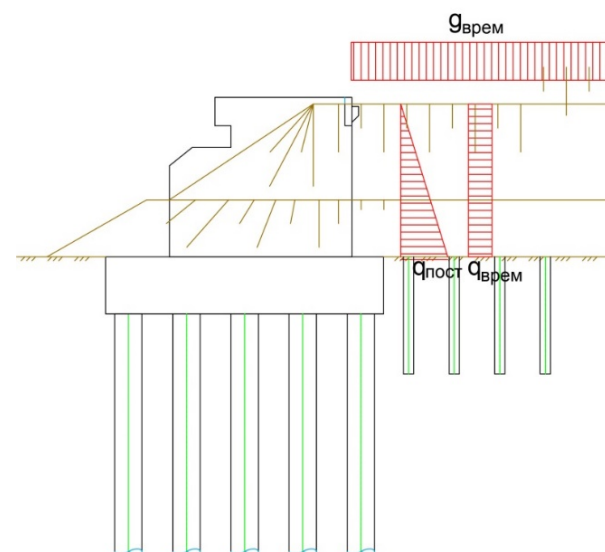


СТУ-03:

$$L = a + (H - h) \cdot n \geq 20 \text{ м}$$

$$a = 5 \text{ м}$$

$$n = 3$$



Обычная насыпь

$$\gamma = 1.8 \text{ т/м}^3$$

$$\varphi = 35^\circ$$

$$K_a = \text{tg}^2(45 - \varphi/2)$$

$$\gamma_f = 1.4$$

$q_{\text{пост}}$  - горизонтальное давление от веса грунта насыпи

$q_{\text{врем}}$  - горизонтальное давление от временной нагрузки на насыпи

$\gamma$  - объемный вес грунта насыпи

$\varphi$  - угол внутреннего трения грунта насыпи

$K_a$  - коэффициент бокового давления грунта

$\gamma_f$  - коэффициент надежности по нагрузке

Насыпь из укрепленного грунта

Методика - ?

Характеристики

грунта - ?



## II. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТОЕВ С УЧЕТОМ УЧАСТКОВ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

### 2. РАСЧЕТ ОСАДКИ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА УСТОЯ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПОДХОДНОЙ НАСЫПИ, С УЧЕТОМ КОНСОЛИДАЦИИ ГРУНТОВ В СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

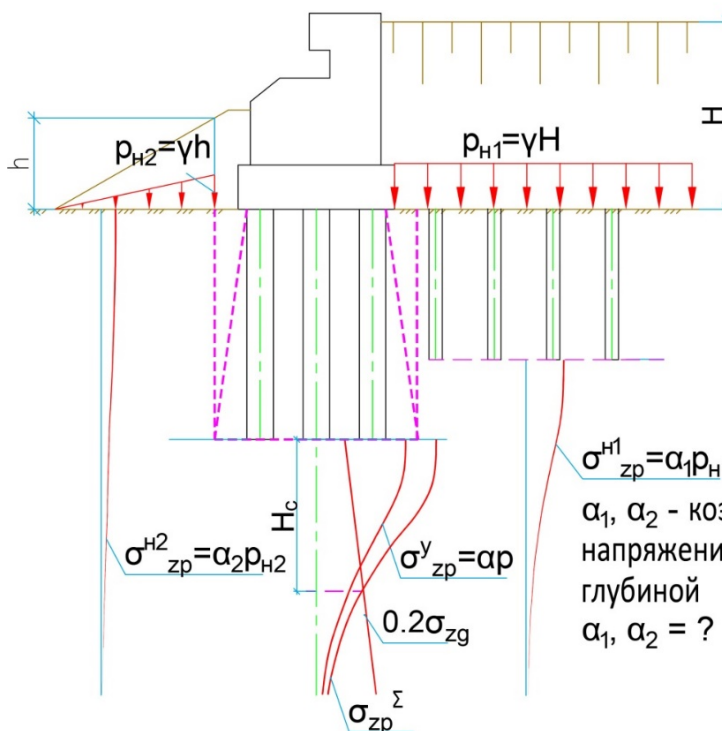
Жесткие ограничения осадок в процессе эксплуатации требуют учета консолидации грунтов. Кроме того, расчет осадок устоев имеет свои особенности, связанные с наличием подходной насыпи.

Приложение 5 СП 35.1330.2011 «Мосты и трубы» рекомендует учитывать дополнительное давление на основание условного фундамента при высоте насыпи более 12 м.

Соответственно, таблицы для расчета приводятся в СП 35 для насыпей высотой от 10 м. Требуемая точность при ограничениях осадки в 20 мм вынуждает учитывать насыпи любой высоты.

Кроме того, в СП 35 нет указаний на то, каким принимать коэффициент рассеивания ниже подошвы условного фундамента.

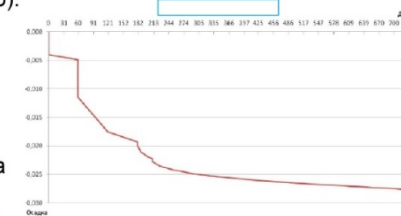
**Требуется методика расчета осадки на период эксплуатации с учетом дополнительного давления от веса насыпи произвольной высоты, в том числе на свайном основании.00**



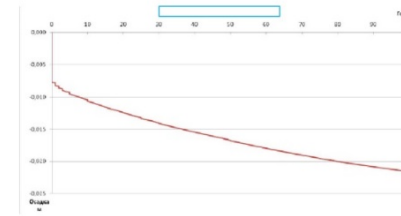
Этапы строительства (ориентировочно):

1. Сооружение свай - 20 дней
2. Разработка котлована - 5 дней
3. Сооружение плиты ростверка - 10 дней
4. Сооружение тела устоя - 20 дней
5. Обратная засыпка пазух котлована - 5 дней
6. Сооружение насыпи подходов - 30 дней
7. Выдержка - 90 дней
8. Монтаж пролетного строения - 1 день
9. Выдержка - 30 дней
10. Устройство мостового полотна и ВСП - 60 дней

Осадка устоя (2 года)



Осадка устоя (100 лет)



$\sigma_{zp}^{H1} = \alpha_1 p_{H1}$   
 $\alpha_1, \alpha_2$  - коэффициенты рассеивания напряжений от веса насыпи в грунте с глубиной  
 $\alpha_1, \alpha_2 = ?$

Цель расчета - получение значений осадки свайного фундамента устоя с момента устройства верхнего строения пути.



### III. УЧЕТ НЕГАТИВНОГО ТРЕНИЯ НА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ СВАЙ ОТ ОСАДКИ ПОД ВЕСОМ НАСЫПИ

Фундаменты устоев мостов сооружаются до возведения насыпи.

Необходимо учитывать отрицательное трение от смещения вниз грунта около свай. Раздел СП 24 «Свайные фундаменты», касающийся расчета негативного трения, вызывает много вопросов.

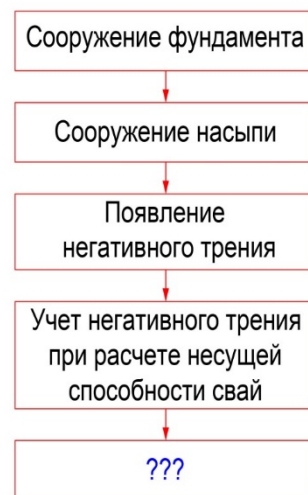
Это подтверждают примеры расчетов, приведенные в Руководстве по проектированию свайных фундаментов, где определяется нагрузка на куст свай и трение приложено по внешнему периметру куста.

В то же время, формулировка «несущая способность сваи» используемая в этом разделе СП, требует учета негативного трения при расчете несущей способности не только условного фундамента, но и отдельной сваи.

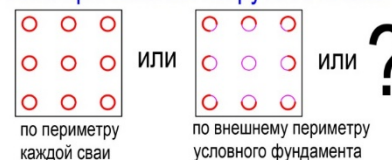
Отсюда вопросы:

- ❑ Как прикладывать нагрузку при расчете несущей способности сваи?
- ❑ Какие из коэффициентов к этой нагрузке применять?
- ❑ До какой глубины негативное трение учитывать?
- ❑ Как следует учитывать укрепления основания насыпи сваями?

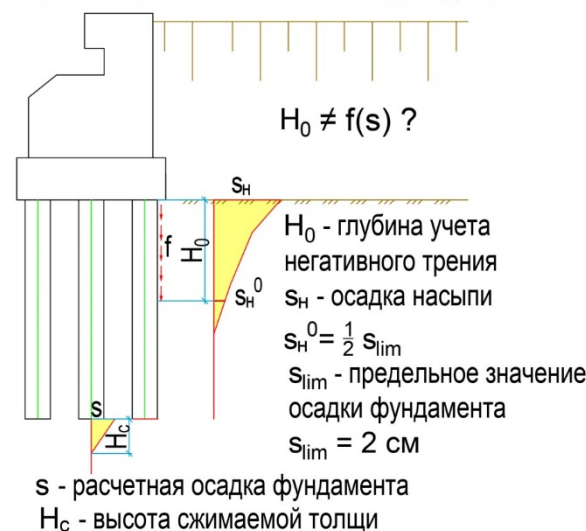
**Требуется уточнить методику расчета негативного трения.** А если в уточненном варианте потребуются сравнение скоростей осадки фундамента и насыпи, получить приемлемый для практической реализации способ такого сравнения



#### 1. Зона приложения нагрузок в плане



#### 4. Отсутствие зависимости значения негативного трения от реального значения осадки фундамента

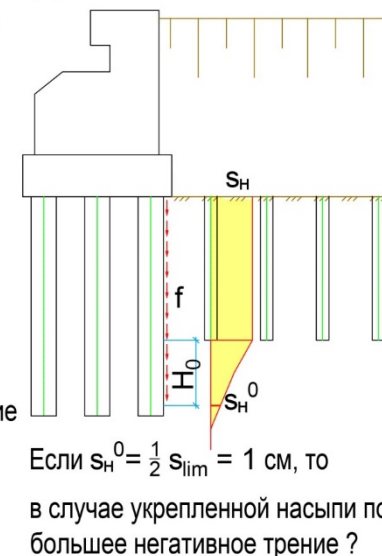


#### 2. Применение коэффициентов к нагрузкам

$$\gamma_n, \gamma_{c,g}, \gamma_c, \gamma_{R,f} - ?$$

#### 3. Методика расчета осадки грунта насыпи

#### 5. Учет негативного трения в случае насыпи, укрепленной свайным основанием







## IV. НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТЫ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ КАРСТОВОГО ПРОВАЛА

На трассе ВСМ есть много участков с повышенной карстовой опасностью.

СТУ-4 допускает применение на таких участках буронабивных свай с жесткой заделкой в ростверк. При этом считается, что свая с «повисшим» на ней грунтом остается висеть на ростверке, создавая дополнительную нагрузку.

Как правильно учитывать эту нагрузку, какой объем грунта брать, учитывать ли одновременно негативное трение при расчете оставшихся свай, какие коэффициенты сочетаний брать для нагрузок, действующих совместно с карстом?

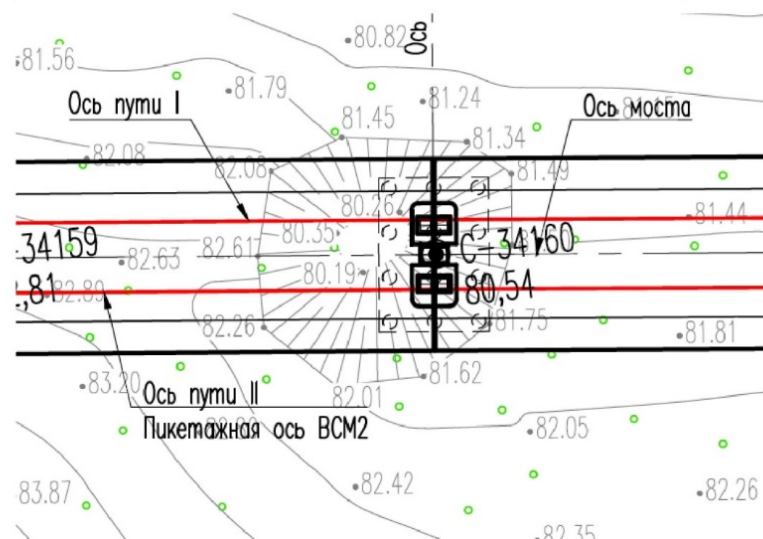
Кроме того, основным параметром при расчете является площадь карстового провала. Она зависит от размеров и пропорций фундамента в плане. То есть, варьируя конструктивные решения фундаментов, проектировщик должен понимать, как влияет изменение размеров фундамента и, возможно, длины свай на площадь провала.

### Исходные данные:

1. Расчетная площадь ослабления карстового провала  $S_d$
2. Геология (разрез, скважина, расчетные характеристики грунтов)
3. Конструкция фундамента
4. Проектные нагрузки на фундамент

### Требуемые результаты:

1. Дополнительная расчетная нагрузка на ростверк при образовании карстового провала
2. Коэффициенты сочетаний для нагрузки от карста и учитываемых одновременно с ней нагрузок
3. Влияние размеров и пропорций фундамента в плане, а также заглубления свайного фундамента (положение подошвы свай относительно закарстованных пород) на  $S_d$



	С учетом карста	Без учета карста
ПК 7290 Опора 6 молодая карстово-суффозионная воронка № 1882		
d свай	1,2 м	1,5 м
L свай	40,5 м	27,5 м
n свай	12 шт.	8 шт.
V бетона свай	550 м <sup>3</sup>	389 м <sup>3</sup>



ПОМИМО БОЛЬШОЙ ГРУППЫ ВОПРОСОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРОЕКТИРОВАНИЕМ ФУНДАМЕНТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ НЕОБХОДИМЫМ ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПО СЛЕДУЮЩЕЙ ТЕМАТИКЕ:

- V. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАКАЗЧИКОМ КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАТУРНОЙ СВАИ НА ПРИПОСТРОЕЧНОЙ СТАДИИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ, В ТОМ ЧИСЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ОСТЕРБЕРГА
- VI. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕСТКОСТИ БАЛЛАСТНОГО И БЕЗБАЛЛАСТНОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ВСМ.
- VII. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ КРИТЕРИЯ ПО ЧАСТОТАМ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ НЕРАЗРЕЗНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ВСМ.
- VIII. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ КРИТЕРИЕВ КОМФОРТНОСТИ, КАК ДЛЯ ВСЕЙ ТРАССЫ ВСМ, ТАК И ДЛЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ.





## IX. ВОЗДЕЙСТВИЕ БОКОВОГО ВЕТРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ВСМ

СТУ-4 не нормируют зависимость скорости движения высокоскоростного поезда от величины бокового ветра. **Данный параметр в зарубежной практике устанавливается на ранней стадии анализа района проектируемой ВСМ в зависимости от характеристик подвижного состава, планируемого к эксплуатации линии.**

Учет возможных ограничений скорости движения по проектируемым мостам в значительной мере **оказывает влияние на конструктивные, объемные и стоимостные показатели объектов.**

Отсутствие данных по параметрам подвижного состава и возможным ограничениям скорости их движения по мостам проектируемой ВСМ может привести к заведомо завышенным требованиям.

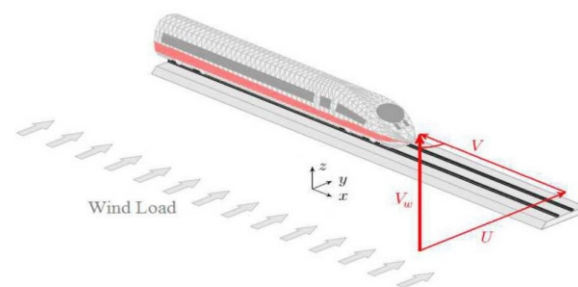
**Требуется проведение научно-исследовательских работ по оценке воздействия бокового ветра на безопасность движения поездов ВСМ с учетом их взаимодействия с насыпями и с мостовыми сооружениями:**

а) определение поведения подвижного состава при воздействии бокового ветра, а также построение диаграмм ветровых характеристик (какая скорость ветра в основном допустима для подвижного состава для каждого состояния его движения).




б) локальное определение допустимой величины скорости ветра (насколько велика допустимая величина скорости ветра при движении поезда в конкретной точке железнодорожной линии);

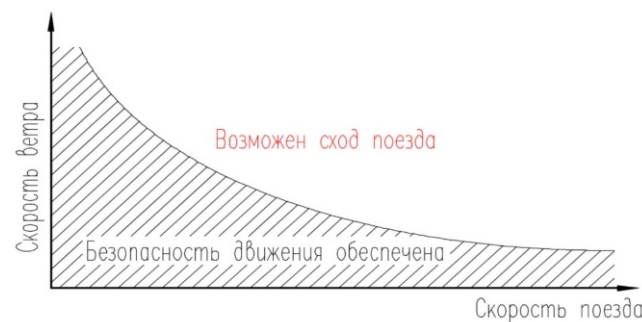
в) метеорологические исследования для определения частоты возникновения сильного ветра в конкретной точке железнодорожной линии. (Как часто скорость ветра достигает максимально допустимого значения).

г) увязать графики движение поездов на конкретных участках магистрали и разработать комплекс мероприятий по управлению движением при разных сценариях (скорость ветра до  $V_1$  м/с – движение без ограничений, скорость более  $V_2$  м/с - снижение скорости до  $U$  км/ч).



Определение допустимой скорости поперечного ветра для подвижного состава при конкретных условиях движения. Построение кривых зависимости скорости поезда от скорости ветра.

-  насыпь
-  эстакады
-  внеклассные сооружения



Пример кривой зависимости скорости поезда от скорости ветра

Определение вероятности превышения допустимой для поезда скорости ветра на каждом участке линии.





## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На стадии разработки рабочей документации оптимизация технических решений, принятых на стадии разработки проекта, возможна только с условием последующей повторной экспертизы проектной документации, вне зависимости от того, улучшаются или ухудшаются технико-экономические показатели проекта даже при неизменных основных его параметрах.

Это ограничивает возможности заказчика распорядиться дополнительными возможностями, оптимизировать проектные решения – на стадии разработки рабочей документации и строительства.

В тоже время, если будет принято решение о научно-техническом сопровождении реализации проекта, у заказчика появится действенный инструментарий контроля и одновременно, на основании натурных исследований, будет создаваться доказательная база для защиты принятых решений, направленных на оптимизацию проектных решений.

В настоящее время применительно к линейным объектам, внесены дополнения и изменения в нормы, регулирующие порядок проведение государственной экспертизы, позволяющие представлять на повторную экспертизу только отдельные части документации (на отдельные сооружения в составе линейного объекта), в которую были внесены корректировки, при условии сохранения основных параметров объекта в целом. (Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 №145 в редакции от 15.03.2018г. - раздел VI повторное проведение государственной экспертизы)

Это подчеркивает необходимость и возможность принятия решения о допустимости оптимизации проектных решений на стадии реализации проекта и актуальность предлагаемого подхода по научно-техническому сопровождению для подготовки обоснования решений по оптимизации проектной документации.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**