



Расчет пролетного строения моста на подвижную нагрузку в ПК SOFiSTiK

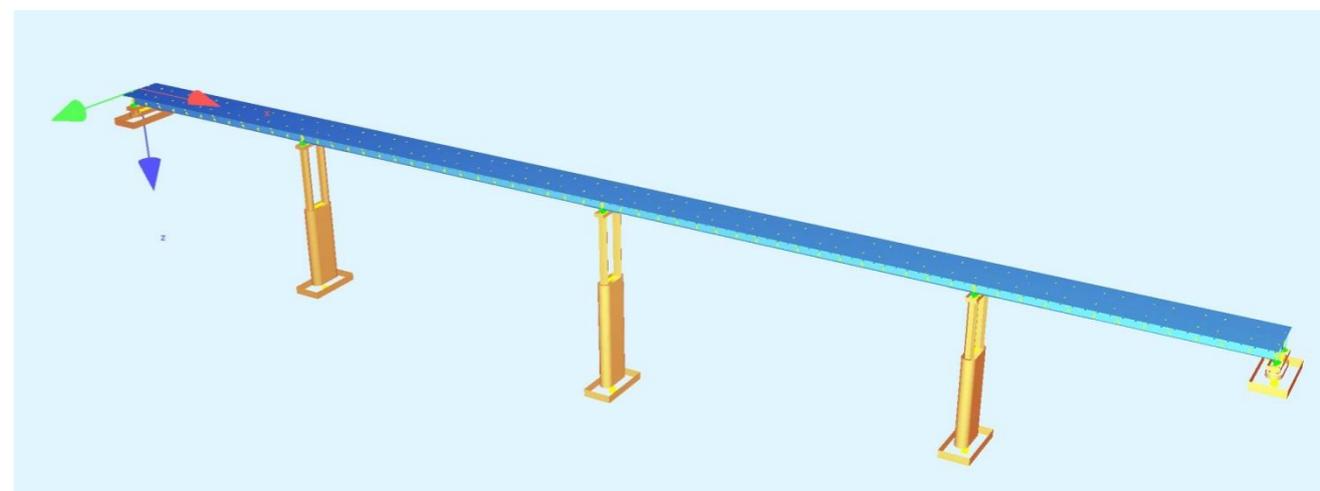
Константин Жданов

Инженер, ОАО Сибмост

Содержание

1) Создание расчетной схемы

- Поперечные сечения элементов
- Ось моста, главные балки
- Поперечные связи
- Граничные условия



2) Ввод нагрузок

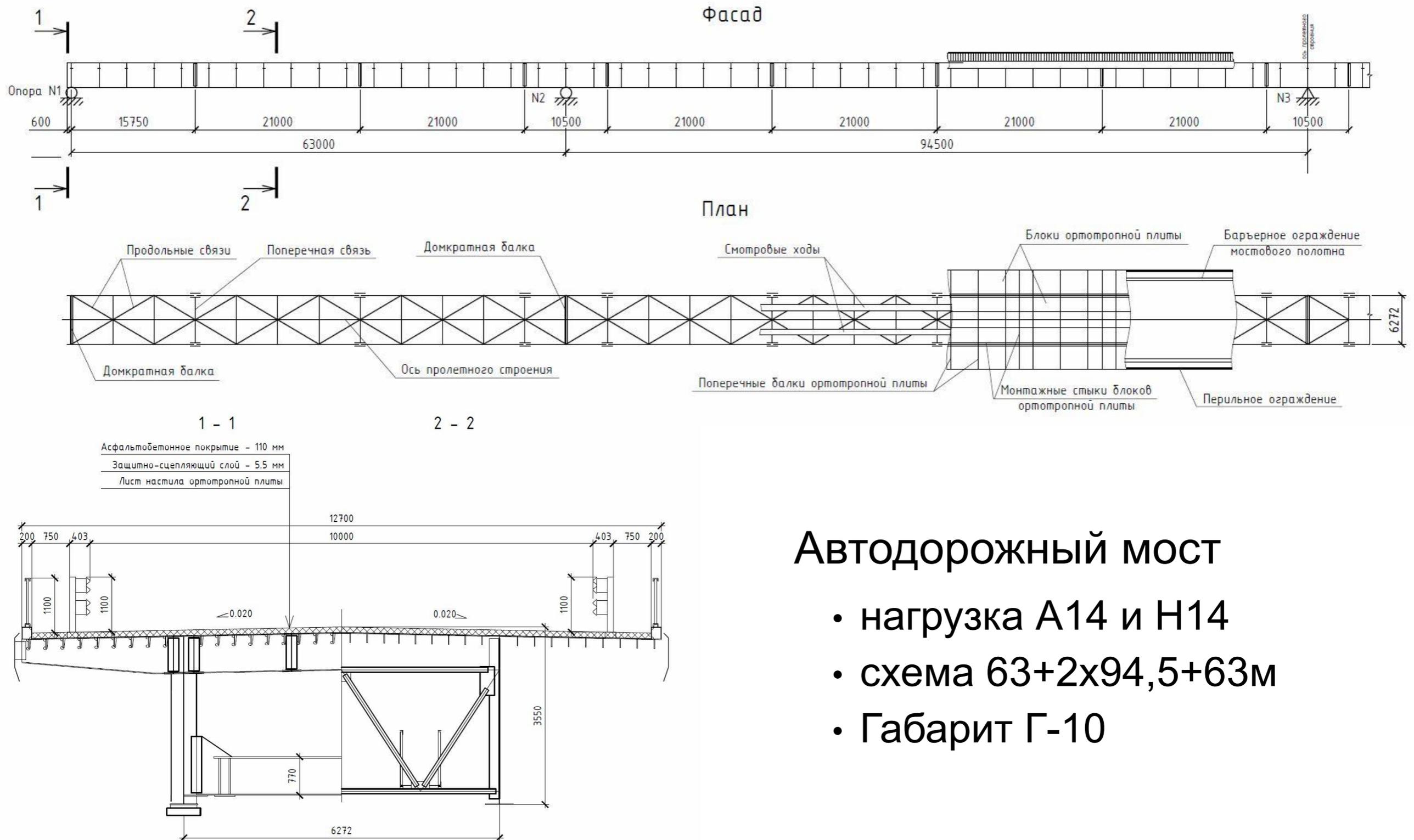
- Задание типов воздействий (Actions)
- Ввод постоянных нагрузок (Loads)
- Временные нагрузки (Traffic Loader)
- Создание сочетаний нагрузок (Combinations and Superpositioning)

3) Просмотр результатов расчета

- Линии влияния
- Эпюры внутренних усилий
- Реакции опор

Создание расчетной схемы

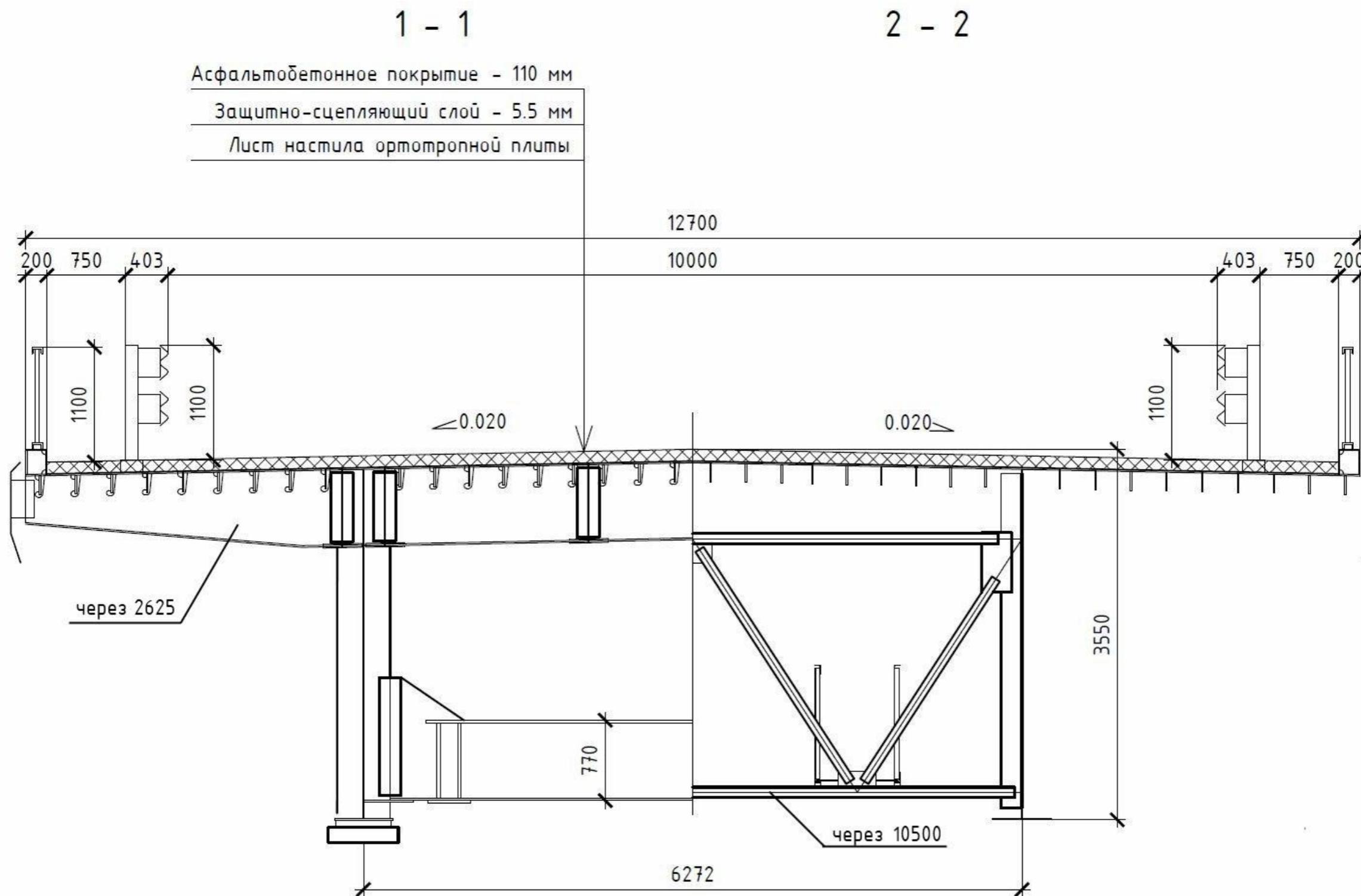
Создание расчетной схемы



Автомобильный мост

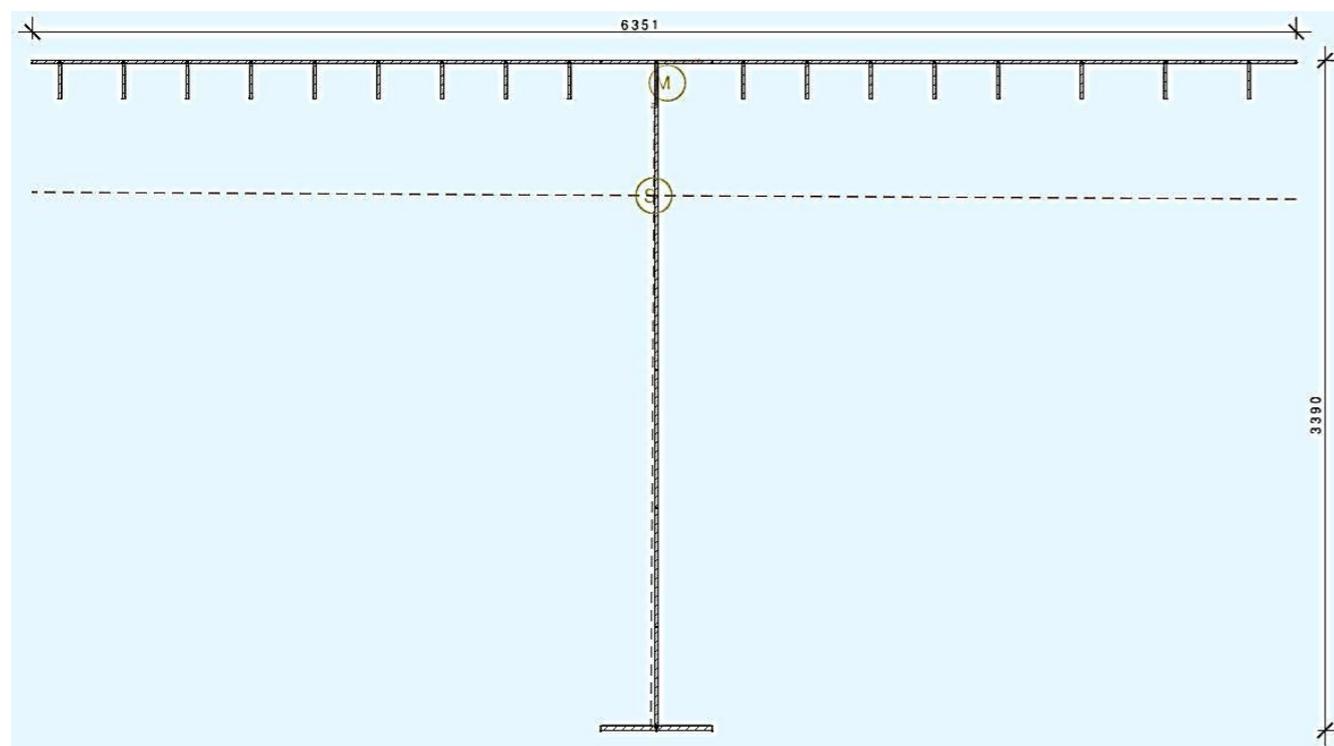
- нагрузка А14 и Н14
- схема 63+2x94,5+63м
- Габарит Г-10

Создание расчетной схемы



Создание расчетной схемы

Главная балка



$$H_{гб} = 3390\text{мм}$$

$$t_w = 14\text{мм}$$

$$b_{оп} = 6350\text{мм}$$

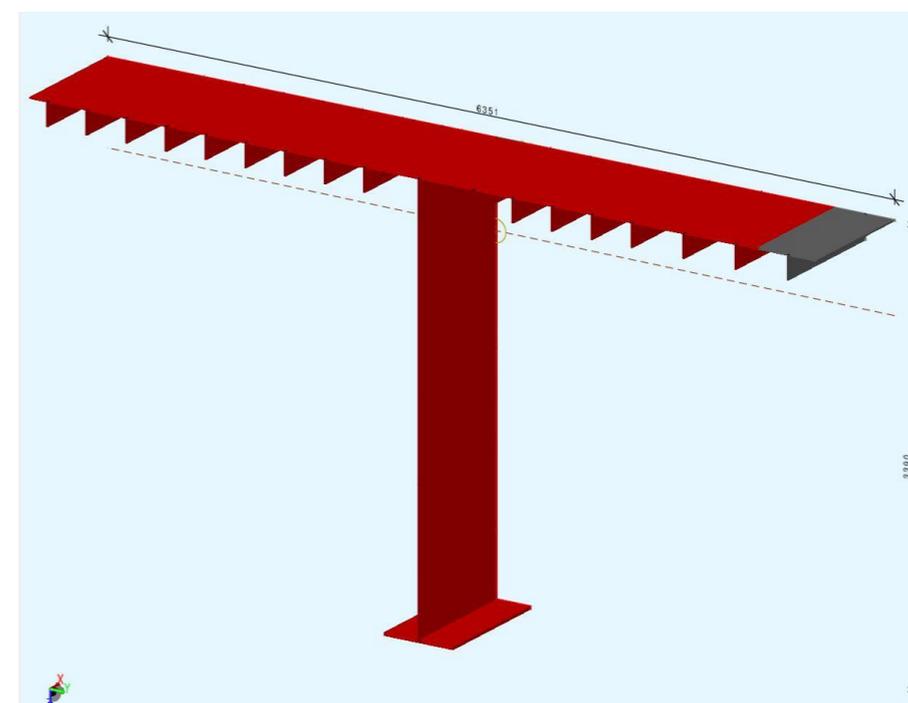
$$t_{оп} = 14\text{мм}$$

$$b_{нп} = 560\text{мм (условно)}$$

$$t_{нп} = 25\text{мм (условно)}$$

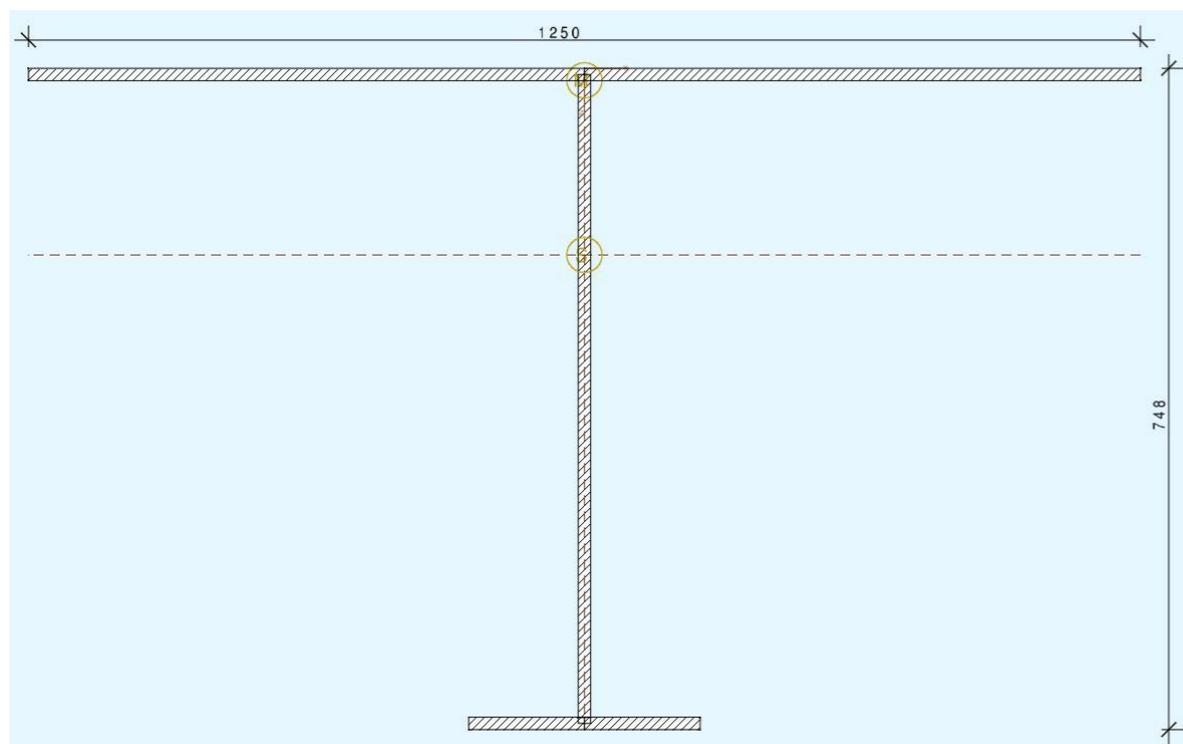
$$h_{sl} = 180\text{мм}$$

$$b_{sl} = 14\text{мм}$$

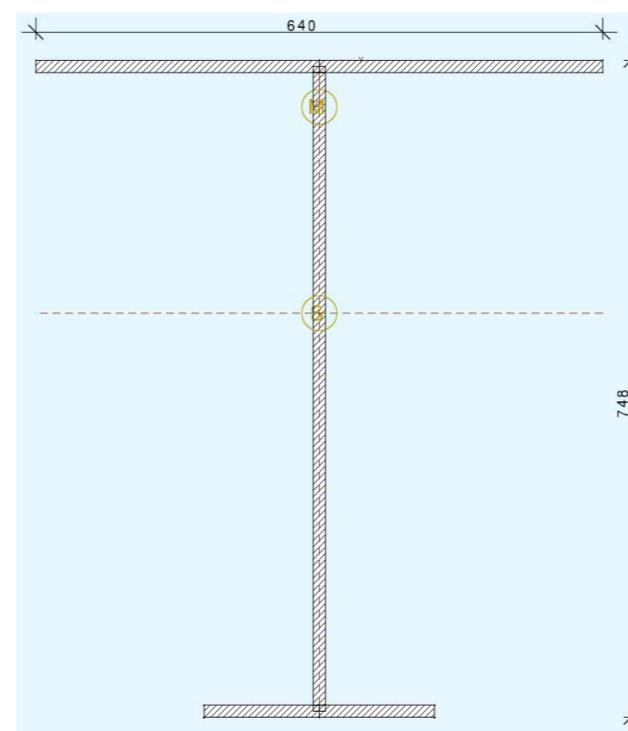


Создание расчетной схемы

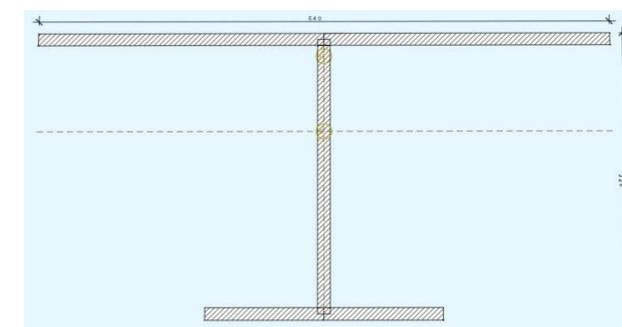
Поперечная балка – между ГБ



в корне консоли



на конце консоли



$H_{пб} = 748\text{мм}$ (на конце консоли 328мм)

$t_w = 10\text{мм}$

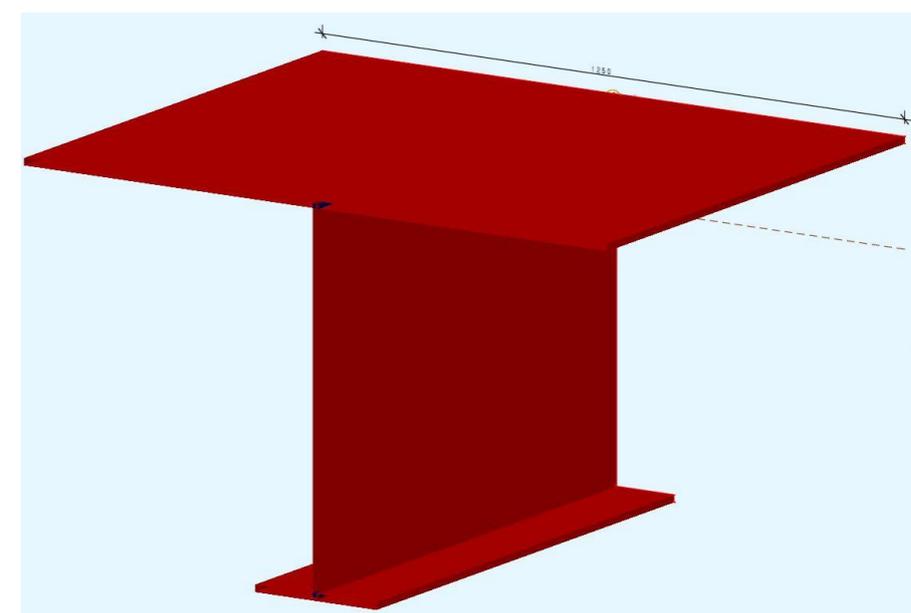
$b_{вп} = 1250\text{мм}$ – между ГБ ($0,2L = 0,2 * 6,272\text{м}$)

$b_{вп} = 640\text{мм}$ – консоль ($0,2L = 0,2 * 3,2\text{м}$)

$t_{вп} = 14\text{мм}$

$b_{нп} = 240\text{мм}$

$t_{нп} = 10\text{мм}$



Создание расчетной схемы

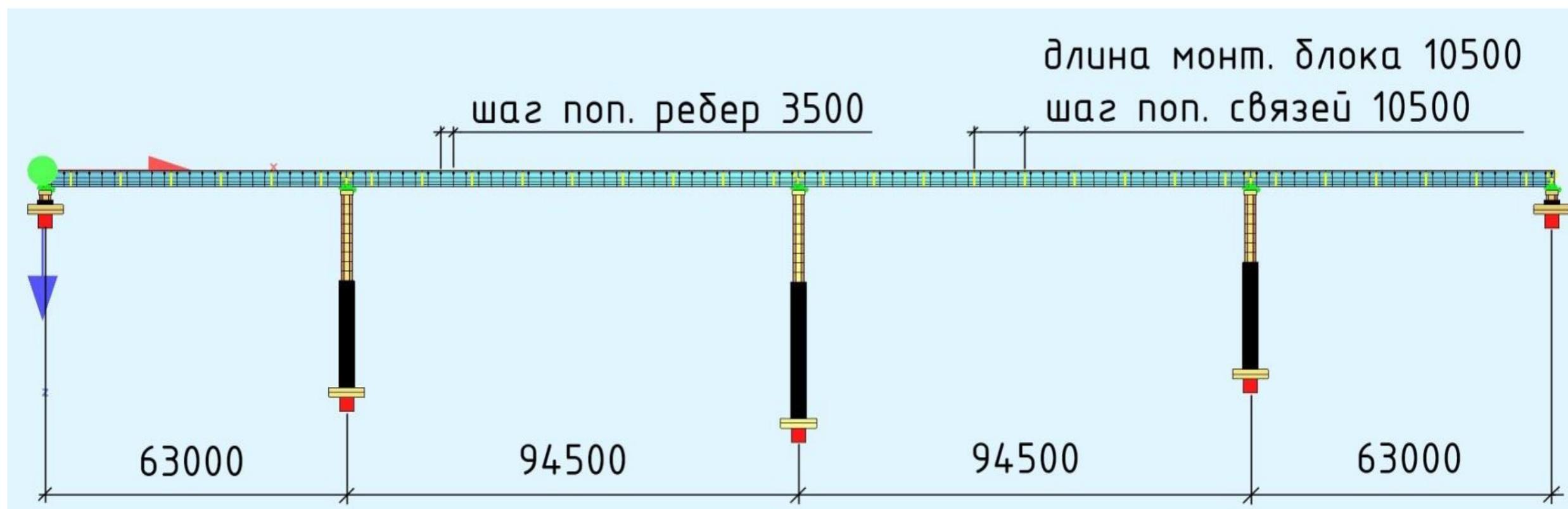


Схема **63+94,5+94,5+63м**

Расстояние между главными балками **6,272м**

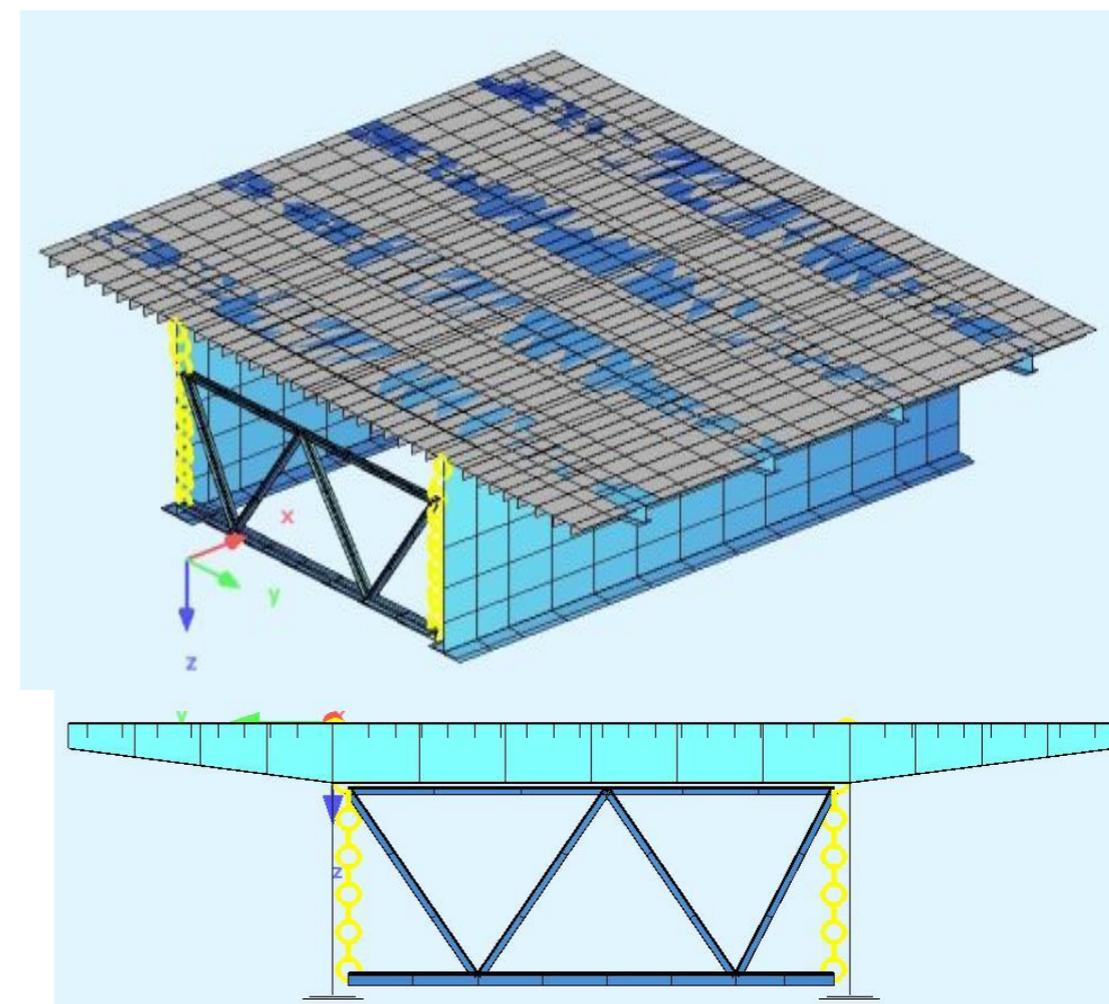
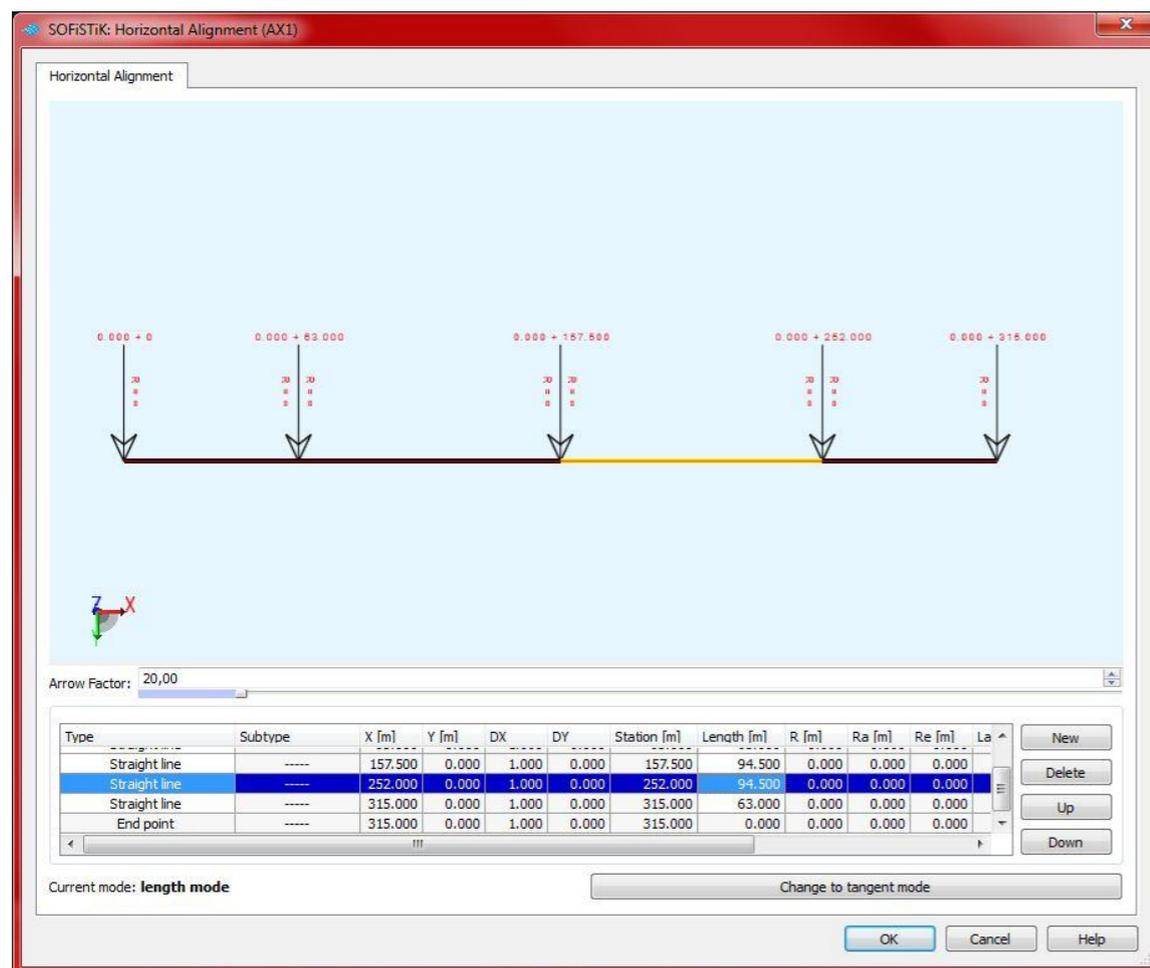
Длина монтажного блока **10,5м** (крайних – 5,25м)

Шаг поперечных связей **10,5м** (в стыках блоков)

Шаг поперечных ребер ортотропной плиты – **2,625м**

Неподвижная опорная часть на центральной опоре

Создание расчетной схемы



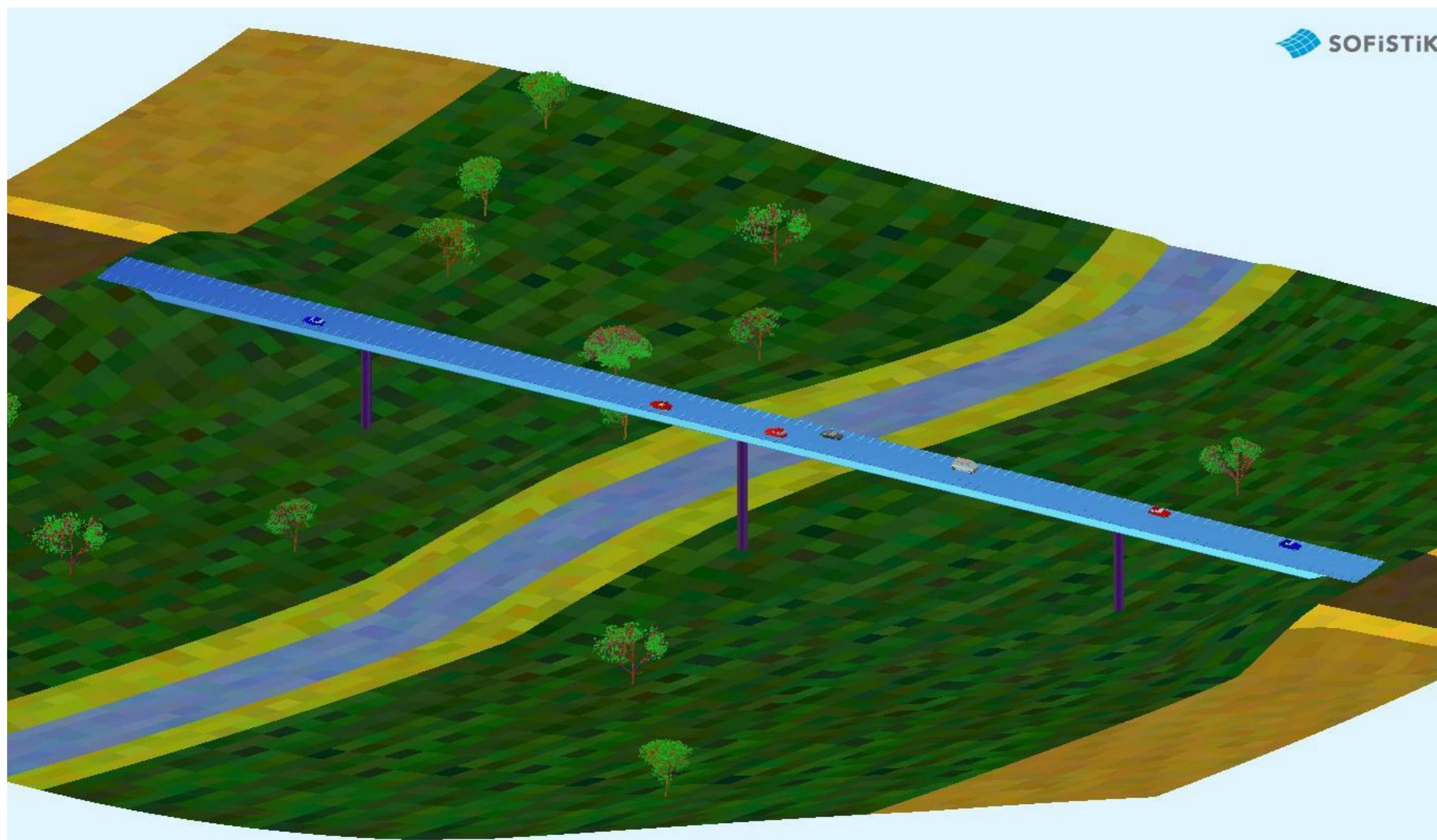
Создаем ось моста и вспомогательные оси: по главным балкам и по кромкам плиты проезжей части

Создаем главные балки и поперечные балки ОП, а также домкратные балки и поперечные связи (при необходимости)

Граничные условия

Создание расчетной схемы

Визуализация пролетного строения



Ввод нагрузок

Постоянные нагрузки

Наименование	Вес общий, кН	Нагрузка для SOFiSTiK		Тип воздействия	
Вес пролетного строения	коэф. к SW $\approx 1,2$			G_1	$\gamma_f = 1,1 (0,9)$
Вес асфальтобетона $h=110\text{м}, b=12,3\text{м}$	9639	2,482	кН/м ²	G_3	$\gamma_f = 1,5 (0,9)$
Вес гидроизоляции $h=5,5\text{м}, b=12,3\text{м}$	251	0,065	кН/м ²	G_4	$\gamma_f = 1,3 (0,9)$
Вес смотровых ходов	192	0,304	кН/м ГБ	G_2	$\gamma_f = 1,1 (0,9)$
Вес карниза и водоотвода	405	0,641	кН/м ГБ		
Вес барьерного ограждения	388	0,614	кН/м ГБ		
Вес перильного ограждения	181	0,287	кН/м ГБ		

Ввод нагрузок

SOFiSTiK: Loadcase Manager

Actions Loadcases

Action	Description	Partition	Superposition	$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi-0$	$\psi-1$	$\psi-2$
G	dead load	G (Permanent)	PERM always	1.100	0.900	1.000	1.000	1.000	1.000
G_1	dead loads g_1	G (Permanent)	PERM always	1.100	0.900	1.000	1.000	1.000	1.000
G_2	other dead loads g_2	G (Permanent)	PERM always	1.100	0.900	1.000	1.000	1.000	1.000
G_3	deck surfacing g_3	G (Permanent)	PERM always	1.500	0.900	1.000	1.000	1.000	1.000
G_4	deck concrete g_4	G (Permanent)	PERM always	1.300	0.900	1.000	1.000	1.000	1.000
HK	HK	Q (Variable)	EXCL exclusive	1.100	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
L	live loading	Q (Variable)	EXEX extended exclusive	1.150	0.000	1.000	0.900	0.800	0.600
LK_P	AK тележка на ПБ	Q (Variable)	EXCL exclusive	2.100	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
LK_V	AK полоса на ПБ	Q (Variable)	EXCL exclusive	1.150	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
L_F	Пешеходы с АК	Q (Variable)	EXCL exclusive	1.200	0.000	1.000	0.900	0.800	0.600
L_P	AK тележка	Q (Variable)	EXCL exclusive	2.100	0.000	1.000	0.900	0.800	0.600
L_V	AK полоса	Q (Variable)	EXCL exclusive	1.150	0.000	1.000	0.900	0.800	0.600
T	temperature	Q (Variable)	EXCL exclusive	0.900	0.000	1.000	0.950	0.950	0.950

New Delete

SNIP II.23.81 (89) (RU)

OK Cancel Help

Типы воздействия
(Actions)

Случаи загрузки
(loadcases)

SOFiSTiK: Loadcase Manager

Actions Loadcases

Nr	Title	Action	DLZ	$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi-0$	$\psi-1$
1	G_1	G_1 dead loads g_1	1.000	1.100 (Action)	0.900 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)
2	G_2	G_2 other dead loads...	0.000	1.100 (Action)	0.900 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)
3	G_3	G_3 deck surfacing g_3	0.000	1.500 (Action)	0.900 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)
4	G_4	G_4 deck concrete g_4	0.000	1.300 (Action)	0.900 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)	1.000 (Action)

New Delete

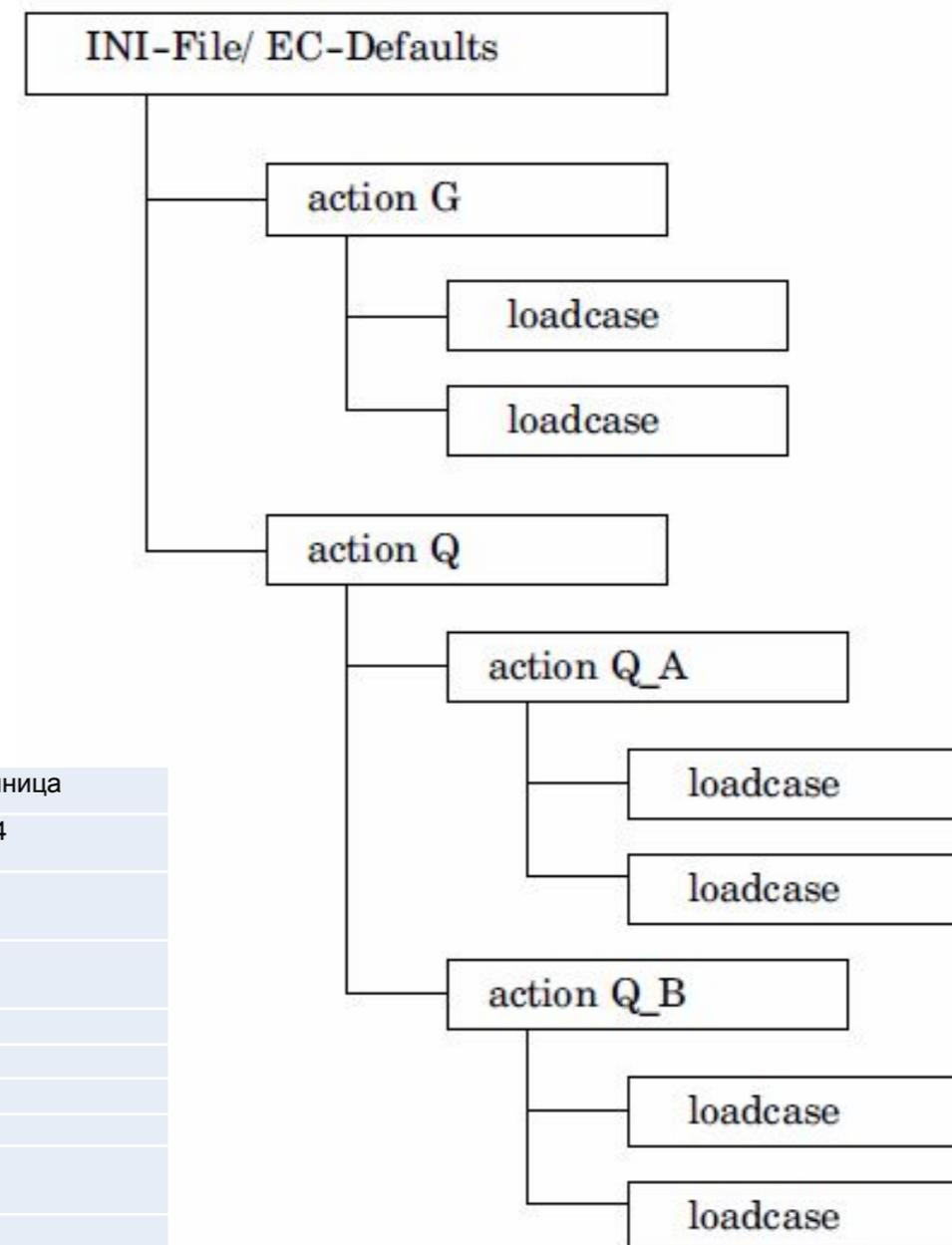
Типы воздействий

Воздействие	Суперпозиция	Коэф. надежн.	Динамич. коэф.	Описание
Постоянные нагрузки - G				
G_1	PERM	$\gamma_f = 1,1 (0,9)$	-	вес основных конструкций
G_2		$\gamma_f = 1,1 (0,9)$		вес вспомогательных конструкций (смотровые ходы, ограждения, водоотвод, освещение и тд)
G_3		$\gamma_f = 1,5 (0,9)$		вес покрытия ездового полотна
G_4		$\gamma_f = 1,3 (0,9)$		вес выравнивающего слоя, изоляционного и защитного слоев дорожной одежды
Подвижные нагрузки (АК, схема 1 - в пределах проезжей части) - L				
L_V	EXCL	$\gamma_f = 1,15 (0)$	$1+\mu=1,0$	полосовая нагрузка 1К кН/м
L_P		$\gamma_f = 1,5 (0)$	$1+\mu=1,4$	тележка 10К кН/ось, 2 оси
L_F		$\gamma_f = 1,2 (0)$	$1+\mu=1,0$	пешеходы 2кН/м
Подвижные нагрузки (АК, схема 2 - на полосе безопасности) - Lk				
Lk_V	EXCL	$\gamma_f = 1,15 (0)$	$1+\mu=1,0$	полосовая нагрузка 1К кН/м
Lk_P		$\gamma_f = 1,5 (0)$	$1+\mu=1,4$	тележка 10К кН/ось, 2 оси
Подвижные нагрузки (НК, в пределах проезжей части) - НК				
НК	EXCL	$\gamma_f = 1,1 (0)$	$1+\mu=1,0$	тележка 18К кН/ось, 4 оси

Ввод нагрузок

Параметры PCU по умолчанию для нагрузок внутри воздействий:		LIT
PERM	постоянное, используется всегда (описание ниже)	
PERC	постоянное, используется всегда, коэф. надежности меняется (описание ниже)	
COND	Включается только при неблагоприятном воздействии	
EXCL	Взаимоисключение. Выбор более неблагоприятной нагрузки в пределах категории	
EXEX	Взаимоисключение. Выбор более неблагоприятной нагрузки по каждой из категорий в пределах воздействия	
UNSI	Включается только при неблагоприятном воздействии	
USEX	Исключительное с неблагоприятным знаком	
ALEX	Постоянное, взаимоисключение (в пределах воздействия)	

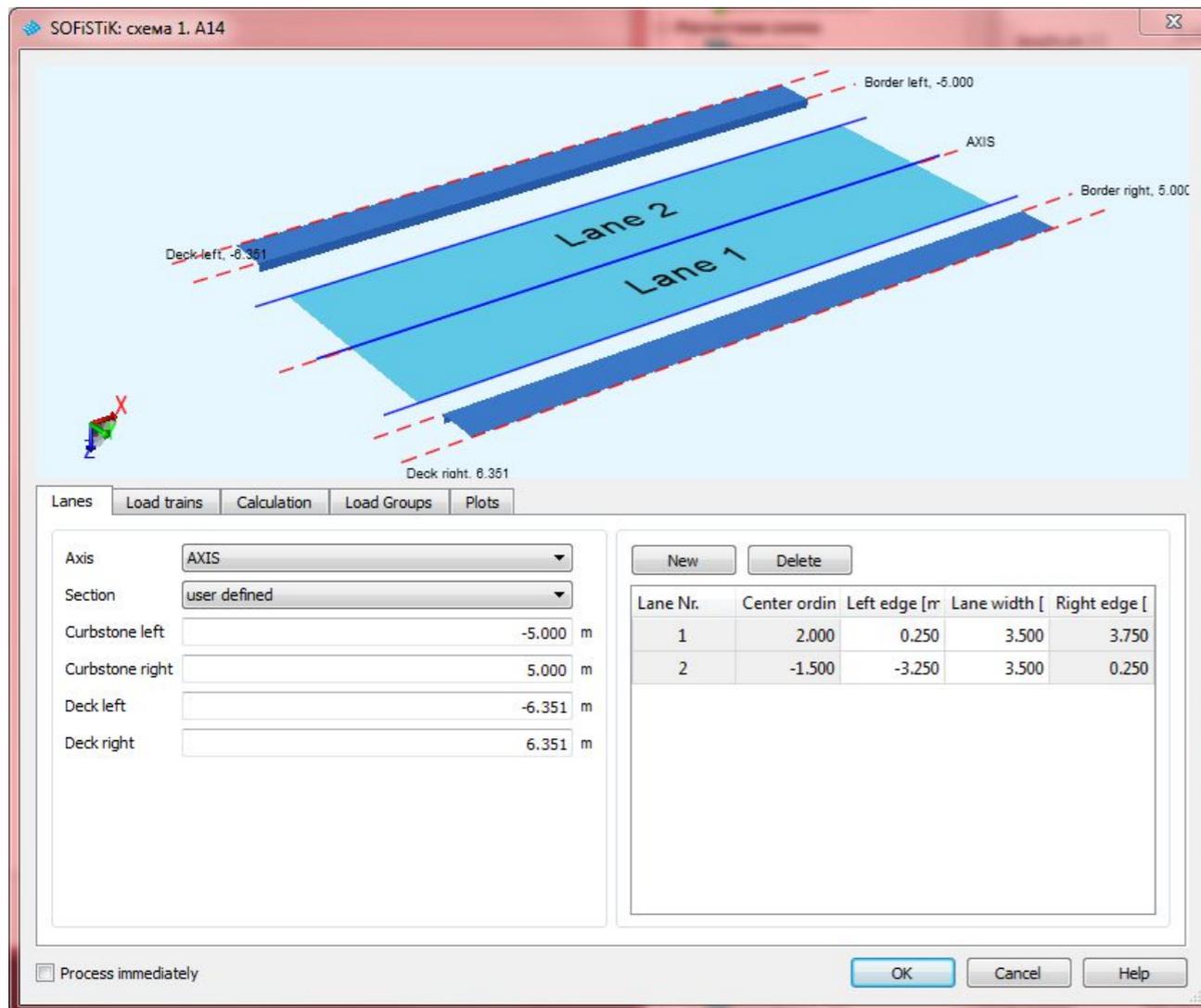
Команда	Описание	Единица
TYPE	Определение воздействия	LIT4
GAMU	Коэффициент надежности (при неблагоприятном сочетании)	-
GAMF	Коэффициент надежности (при благоприятном сочетании)	-
PSIO	Коэффициент сочетаний (редкий)	-
PSI1	Коэффициент сочетаний (частый)	-
PSI2	Коэффициент сочетаний (квази-постоянный)	-
PS1S	Коэффициент сочетаний (не частый)	-
GAMA	Коэффициент надежности для случайных нагрузок	-
PART	Тип, к которому принадлежит воздействие:	LIT
	G постоянные	
	P преднапряжение	
	Q временные	
	A случайные	
	E сейсмика	



Ввод нагрузок

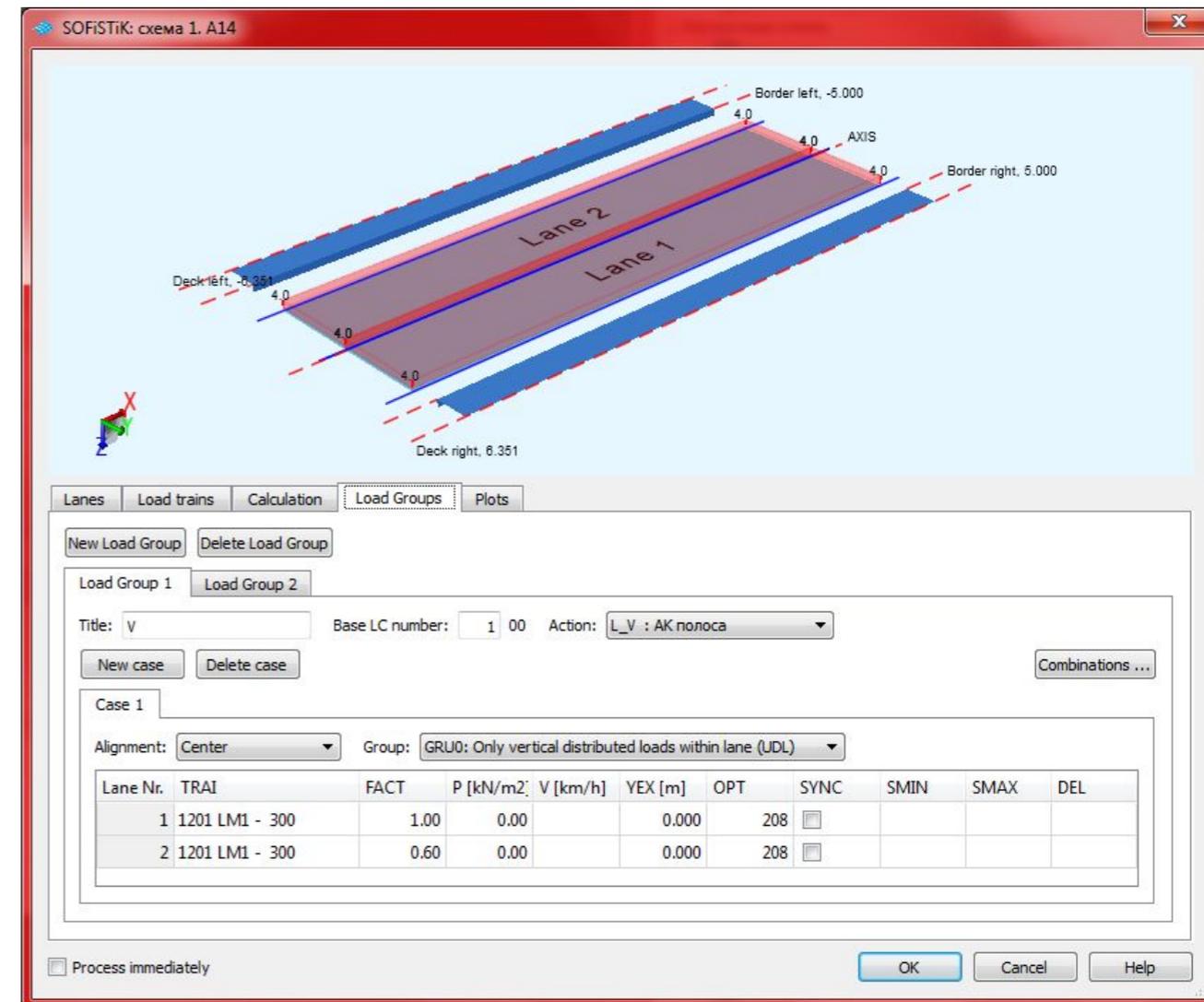
Задание полос движения

Загружение полос моделями подвижных нагрузок



Axis: AXIS
Section: user defined

Lane Nr.	Center ordin	Left edge [m]	Lane width [Right edge [
1	2.000	0.250	3.500	3.750
2	-1.500	-3.250	3.500	0.250



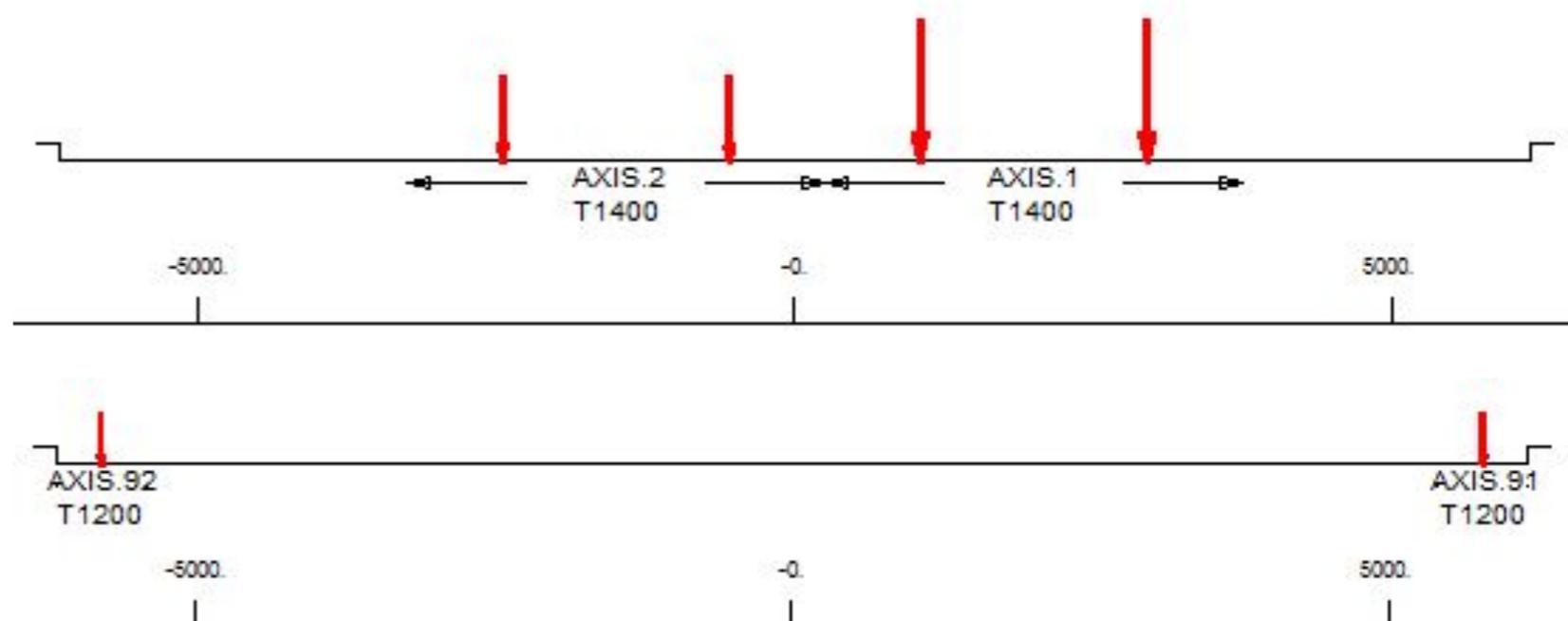
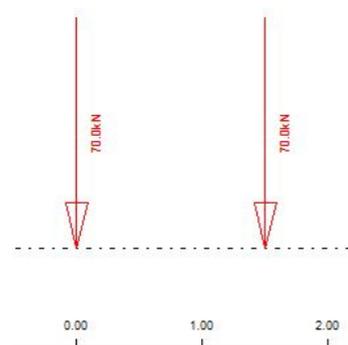
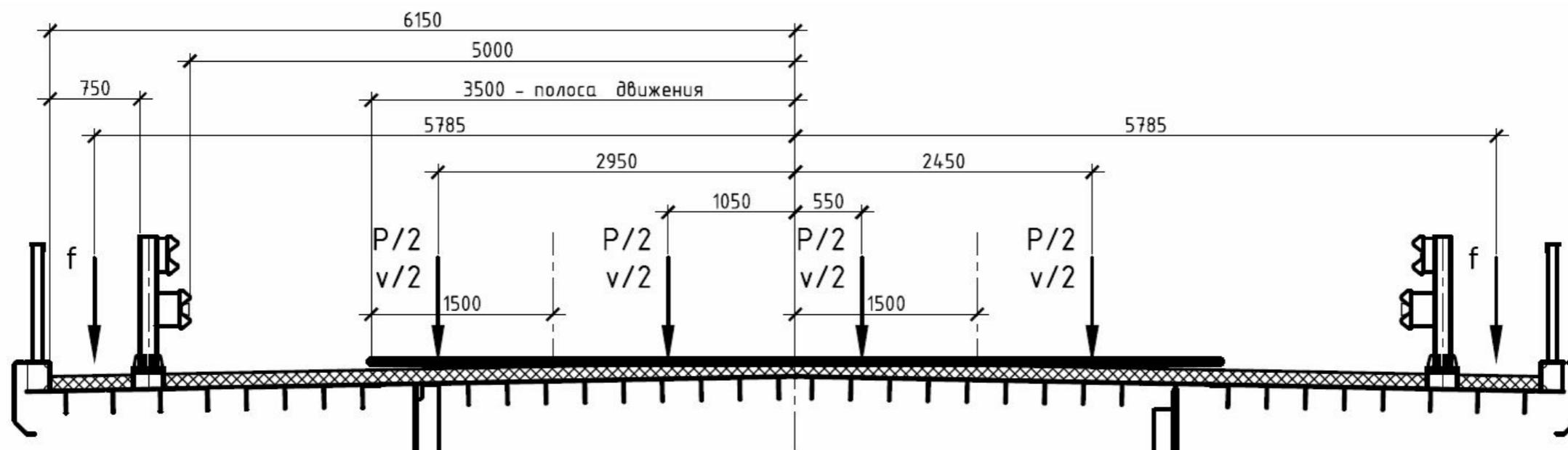
Title: V Base LC number: 1 00 Action: L_V : АК полосы

Alignment: Center Group: GRU0: Only vertical distributed loads within lane (UDL)

Lane Nr.	TRAI	FACT	P [kN/m2]	V [km/h]	YEX [m]	OPT	SYNC	SMIN	SMAX	DEL
1	1201 LM1 - 300	1.00	0.00		0.000	208	<input type="checkbox"/>			
2	1201 LM1 - 300	0.60	0.00		0.000	208	<input type="checkbox"/>			

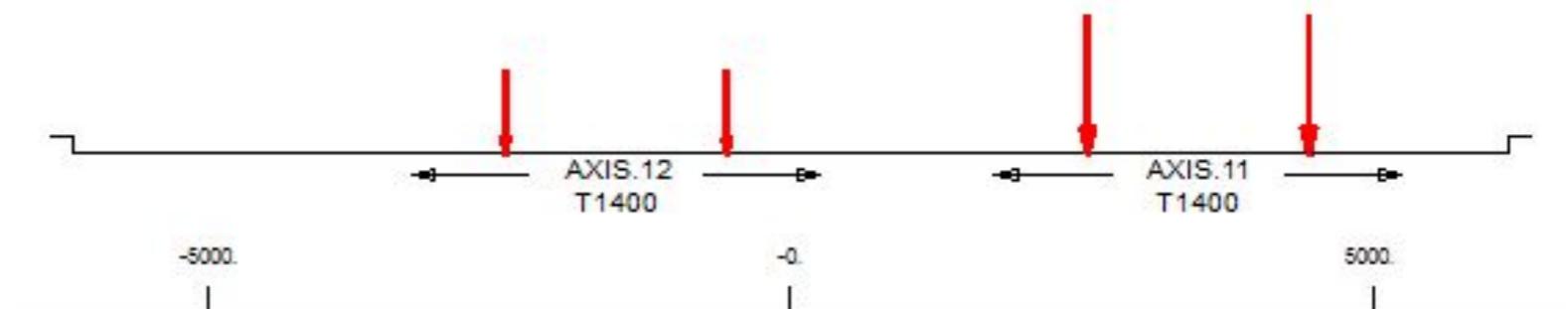
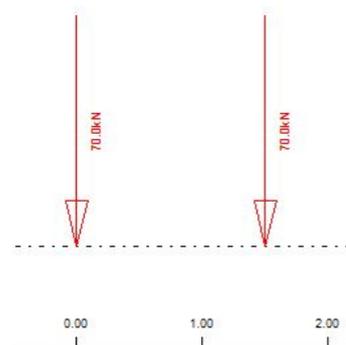
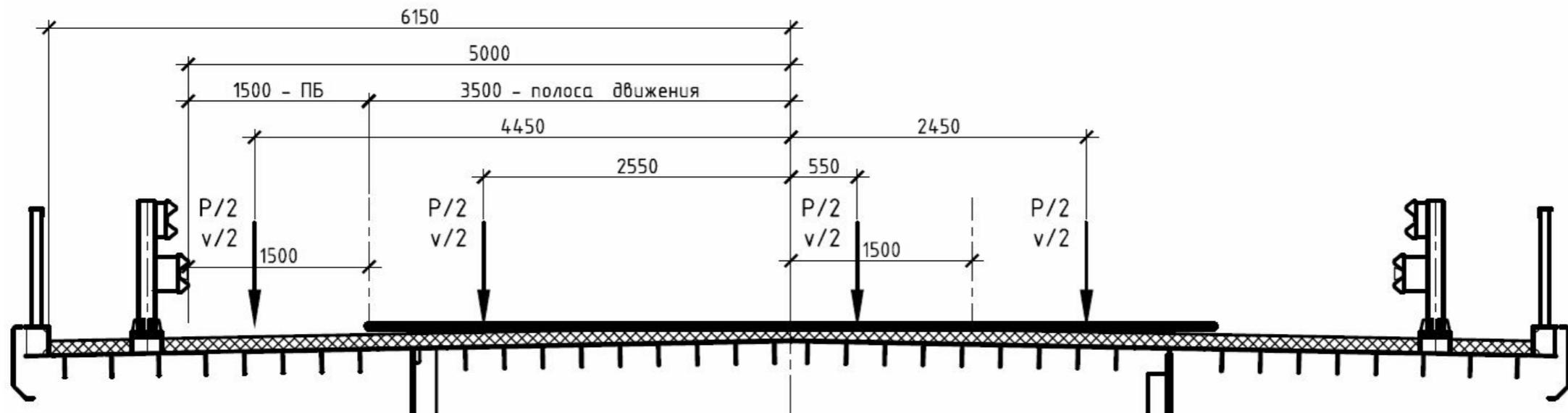
Ввод нагрузок

АК, схема 1 (все полосы нагрузки, в пределах проезжей части)



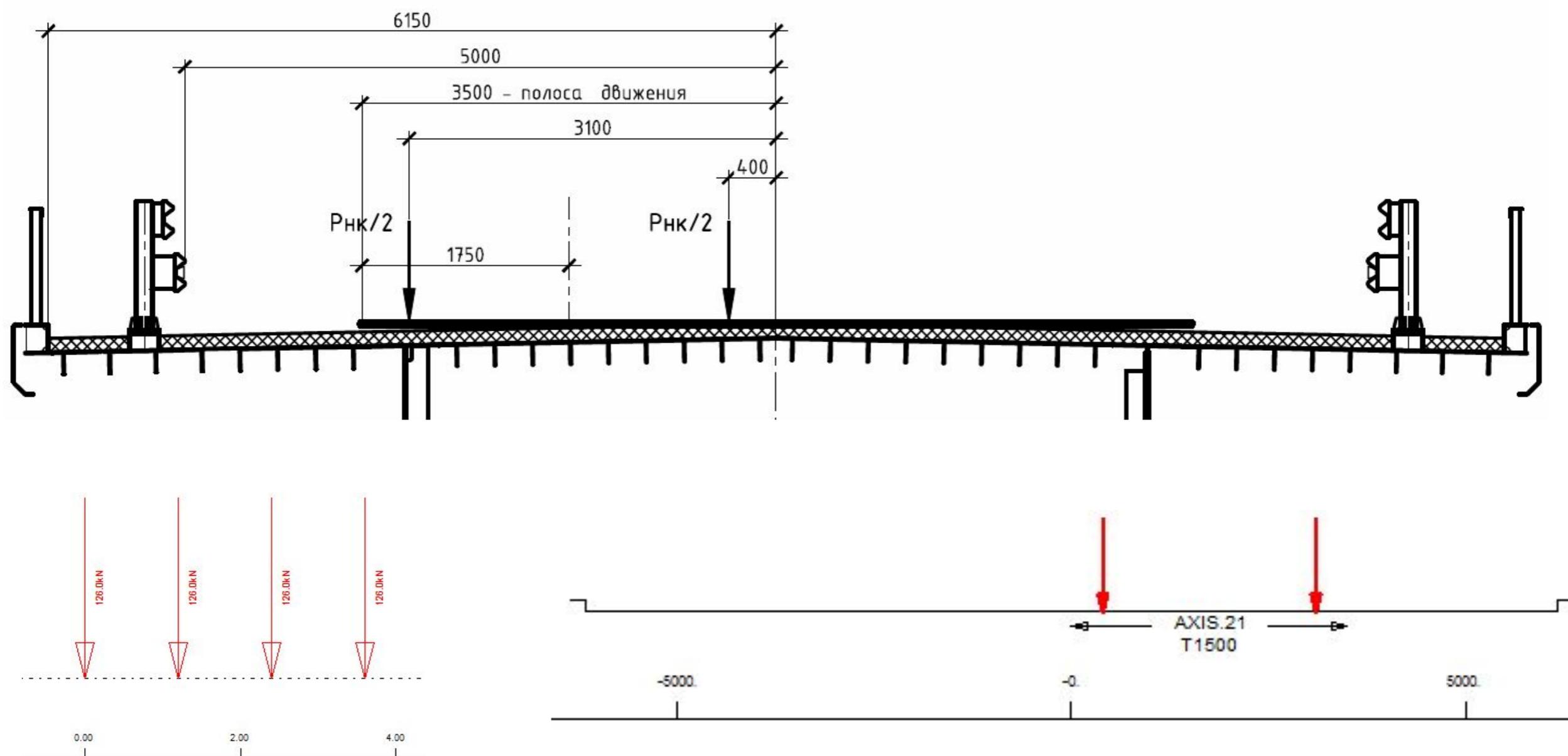
Ввод нагрузок

АК, схема 2 (макс. 2 полосы нагрузки, на полосе безопасности)



Ввод нагрузок

НК (1 полоса нагрузки, в пределах проезжей части)



Ввод нагрузок

Модели подвижных нагрузок по ГОСТ 52748-2007

- А14 полоса + тележка
- Н14
- Сдвоенная Н14 (75% веса)

3 варианта решения задачи:

- 1) Создать нагрузки, используя язык CADINP
- 2) Использовать модели LM1 и LM3 вместо А14 и Н14 соответственно, поменяв вручную значения нагрузок. (При расчете усилий в главных балках такая подмена не оказывает существенного влияния на конечный результат).
- 3) В одной из ближайших версий SOFiSTiK появится возможность выбора автодорожной нагрузки по российским норма из базы (в настоящий момент нагрузки по ГОСТ – в стадии тестирования)

```
LC NO 1300 TYPE 'L_V' TITL 'A14 block'  
TRAI USER $PHI 1.0  
TRBL P 7 L 0 Y -1.9/2  
TRBL P 7 L 0 Y +1.9/2
```

```
LC NO 1400 TYPE 'L_P' TITL 'A14 truck'  
TRAI USER $PHI 1.4  
TRPL P 70 A 0 Y -1.9/2  
TRPL P 70 A 0 Y +1.9/2  
TRPL P 70 A 1.5 Y -1.9/2  
TRPL P 70 A 0 Y +1.9/2
```

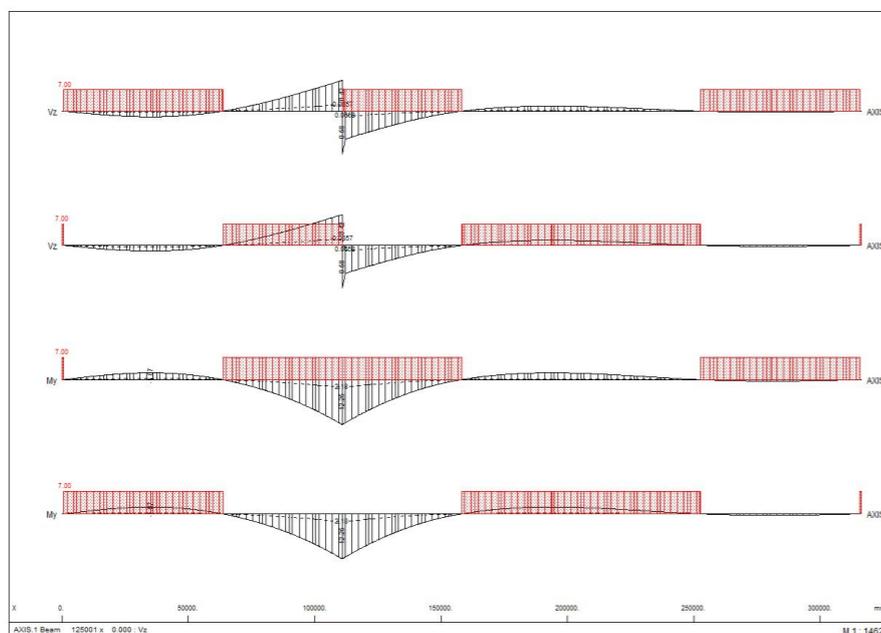
```
LC NO 1500 TYPE 'HK' TITL 'H14'  
TRAI USER $PHI 1.0  
TRPL P 126 A 0 Y -2.7/2  
TRPL P 126 A 0 Y +2.7/2  
TRPL P 126 A 1.2 Y -2.7/2  
TRPL P 126 A 0 Y +2.7/2  
TRPL P 126 A 1.2 Y -2.7/2  
TRPL P 126 A 0 Y +2.7/2  
TRPL P 126 A 1.2 Y -2.7/2  
TRPL P 126 A 0 Y +2.7/2
```

Просмотр результатов расчета

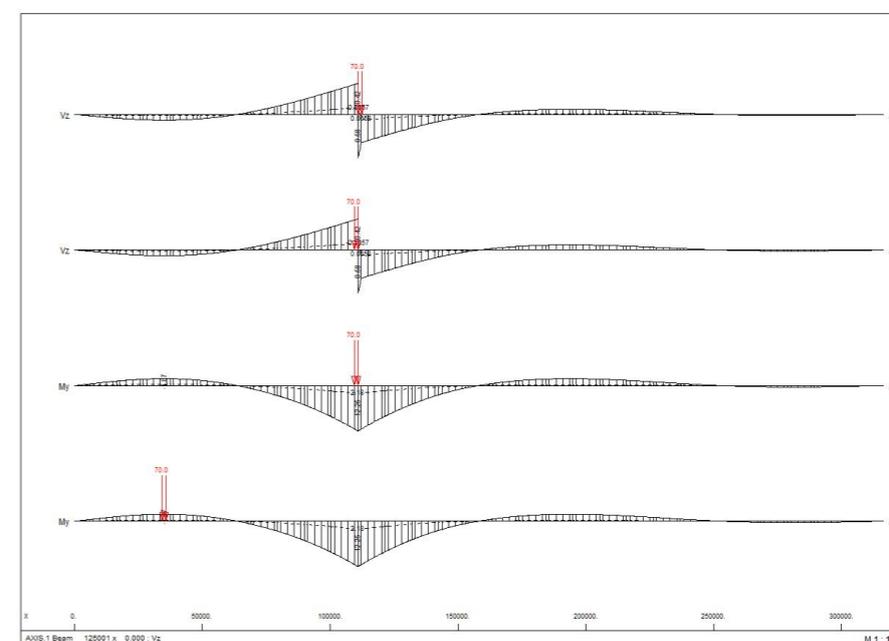
Просмотр результатов расчета

Загрузка линий влияния усилий в главной балке

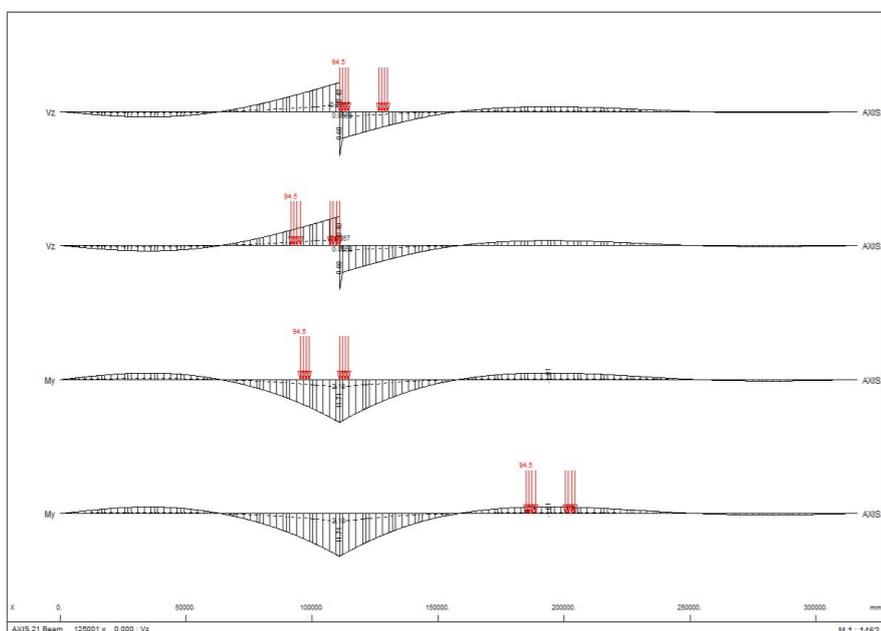
AK - V



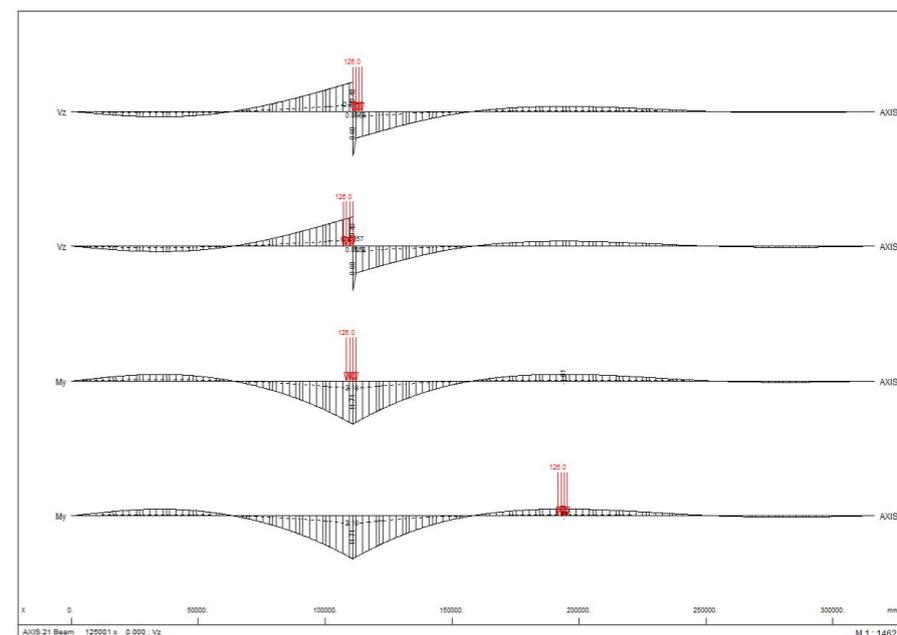
AK - P



HK

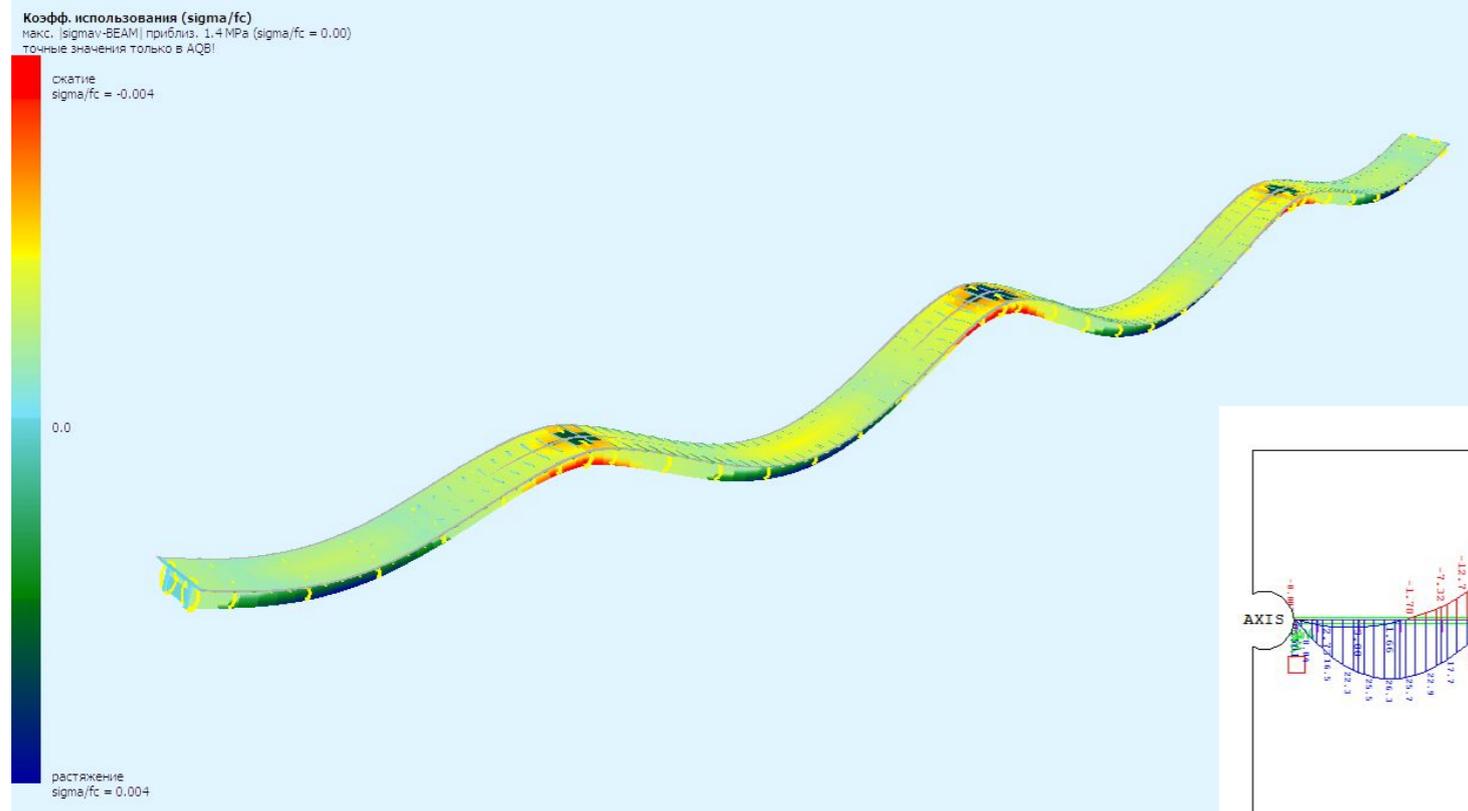


HK x2

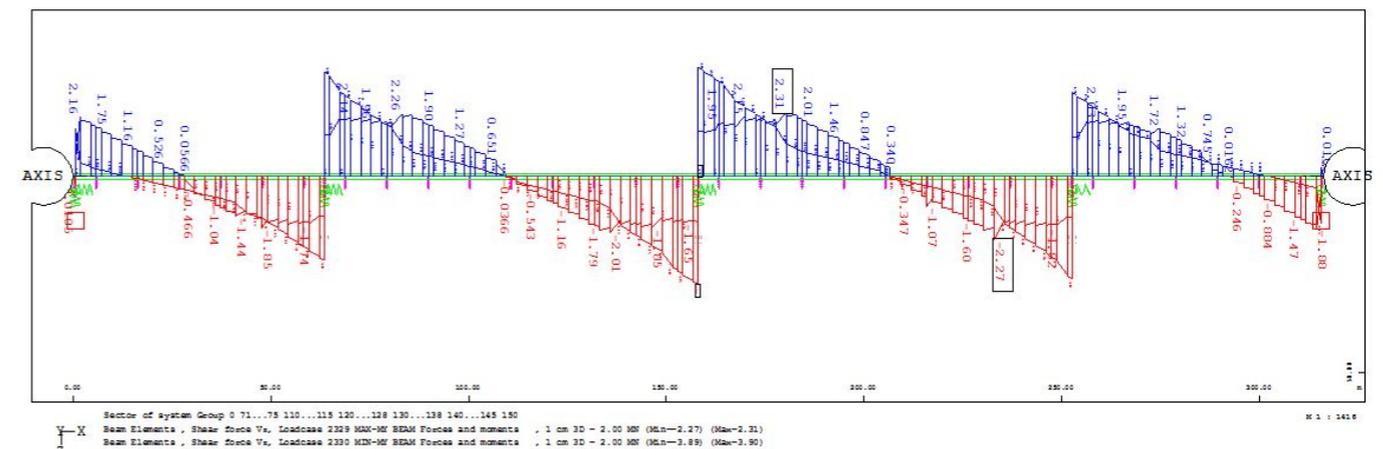
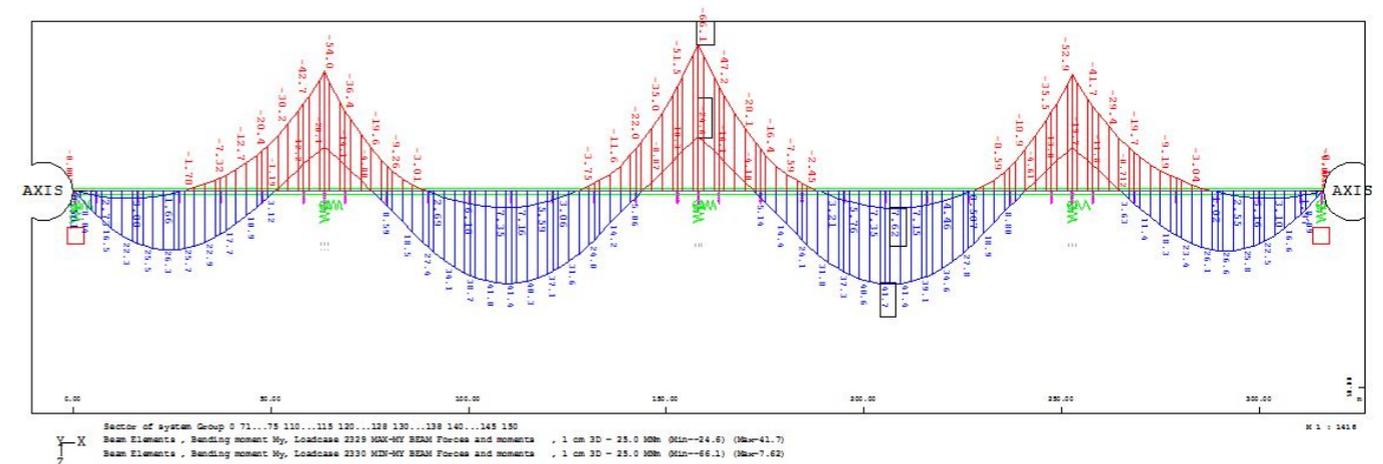


Просмотр результатов расчета

Результаты расчета на стадии эксплуатации



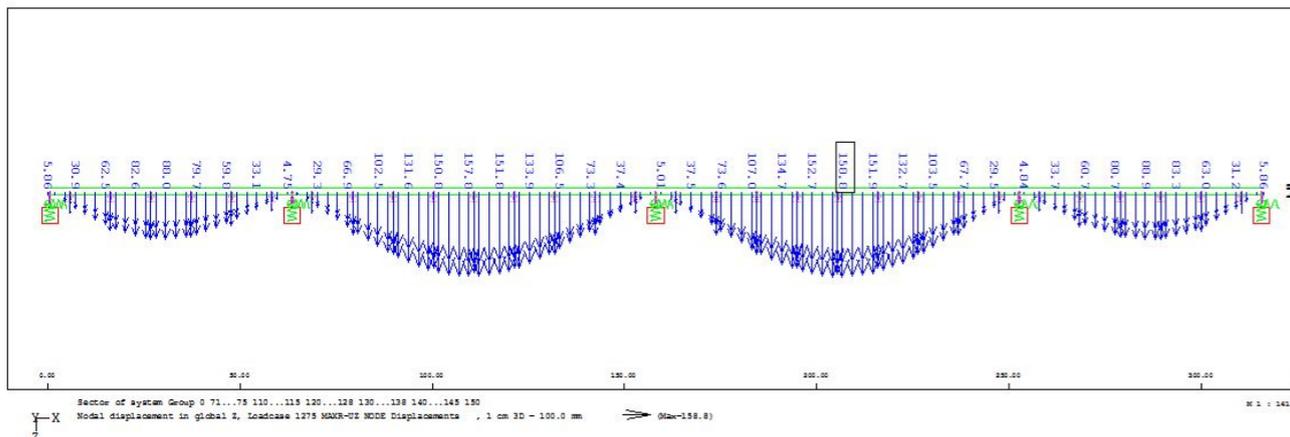
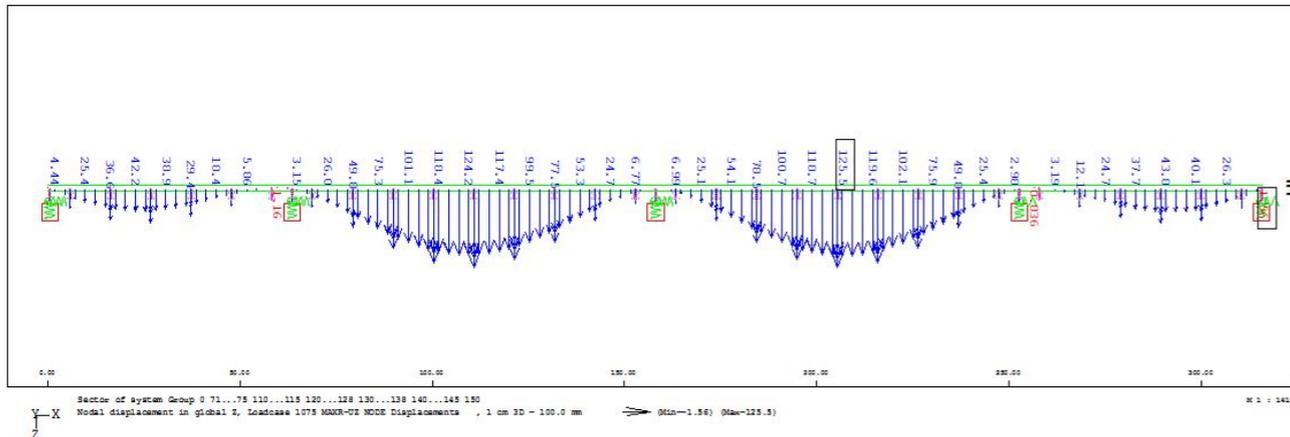
Визуализация работы
 пролетного строения под
 нагрузкой



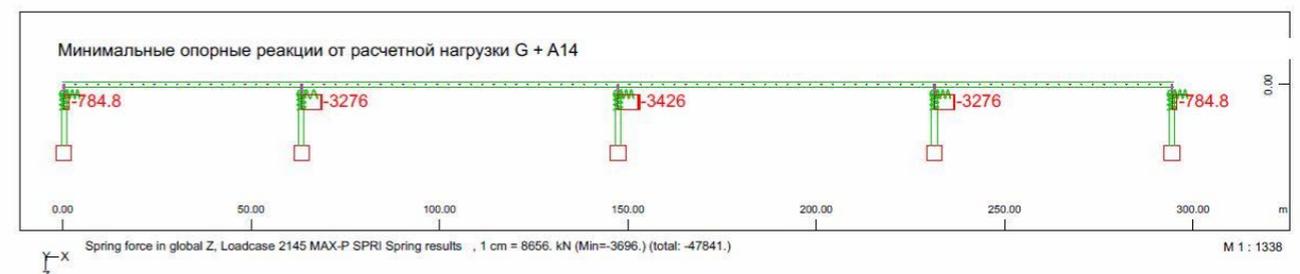
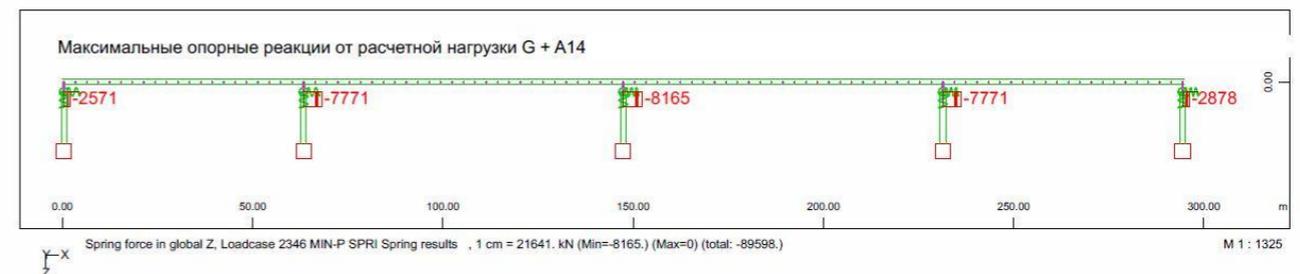
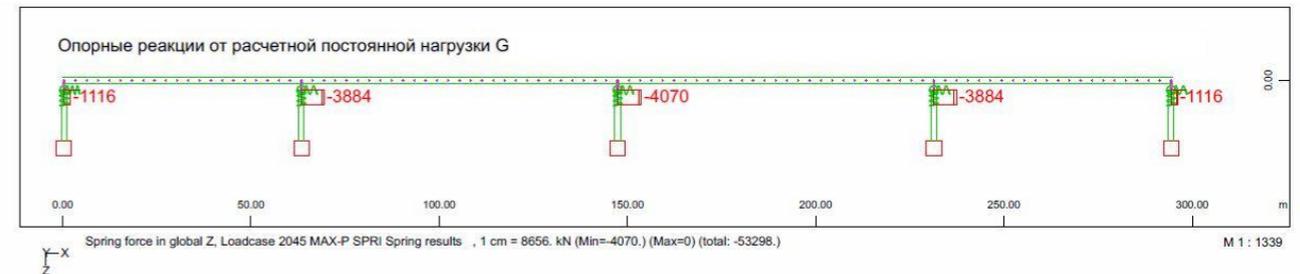
Эпюры момента M и
 поперечной силы Q
 в главной балке

Просмотр результатов расчета

Результаты расчета на стадии эксплуатации



Эпюры прогибов от постоянных и временных нагрузок



Реакции опор от полной расчетной нагрузки

Визитная карточка

ФИО Жданов Константин

Должность Инженер отдела проектирования

Направление Автодорожные, пешеходные мосты

E-mail: zhdanovkv@211.ru

Тел.: (383) 241-95-32

Моб.: (923) 244-02-97

Монтаж пролетного строения методом продольной надвижкой

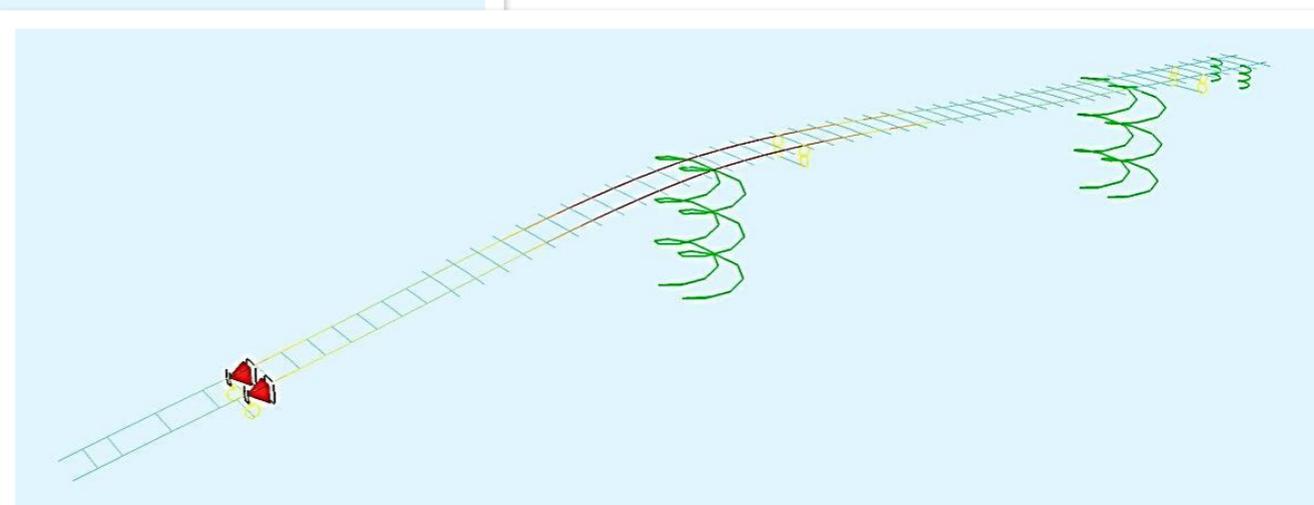
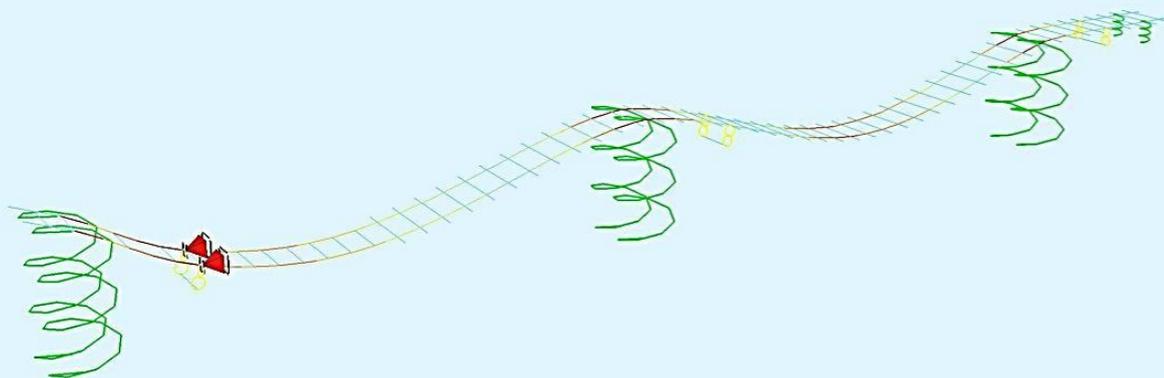
Продольная надвижка

Результаты расчета на стадии эксплуатации

Визуализация процесса надвижки



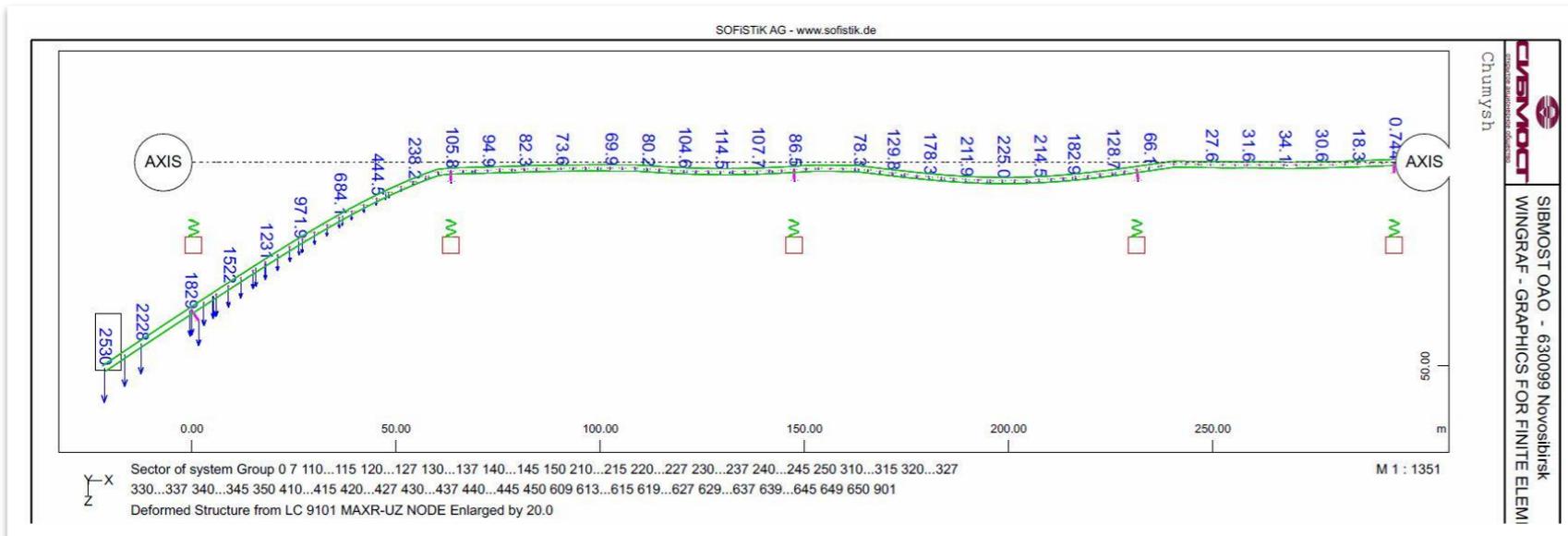
Опираение аванбека на опору



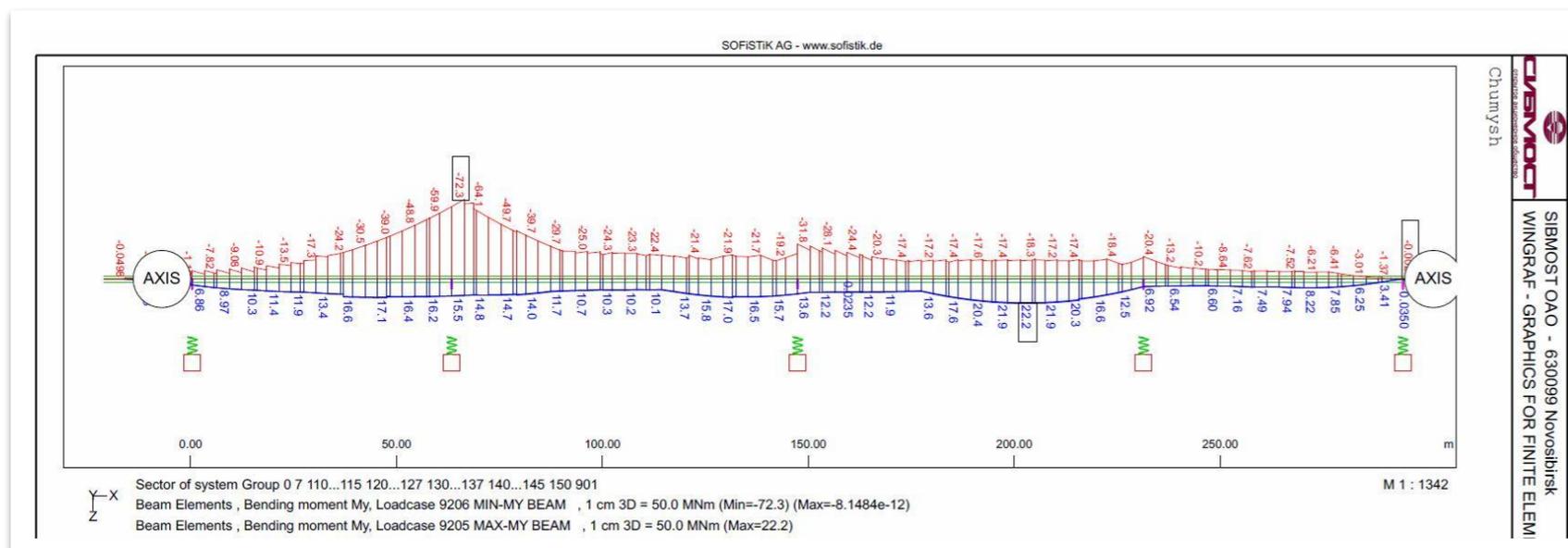
Шаг с максимальной консолью

Продольная надвижка

Результаты расчета на стадии монтажа



Максимальные прогибы
пролетного строения
(огибающая)



Огибающая эпюра
моментов в главной
балке