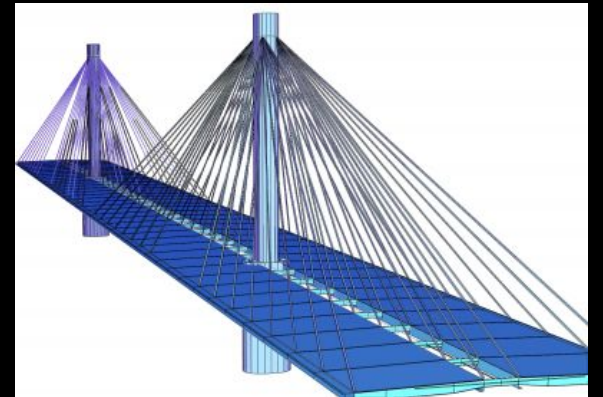


# Висячие мосты



**Висячий мост** — мост, в котором основная несущая конструкция выполнена из гибких элементов (кабелей, канатов, цепей и др.), работающих на растяжение, а проезжая часть подвешена. Работа висячих конструкций на растяжение позволяет полностью использовать механические свойства высокопрочных материалов (стальной проволоки, капроновых нитей и др.), а незначительный вес их даёт возможность перекрывать сооружения с наибольшими пролётами. Висячие конструкции сравнительно просты в монтаже, надёжны в эксплуатации, отличаются архитектурной выразительностью.

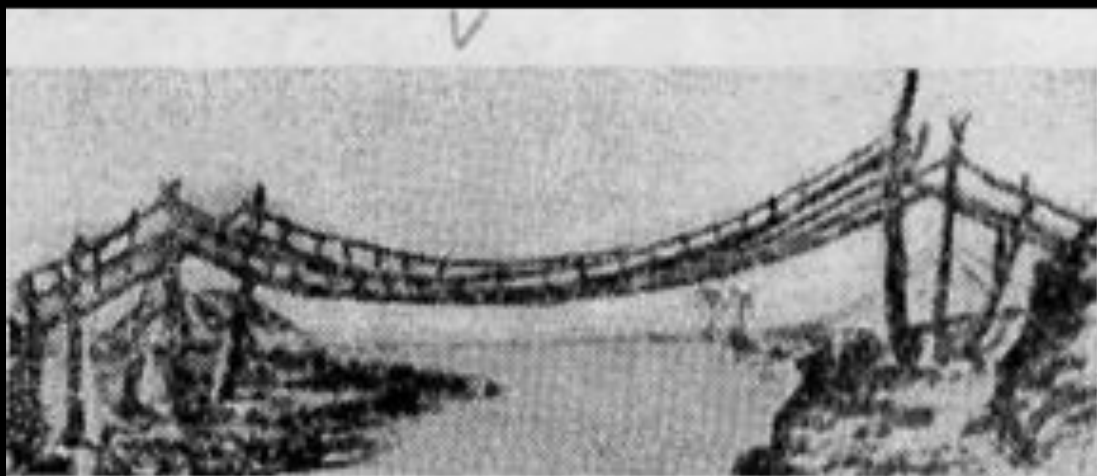
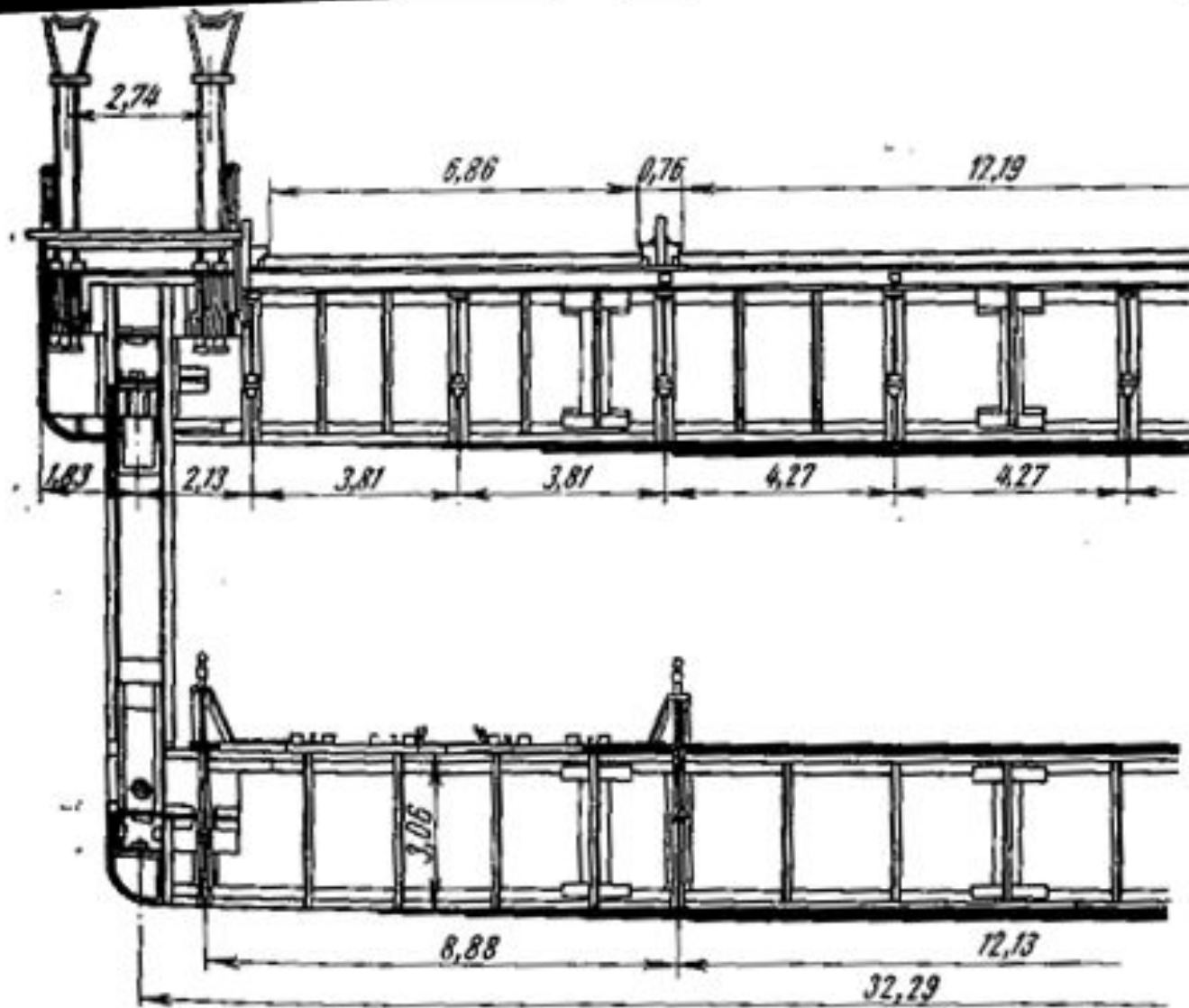


Рисунок 1.1. Висячий мост простейшего вида.



Рисунок 1.2. Мост Г. Вашингтона через р. Гудзон в Нью-Йорке.

Рисунок 1.3 Поперечное сечение моста через реку Гудзон.



**ПРИМЕРЫ  
СОВРЕМЕННЫХ  
ВИСЯЧИХ МОСТОВ.**

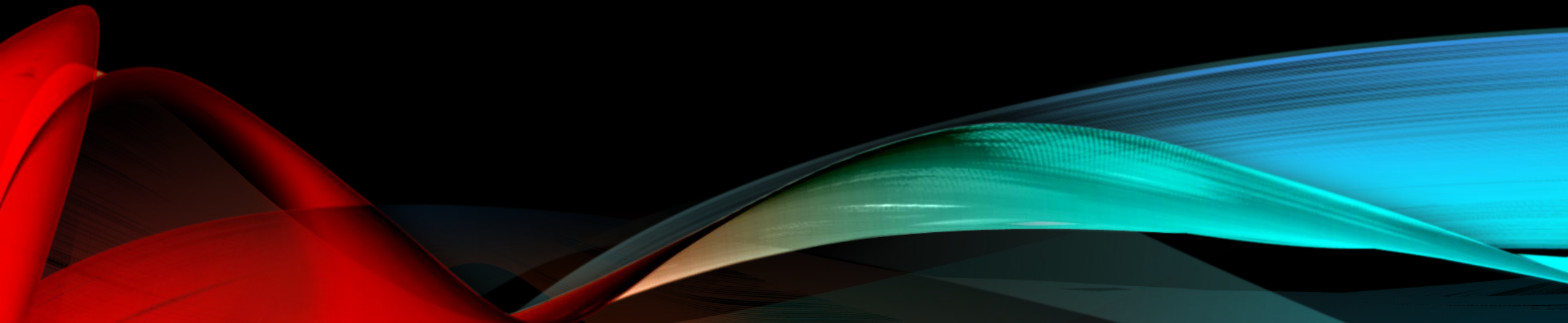


Рисунок 2.1 Мост «Золотые ворота».



**Параметры моста.**

Длина моста — 1970 метров, длина основного пролета — 1280, высота опор — 230 метров над водой. От проезжей части до поверхности воды — 67 метров. Стальная решетчатая ферма жесткости высотой 7,6 м поддерживается двумя кабелями из параллельных проволок диаметром 92,7 см. (кабель состоит из 61 пряди, каждая прядь состоит из 450 проволок).

Рисунок 2.3. Бруклинский мост.



### **Параметры моста.**

Длина основного пролета - 486,3 м., длина боковых пролетов – 287 м, полная длина моста – 1825 м., высота моста – 42 м., Высота опор – 84 м.,. Проезжая часть поддерживается четырьмя кабелями диаметром 39,4 см. каждый. Кабель состоит из 5282 параллельных проволок диаметром по 3 мм. В плоскости каждого-го кабеля размещено по 40 наклонных вант с обеих сторон пилонов. Главная балка состоит из 6 продольных решетчатых ферм, соединенных поперечными балками. Фермы имеют высоту 5,2 м. Отношение высоты балки жесткости к пролету 1:94.





### **Параметры моста.**

Полная длина - 2,200 м., длина основного пролета - 1,377 м., высота опор - 206 м., диаметр тросов - 1,1 м., высота моста - 62 м.

Мост имеет два уровня, На верхнем уровне расположена шестиполосная автомагистраль, по три полосы в каждом направлении. На нижнем - два железно-дорожных пути и запасная двухполосная автодорога для служебных целей и для движения во время сильных ветров.

Мост не имеет тротуаров.



Рис. 2.5. Закрепление тросов в массивные бетонные блоки.



Рисунок 2.6. Изготовление тросов подвесным методом.



Рисунок 2.7. Монтаж модулей подвесного полотна.



Рисунок 2.8. Нижний уровень моста.

Рисунок 2.9. В вечернее время мост Цин Ма, сверкает огнями иллюминации.





Рисунок 2.10 Мост Акаси-Кайкё.

## Параметры моста.

Мост имеет три пролёта: центральный длиной 1991 метр и две секции по 960 метров. Общая длина моста — 3911 метров. Изначально планировалось, что длина главного пролёта составит 1990 метров, но она увеличилась на один метр после землетрясения в Кобе 17 января 1995 года. В конструкции моста имеется система двухшарнирных балок жёсткости, позволяющая выдерживать скорости ветра до 80 метров в секунду, сейсмическую активность до 8,5 баллов по шкале Рихтера и противостоять морским течениям. Пилоны поднимаются на высоту 297 м.

## Параметры кабелей.

- Длина каждого главного кабеля - 4 073 метров.
- Диаметр главного кабеля - 112 см
- Диаметр каждой проволоки - 5.23 мм (3/16 дюйм)
- Количество прядей в каждом главном кабеле - 290
- Число проволок в каждой пряди - 127
- Общее количество проводов в каждом кабеле - 36 830
- Вес каждого главного кабеля - 50 460 метрических тонн (~56 000 тонн)

Мост предназначен под 6-полосное скоростное движение автотранспорта

Мост Акаси-Кайкё дважды вошёл в книгу рекордов Гиннеса: как самый длинный подвесной мост, и как самый высокий мост. И ещё один любопытный факт: если вытянуть в длину все стальные тросы моста Акаси-Кайкё, то ими мож-но было бы опоясать Землю целых семь раз!



Рисунок 2.11. День открытия моста.



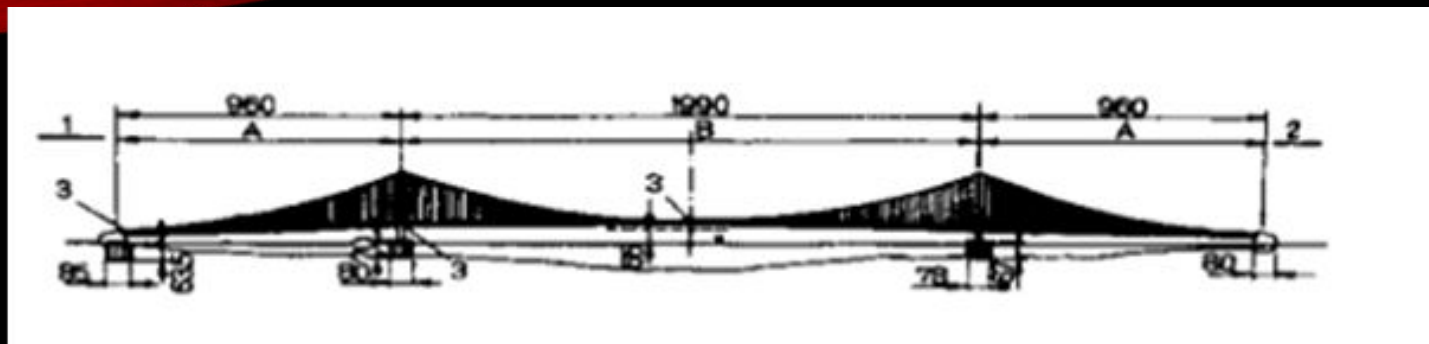


Рисунок 4.12. Общий вид моста Акаси-Кайкё.

Рисунок 2.13. Вид опоры моста.





Рисунок 2.14. Анкерный устой моста (слева). Закрепление главного кабеля



Длина моста — 1560 метров, длина основного пролета 1074 метров, ширина моста - 33 метра, высота опор — 165 метров над водой. От проезжей части до поверхности воды — 64 метра.

Рисунок 2.15. Ататюркский мост.

**Параметры моста.**

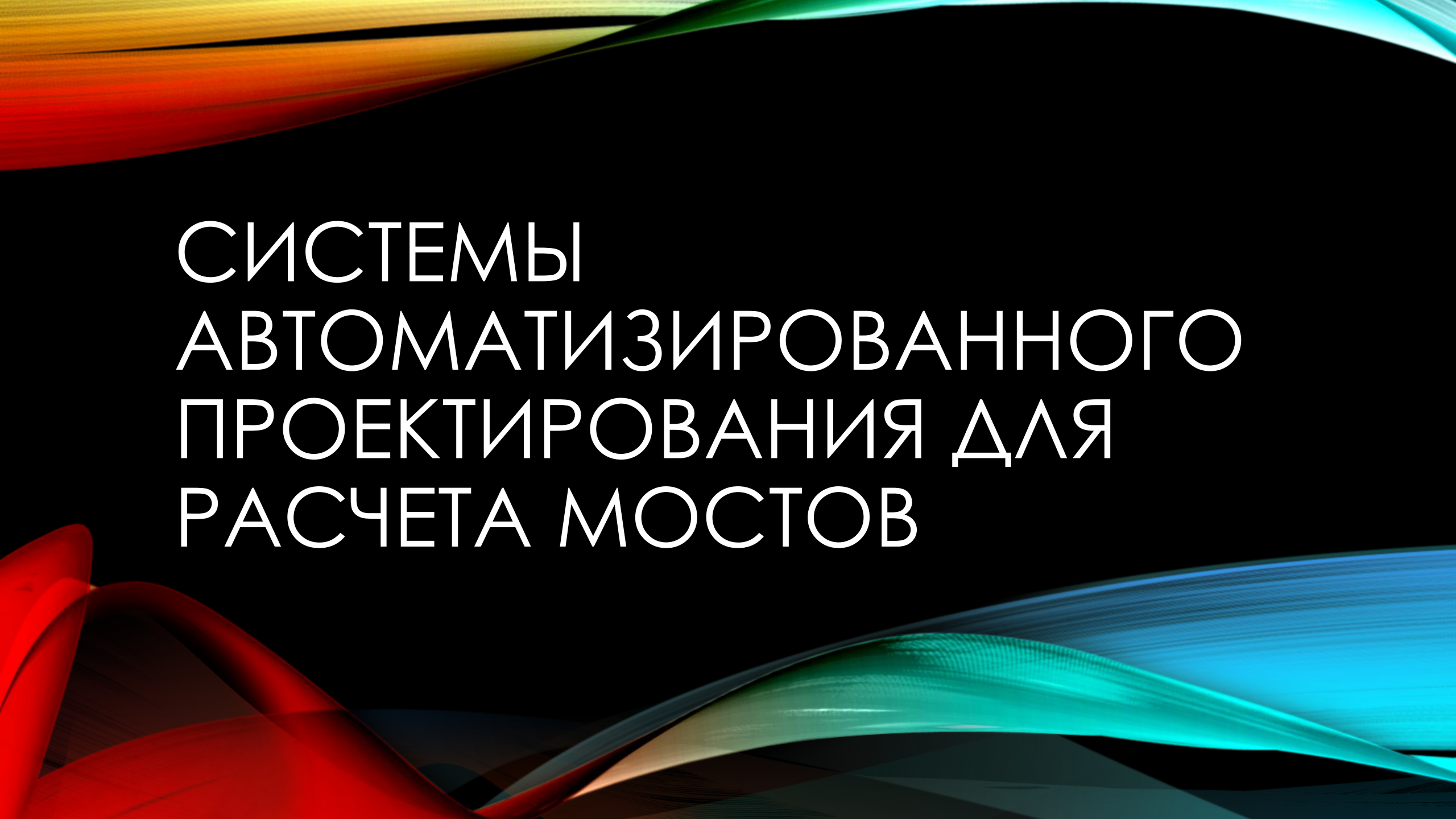
Длина моста — 1510 метров, длина основного пролета 1090 метров, ширина моста - 39 метров, высота опор — 165 метров над водой. Высота моста — 64 метра.




Рисунок 2.16 Второй Босфорский мост, или мост Султана Махмеда Фати-ха, 1988 г.

Таблица 1.1 - Самые большие висячие мосты мировой практике

Страна	Город (место)	Препятствие	Пролет, м	Год завершения строительства	Название моста
Япония	о. Хонсю - о. Сикоку	пролив	1991	1998	Akashi-Kaikyo (Акаси)
Дания	Хальсков -Спрогё	пролив	1624	1997	Большой Бельдт
Сянган (Гонконг)	о. Лантау	пролив	1413	1997	Tsing Ma (Цзин-Ма)
Великобритания	г. Гуль	залив Хамбер	1410	1981	Humber (Хамбер)
США	г. Нью-Йорк	р. Гудзон	1298	1965	Verrazano-Narrows (Верразано-Нерроуз)
США	г. Сан-Франциско	залив	1280	1937	Golden Gate (Золотые ворота)
Швеция	Веда-Хорнё	пролив	1210	1997	Хога Хустен
США	Мичиган	пролив Макинак	1158	1957	Большой Мак
Япония	о. Хонсю - о. Сикоку	пролив	1100	1988	1) Seto Ohashi (Сето Охаси) 2) Minami Bisan Seto (Минами Бисан Сето)
Турция	г. Стамбул	пролив Босфор	1090	1988	Фатах Султан Мехмет
Турция	г. Стамбул	пролив Босфор	1074	1973	Босфорский
США	г. Нью-Йорк	р. Гудзон	1067	1931	Дж. Вашингтона
Япония	о. Хонсю - о. Сикоку	пролив	1030	1999	Курусима-3
Япония	о. Хонсю - о. Сикоку	пролив	1020	1999	Курусима-2
Португалия	г. Лиссабон	р. Тахо	1013	1966	Мост 25 апреля (Винте э Синко де Абрил)
Великобритания	г. Эдинбург	залив Форт	1006	1964	Forth (Фортский мост)



СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ  
РАСЧЕТА МОСТОВ



На сегодняшний день проектирование и расчёты мостовых конструкций невозможны без применения современных компьютерных технологий. Это программные комплексы МКЭ, ориентированные на расчёт мостовых конструкций, такие, как: LUSAS (Великобритания), GTSTRUDL (США), MIDAS/CIVIL (Корея) и RM BRIDGE (Австрия), SOFISTIK, MICROFE (Германия), SCAD Soft (Россия), LIRA (Украина), ANSYS, NASTRAN, Cosmos-M, SolidWorks, (США) и другие, которые позволяют строить расчётные конечно - элементные модели сооружений с минимальными затратами труда. В них предусмотрены необходимые для расчета мостов специальные возможности (например, построение линий влияния для расчёта на подвижные нагрузки, для расчёта узловых сопряжений, для проверки местной устойчивости, для расчёта термонапряжённого состояния опор и т.д.).

## ПК ЛИРА 9.2 система МОСТ

В состав поставки ПК ЛИРА 9.2 входит система МОСТ, предназначенная для расчета мостовых конструкций. Она расширяет возможности проектировщика, автоматизирует многие этапы его деятельности, позволяет в короткие сроки выполнить многовариантное проектирование, что, в конечном счете, способствует созданию более удачной конструкции моста



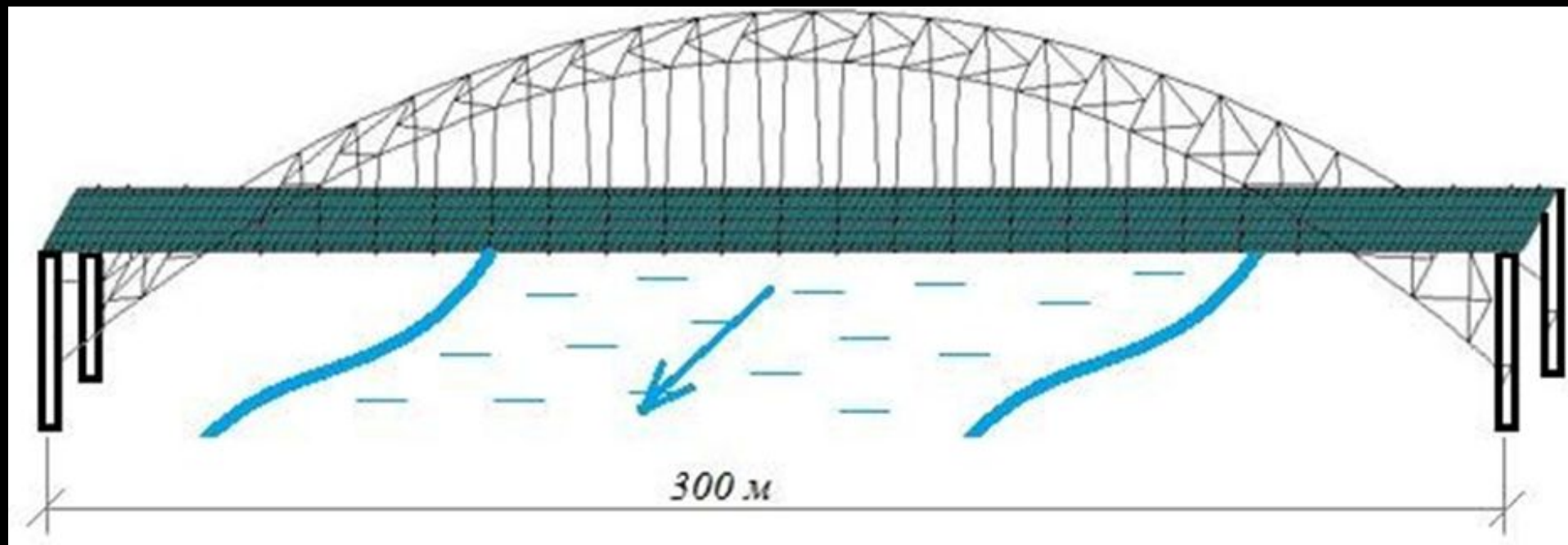


Рис.3. 1 – Пространственная расчетная схема арочного автодорожного металлического моста

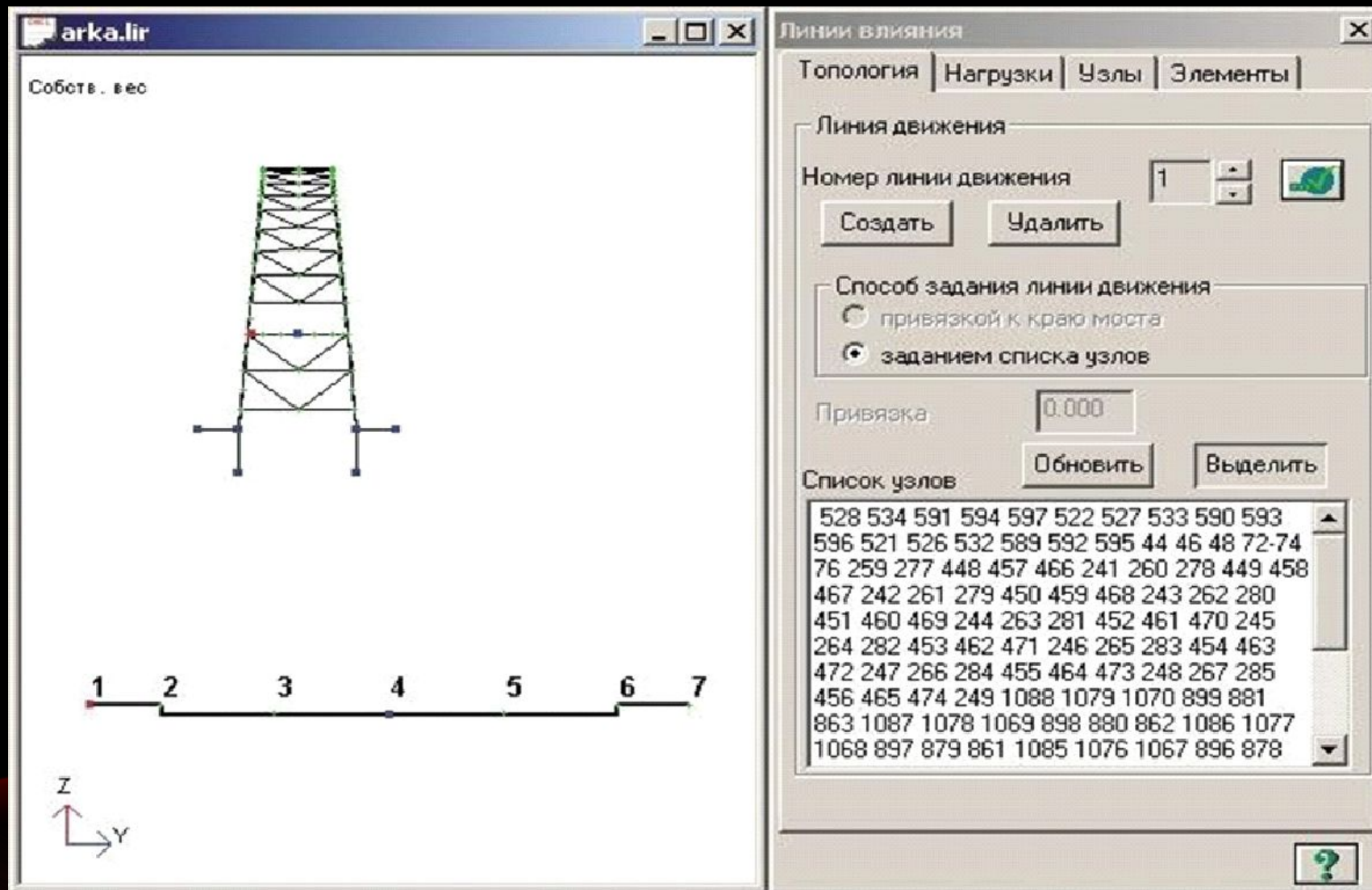


Рис.3. 2 – Схема расположения линий движения и диалог для их задания

Линии влияния

Топология | **Нагрузки** | Узлы | Элементы

Тип нагрузки  
Пешеходы

Козф. прочн. 1.2    Козф. выносл. 0.0    Распр.нагр. 0.45

Кол-во осей 0    Всевые нагрузки    Привязки

Список нагрузок  
Пешеходы    Удалить

Выполнять расчет сочетаний нагрузок  
    Сочетание нагрузок

Привязки

✓    ?

Привязки
1.125
17.375

Козфф. по полосам

Рис3.3 – Диалоги задания нормативной временной нагрузки от пешеходов

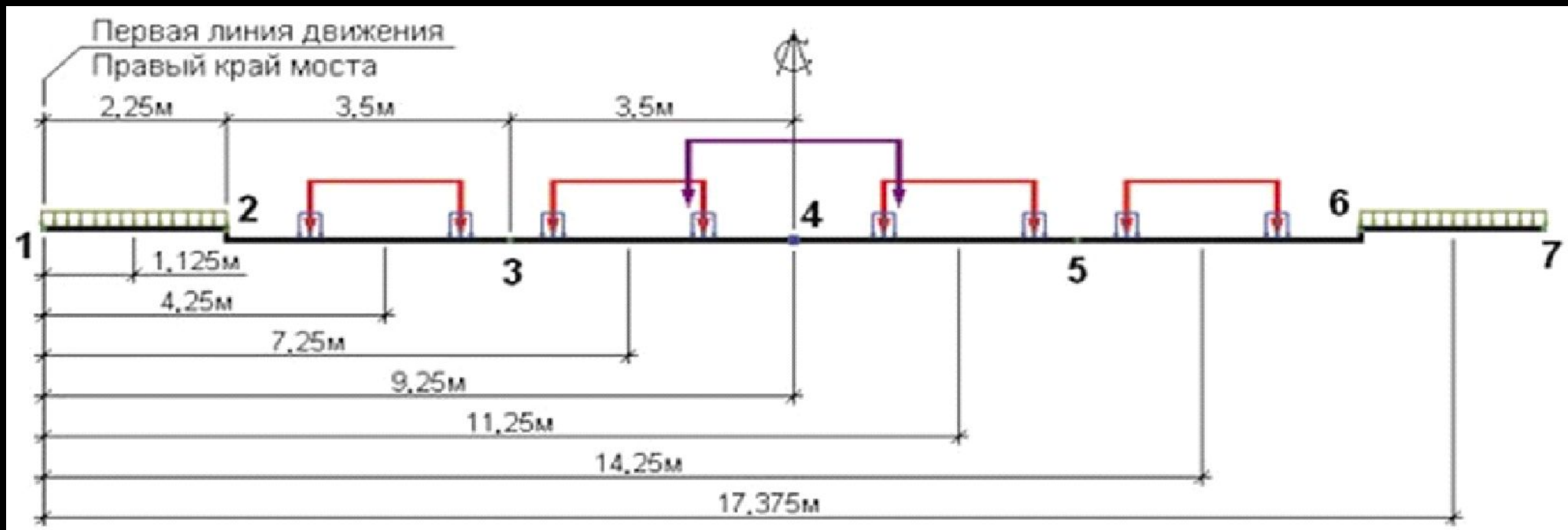


Рис. 3.4 – Привязки подвижных нагрузок поперек моста

а)

Линии влияния

Топология | **Нагрузки** | Узлы | Элементы

Тип нагрузки: Автотранспорт АК

Коеф. прочн.: 1.38 | Коеф. выносл.: 1.1 | Распр.нагр.: 1.4

Коеффициенты для оср.нагрузок по полосам:  
 К.пр.1: 1.38 | К.вын.1: 1.1 | К.пр.2: 1.38 | К.вын.2: 1.1

Кол-во осей: 2 | Осьевые нагрузки | Привязки

Список нагрузок:  
 Пешеходы  
 АК

Выполнять расчет сочетанной нагрузок:  Сочетание нагрузок

Осьевые нагрузки

N оси	Привязка	Полн. нагр.	Порож.нагр.
1	0	14	
2	1.5	14	

Привязки

Привязки
4.25
7.25
11.25
14.25

Коефф. по полосам

Коеффициенты S1

N пол.	Расп.н.	Соср.н.
1	1	1
2	0.6	1
3	0.6	1
4	0.6	1

б)

Линии влияния

Топология | **Нагрузки** | Узлы | Элементы

Тип нагрузки: НК и сосредоточенная многососев:

Коеф. прочн.: 1.1 | Коеф. выносл.: 0.0 | Распр.нагр.: 1.4

Кол-во осей: 4 | Осьевые нагрузки | Привязки

Список нагрузок:  
 Пешеходы  
 АК  
 НК

Выполнять расчет сочетанной нагрузок:  Сочетание нагрузок

Осьевые нагрузки

N оси	Привязка	Полн. нагр.	Порож.нагр.
1	0	25	
2	1.2	25	
3	2.4	25	
4	3.6	25	

Привязки

Привязки
9.25

Коефф. по полосам

Рис. 3.5 – Диалоги задания нормативной временной нагрузки А14

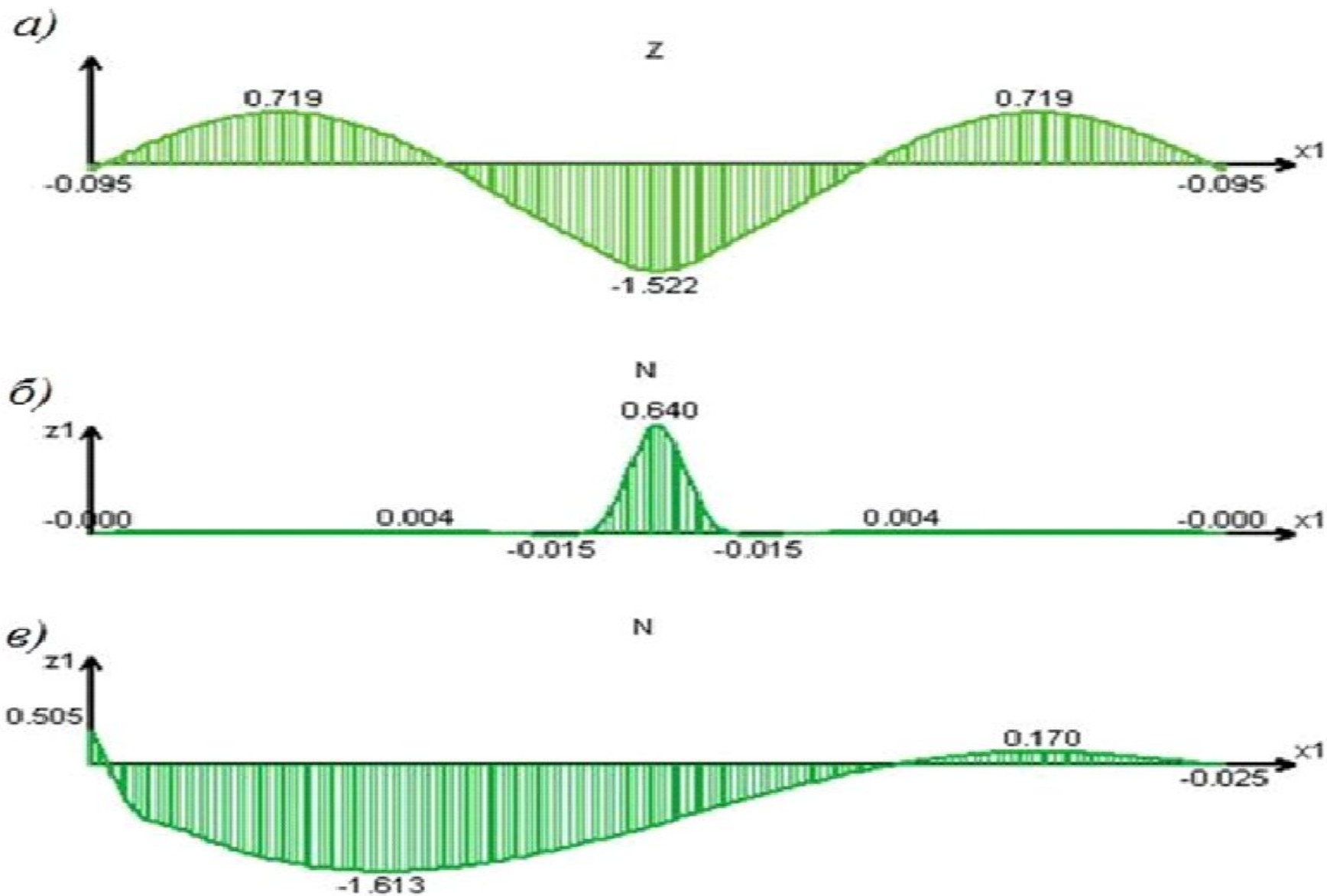


Рис.3. 7 – Линии влияния:  
 а – для центрального узла  
 моста; б – для ближней  
 подвески в центре  
 моста; в – для левого  
 опорного сечения  
 передней арки