



PASCO Structures System

Набор для сборки сложных фермовых конструкций

ME-6992B



Набор для сборки сложных фермовых конструкций PASCO включает кронштейн для силовых конструкций ME-6988A, посредством которого конструкции крепятся к силовой платформе PASCO.

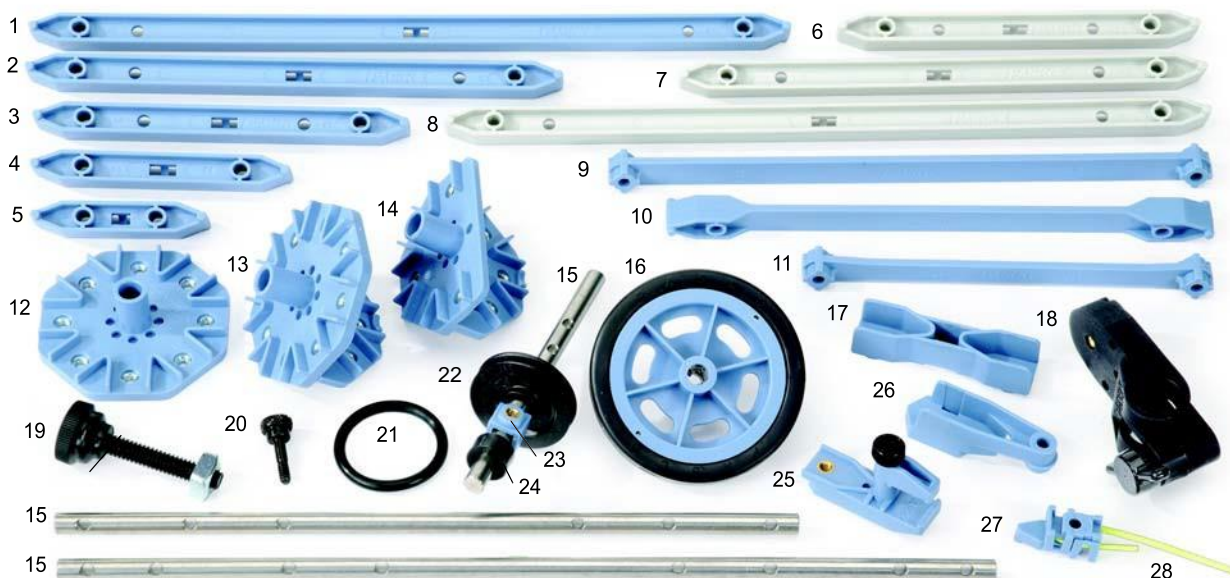
Содержание

Комплектация	1
Дополнительное и рекомендуемое оборудование	2
Введение.....	2
Компоненты набора.....	3
Присоединение тензодатчиков	5
Характеристики двутавровых балок.....	6
Простые треугольники.....	6
Фермы	7
Обычные фермовые мосты	8
Различные масштабы.....	8
Измерение изгиба моста под нагрузкой	9
Задачи с мостами для учащихся	10
Измерение статической и динамической нагрузки	10
Силы, действующие на стрелу	11
Модель человеческой ноги	13
Качели.....	15
Модель человеческой спины	17
Башенный кран.....	19
Модель человеческой руки	21
Стреловой кран.....	23
Катапульта	25
Горбатый мост и комбинации переменной длины.....	27
Фермовый мост с поперечными распорками и эстакада с поперечными распорками	28
Эстакада PAStack с поперечными распорками	29
Опора с поперечными распорками.....	30
Тележка, приводимая в движение резиновой лентой	31
Номера запасных частей и обзор дополнительного оборудования	32
Мосты, для которых необходим набор для сборки сложных конструкций и набор для моделирования мостов	33
Узлы подвесного моста на двутавровых балках	34
Концевой узел подвесного моста на двутавровых балках.....	35
Опора подвесного моста на двутавровых балках	36

Дорожное основание подвесного моста на двутавровых балках.....	37
Подвесной мост на гибких двутавровых балках.....	37
Подвесной мост на плоских балках	38
Вантовый мост.....	39
Узлы вантового моста.....	40
Мост в Балтиморе и узлы арочного мостового перехода 1	41
Арочный мост.....	42
Мост на консольной ферме.....	43
Арочный мост с затяжкой с поперечными распорками.....	44
Арочный мост с двойной затяжкой с гибкими двутавровыми балками.....	45
Вантовый мост PAStack.....	46
Рекомендации по конструкции вантового моста.....	47
Резонансные конструкции: балка и опора.....	48
Кронштейн для крепления конструкций к силовой платформе	51
Техническая поддержка, гарантия и авторские права.....	54

Набор для сборки сложных фермовых конструкций

ME-6992B



Элементы набора	Кол-во	Элементы набора	Кол-во
1. Балка №5 (длина 24 см)	24	16. Ведущее колесо и шина	4
2. Балка №4 (длина 17 см)	54	17. Прямой соединитель	24
3. Балка №3 (длина 11,5 см)	54	18. Зажим для конструкционной штанги	2
4. Балка №2 (длина 8 см)	24	19. Гайка и болт для PAStrack	6
5. Балка №1 (длина 5,5 см)	24	20. Винт (6-32)	300
6. Гибкая балка №3 (11,5 см)	16	21. Уплотнительное кольцо	12
7. Гибкая балка №4 (17 см)	16	22. Блок	12
8. Гибкая балка №5 (24 см)	16	23. Конусная втулка	24
9. Плоская балка 3x4 (19 см)	16	24. Разделитель	12
10. Плоская балка №4 (17 см)	16	25. Подвижный соединитель	12
11. Плоская балка 2x3 (12,5 см)	16	26. Угловой соединитель	24
12. Плоский соединитель	6	27. Защелка для натяжения шнура	32
13. Сферический соединитель	6	28. Желтый шнур	1 катушка
14. Полукруглый соединитель	42	Кронштейн для силовых конструкций (не показан)	2
15. Ось (по 2 шт. каждого из 3 вариантов длины)	6	Ящик для хранения (не показан)	1

Набор для сборки сложных фермовых конструкций ME-6992B состоит из отдельных деталей следующих компонентов системы PASCO Structures System.

Набор гибких двутавровых балок ME-6985 Зажим для конструкционной штанги ME-6986 (2 шт.) Элементы набора для сборки плоских конструкций ME-6987 Элементы набора для сборки фермовых конструкций ME-6993 Винты для набора для сборки фермовых конструкций ME-6994	Элементы веревочного замка (ME-6996) Сферические соединители ME-6997 Оси ME-6998A Угловые соединители ME-6999A Ящик для хранения 740-162 (13,6 л)
---	--

Прочее оборудование PASCO, тесно связанное с набором для сборки сложных фермовых конструкций.

Дополнительное оборудование	Дополнительное оборудование
Усилитель сигнала тензодатчиков PS-2198	Набор для изучения физики конструкций ME-6989
Комплект Цифровой тензометр и набор тензодатчиков PS-2199	Набор для сборки фермовых конструкций ME-6990
Тензодатчик 100 Н PS-2200	Набор для моделирования мостов ME-6991
Тензодатчик 5 Н PS-2201	Элементы дорожного основания ME-6995
Датчик положения PS-2205	Интерфейсные устройства PASPORT*
Сдвоенный усилитель сигнала тензодатчиков PS-2206	Программное обеспечение для сбора данных*

* Дополнительные сведения см. в каталоге PASCO или на веб-сайте PASCO (www.pasco.com).

Рекомендуемое оборудование	Рекомендуемое оборудование
Набор грузов с крючками (SE-8759) Подвеска для грузов и набор грузов (ME-8979)	Большие наборы грузов с вырезом (ME-7566 и ME-7589) Угломер (ME-9495A)
Силовая платформа PASPORT (PS-2141)	Силовая платформа двухосная (PS-2142)

Введение

Набор для сборки сложных фермовых конструкций ME-6992B — это часть системы PASCO Structures System. Этот набор можно использовать отдельно и в сочетании с другими частями системы. Например, можно добавить комплект Цифровой тензометр и набор тензодатчиков (PS-2199) для измерения сил сжатия и растяжения в элементах конструкций. Также доступны другие наборы пластиковых деталей.

Ниже перечислены остальные части системы PASCO Structures System.

Набор для изучения физики конструкций (ME-6989). Набор элементов конструкций (балки, соединители, винты) и другого оборудования для изучения кинематики, импульса, энергии и вращения.

Набор для сборки фермовых конструкций (ME-6990). Небольшой набор балок, соединителей и винтов для моделирования ферм.

Набор для моделирования мостов (ME-6991). Большой набор с дорожным основанием и тросами для моделирования мостов и «американских горок».

Усилитель сигнала тензодатчиков (PS-2198). Можно подключить до шести тензодатчиков. Требуется интерфейсное устройство PASPORT для подключения к USB-порту компьютера.

Комплект Цифровой тензометр и набор тензодатчиков (PS-2199). Усилитель сигнала тензодатчиков (PS-2198) с четырьмя тензодатчиками 100 Н (PS-2200).

Тензодатчик 100 Н (PS-2200). Механические датчики, которые крепятся на балках, без электроники. Для работы им требуется усилитель сигнала тензодатчиков (PS-2198) или сдвоенный усилитель сигнала тензодатчиков (PS-2206).

Тензодатчик 5 Н (PS-2201). Механические датчики, которые крепятся на балках, без электроники. Для работы им требуется усилитель сигнала тензодатчиков или сдвоенный усилитель сигнала тензодатчиков.

Датчик положения (PS-2205). Датчик PASPORT и цифровой индикатор положения, предназначенный для измерения изгиба элементов конструкции, например фермы или моста.

Сдвоенный усилитель сигнала тензодатчиков (PS-2206). Можно подключить один или два тензодатчика. Требуется интерфейсное устройство PASPORT для подключения к USB-порту компьютера.

Компоненты набора

Балки

В наборе имеются пластиковые двутавровые балки пяти размеров, пронумерованные от №1 до №5. Самая короткая — балка №1. Также имеются *гибкие* двутавровые балки трех размеров, пронумерованные как №3, №4 и №5, и *плоские* балки трех размеров, пронумерованные как 2 x 3, F4 и 3 x 4.

Сборка балок

Все балки крепятся к соединителям одинаково. Для крепления балок к соединителю (например, полукруглому) используются входящие в комплект винты (6-32 со шлицевой головкой), как показано на рисунке.

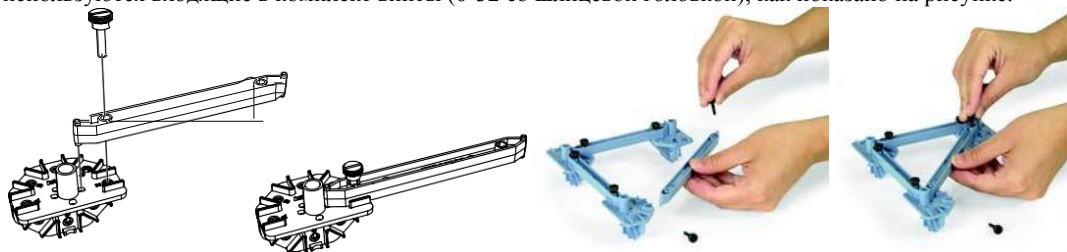


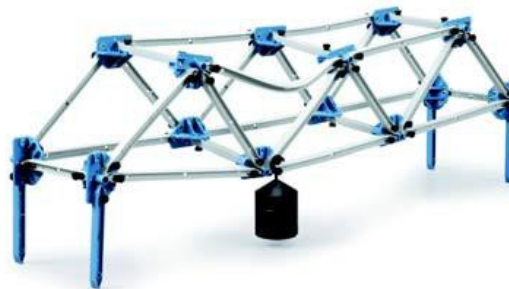
Рис. 1. Крепление балок к соединителям

Гибкие двутавровые балки

Гибкие двутавровые балки имеют те же размеры, что и обычные двутавровые балки №3, №4 и №5. Они могут использоваться для наглядной демонстрации разрушения конструкции под большой нагрузкой. После снятия нагрузки балки восстанавливают свою первоначальную форму.



Рис. 2. Гибкие двутавровые балки



Гибкие двутавровые балки также используются в конструкциях подвесных мостов

Плоские балки

Плоские балки используются в качестве поперечных распорок.

Присоединение шнуров

Защелки помогают отрегулировать натяжение шнура при его использовании для горизонтальных опор, подвесных элементов или вантовых мостов.

Защелка для шнура не разбирается. Оптимальный способ — продеть шнур через защелку до ее закрепления на мосту или конструкции. Чтобы продеть шнур, возьмите защелку за верхнюю половину, как показано на рис. 4а, таким образом, чтобы две половины защелки разошлись и открылось отверстие, в которое продевается шнур. Шнур вставляется с конца, противоположного заостренному концу защелки. Шнур следует продеть петлей обратно сквозь защелку, как показано на рис. 4с. После этого защелку можно использовать для конструкции, скрепив ее соединительным винтом. Чтобы отрегулировать натяжение шнура, ослабьте винт, натяните шнур до нужной степени, после чего затяните винт.

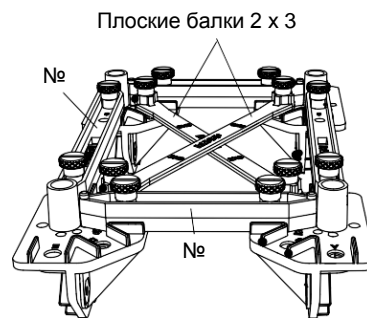


Рис. 3. Плоские балки

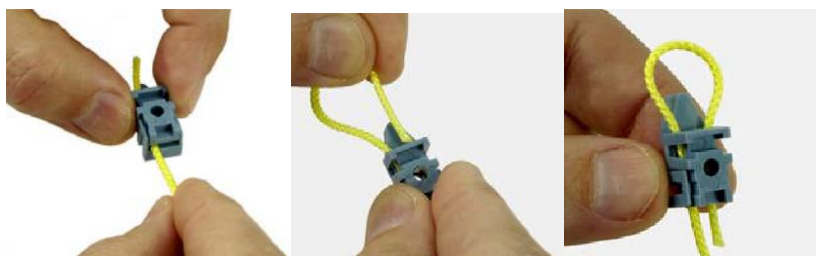


Рис. 4а. Удерживайте половину защелки для шнура таким образом, чтобы две половинки разошлись

Рис. 4б. Проденьте шнур петлей через защелку

Рис. 4с. Шнур огибает отверстие для винта



Рис. 4д. Защелку для шнура можно прикрепить к конструкции с помощью винта

Соединители

Полукруглый соединитель: имеет восемь сегментов для присоединения балок (маркировка от А до Н). Сферический соединитель: имеет одиннадцать сегментов для присоединения балок (маркировка А до Н, а также X, Y и Z).

Плоский соединитель: имеет восемь сегментов для присоединения балок (маркировка А до Е, а также X, Y и Z).

Прямой соединитель: обеспечивает соединение двух балок для получения более длинной балки.

Угловой соединитель: позволяет соединить балку с полукруглым, сферическим или плоским соединителем под углом, отличным от 0, 45 или 90 градусов. Кроме того, с помощью углового соединителя можно регулировать в небольших пределах длину балки.

Подвижный соединитель: позволяет соединить одну балку с другой в любой точке на второй балке. Чтобы закрепить подвижный соединитель, ослабьте барашковый винт и поверните верхнюю щечку в сторону. Установите балку на нижнюю часть соединителя, поверните верхнюю щечку на место и затяните винт.

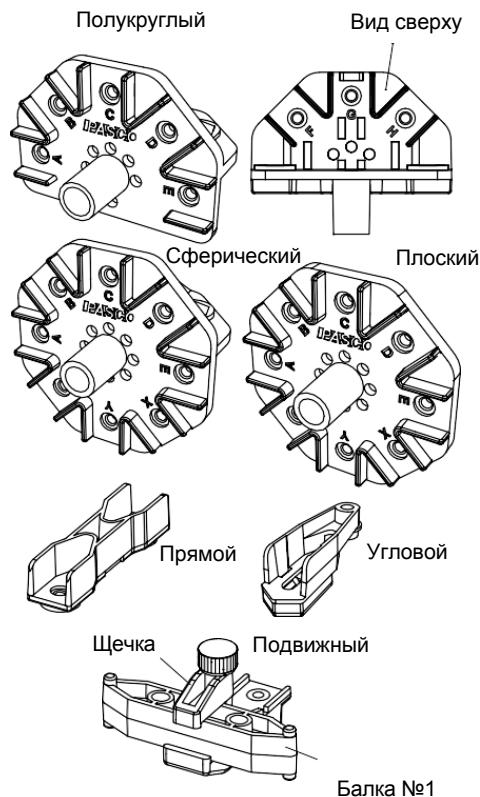


Рис. 5. Соединители

Гайка и болт для PAstrack: квадратная гайка и болт для использования с плоским соединителем с целью крепления моста или другой конструкции к PASCO PAstrack (сведения об оборудовании PAstrack см. в каталоге PASCO или на веб-сайте www.pasco.com).

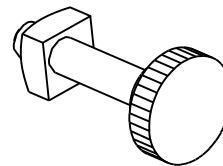


Рис. 6. Гайка и болт для PAstrack

Оси, блоки, разделители, конусные втулки и ведущие колеса

Оси: в комплекте имеется по две оси каждого из трех размеров (10,4 см, 21,3 см и 26,6 см). Диаметр всех осей — 0,635 см.

Блоки: в комплекте имеется 12 блоков диаметром 3,175 см и шириной 0,558 см. Чтобы получить колесо, наденьте уплотнительное кольцо, совместив с пазом в блоке.

Разделители: в комплекте имеется 12 разделителей внутренним диаметром 0,635 см, внешним диаметром 1,25 см и шириной 0,635 см. Конусные втулки: в комплекте имеются 24 конусные втулки, которые можно использовать с винтами (6-32) для фиксации блоков и разделителей на осях.

Ведущее колесо с шиной: в комплекте имеется четыре ведущих колеса с шинами. Ведущее колесо крепится на оси при помощи барашкового винта. Чтобы закрепить колесо на оси, совместите отверстие на оси с отверстием под винт на колесе. Ведущее колесо со снятой резиновой шиной можно использовать как большой шкив.

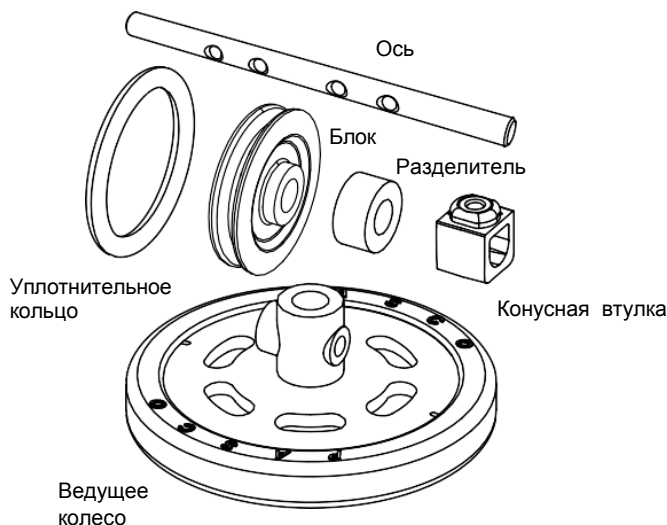


Рис. 7. Ось и другие детали

Крепление к силовой платформе (ME-6988A)

Крепление к силовой платформе PASCO модели ME-6988A состоит из двух кронштейнов и четырех барашковых винтов. Крепление предназначено для соединения элементов системы PASCO Structures System с силовой платформой PASCO Force Platform (не включена в комплект). Кронштейны также можно использовать в качестве опорных плит для моделей крупногабаритных конструкций. (Дополнительную информацию см. в инструкции по кронштейну для конструкций с силовой платформой.)

Присоединение тензодатчиков

Для измерения сил сжатия и растяжения в отдельных элементах в любую конструкцию PASCO можно добавить тензодатчики (например, модель PASCO PS-2200). Для этого нужно заменить балку двумя более короткими балками с тензодатчиком.

Балка №5 = тензодатчик + две балки №3

Балка №4 = тензодатчик + две балки №2

Балка №3 = тензодатчик + две балки №1

Тензодатчик соединяется с балками барашковыми винтами, как показано на рис. 8.

При использовании тензодатчиков конструкция собирается с ослабленными винтами. Это упростит анализ благодаря тому, что элементы подвергаются только сжатию и растяжению, без крутящего момента.

Сведения о том, как подсоединить тензодатчик к интерфейсному или регистрирующему устройству для сбора данных, см. в инструкции к датчику.

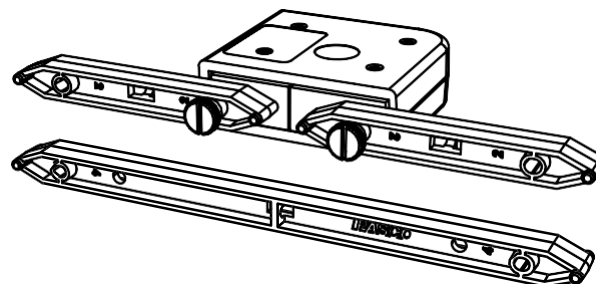


Рис. 8. Длина тензодатчика с двумя балками №2 равна длине балки №4

Пример: мост с тензодатчиками

Мост на рис. 9 содержит шесть тензодатчиков для измерения сжатия и растяжения в различных элементах. Для моделирования нагрузки используются подвешенные грузы. Вес грузов регулируется таким образом, чтобы сжатие в одной из опор составляло 1,0 Н. Сжатие представляется как положительное значение, растяжение — как отрицательное.

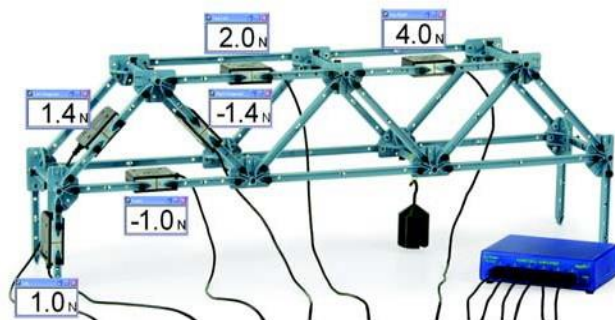


Рис. 9. Мост с тензодатчиками

Если винты ослаблены, можно провести теоретический анализ конструкции моста, предположив, что результирующая сила в каждом узле равна нулю. Таким образом, вертикальная составляющая сжатия в крайнем левом диагональном элементе должна составлять 1 Н (сила реакции опоры). Горизонтальная составляющая также должна быть равна 1 Н, так как данный элемент расположен под углом 45°. Расчетная результирующая сила:

$$\sqrt{(1.0 \text{ N})^2 + (1.0 \text{ N})^2} = 1.4 \text{ N}$$

Фактически измеренная сила согласуется с данным результатом.

Калибровка тензодатчиков

Тензодатчики проходят калибровку на производстве, однако их можно откалибровать повторно с помощью программного обеспечения или регистрирующего устройства. Соберите конструкцию, показанную на рис. 10, к которой будет крепиться тензодатчик. Инструкции см. в документации к программному обеспечению или регистрирующему устройству.

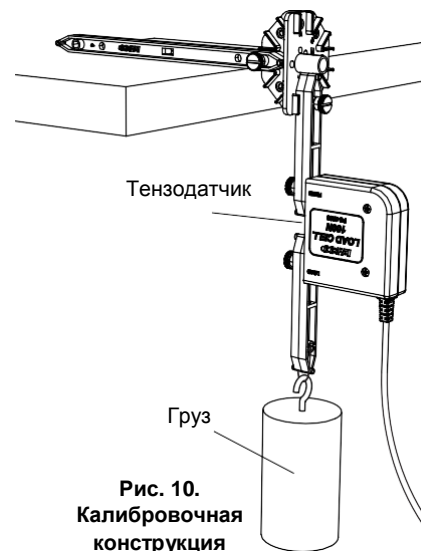


Рис. 10. Калибровочная конструкция

При калибровке необходимо применить к тензодатчику нагрузку известной величины. Зафиксировав конструкцию на краю стола (либо удерживая ее рукой), подвесьте к ней груз, как показано на рисунке.

Обратите внимание: подвешенный груз создает натяжение в тензодатчике, поэтому известная величина силы, которую вы указываете в программном обеспечении или регистрирующем устройстве, должна быть отрицательной. Например, если груз имеет массу 1,0 кг, создаваемая им сила будет равна -9,8 Н.

Характеристики двутавровых балок

На рис. 11 показана разница между изгибающими моментами двутавровой балки в разных плоскостях.

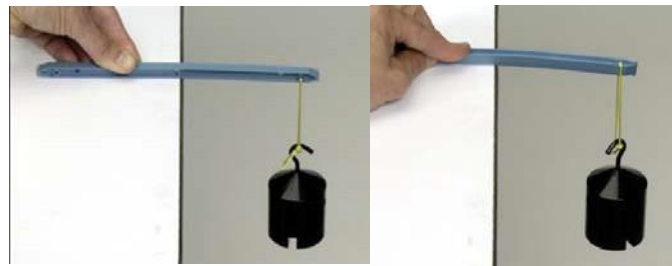


Рис. 11. Изгиб двутавровой балки

Простые треугольники

Большинство конструкций состоят из равнобедренных прямоугольных треугольников, один из которых показан на рис. 12.

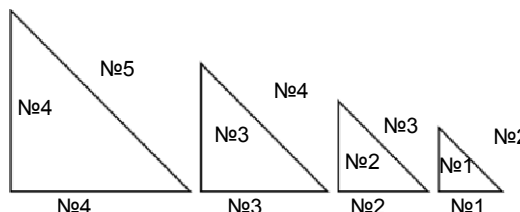
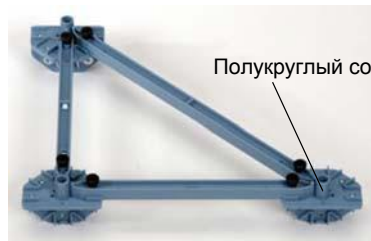


Рис. 12. (слева) Треугольник, составленный из балки №5 и двух балок №4. (справа) Треугольники из разных комбинаций балок

Фермы

Кингпост

На рис. 13 показана простая ферма-кингпост, составленная из балок №5 и №4. В качестве нагрузки используется подвешенный груз.

Для сравнения горизонтальной и вертикальной жесткости фермы положите ее на стол.

Для сборки трехмерной конструкции соедините две фермы балками №4 (рис. 14).

Поперечные распорки придают конструкции жесткость.

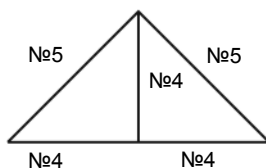


Рис. 13. Простая ферма-кингпост

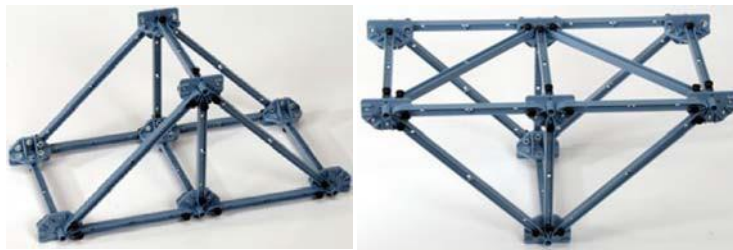
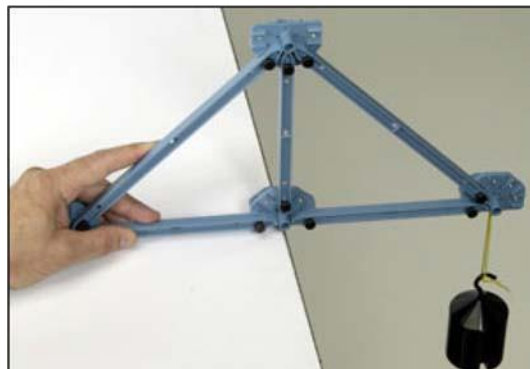


Рис. 14. (слева) Трехмерная конструкция фермы-кингпоста. (справа) Ферма-кингпост с поперечными распорками

Квинпост

Чтобы собрать ферму-квинпост, разберите кингпост и добавьте посередине квадратную секцию.

К любой ферме и любому мосту можно добавить опоры (рис. 15).

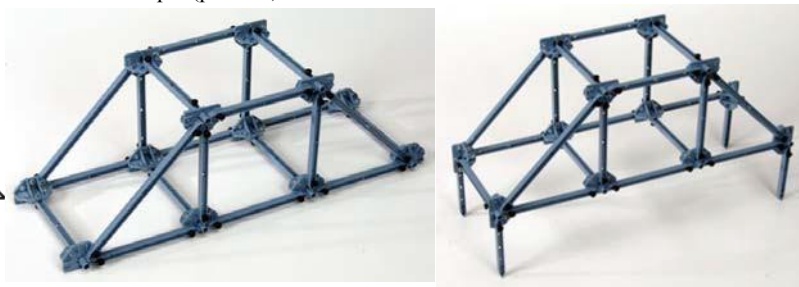
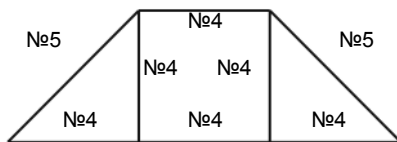


Рис. 15. (слева) Диаграмма фермы-квинпоста. (в центре) Квинпост. (справа) Квинпост с опорами

Стропильная ферма

Простая стропильная ферма или стропильная конструкция собирается из балок №4 и №5.

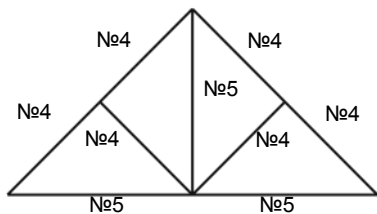
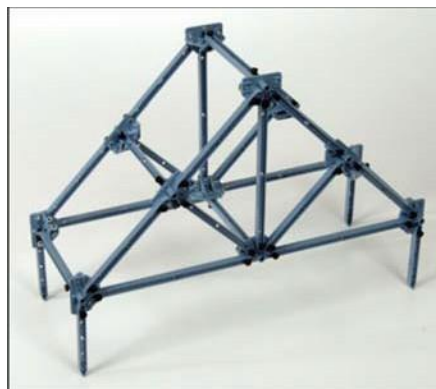


Рисунок 16. Стропильная ферма



Обычные фермовые мосты

Мост Уоррена

Мост Уоррена (рис. 17) представляет собой простой мост, состоящий из ряда треугольников. В этом виде, однако, на нем нельзя установить платформу (дорожное основание). Для поддержки платформы к мосту можно добавить вертикальные элементы. Дополнительные вертикальные элементы обеспечивают установку верхней платформы.

Чтобы собрать отдельно стоящий мост, сначала соберите на столе одну сторону. Затем соберите другую сторону. Соедините две стороны моста поперечными балками вверху и внизу. Добавьте дополнительные элементы в качестве опор моста (рис. 18).

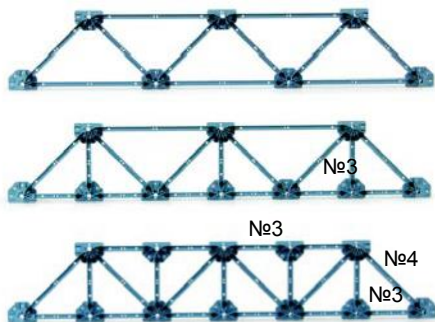


Рис. 17. (вверху) Мост Уоррена. (в центре) Мост Уоррена с вертикальными элементами. (внизу) Мост Уоррена с дополнительными вертикальными элементами

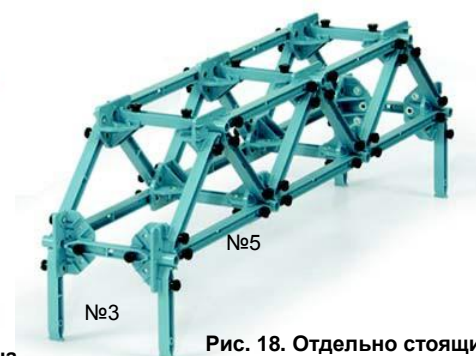


Рис. 18. Отдельно стоящий мост Уоррена

Различные масштабы

Мосты можно строить в двух различных масштабах. На рис. 19 показан мост Уоррена с вертикальными элементами, выполненный в двух масштабах.

Если нам необходимо покрыть определенное расстояние, почему бы не использовать меньший масштаб моста, просто взяв больше секций? Ответ на этот вопрос даст изучение сил, действующих на элементы моста разного масштаба. Если у малого и большого мостов одинаковое количество секций и на них действует одинаковая нагрузка, то силы, действующие на любой элемент малого моста, будут эквивалентны силам, действующим на такой же элемент большого моста.

Каждая дополнительная секция подвергается воздействию все больших сил. Это можно проверить с помощью тензодатчиков. См. раздел **Измерение статической и динамической нагрузки**.

На рис. 20 и 21 показаны различные типы мостов. Изучите, чем различаются силы, действующие на эти мосты и на мост Уоррена.



Рис. 19. Большой и малый мосты Уоррена с вертикальными элементами

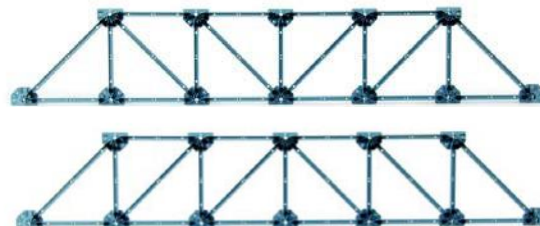


Рис. 20. (вверху) Ферма Пратта.



Рис. 21. Отдельно стоящий мост Хова

Измерение изгиба моста под нагрузкой

Поскольку элементы конструкции сделаны из пластика, достаточно легко продемонстрировать изгибание моста при сравнительно небольшой нагрузке.

ПРИМЕЧАНИЕ.
Не пытайтесь нагружать мост до его разрушения.

Использование датчика движения

На рис. 22 показан мост, к середине которого подвешен груз (большой набор грузов с вырезом PASCO ME-7566). На полу находится датчик движения (PS-2103), направленный вверх, к подвеске для грузов. Для фиксирования массы груза и расстояния до подвески используется интерфейсное устройство PASPORT (в данном случае это Xplorer GLX, PS-2002). Справа на рис. 22 показан график изгиба как функции от нагрузки.

Совет. Для GLX следует установить частоту сбора данных датчиком движения равной 50 Гц. В окне Sensor Setup (Настройка датчика) измените значение параметра Reduce/Smooth Averaging (Уменьшение / плавное сглаживание) с Off (Выкл.) на 5 points (5 точек).

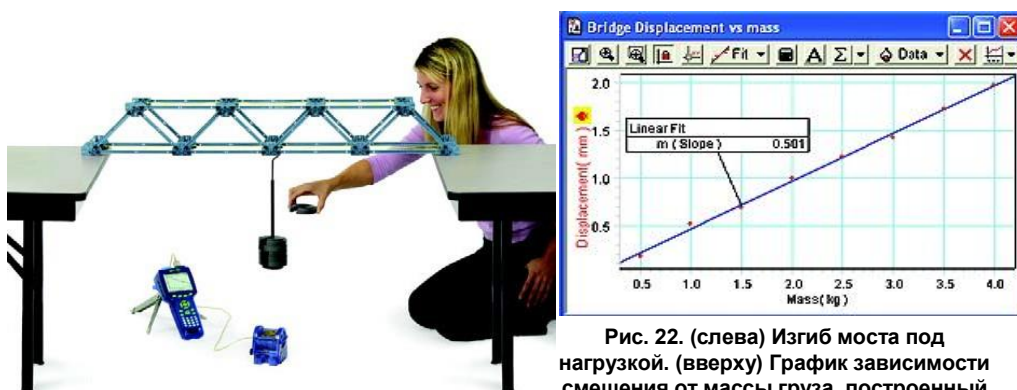


Рис. 22. (слева) Изгиб моста под нагрузкой. (вверху) График зависимости смещения от массы груза, построенный в программе PASCO DataStudio

Использование тензодатчиков

На рис. 23 показаны два моста одинакового типа, но разного масштаба. При одинаковой нагрузке степень их изгиба будет разной. Силы, действующие на некоторые элементы, измеряются с помощью тензодатчиков с целью выявления разницы, обусловленной масштабом моста.

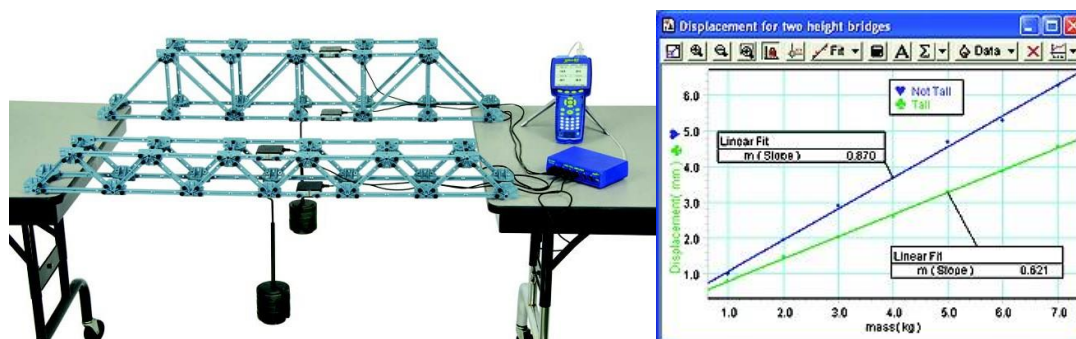


Рис. 23. (вверху) Мосты разного масштаба под одинаковой нагрузкой. (справа) График зависимости смещения от массы груза

Задачи с мостами для учащихся

Один из лучших способов изучения мостов — предложить учащимся выполнить задачу, имея в распоряжении ограниченный набор ресурсов. Далее приводятся две рекомендуемые задачи.

Строительство моста

Выдайте каждой группе набор пластиковых деталей, половину набора для моделирования мостов или ферм. Цель — построить мост длиной не менее 60 см. После этого попросите учащихся найти элемент моста, который испытывает самое сильное сжатие, и изменить конструкцию таким образом, чтобы свести это сжатие к минимуму.

Минимальный изгиб под нагрузкой

Выдайте каждой группе набор для моделирования мостов. Цель — построить мост заданной длины, так чтобы его изгиб под нагрузкой был минимальным. Мост нагружается грузом определенной массы, которую он может выдержать. Побеждает группа, которая построит мост с минимальным изгибом.

Измерение статической и динамической нагрузки

Статическая нагрузка

Нагрузите мост статически, подвесив груз к одной из нижних поперечных балок, и установите в конструкцию тензодатчики, как показано на рис. 24. Ослабьте все винты в конструкции, так чтобы элементы опирались только на оси. Это позволит избежать возникновения дополнительных моментов из-за винтов, и показания сжатия и растяжения будут согласоваться с рассчитанными значениями.

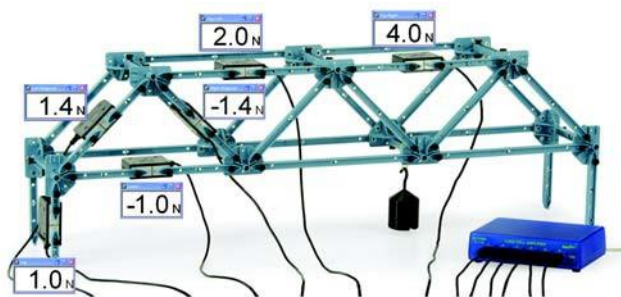


Рис. 24. Измерение статической нагрузки

Динамическая нагрузка

Подсоедините тензодатчики, как показано на рис. 25, а затем запустите по мосту динамическую тележку с дополнительным грузом. Обнулите показания тензодатчиков перед измерением. Посмотрите, какие элементы находятся под сжатием, а какие — под растяжением.

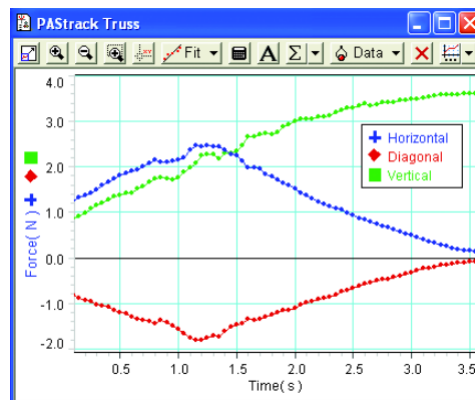
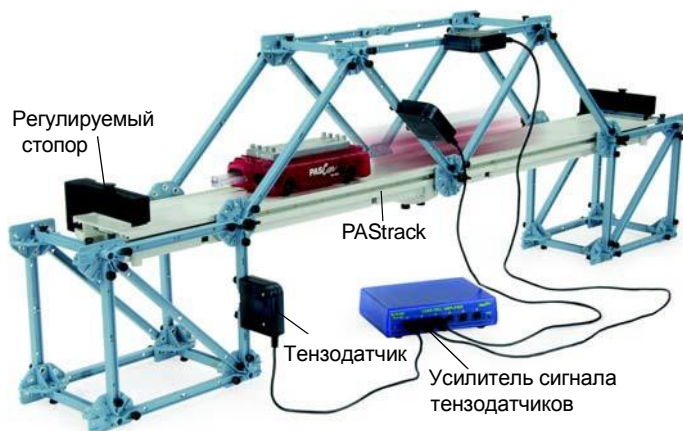
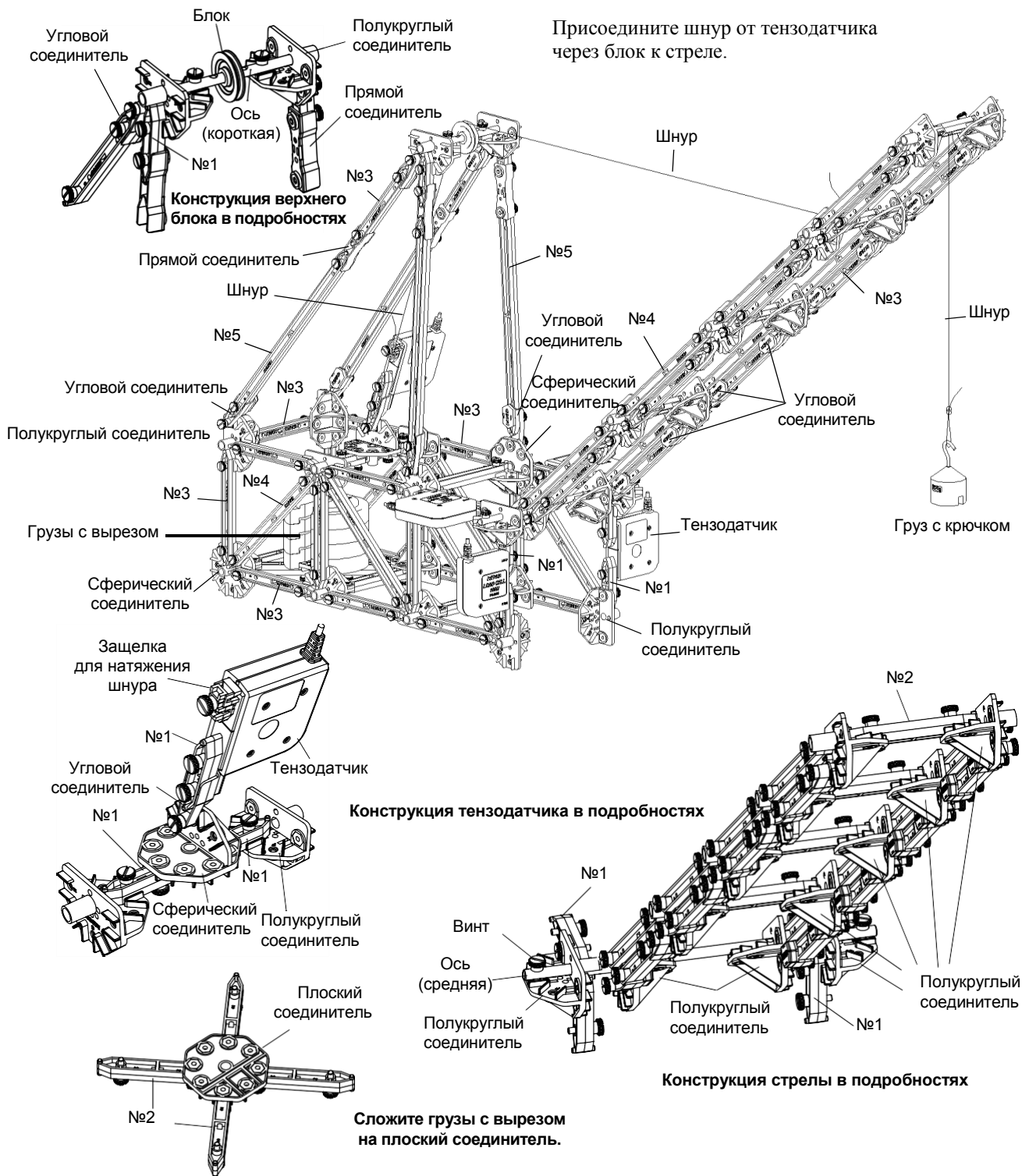


Рис. 25. (вверху) Регистрация сил, измеренных на тензодатчиках, по мере перемещения тележки по мосту PAStack. (справа) График, построенный по данным тензодатчиков в программе DataStudio

Силы, действующие на стрелу



Дополнительное оборудование	Модель	Дополнительное оборудование	Модель
Набор грузов с крючками	SE-8759	Угломер	ME-9495
Большой набор грузов с вырезом	ME-7566	Комплект Набор цифровых тензодатчиков с усилителем сигнала	PS-2199

Силы, действующие на стрелу: подробности

Тензодатчики

На рисунке показана конструкция «Силы, действующие на стрелу» с четырьмя тензодатчиками, измеряющими горизонтальные и вертикальные силы, действующие на ось в основании стрелы. Этот эксперимент можно провести всего с двумя тензодатчиками, установленными в основании (оба с одной стороны), но в таком случае необходимо удостовериться, что стрела строго центрирована и не наклоняется ни в одну сторону. Тогда фактическая сила будет равна измеренному значению, умноженному на два.

Рекомендации

Чтобы шнур проходил горизонтально, собирается треугольная опорная конструкция для верхнего блока. Используя различные компоненты, учащиеся могут изменять высоту расположения блока и тем самым варьировать угол наклона шнура. Как это повлияет на измеренные значения сил?

Как показано на рисунке, шнур привязан к поперечному элементу возле конца стрелы. Что изменится, если привязать шнур к самому концу стрелы или к поперечному элементу, который находится ближе к основанию?

Угломер

Угломер ME-9495 можно использовать для измерения угла наклона как шнура, так и стрелы.

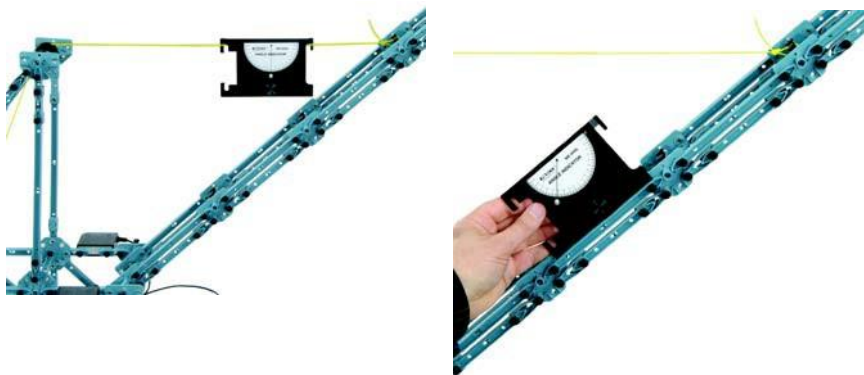
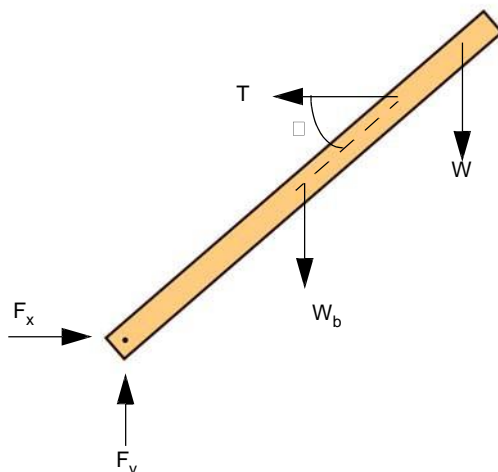
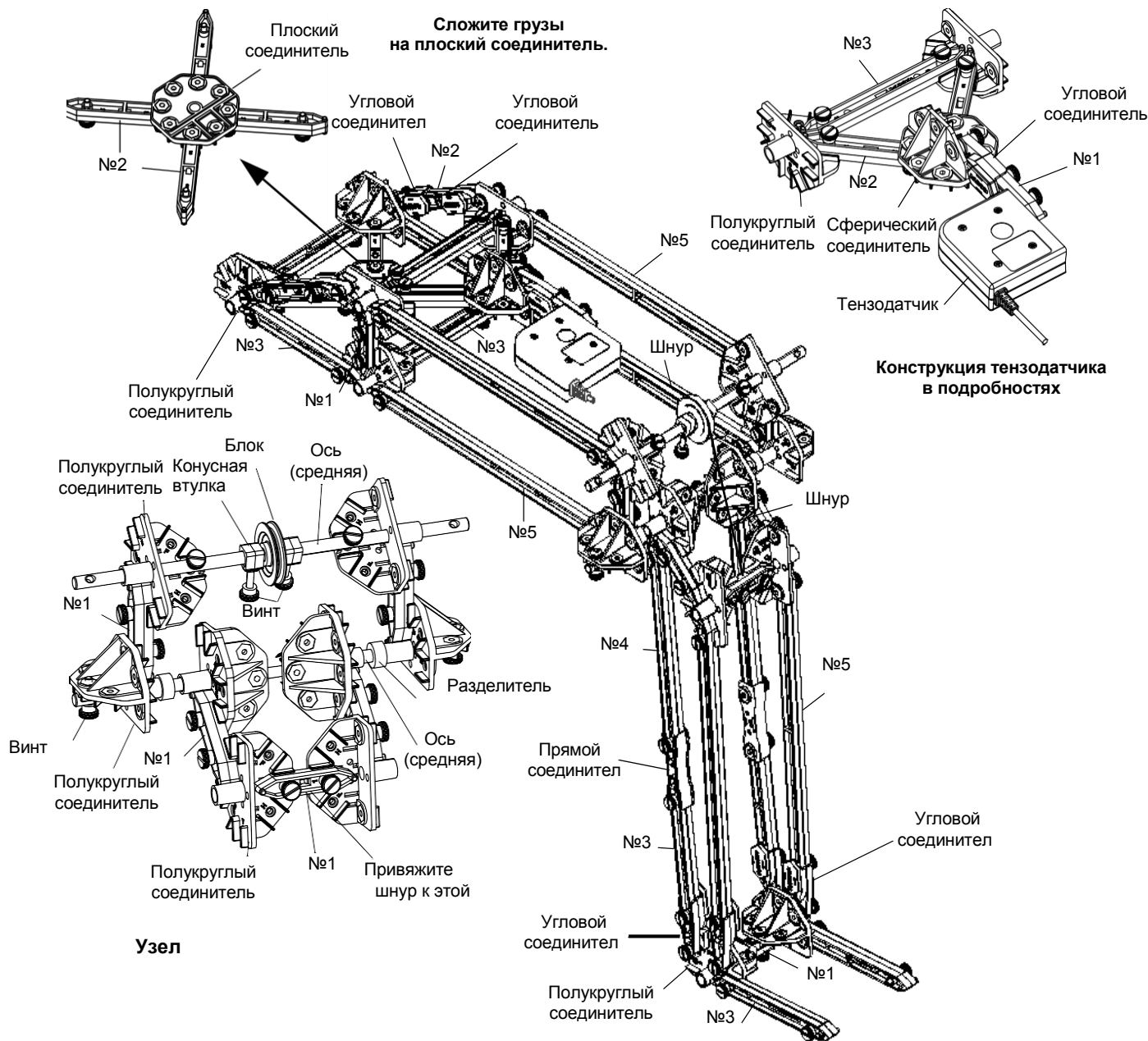


Диаграмма векторов сил

На диаграмме ниже показаны различные силы, действующие на стрелу.



Модель человеческой ноги



Присоедините шнур к тензодатчику с помощью защелки для натяжения шнура. Протяните шнур через блок и привяжите его конец к передней поперечной балке «колена».

Дополнительное оборудование	Модель
Большой набор грузов с вырезом	ME-7566
Большое зажимное устройство Комплект	ME-9472
Набор цифровых тензодатчиков с усилителем	PS-2199

Модель человеческой ноги в подробностях

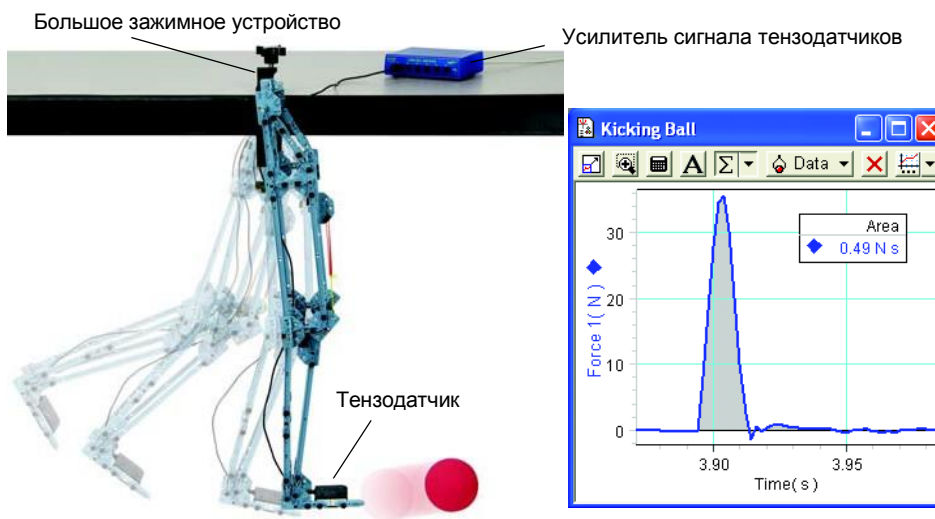
Силы, действующие на колено

Наша цель — напрямую измерить силу, необходимую для удерживания ноги под различными углами.

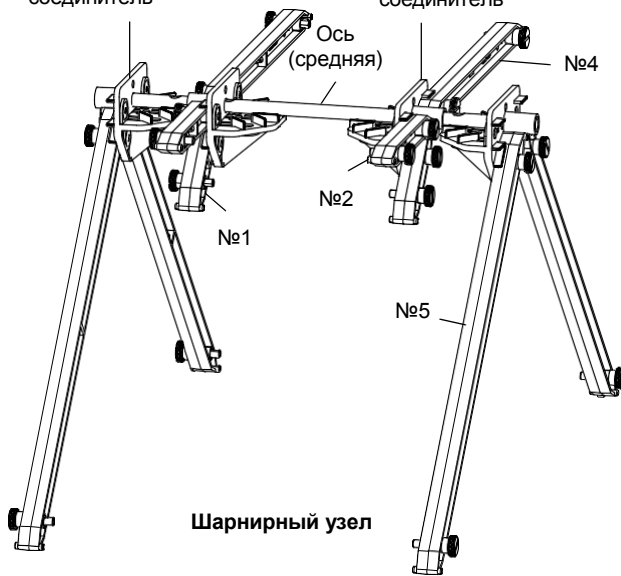
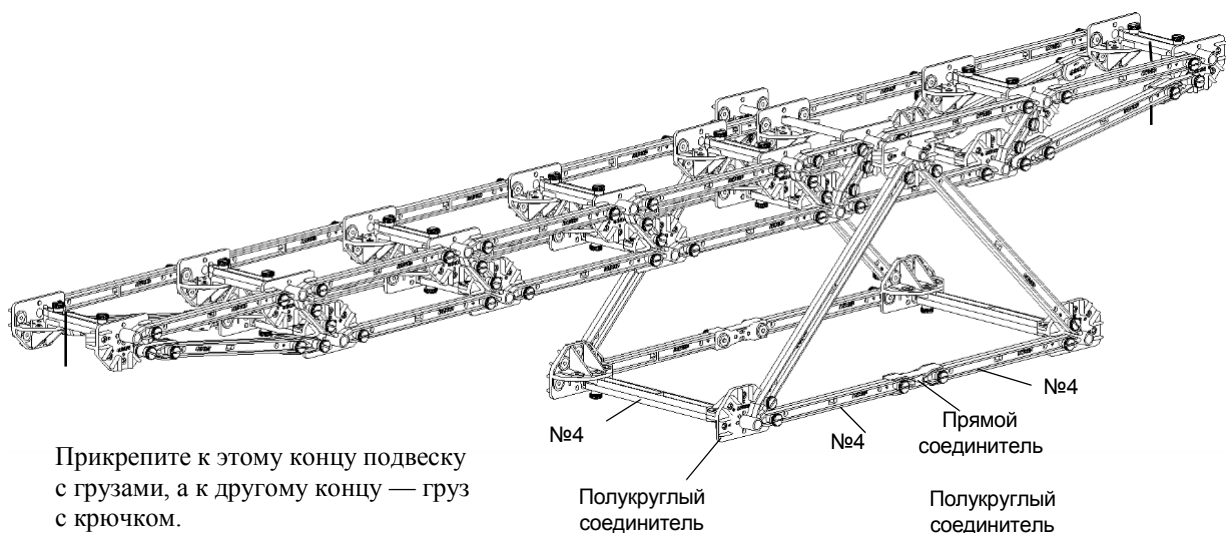
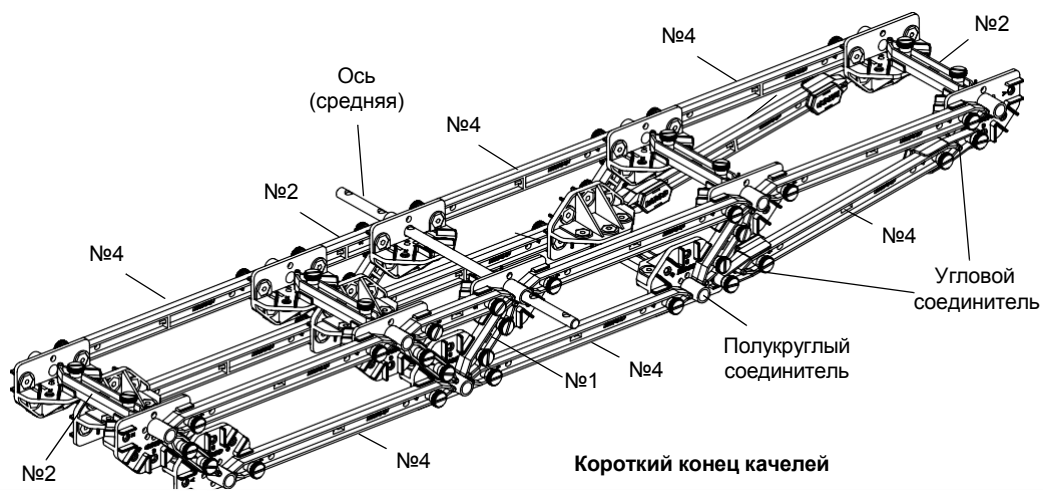


Модель ноги

В модели ноги используется резиновая лента (не входит в комплект), которая представляет мышцу-квадрицепс, и тензодатчик на ступне, измеряющий силу, с которой носок ноги ударяет по мячу. Импульс системы (площадь под кривой зависимости силы от времени) равен суммарному импульсу мяча.



Качели



Дополнительное оборудование	Модель
Набор грузов с крючками	SE-8759
Подвеска для грузов и набор грузов	ME-8979

Качели в подробностях

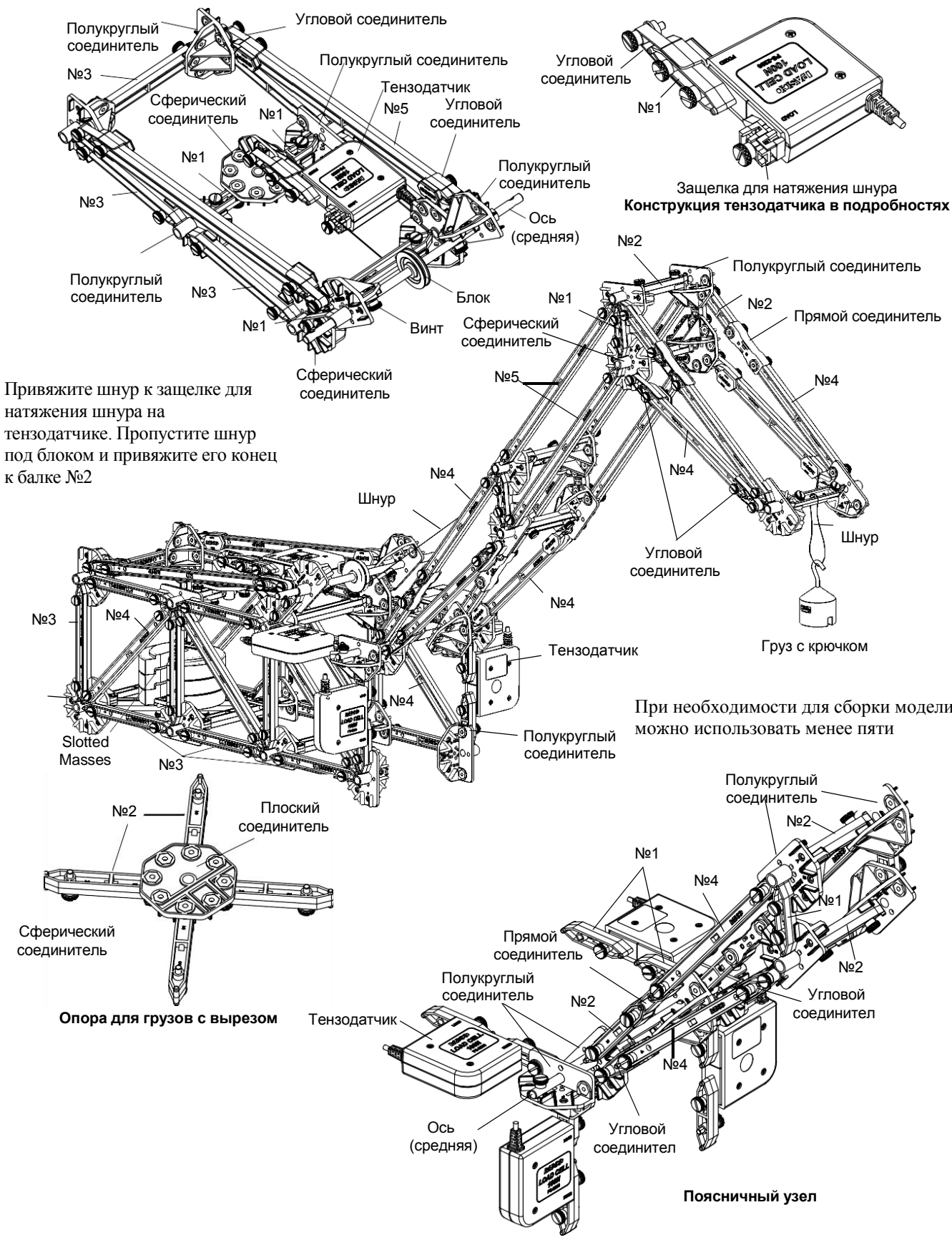
Рекомендации

Длину качелей можно варьировать, увеличивая и уменьшая количество сегментов или секций. Также можно менять положение шарнира: он необязательно должен быть расположен так, как показано на рисунке. Кроме того, можно подвешивать грузы в разные точки.



Как узнать, что крутящий момент с правой стороны равен крутящему моменту с левой стороны?

Модель человеческой спины



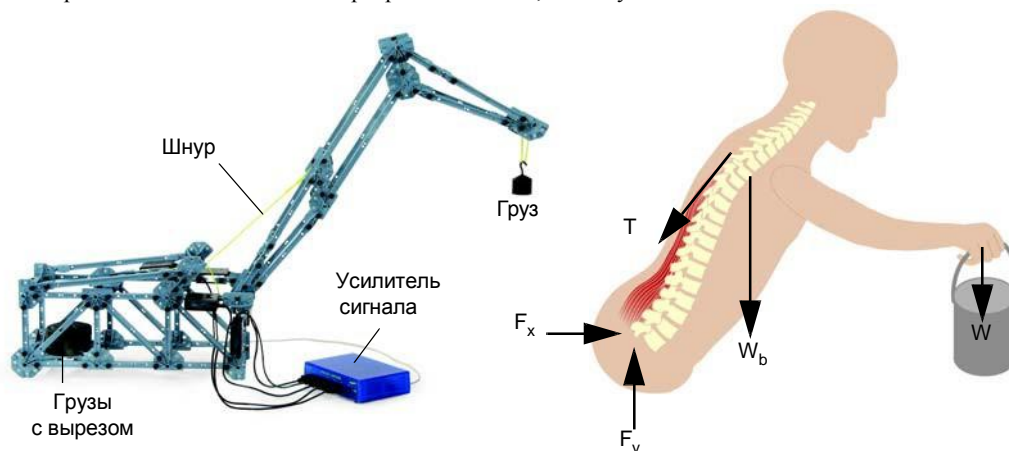
Привяжите шнур к защелке для натяжения шнура на тензодатчике. Пропустите шнур под блоком и привяжите его конец к балке №2

При необходимости для сборки модели можно использовать менее пяти

Модель человеческой спины в подробностях

Диаграмма векторов сил

На диаграмме ниже показаны векторы различных сил, действующих на модель спины.



Тензодатчики

Тензодатчики напрямую измеряют силы, действующие на модель спины. На рисунке показана конструкция с четырьмя тензодатчиками, измеряющими горизонтальные и вертикальные силы, действующие на ось в основании «позвоночника». Этот эксперимент можно провести всего с двумя тензодатчиками, установленными с одной стороны, но в таком случае необходимо удостовериться, что «спина» строго центрирована и не наклоняется ни в одну сторону. Тогда фактическая сила будет равна измеренному значению, умноженному на два.

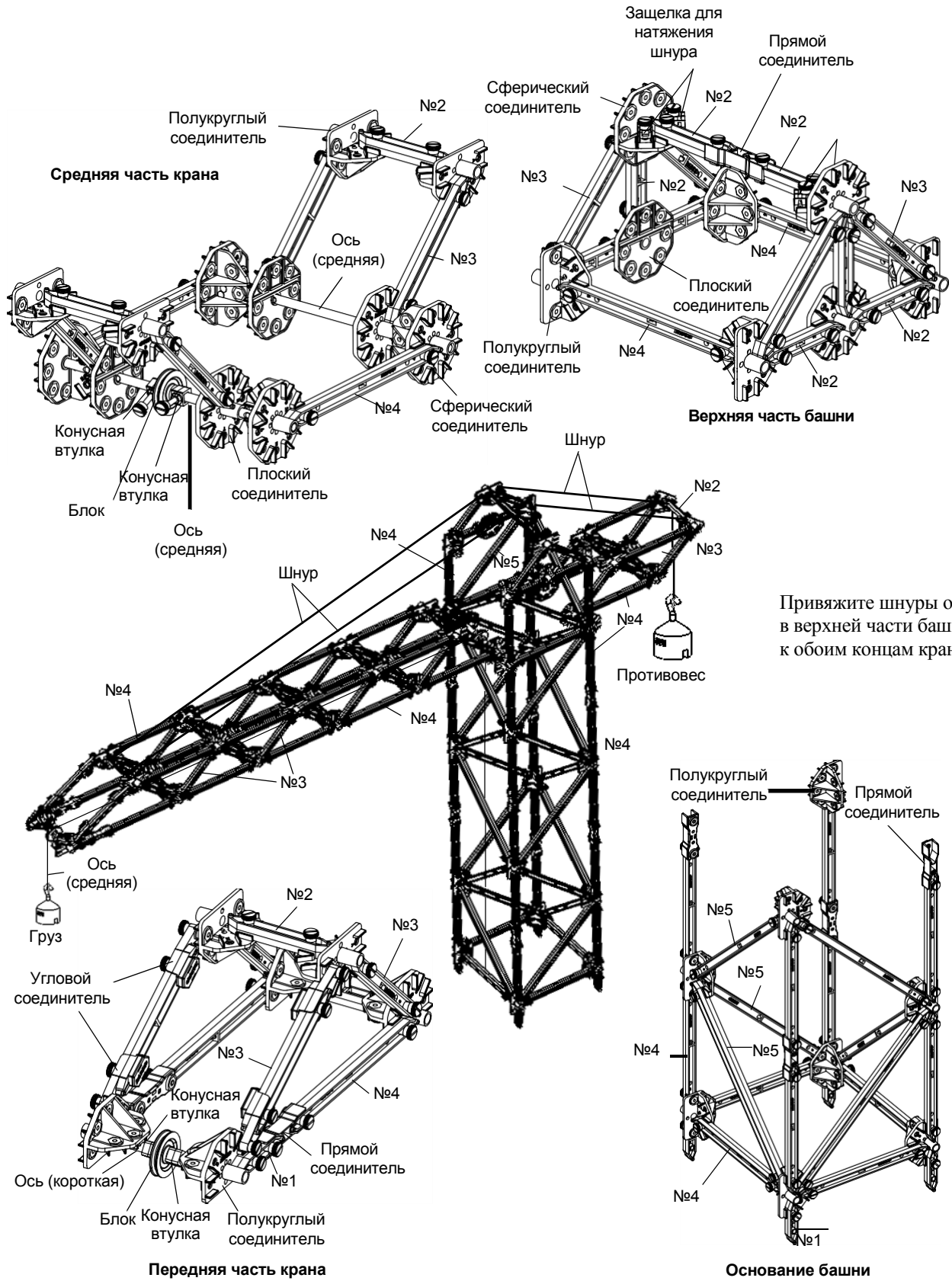
Рекомендации

Поэкспериментируйте со «спиной» под разными углами наклона, измеряя растяжение шнура с помощью тензодатчиков. Что изменится при увеличении и уменьшении угла наклона?

Поэкспериментируйте с массой грузов, подвешенных к концу «руки».

Удвоится ли растяжение шнура, к которому присоединен тензодатчик, при удвоении массы груза? Что при этом произойдет с горизонтальными и вертикальными силами, действующими на основание «спины»?

Башенный кран



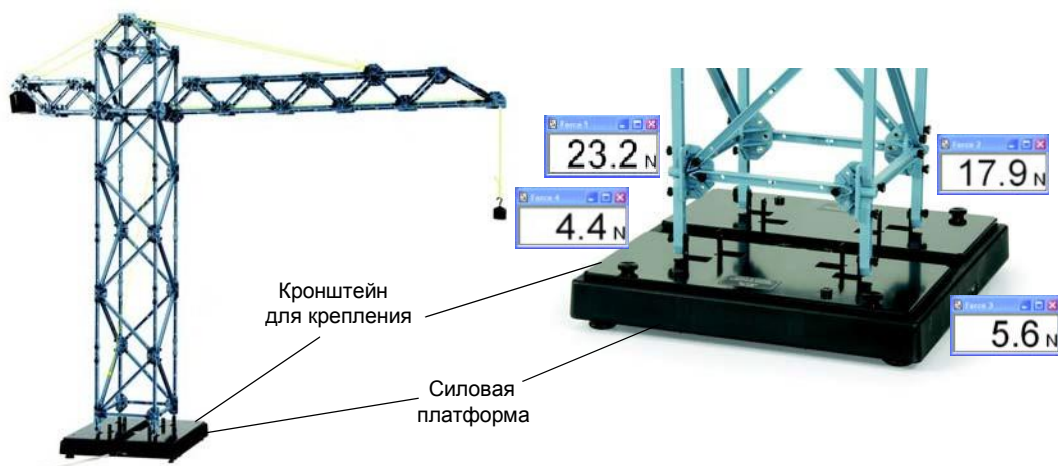
Башенный кран в подробностях

Дополнительное оборудование	Модель
Набор грузов с крючками	SE-8759
Силовая платформа	PS-2141 или CI-6461
Кронштейн для крепления конструкций к силовой платформе	ME-6988

Силовая платформа

На рисунке показан башенный кран с двутавровыми балками №1 в основании. Они необходимы только в том случае, когда конструкция используется с силовой платформой и кронштейном для крепления конструкций к силовой платформе ME-6988.

Силовая платформа располагается на четырех отдельных тензодатчиках, которые измеряют общую вертикальную силу, действующую на платформу. Кронштейн для крепления конструкций к силовой платформе ME-6988 необходим для присоединения двутавровых балок крана к силовой платформе.



Рекомендации

На чертеже показаны шнуры, присоединенные к передней поперечной балке длинного конца стрелы. Если присоединить шнуры ближе к башне, как показано на снимке сверху, как изменится сила растяжения?

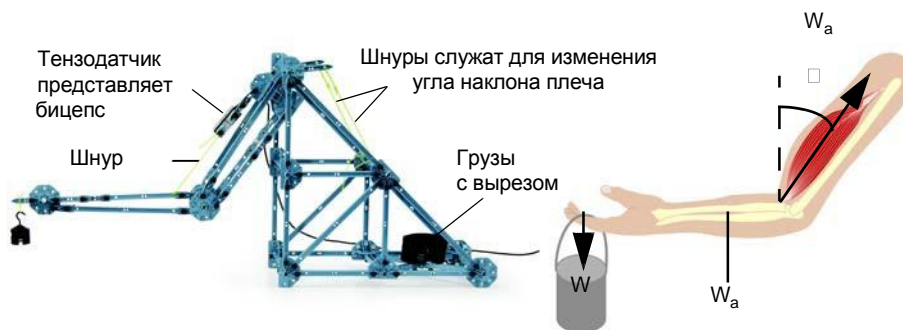
Ответ не настолько очевиден, поскольку, хотя плечо рычага станет короче, угол, образуемый шнуром и стрелой, увеличится.

Каково оптимальное расстояние, при котором растяжение будет минимальным?

Модель человеческой руки в подробностях

Дополнительное оборудование	Модель
Набор грузов с крючками	SE-8759
Большой набор грузов с вырезом	ME-7566
Тензодатчик	PS-2200
Усилитель сигнала тензодатчиков	PS-2198

Диаграмма векторов сил



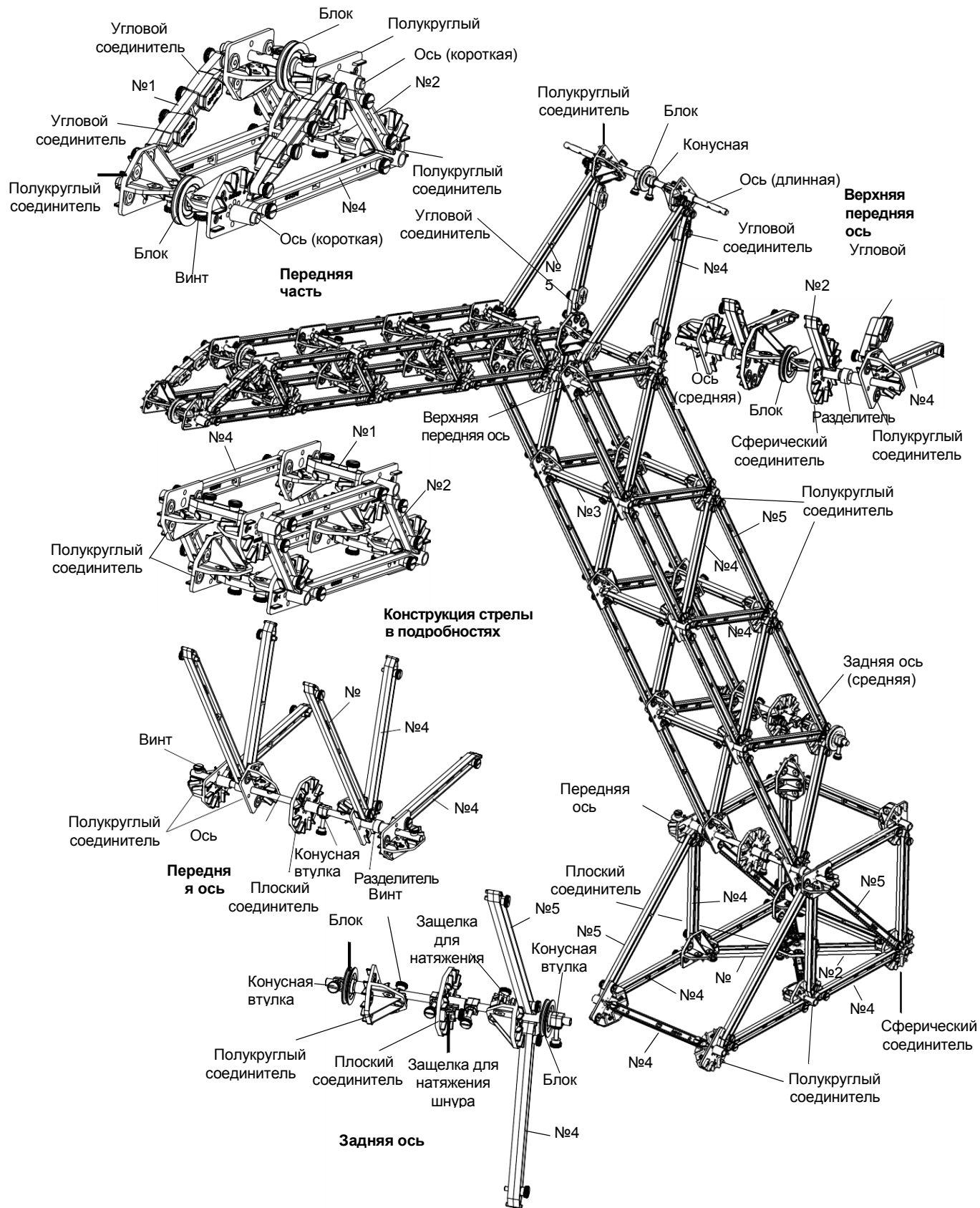
С помощью набора для сборки сложных фермовых конструкций учащиеся могут собирать реалистичные модели руки и напрямую измерять силы, создаваемые мышцей-бицепсом (растяжение шнура).

На диаграмме показаны силы, действующие на предплечье.

Рекомендации

Можно изменять длину и угол наклона плеча и предплечья, а также точку крепления шнура, присоединенного к тензодатчику.

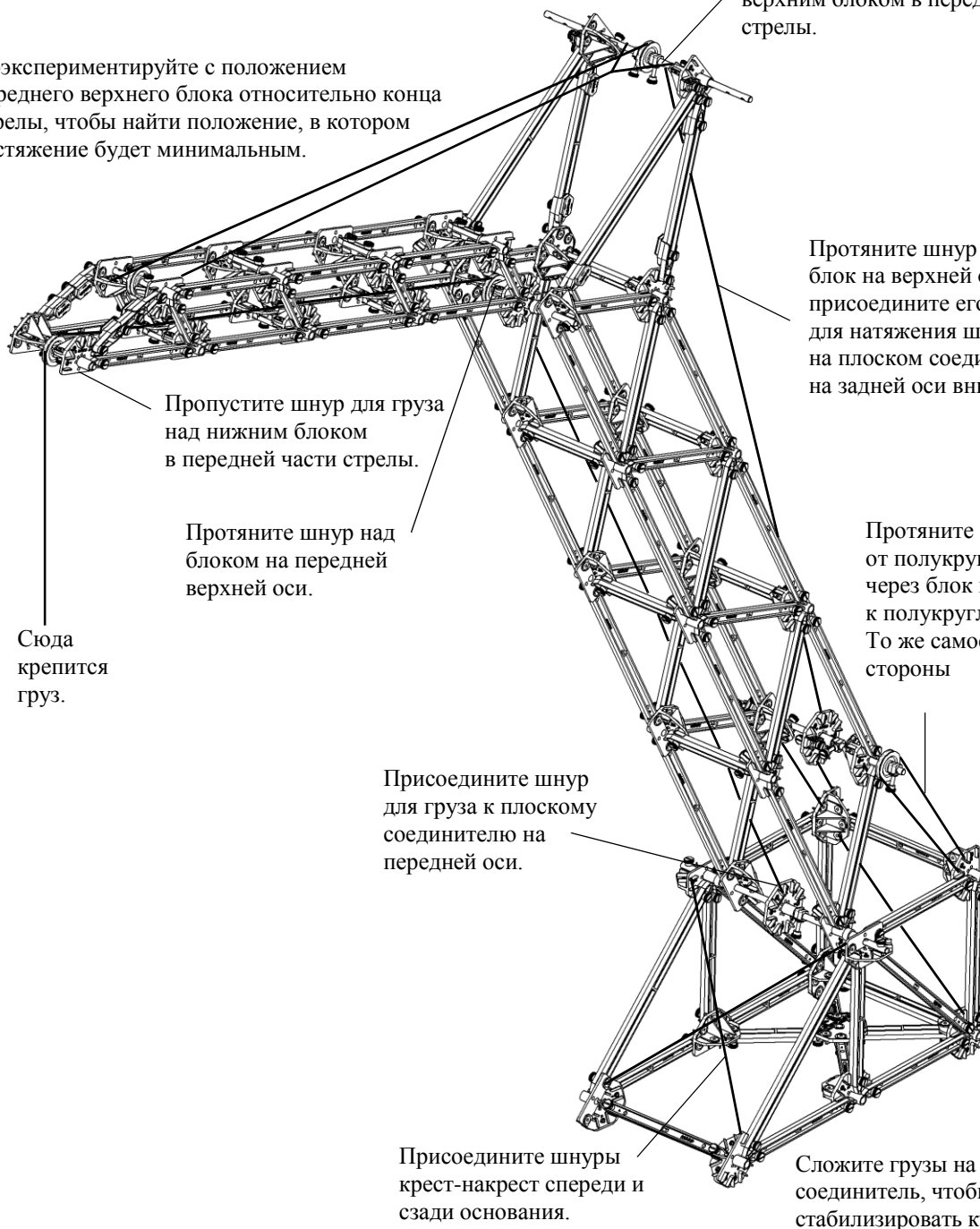
Стреловой кран



Стреловой кран в подробностях (шнуры)

Дополнительное оборудование	Модель
Набор грузов с крючками	SE-8759
Большой набор грузов с вырезом	ME-7566

Поэкспериментируйте с положением переднего верхнего блока относительно конца стрелы, чтобы найти положение, в котором растяжение будет минимальным.



Сначала завяжите V-образную петлю на верхней оси. Привяжите к ней шнур. Пропустите шнур под верхним блоком в передней части стрелы.

Протяните шнур обратно через блок на верхней оси, а затем присоедините его к защелке для натяжения шнура на плоском соединителе на задней оси внизу крана.

Пропустите шнур для груза над нижним блоком в передней части стрелы.

Протяните шнур над блоком на передней верхней оси.

Сюда крепится груз.

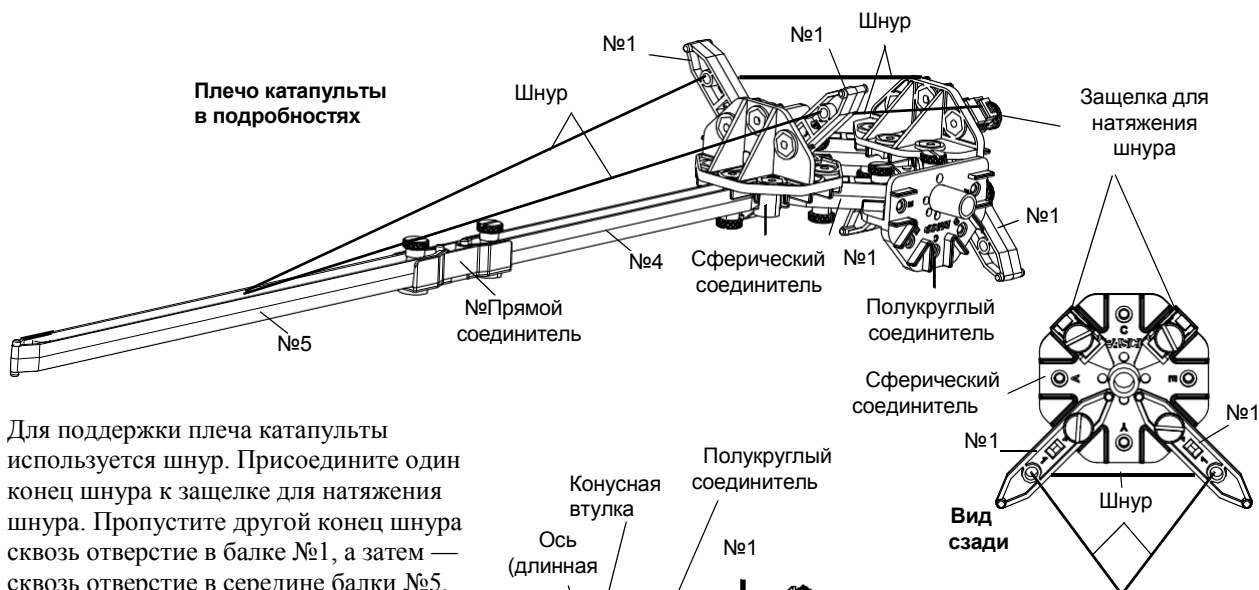
Протяните шнур петель от полукруглого соединителя через блок и обратно к полукруглому соединителю. То же самое сделайте с другой стороны

Присоедините шнур для груза к плоскому соединителю на передней оси.

Присоедините шнуры крест-накрест спереди и сзади основания.

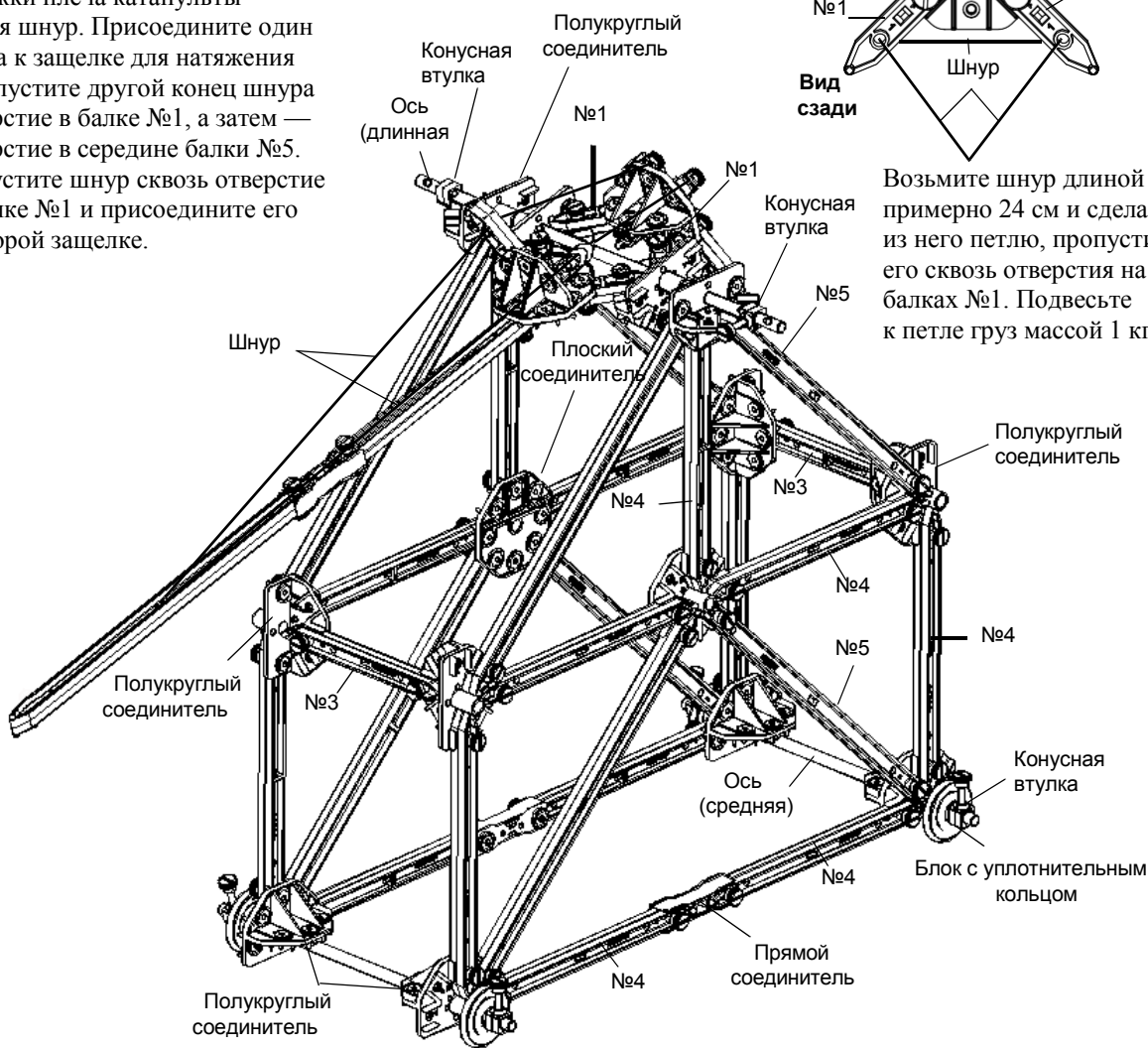
Сложите грузы на плоский соединитель, чтобы стабилизировать кран.

Катапульта



Для поддержки плеча катапульти используется шнур. Присоедините один конец шнура к защелке для натяжения шнура. Пропустите другой конец шнура сквозь отверстие в балке №1, а затем — сквозь отверстие в середине балки №5. Далее пропустите шнур сквозь отверстие в другой балке №1 и присоедините его конец ко второй защелке.

Возьмите шнур длиной примерно 24 см и сделайте из него петлю, пропустив его сквозь отверстия на балках №1. Подвесьте к петле груз массой 1 кг.



Основание катапульти в подробностях

Дополнительное оборудование	Модель
Набор грузов с крючками	SE-8759

Катапульта в подробностях

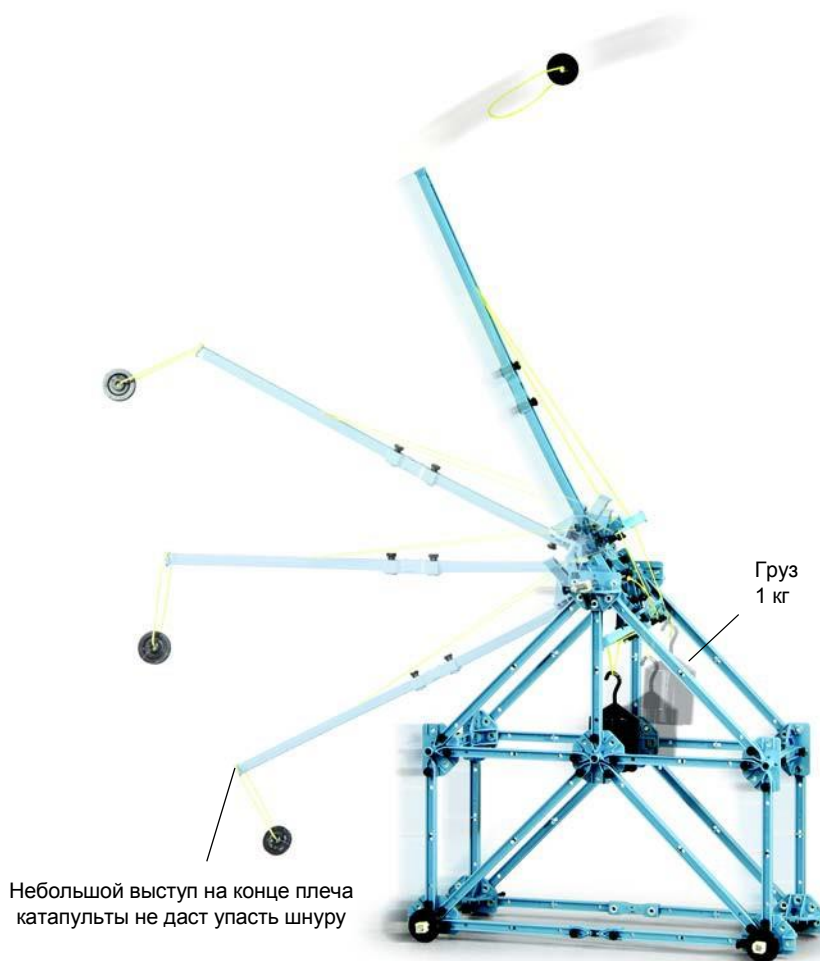
Принцип работы

Подвесьте груз массой 1 кг к петле из шнура, как показано на рисунке (вид сзади).

Пропустите кусок шнура длиной около 20 см через отверстие блока и свяжите концы, чтобы образовалась петля. Подвесьте эту петлю к концу плеча катапульти.

Потяните плечо вниз, так чтобы блок или снаряд оказались возле поверхности стола, а плечо катапульти касалось передней части основания.

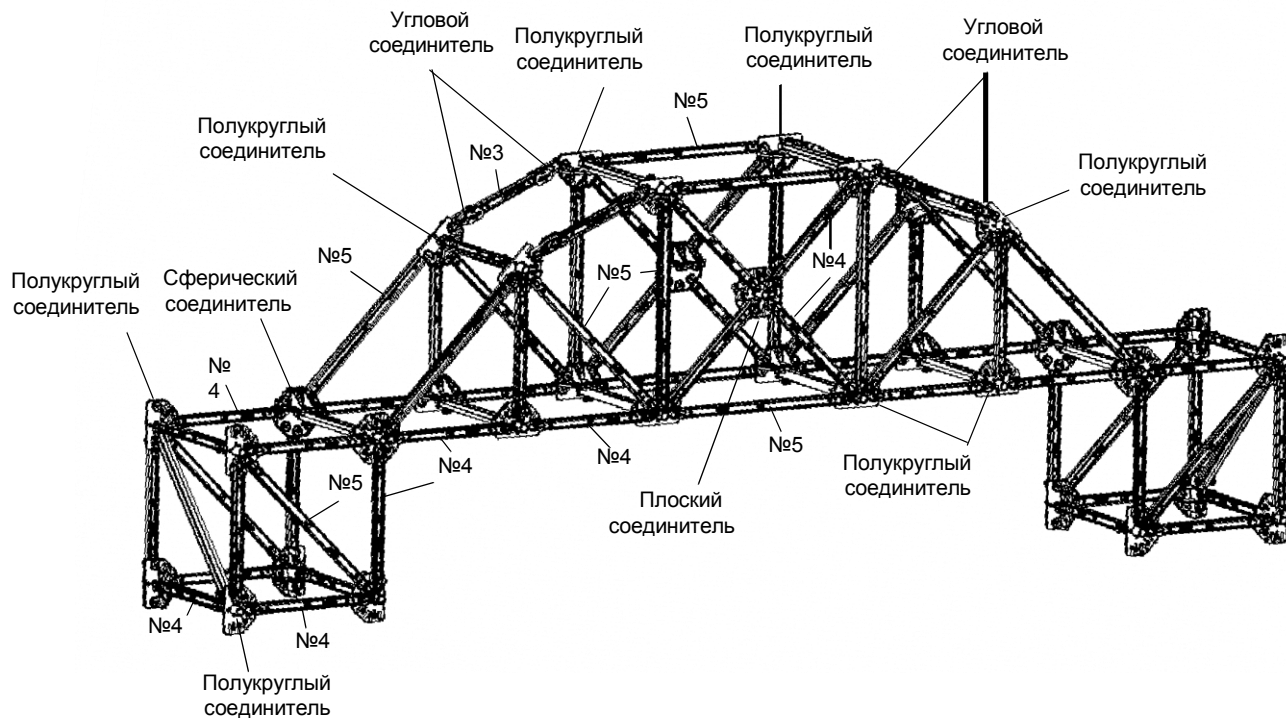
Отпустите плечо, чтобы запустить блок или снаряд.



Вопрос

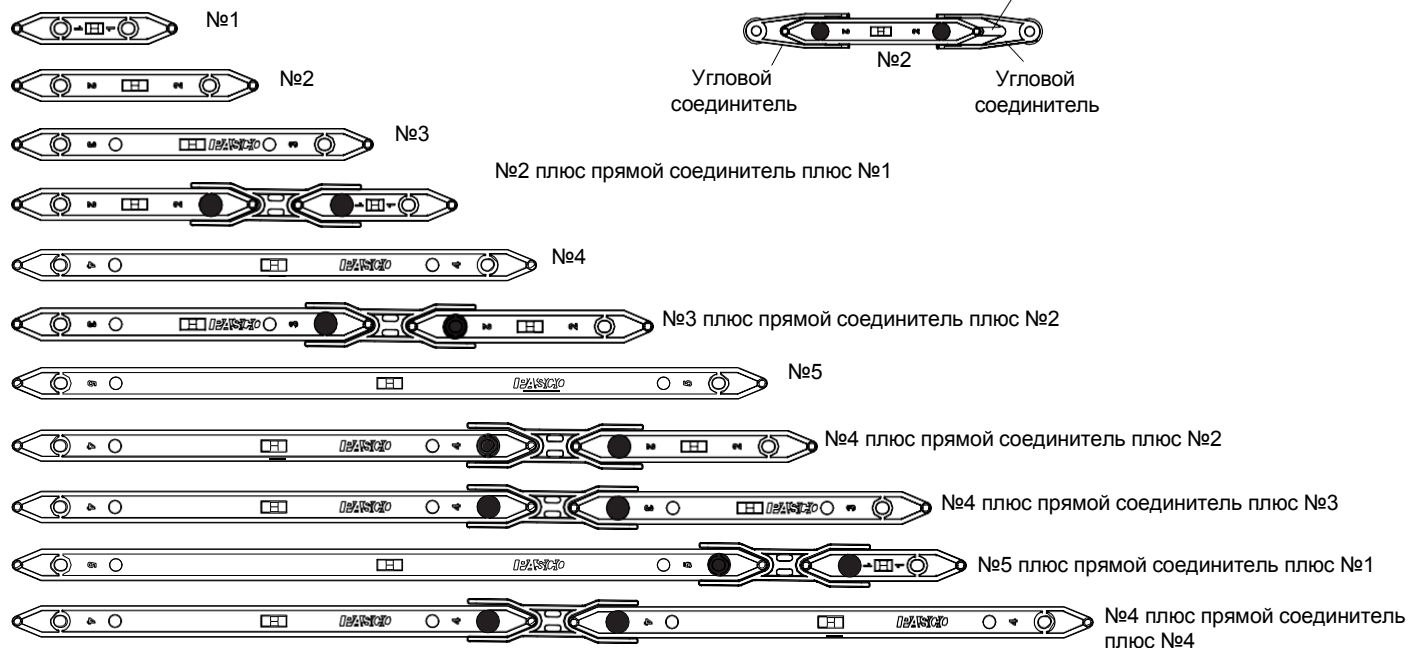
Что произойдет с движением катапульти, если груз массой 1 кг упадет?

Горбчатый мост

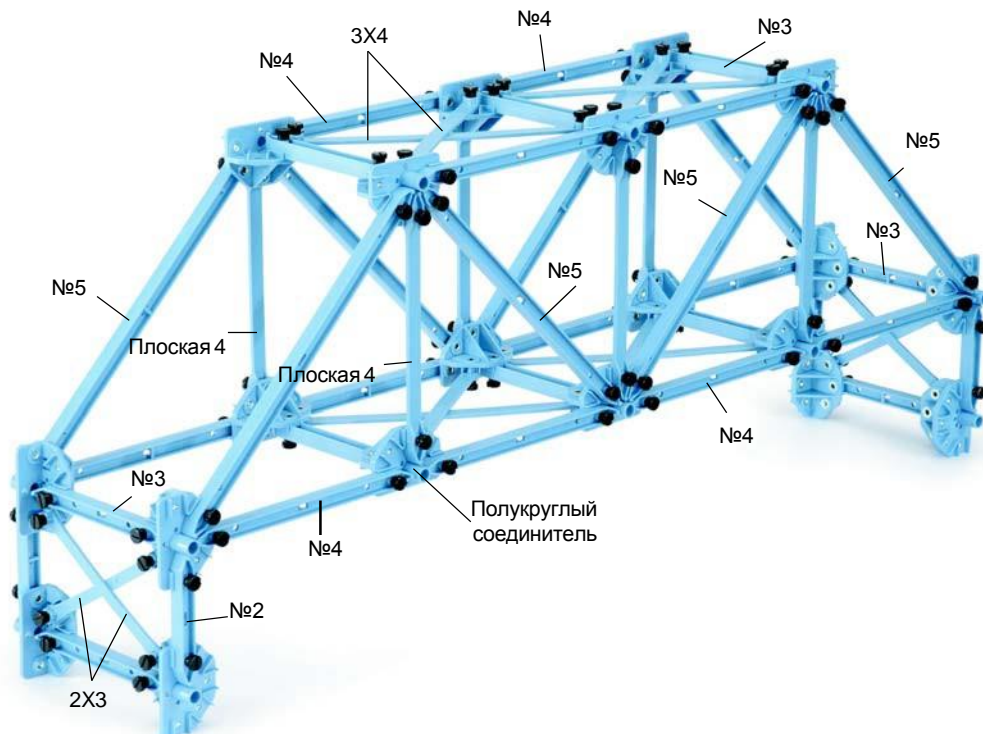


Комбинации переменной длины

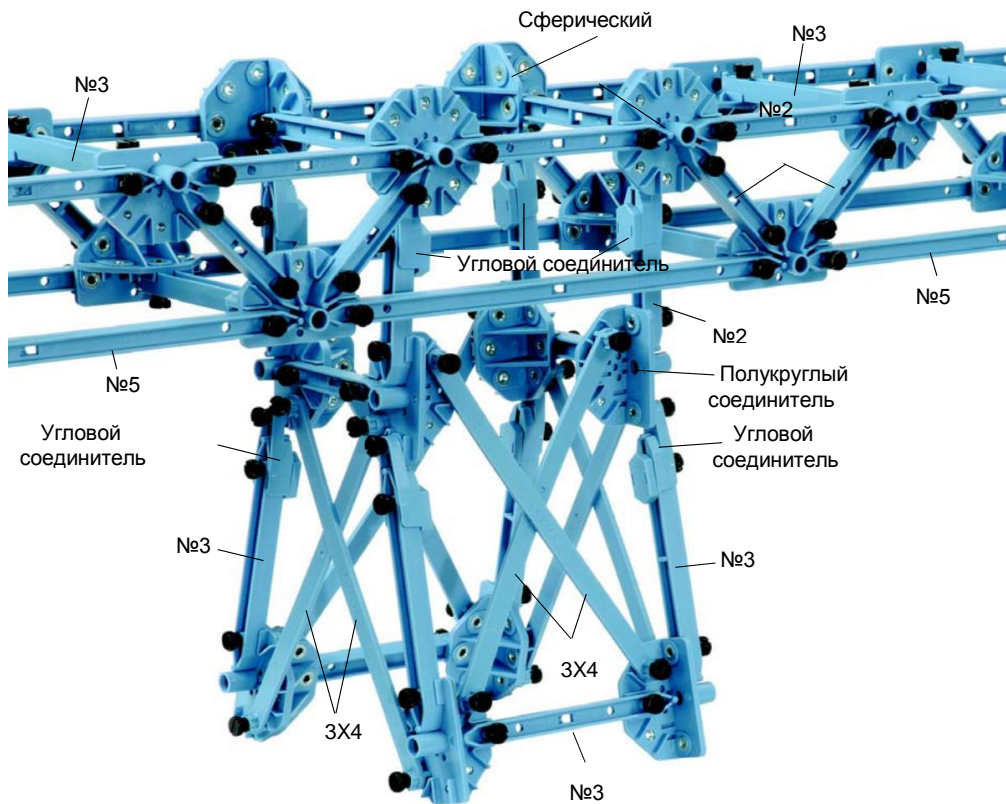
Помните, что при помощи углового соединителя можно увеличивать и уменьшать длину балки.



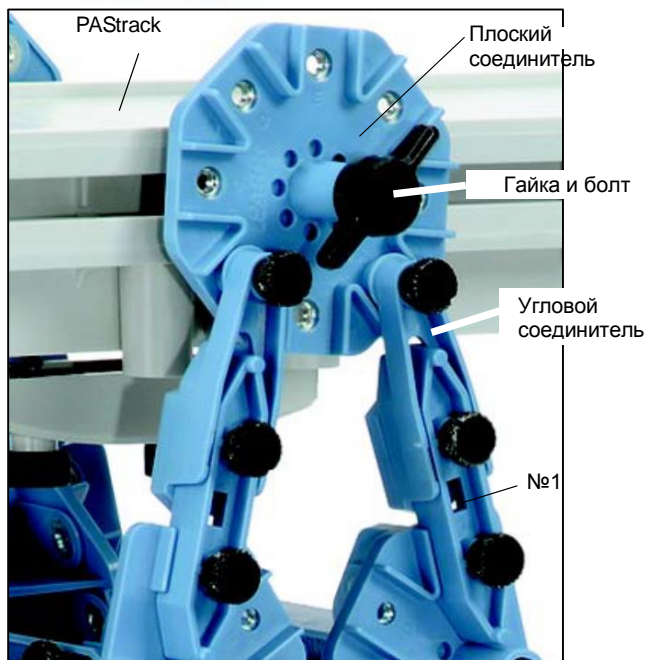
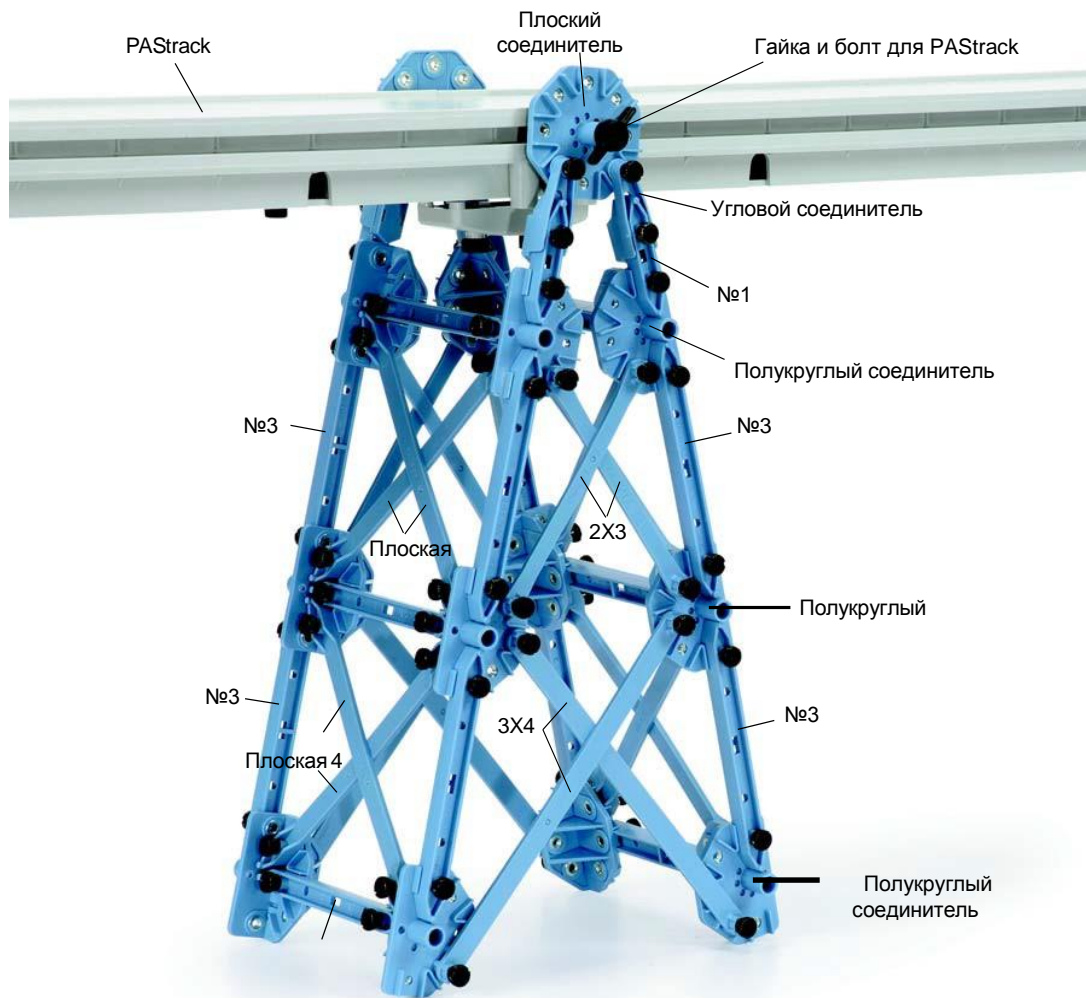
Фермовый мост с поперечными распорками



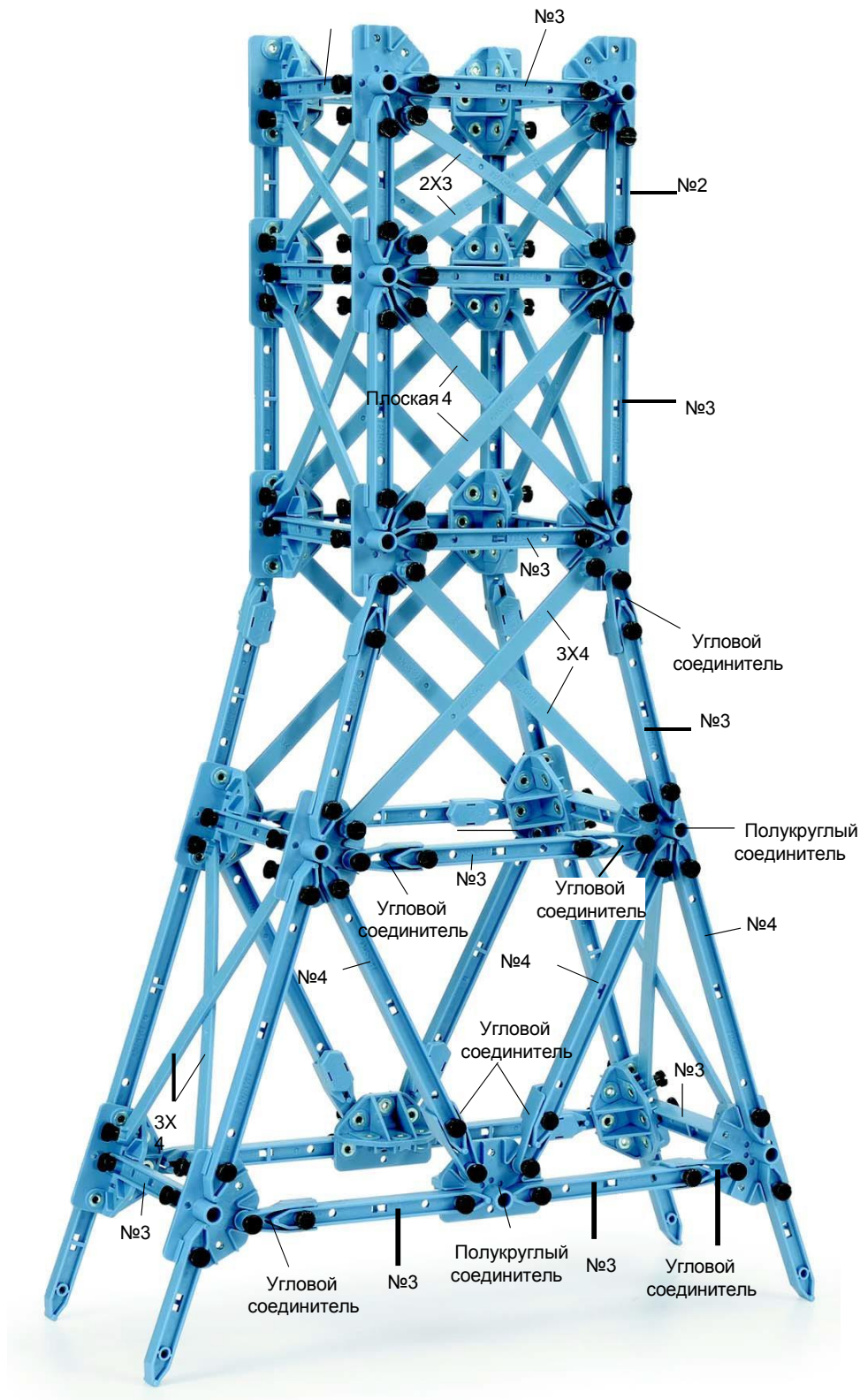
Эстакада с поперечными распорками



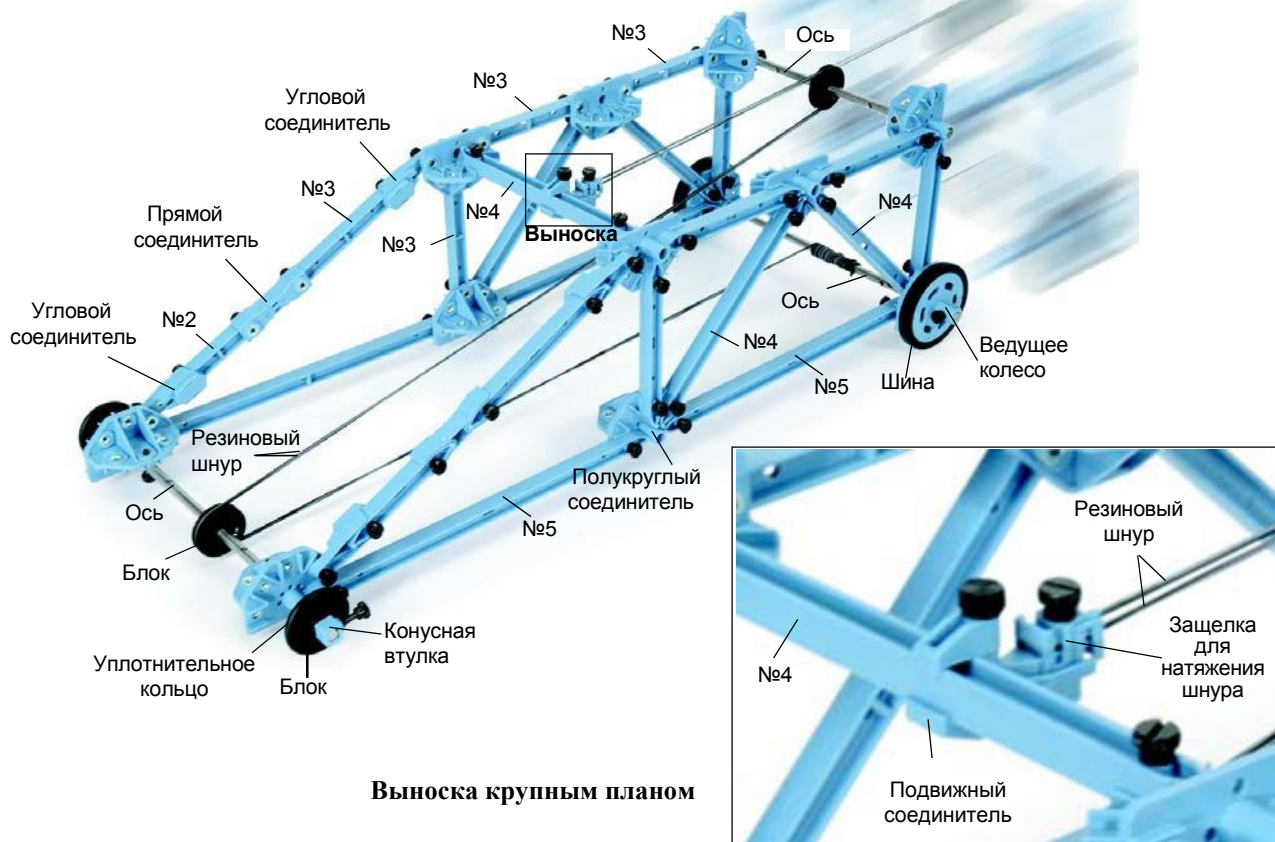
Эстакада PAStack с поперечными распорками



Опора с поперечными распорками



Тележка, приводимая в движение резиновой лентой



Тележка приводится в движение резиновым шнуром (ME-8986, продается отдельно), в котором при растяжении накапливается потенциальная энергия упругой деформации. Когда тележку отпускают, потенциальная энергия упругой деформации превращается в кинетическую энергию (тележка движется).

Соберите все части тележки, за исключением защелки для натяжения шнура.

Возьмите кусок резинового шнура длиной около 2,5 м и пропустите его через защелку, так чтобы оба конца шнура получились одинаковой длины.

Затем пропустите оба конца шнура сквозь отверстие в задней нижней оси.

Пропустите оба конца шнура через блок на передней оси, а затем — через блок на задней верхней оси.

После этого присоедините защелку к подвижному соединителю.

Рукой поверните ведущее колесо, чтобы намотать резиновый шнур на заднюю нижнюю ось. То же самое можно сделать, поставив тележку на пол и потянув ее назад.

Отпустите тележку (перед ней должно быть достаточно свободного места). Оба конца резинового шнура должны свободно отделяться от задней нижней оси, после того как весь шнур размотается, чтобы тележка могла продолжать движение.

Номера запасных частей

Набор гибких двутавровых балок ME-6985

Гибкая балка №5 (24 см) - 16 шт.

Гибкая балка №4 (17 см) - 16 шт.

Гибкая балка №3 (11,5 см) - 16 шт.

Зажим для конструкционной штанги ME-6986 - 2 шт.

Плоские конструкционные элементы ME-6987

Плоская балка 3 x 4 (19 см) - 16 шт.

Плоская балка №4 (17 см) - 16 шт.

Плоская балка 2 x 3 (12,5 см) - 16 шт.

Элементы набора для сборки фермовых конструкций ME-6993

Балка №5 (24 см) - 24 шт.

Балка №4 (17 см) - 54 шт.

Балка №3 (11,5 см) - 54 шт.

Балка №2 (8 см) - 24 шт.

Балка №1 (5,5 см) - 24 шт.

Полукруглый соединитель - 42 шт.

Винты для набора для сборки фермовых конструкций ME-6994

Винт 6 - 32 - 300 шт.

Элементы веревочного замка ME-6996

Защелка для натяжения шнура - 32 шт.

Шнур плетеный желтый №18 - 1 моток

* Гайка и болт для PAStack

Сферические соединители (XYZ) ME-6997

Сферический соединитель - 6 шт.

Плоский соединитель - 6 шт.

Барашковый винт и квадратная гайка* 1/4 - 20 - 6 шт.

Оси ME-6998A

Разделитель 1/2 x 1/4 x 1/4 - 12 шт.

Уплотнительное кольцо - 12 шт.

Ось короткая (10,4 см) - 2 шт.

Ось средняя (21,3 см) - 2 шт.

Ось длинная (26,6 см) - 2 шт.

Конусная втулка - 24 шт.

Блок - 12 шт.

Колесо - 4 шт.

Шина - 4 шт.

Угловые соединители ME-6999A

Угловой соединитель - 24 шт.

Прямой соединитель - 24 шт.

Подвижный соединитель - 12 шт.

Обзор дополнительного оборудования

Дополнительное оборудование (модель)	Где используется
Набор грузов с крючками (SE-8759)	Стрела, качели, спина, башенный кран, рука, стреловой кран
Большой набор грузов с вырезом (ME-7566 или ME-7589)	Стрела, нога, спина, рука, стреловой кран
Угломер (ME-9495A)	Стрела
Комплект Набор цифровых датчиков силы с усилителем сигнала (PS-2199)	Стрела, нога, спина, рука
Большое зажимное устройство (ME-9472)	Нога
Подвеска для грузов и набор грузов (ME-8979)	Качели
Силовая платформа (PS-2141 или CI-6461)	Башенный кран

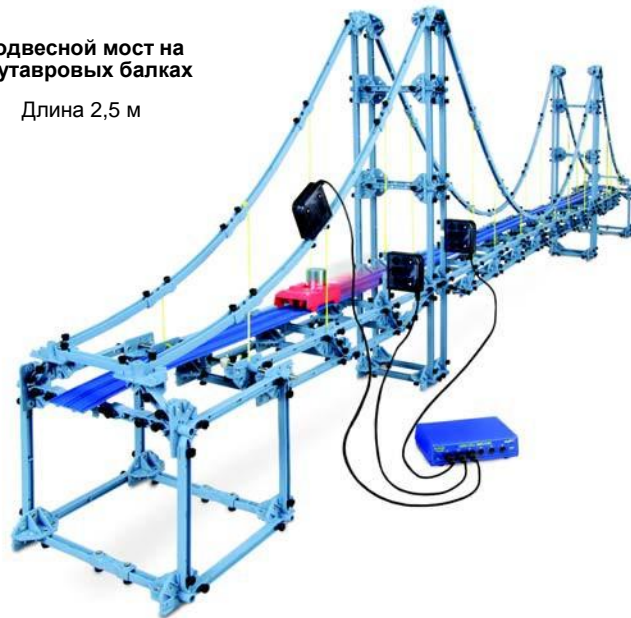
Мосты, для которых необходим набор для сборки сложных конструкций и набор для моделирования мостов

Обратите внимание: для арочной части подвесного моста на двутавровых балках и арочного мостового перехода можно использовать обычные либо гибкие двутавровые балки. (Поскольку в такой ориентации обычные балки изгибаются сильнее, они образуют дугу. При этом они меняют форму и впоследствии остаются изогнутыми.)

Вантовый мост
Длина 1,7 м

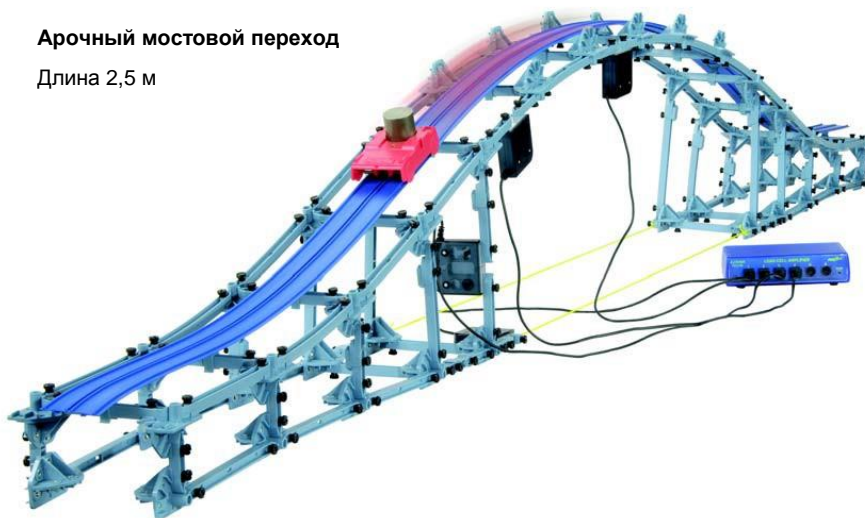


Подвесной мост на двутавровых балках
Длина 2,5 м



Показанные на этой странице мосты оснащены дорожным основанием и мини-тележкой. Эти компоненты входят в набор для моделирования мостов ME-6991 и набор элементов дорожного основания ME-6995. (Дополнительную информацию можно найти в каталоге PASCO или на веб-сайте www.pasco.com.)

Арочный мостовой переход
Длина 2,5 м



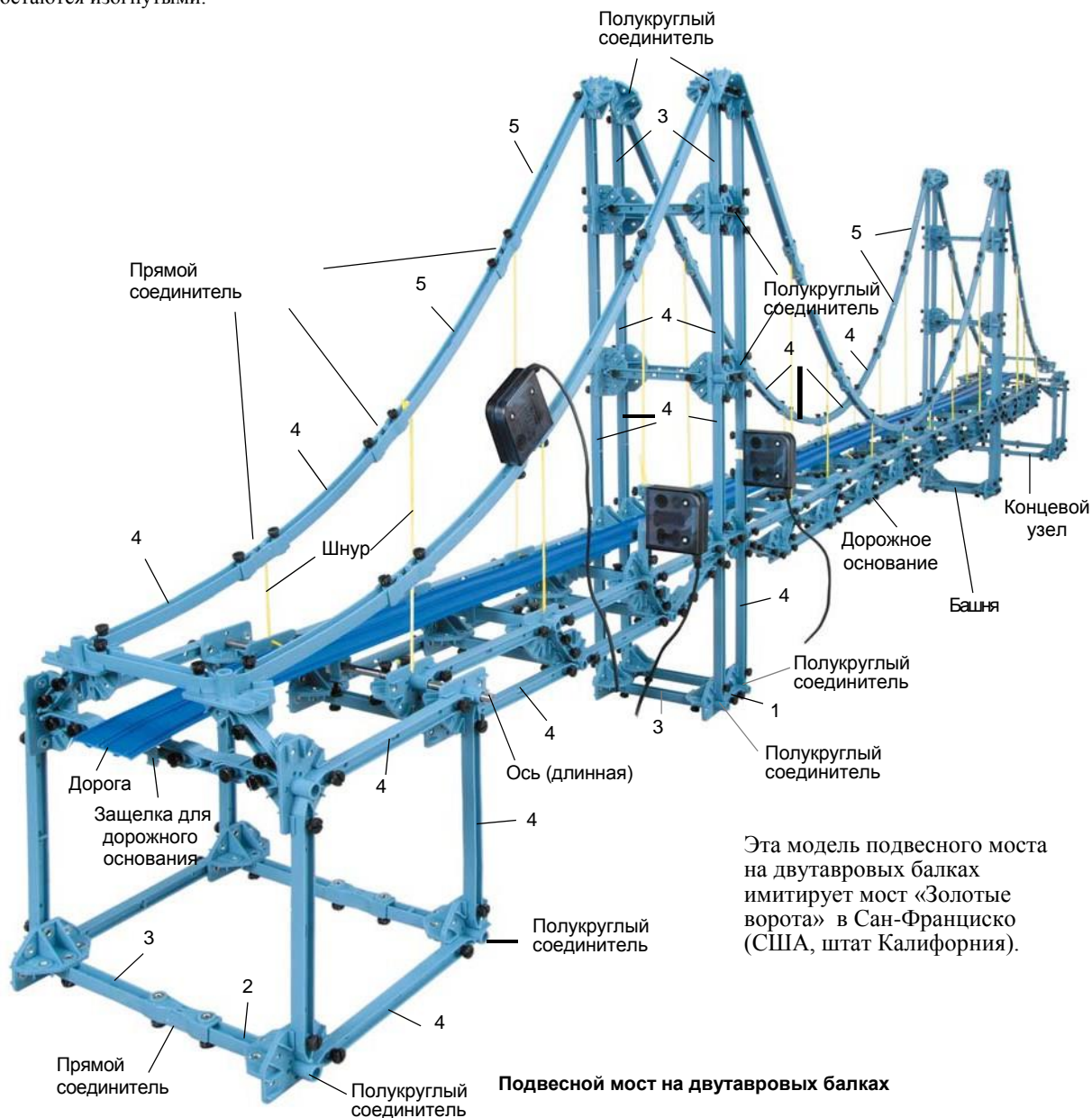
* Дорожное основание и мини-тележка входят в набор для моделирования мостов ME-6991.

Узлы подвесного моста на двутавровых балках

Для подвесного моста на двутавровых балках необходимы следующие компоненты.

1 набор для моделирования мостов (ME-6991)	ИЛИ
1 набор для сборки сложных фермовых конструкций (ME-6992A)	1 набор для моделирования мостов (ME-6991)
1 набор угловых соединителей (ME-6999)	2 набора для сборки сложных фермовых конструкций (ME-6992A)

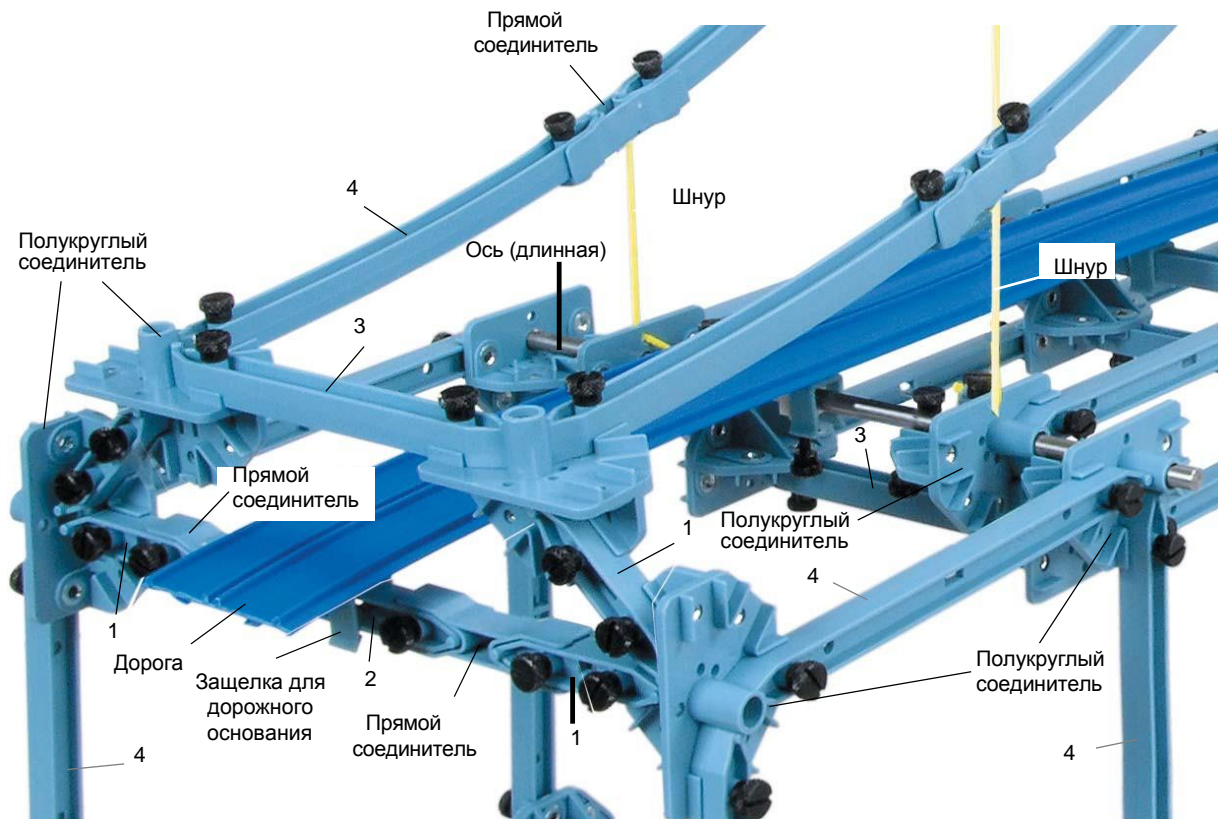
Обратите внимание: для арочной части этого подвесного моста используются двутавровые балки. Поскольку в такой ориентации балки изгибаются сильнее, они образуют дугу. При этом они меняют форму и впоследствии остаются изогнутыми.



Эта модель подвесного моста на двутавровых балках имитирует мост «Золотые ворота» в Сан-Франциско (США, штат Калифорния).

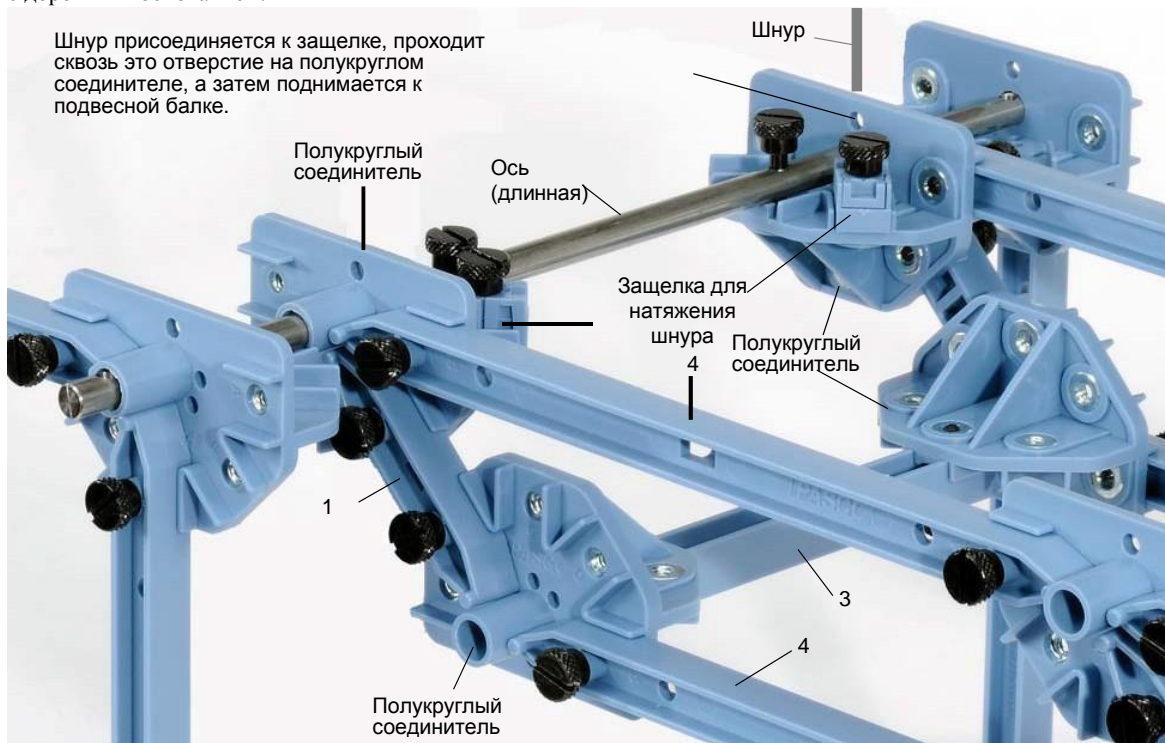
На этом рисунке показана вся конструкция моста с тремя установленными тензодатчиками.

Концевой узел подвесного моста на двутавровых балках



На следующих страницах подробно показана конструкция подвесного моста, включающая детали из набора для моделирования мостов ME-6991 и набора для сборки сложных фермовых конструкций ME-6992A.

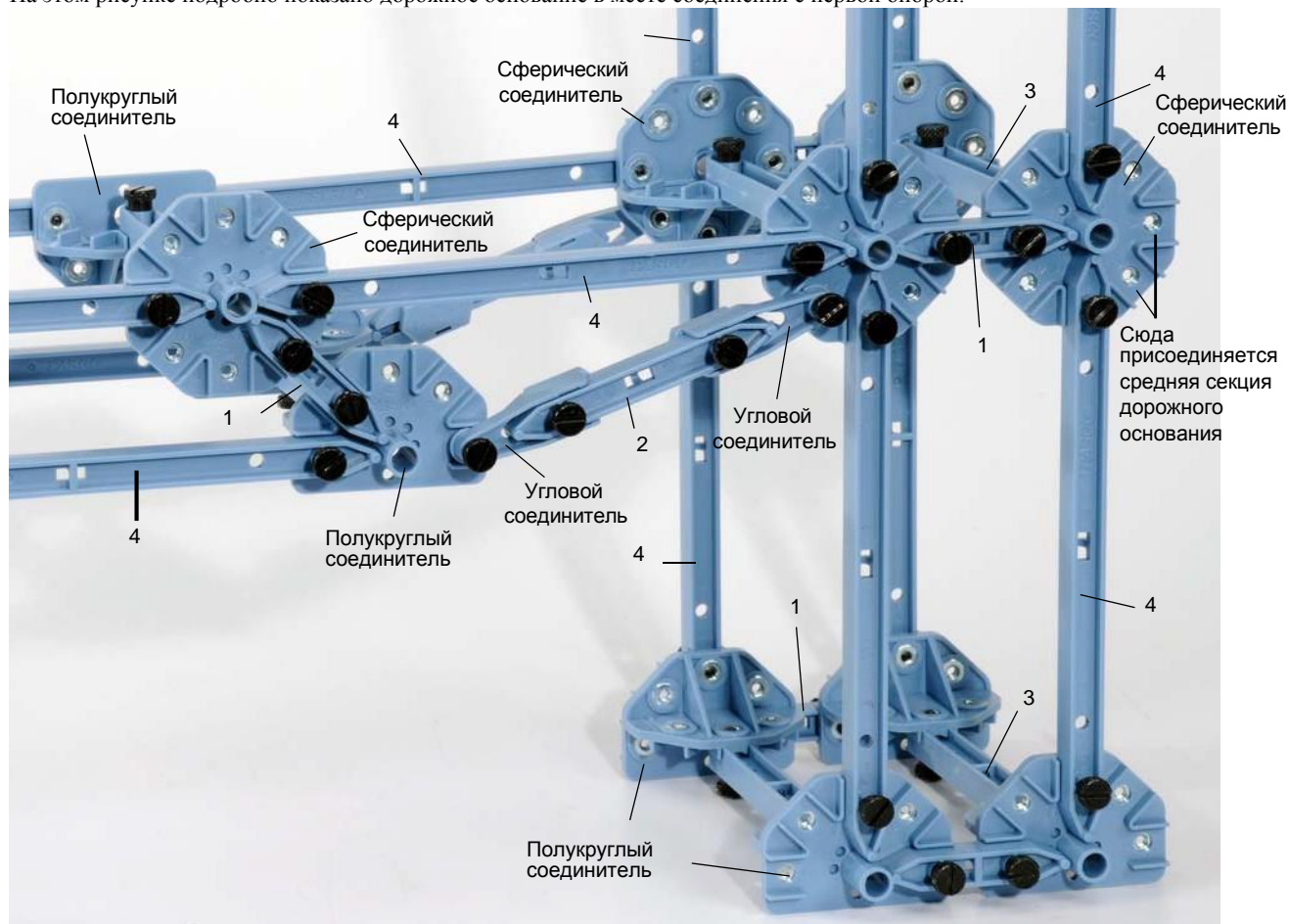
На этом рисунке показан концевой узел. На следующем рисунке изображена ось, которая соединяет концевой узел с дорожным основанием.



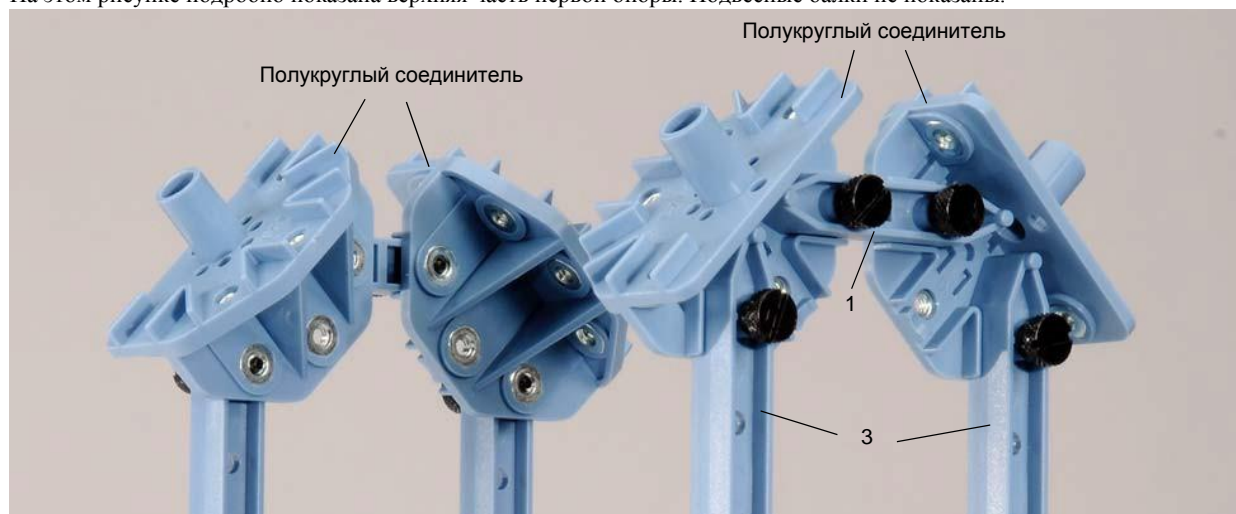
Шнур присоединяется к защелке, проходит сквозь это отверстие на полукруглом соединителе, а затем поднимается к подвесной балке.

Опора подвесного моста на двутавровых балках

На этом рисунке подробно показано дорожное основание в месте соединения с первой опорой.



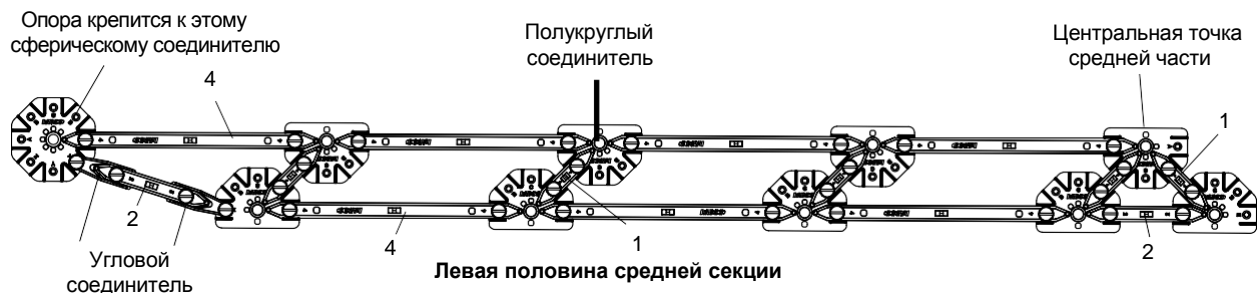
На этом рисунке подробно показана верхняя часть первой опоры. Подвесные балки не показаны.



Дорожное основание подвесного моста на двутавровых балках

Средняя часть дорожного основания состоит из восьми балок №4 вверху с каждой стороны и шести балок №4 внизу с каждой стороны. Середина нижней части конструкции присоединяется балкой №2 с обеих сторон. Две стороны

соединяются друг с другом балками №3. На рисунке ниже показана *одна половина* средней секции дорожного основания.



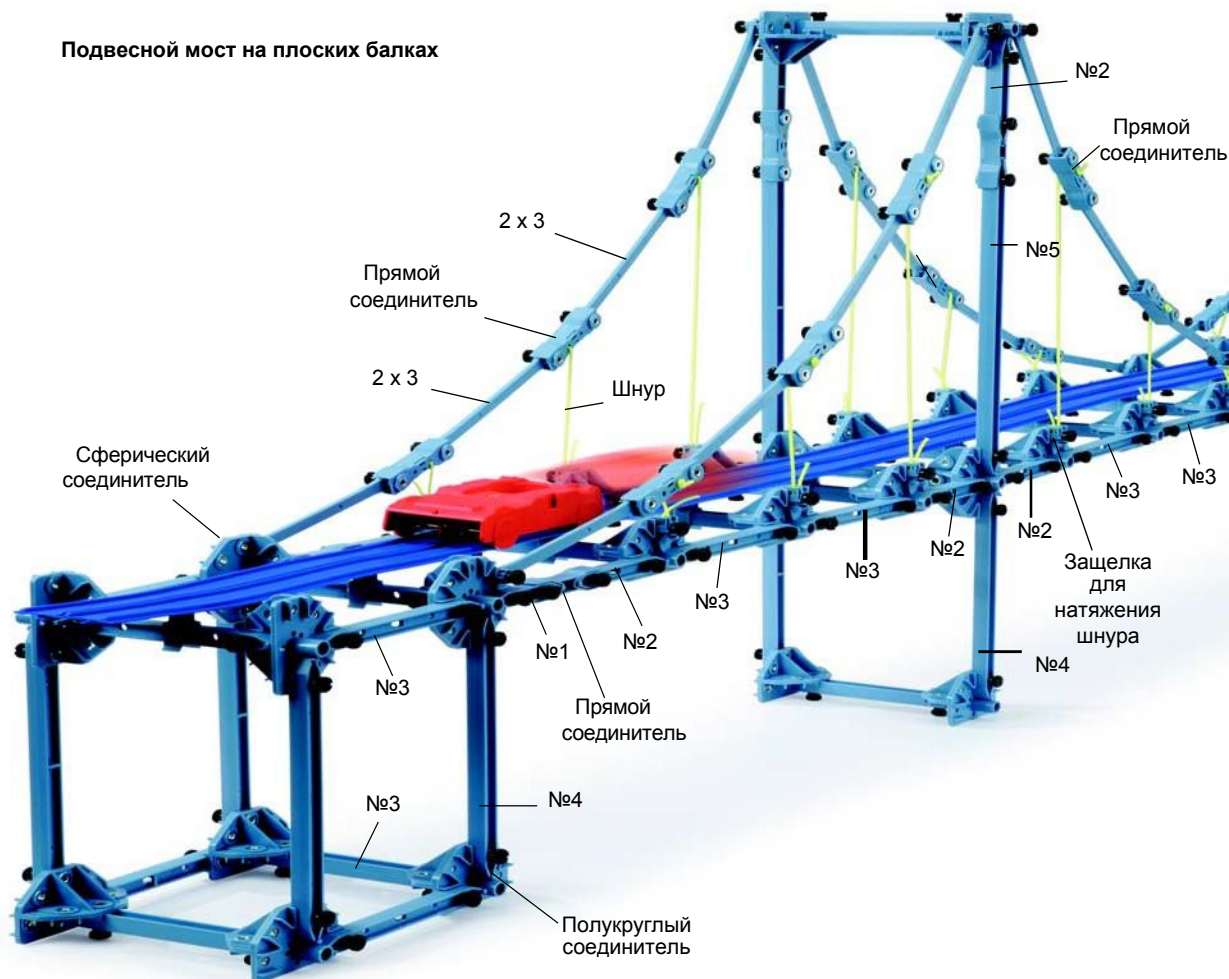
Подвесной мост на гибких двутавровых балках

На следующем рисунке показана модель подвесного моста на гибких двутавровых балках вместо твердых пластиковых балок.



Подвесной мост на плоских балках

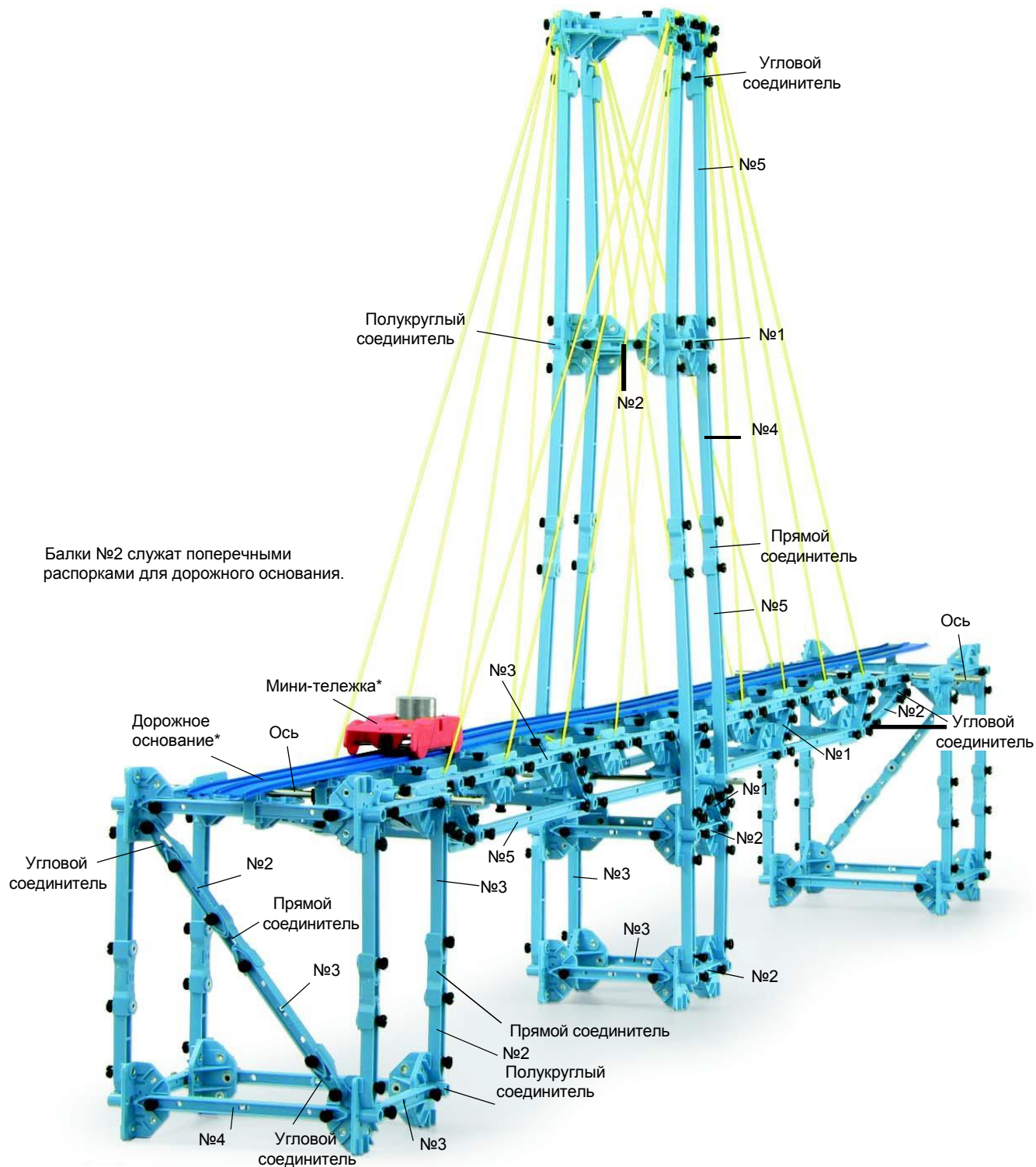
На следующем рисунке показана модель подвесного моста на плоских балках вместо двутавровых балок.



* Дорожное основание и мини-тележка входят в набор для моделирования мостов ME-6991.

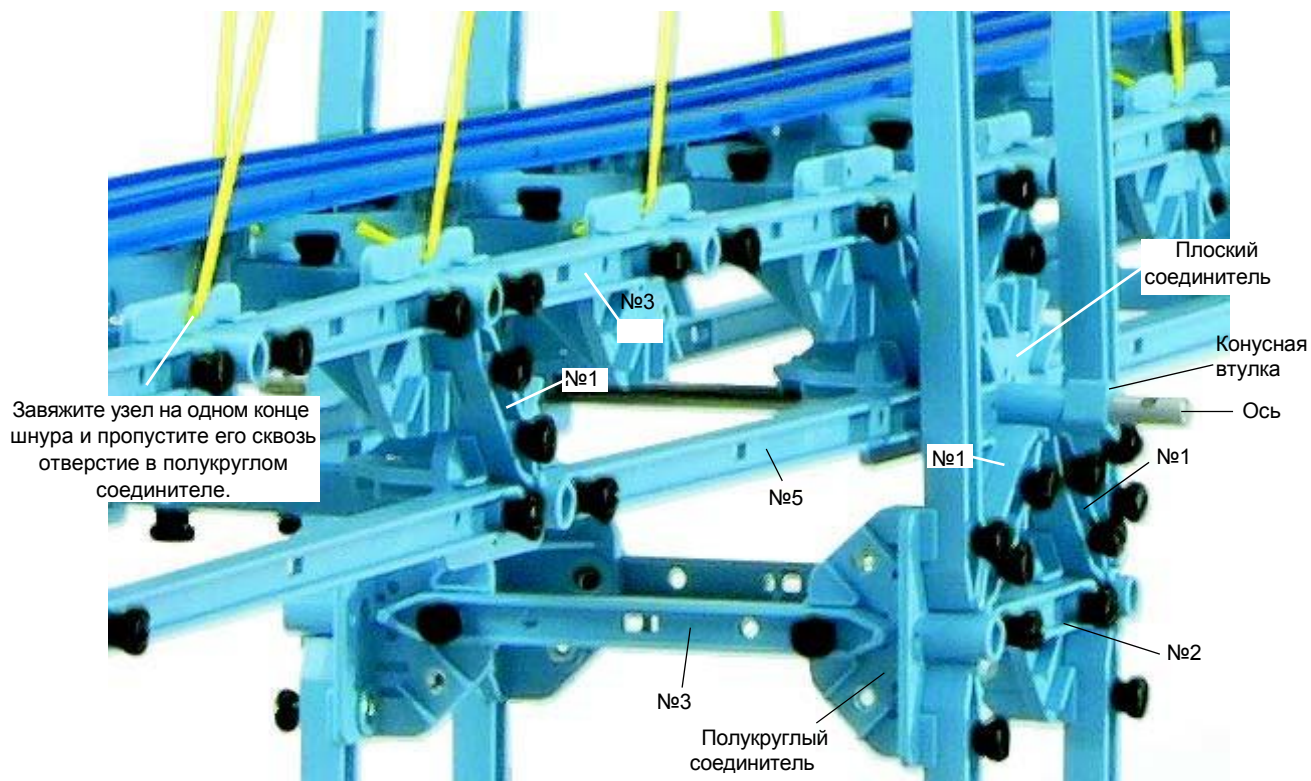
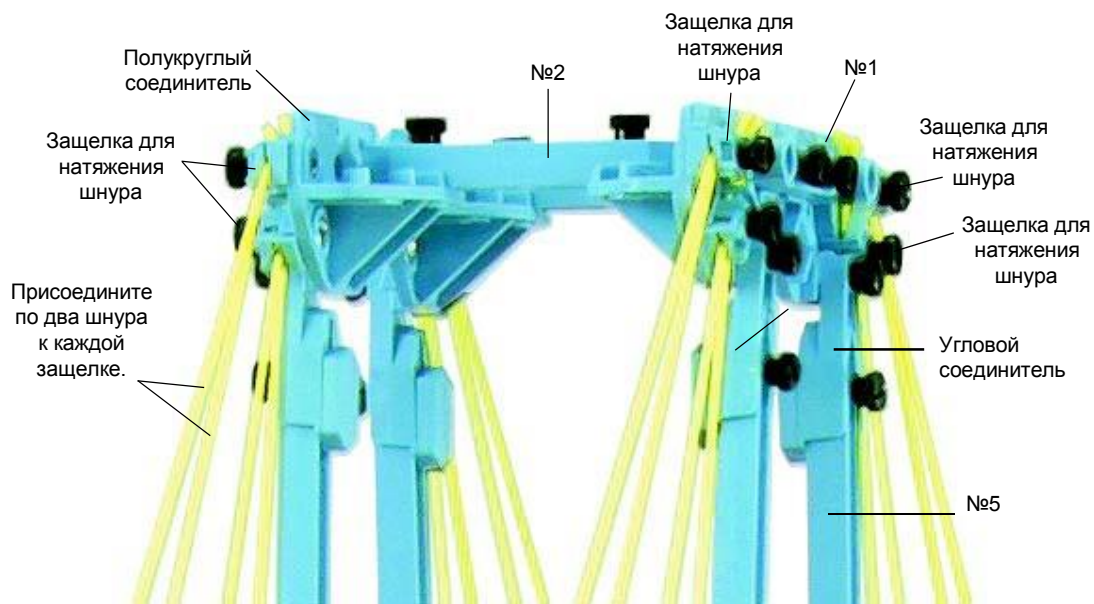
Вантовый мост

На следующих страницах подробно показана конструкция вантового моста.



* Дорожное основание и мини-тележка не входят в набор.

Узлы вантового моста



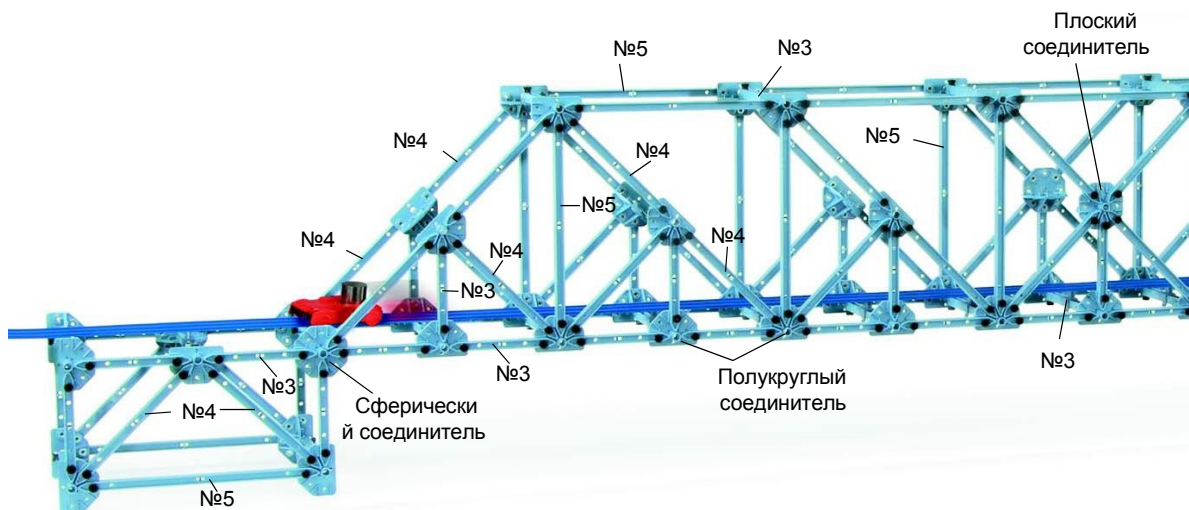
Завяжите узел на одном конце шнура и пропустите его сквозь отверстие в полукруглом соединителе.

Основание опоры в подробностях

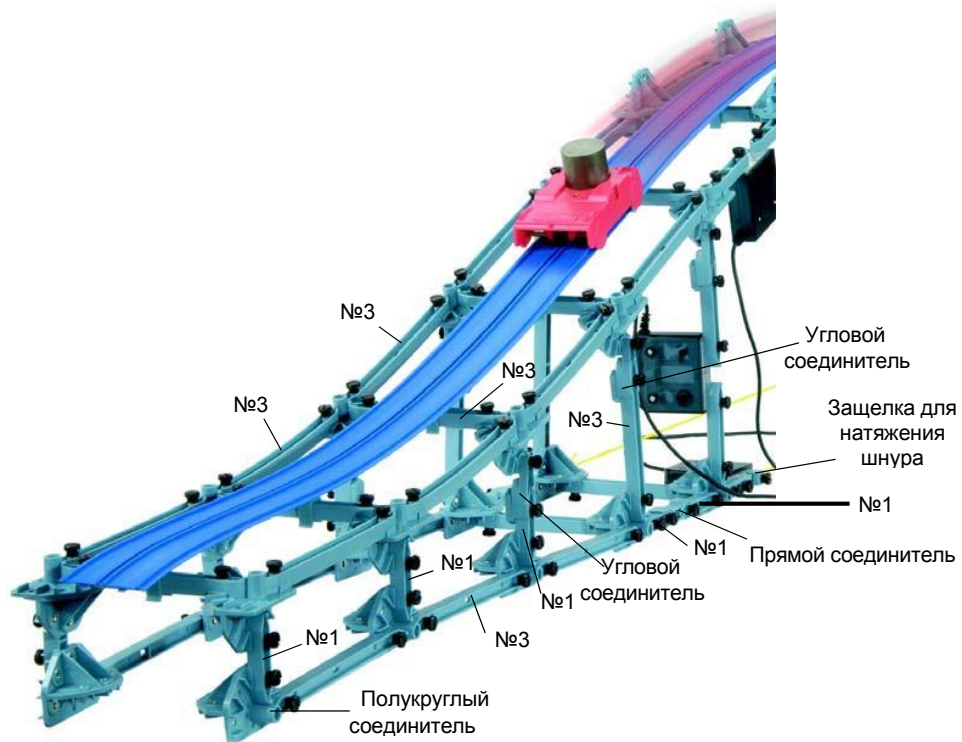
Железнодорожный мост



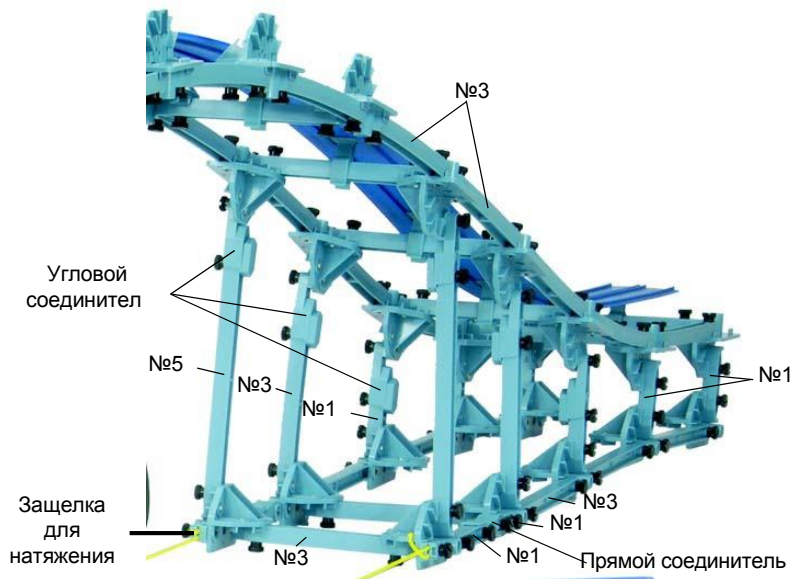
Узлы железнодорожного моста



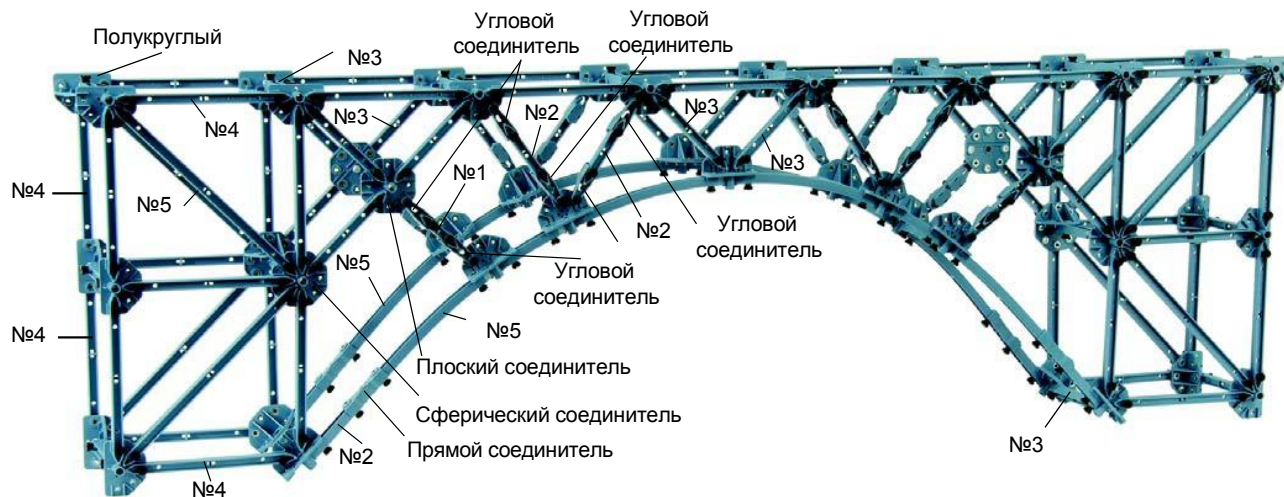
Узлы арочного мостового перехода 1



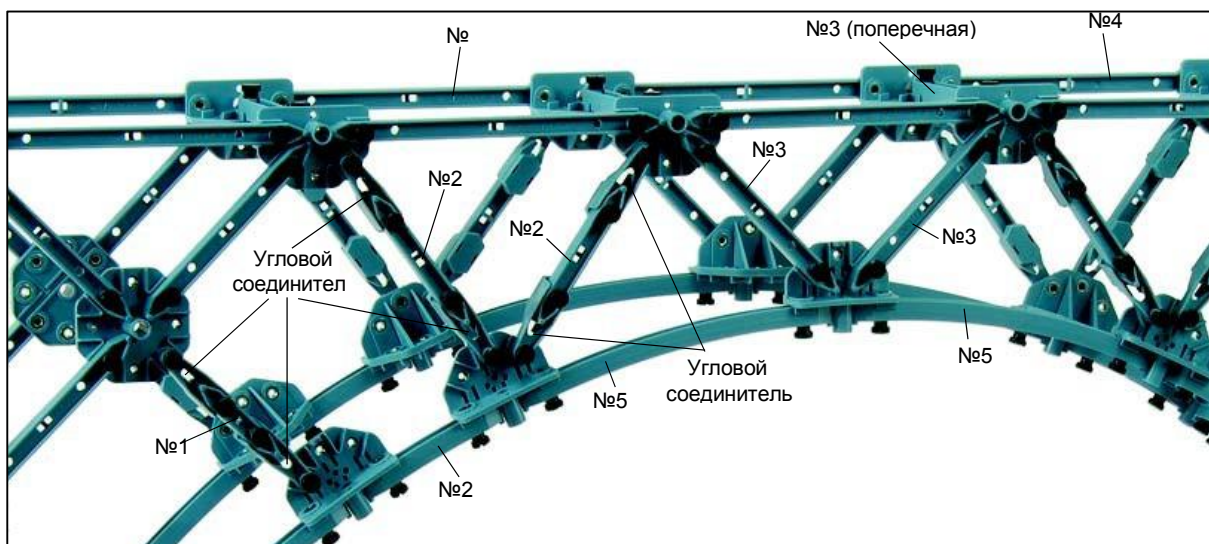
Узлы арочного мостового перехода 2



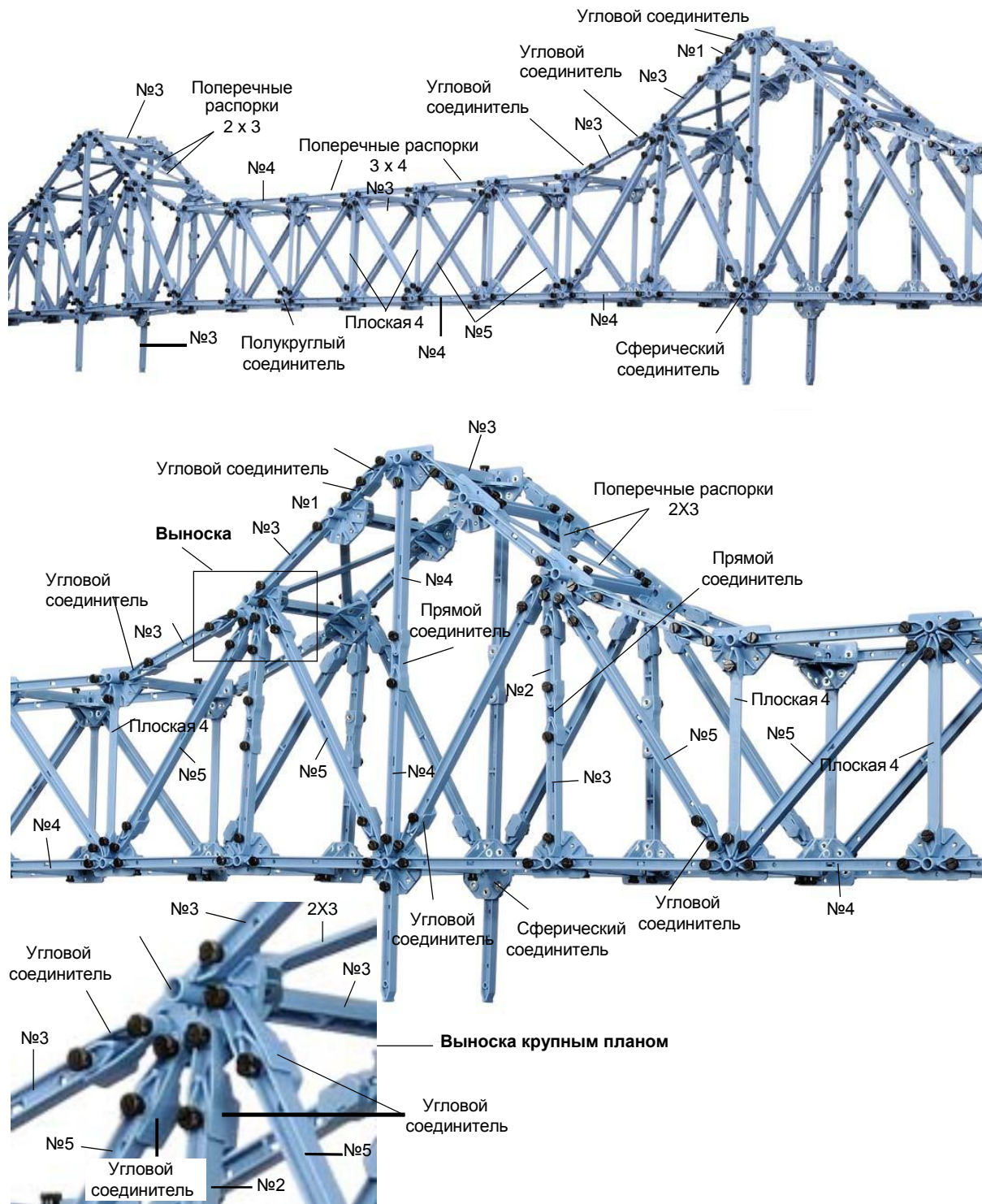
Арочный мост



Узлы арочного моста №4



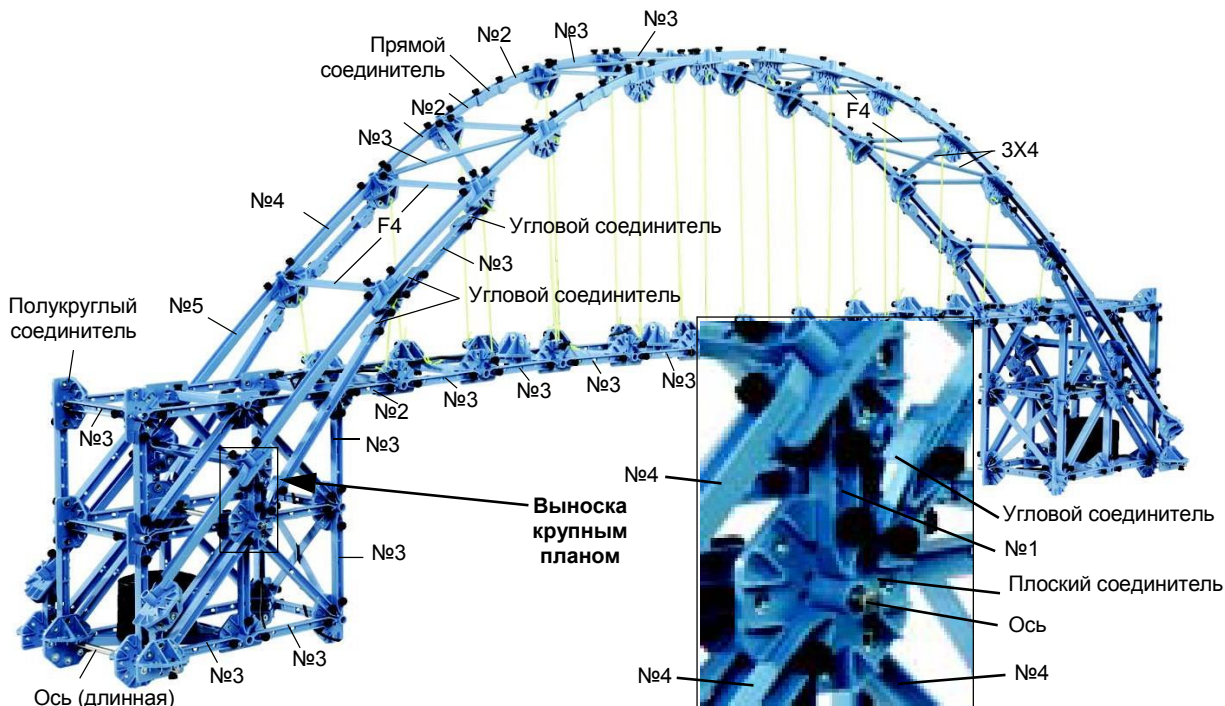
Мост на консольной ферме



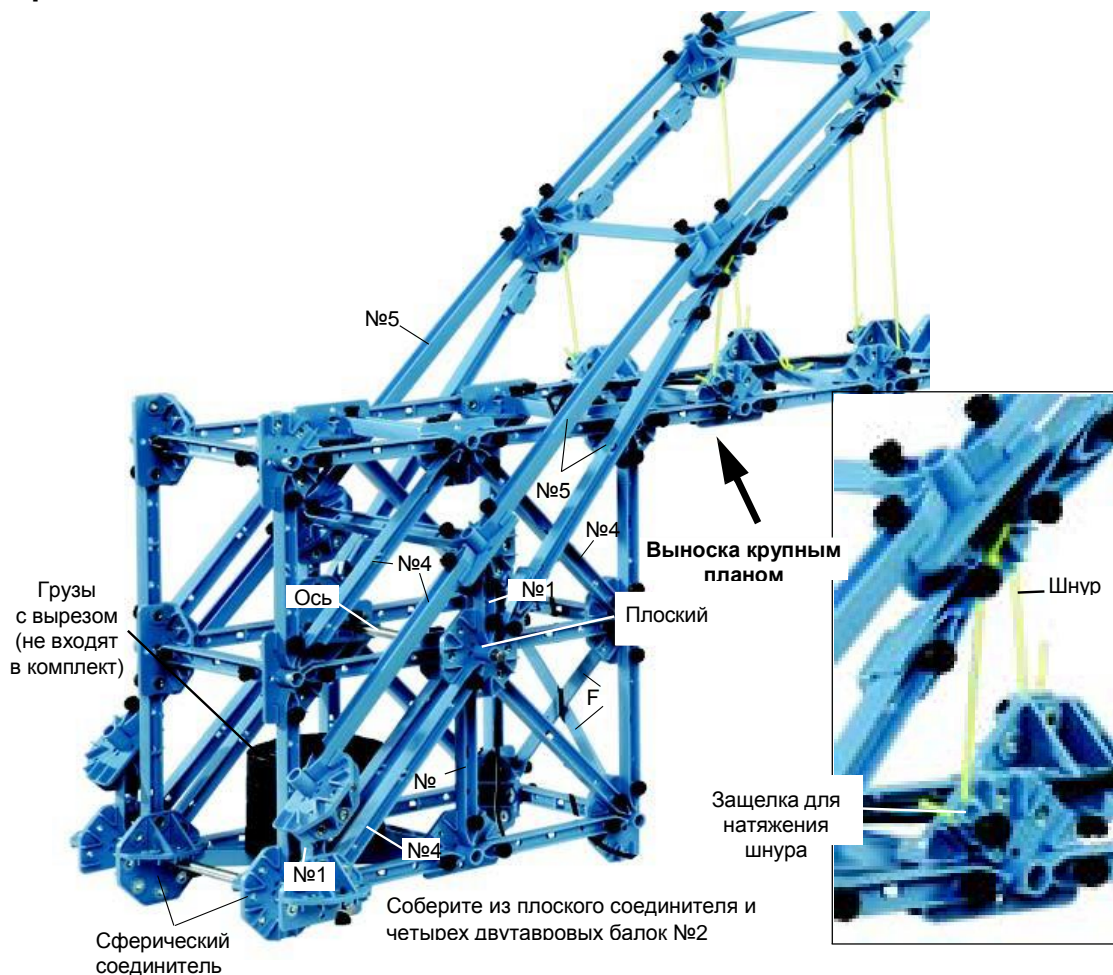
С помощью болта и гайки для PASTrack присоедините PASTrack и дуговые секции PASTrack к элементам набора для сборки сложных фермовых конструкций. Вставьте квадратную гайку в Т-образную прорезь сбоку PASTrack и дуговых секций PASTrack.

Показанный на этой странице вантовый мост PASTrack собран из компонентов двух наборов для сборки сложных фермовых конструкций ME-6992A, четырех наборов PASTrack (ME-6960) и четырех наборов дуговых секций PASTrack (ME-6841).

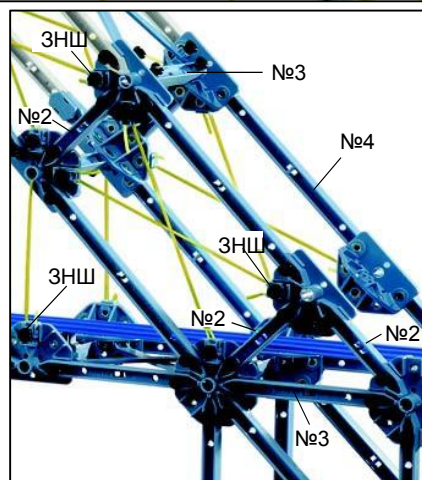
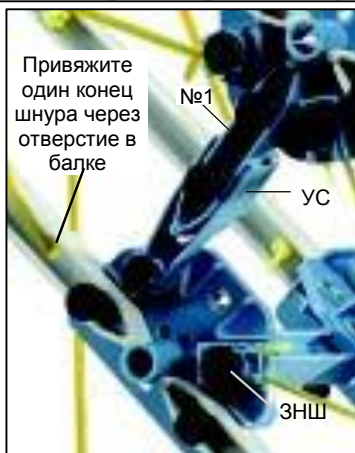
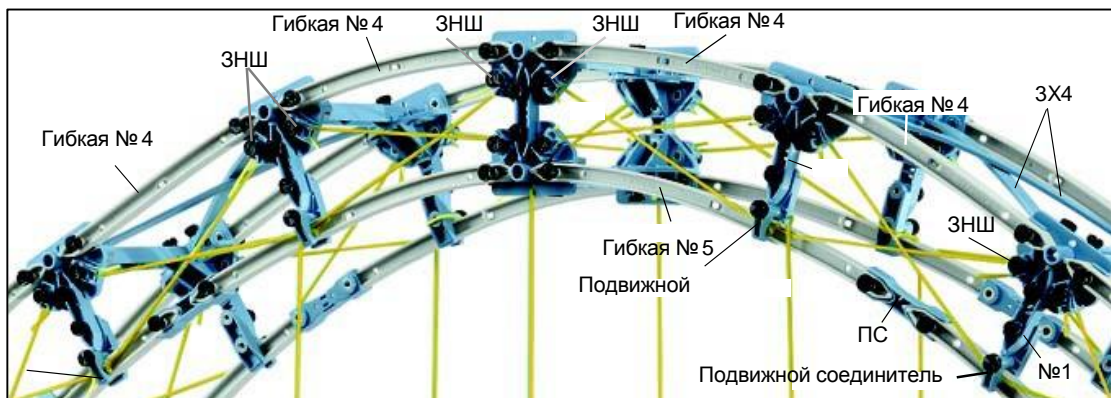
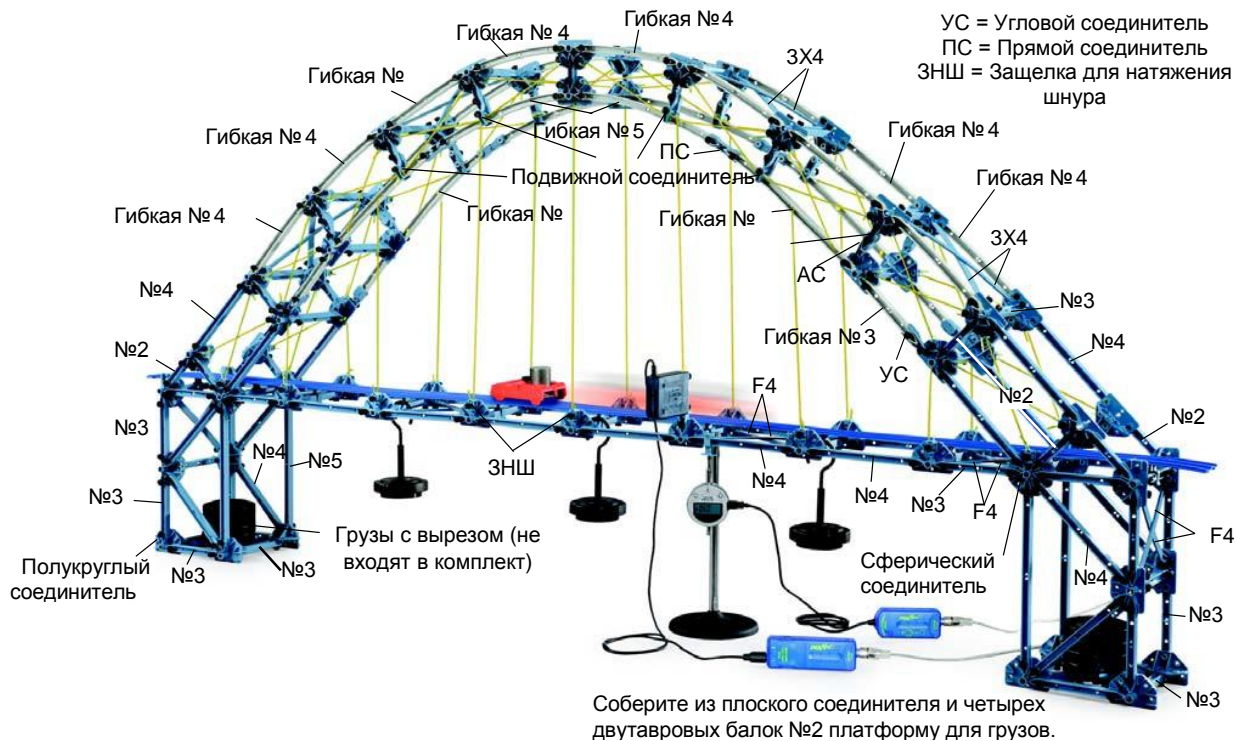
Арочный мост с затяжкой с поперечными распорками



Узлы арочного моста с затяжкой

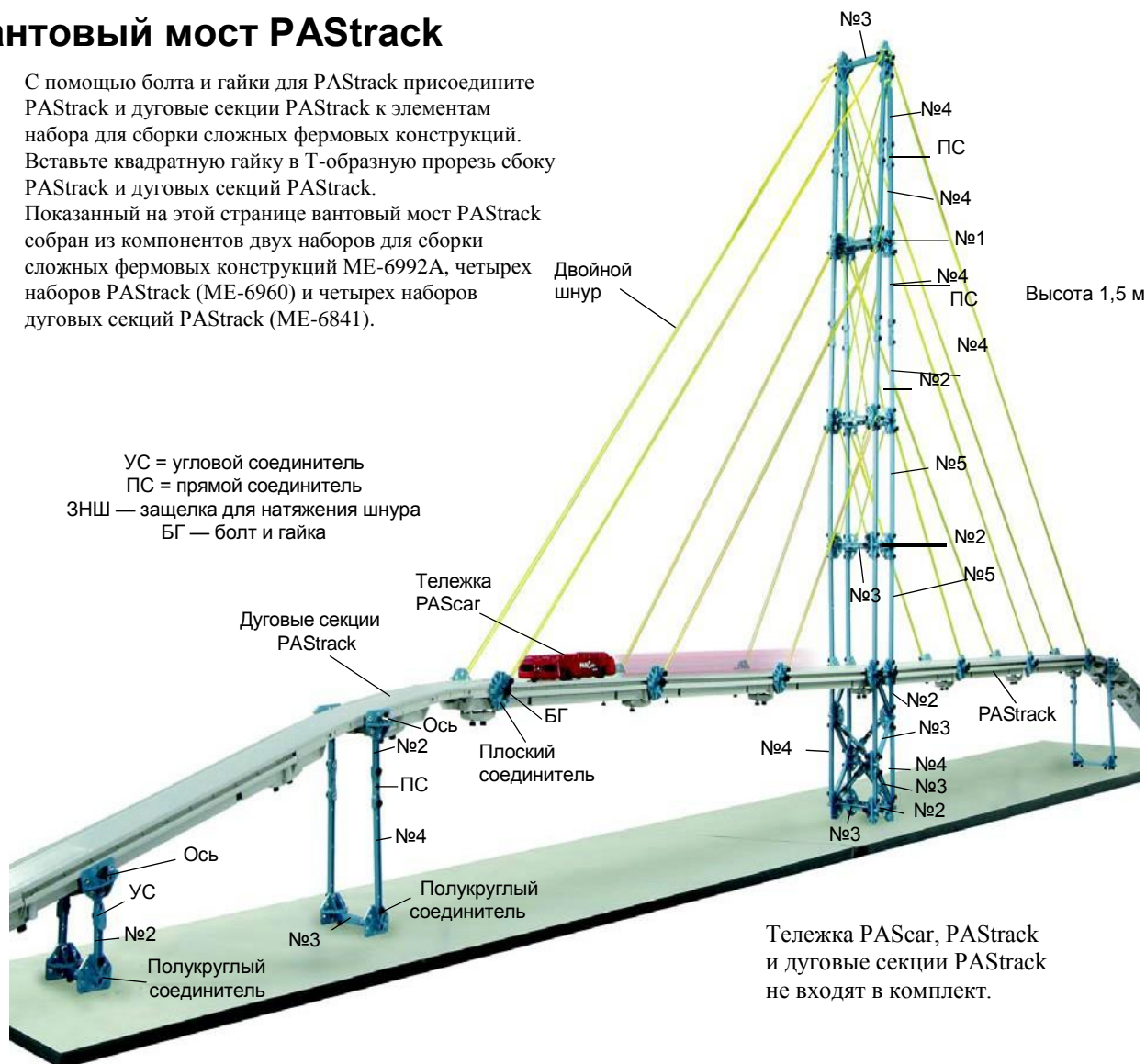


Арочный мост с двойной затяжкой с гибкими двутавровыми балками

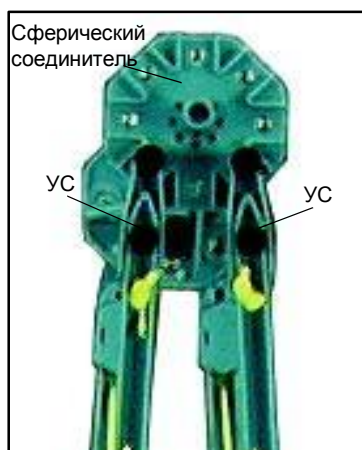


Вантовый мост PAStack

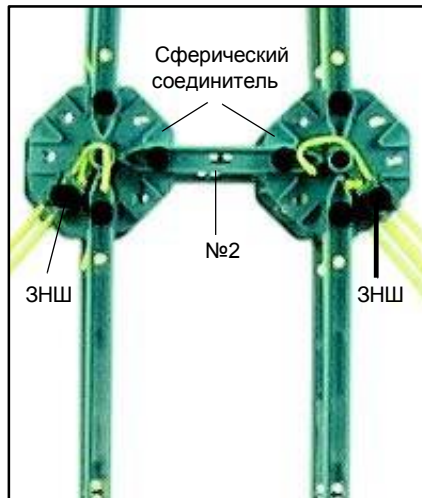
С помощью болта и гайки для PAStack присоедините PAStack и дуговые секции PAStack к элементам набора для сборки сложных фермовых конструкций. Вставьте квадратную гайку в Т-образную прорезь сбоку PAStack и дуговых секций PAStack. Показанный на этой странице вантовый мост PAStack собран из компонентов двух наборов для сборки сложных фермовых конструкций ME-6992A, четырех наборов PAStack (ME-6960) и четырех наборов дуговых секций PAStack (ME-6841).



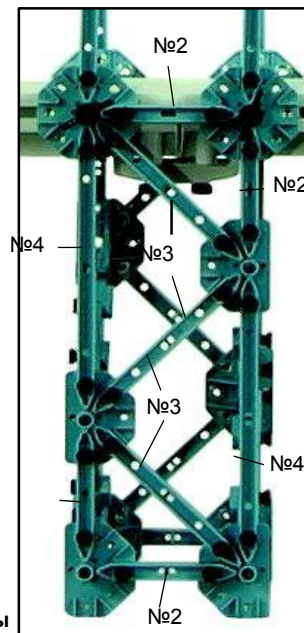
Тележка PAScar, PAStack и дуговые секции PAStack не входят в комплект.



Верхняя часть опоры

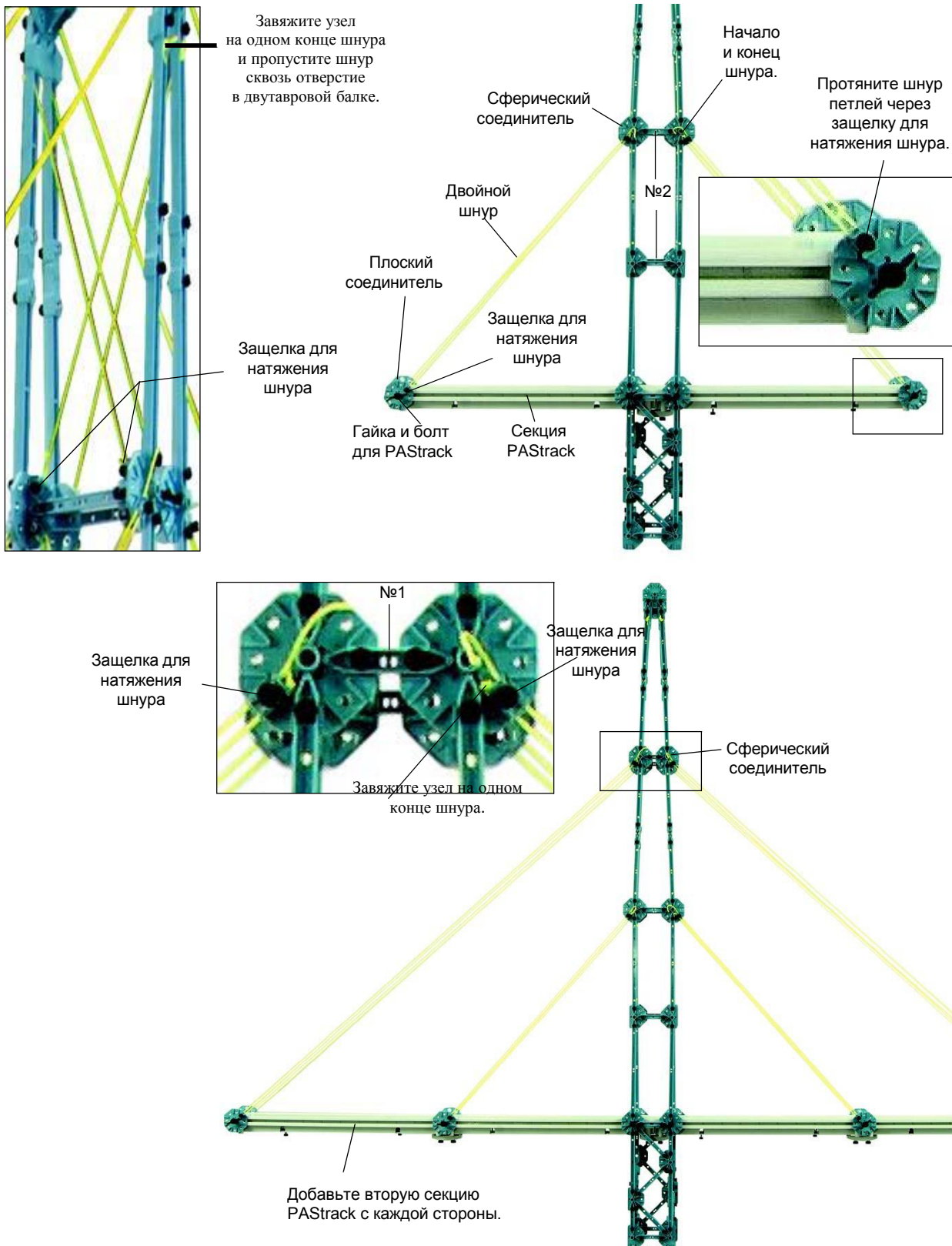


Средняя часть опоры



Нижняя часть опоры

Рекомендации по конструкции вантового моста



Резонансные конструкции: балка и опора

С помощью системы PASCO Structures System можно провести демонстрацию резонанса в сложных конструкциях. Резонанс — это склонность конструкции колебаться с большей амплитудой при определенных значениях частоты. Такая частота называется резонансной частотой конструкции. Для таких частот даже небольшие периодически действующие силы могут вызывать колебания с большой амплитудой.

Резонанс возникает, когда конструкция способна хранить и преобразовывать энергию из одного вида в другой (а иногда и больше), например преобразовывать кинетическую энергию в потенциальную и наоборот в случае маятника. Тем не менее от цикла к циклу в системе происходят некоторые потери энергии. Такой процесс называется затуханием. Если затухание незначительное, резонансная частота приблизительно совпадает с естественной частотой конструкции, т. е. частотой свободных колебаний. У некоторых конструкций может быть несколько различных резонансных частот.

Такое явление, как резонанс, присуще всем типам вибраций и волн. В резонансных конструкциях проявляется механический резонанс. Резонансная балка похожа на струну, натянутую между двух стержней, при колебании которой возникает стоячая волна, с тем отличием, что балка закреплена только на одном конце. У струны узлы стоячей волны расположены по обоим концам; у балки — только с одного конца, а с другого находится антиузел.

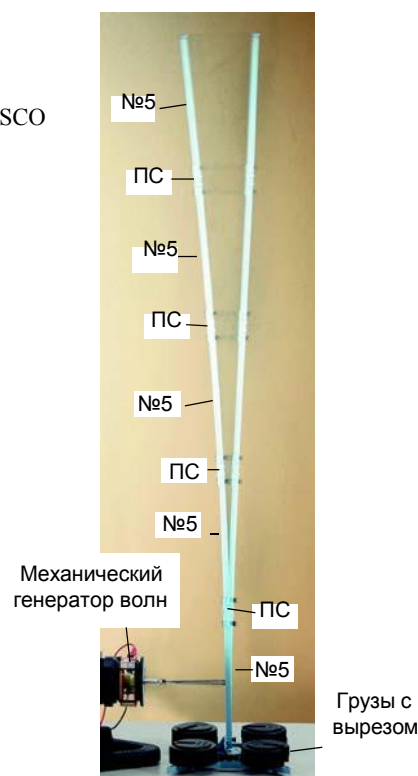
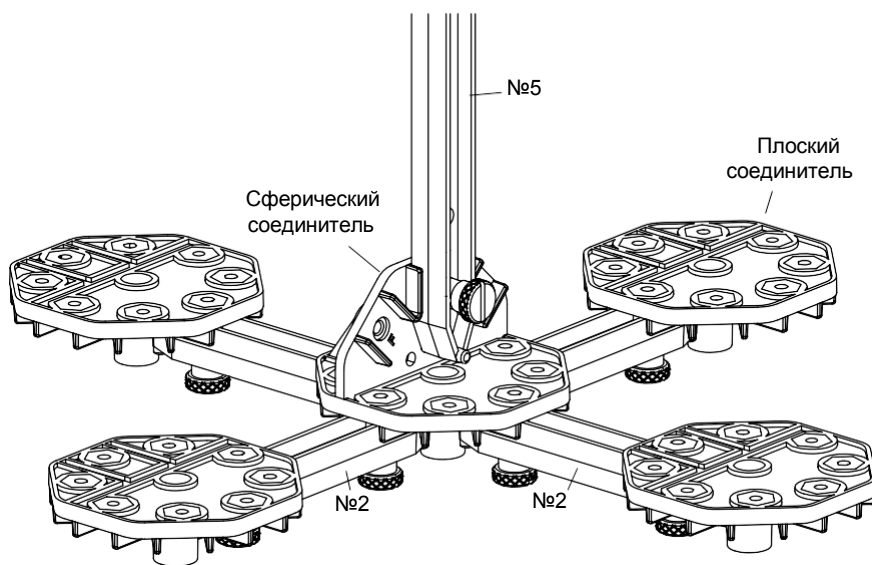
Резонансная балка

Соберите резонансную балку из пяти двуглавых балок №5 и четырех прямых соединителей (ПС). Из четырех плоских соединителей, четырех двуглавых балок №2 и сферического соединителя соберите основание для балки, как показано на рисунке.

Сложите грузы с вырезом (например, из большого набора грузов с вырезом ME-7566) на плоские соединители, чтобы стабилизировать резонансную балку.

Закрепите механический генератор волн (SF-9324) на штативе, так чтобы его ведущий вал располагался горизонтально. Генератор должен быть расположен таким образом, чтобы его можно было присоединить к середине первой балки №5 в резонансной балке. Один из способов присоединить вал генератора к балке — протянуть петлю из желтого шнура сквозь отверстие в середине балки, а затем сквозь отверстие на штекерном разьеме генератора. Другой способ — присоединить подвижный соединитель к середине балки. Протяните кусок желтого шнура через защелку для натяжения шнура и присоедините защелку к подвижному соединителю. Присоедините шнур к ведущему валу.

Управление механическим генератором волн осуществляется посредством функционального генератора PI-8127 либо через интерфейсное устройство PASCO и усилитель мощности.



Необходимое оборудование

Артикул

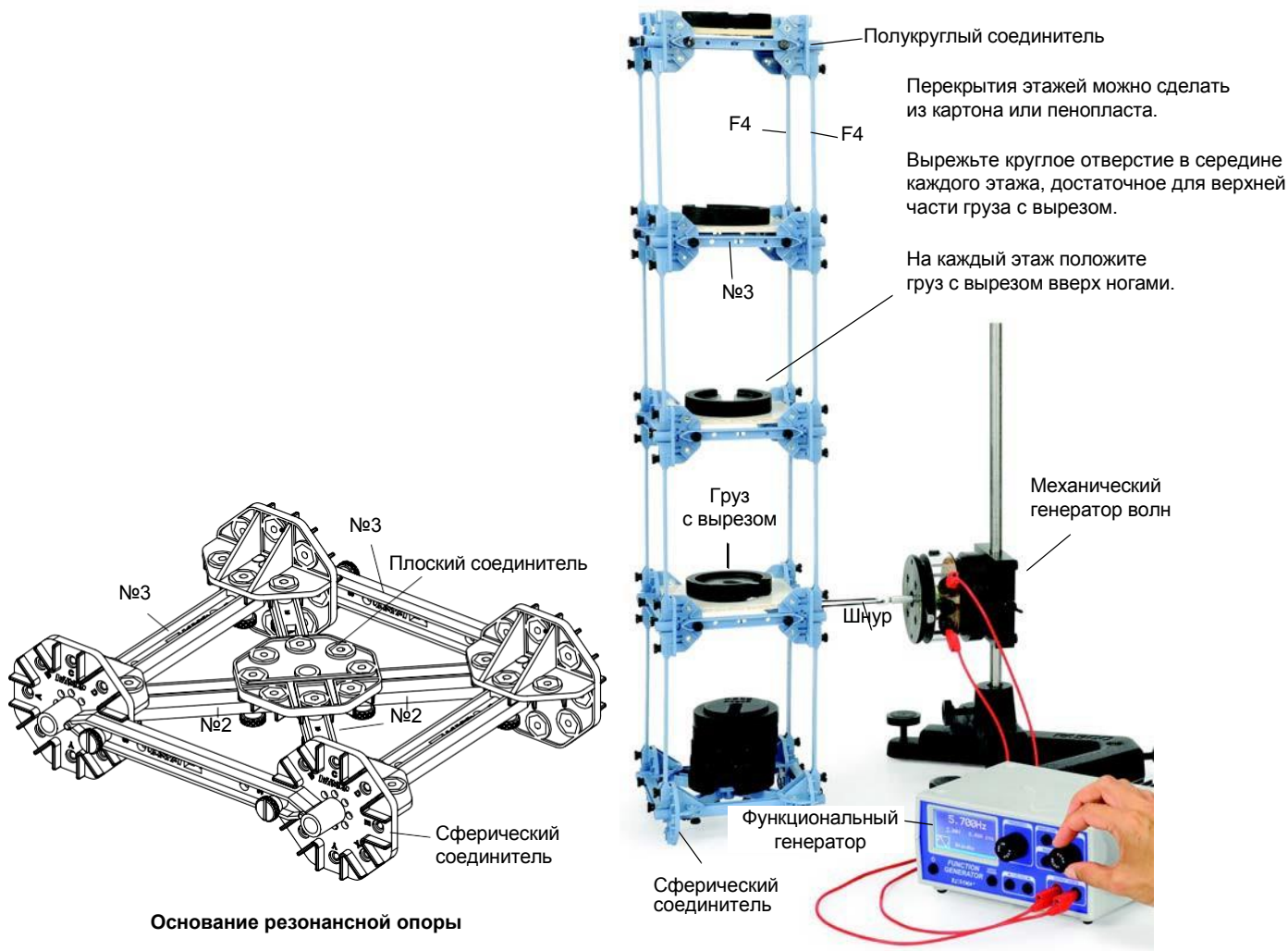
Механический генератор волн	SF-9324
Генератор функциональный	PI-8127
Вал с резьбой, 25 см	ME-8988
Основание малое «А»	ME-8976
Соединительные шнуры со штекерным разъемом	SE-9750 или SE-9751

Резонансная опора

Резонансная опора — это модель строительного каркаса из плоских элементов F4, двутавровых балок №3 и №2, сферических, полукруглых и плоских соединителей.

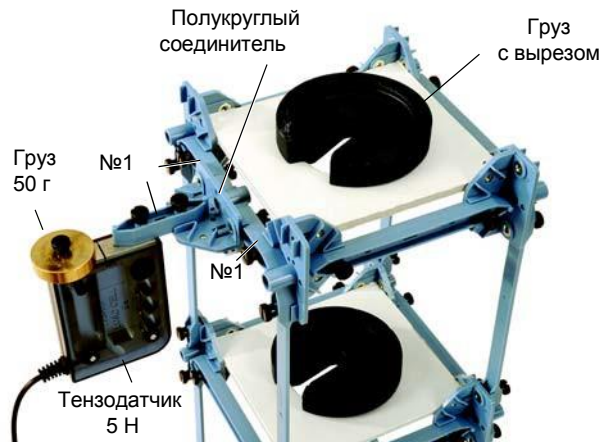
Как и в случае с резонансной балкой, для создания колебаний здесь можно использовать механический генератор волн, управляемый посредством функционального генератора. Кроме того, можно измерить ускорение резонансной опоры с помощью тензодатчика 5 Н PS-2201 и амплитуду ее движения с помощью датчика движения.

Платформа для грузов с вырезом на нижнем этаже конструкции собирается из четырех балок №2 и плоского соединителя (см. рис.).



Измерение ускорения

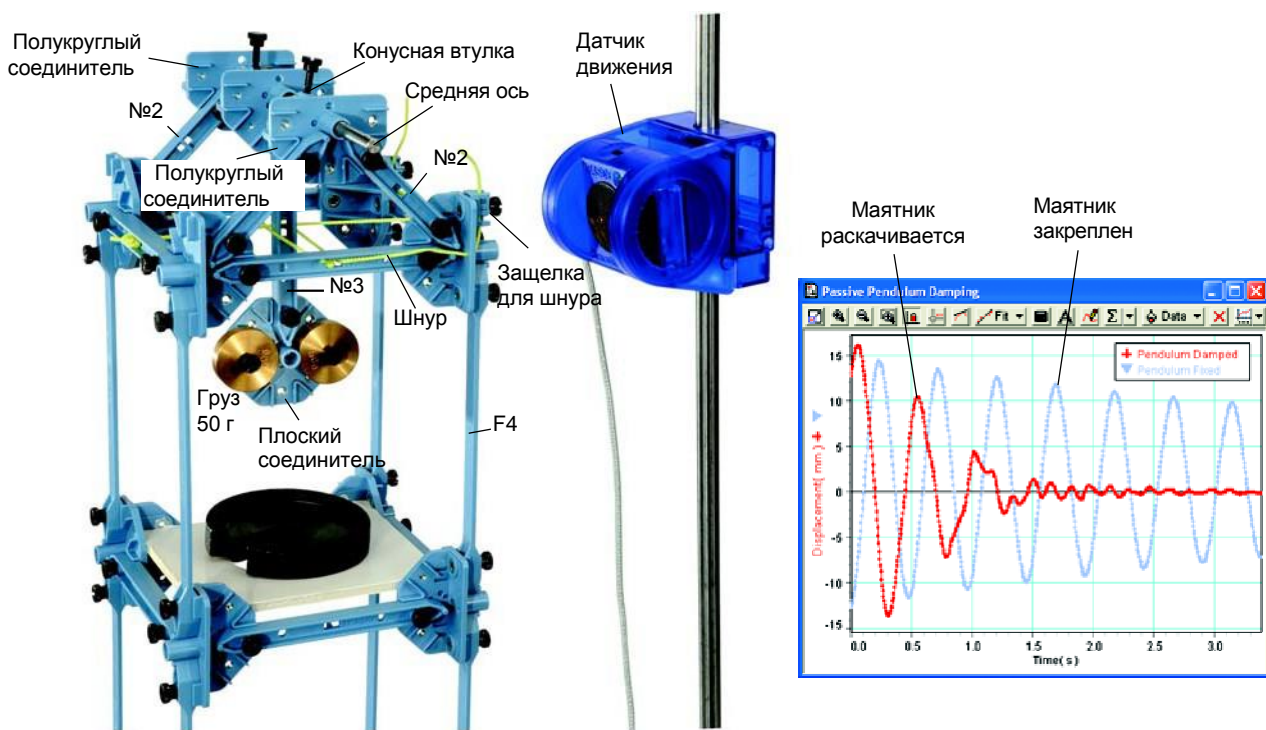
Для измерения ускорения резонансной опоры замените одну из балок №3 на верхнем этаже полукруглым соединителем с двумя балками №1, как показано на рисунке. Присоедините тензодатчик 5 Н к опоре с помощью балки №1 и закрепите на датчике груз массой 50 г.



Измерение ускорения

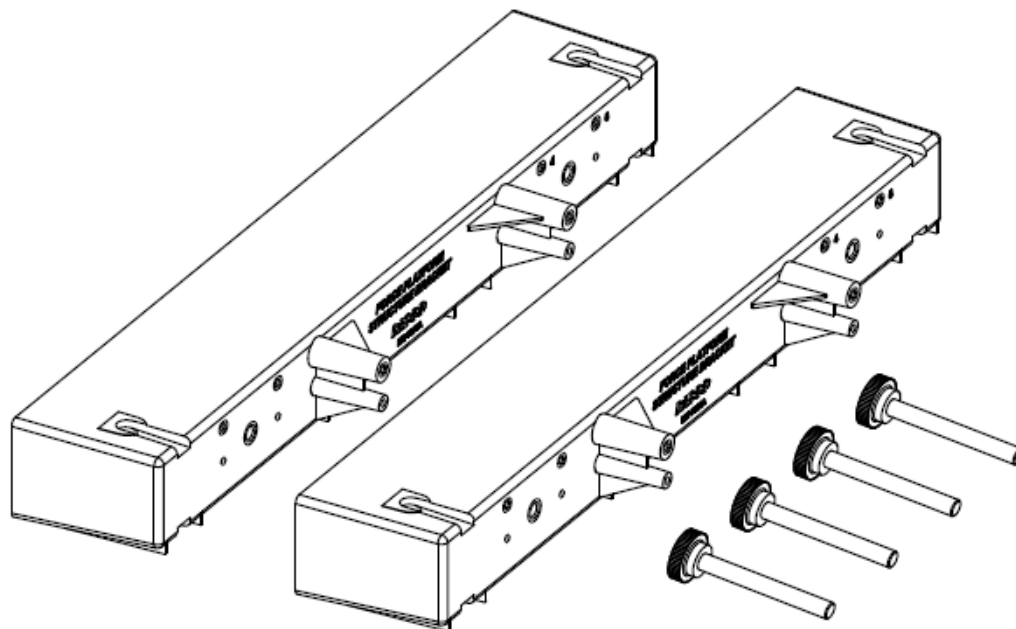
Измерение колебаний

Для изучения затухающих колебаний замените верхний этаж конструкции «маятником» (см. рис.). Если маятник привязан и не может раскачиваться, опора колеблется свободно. Если маятник может раскачиваться, колебания опоры будут затухать. Закрепите датчик движения на штативе для измерения колебаний.



Измерение колебаний

Кронштейн для крепления конструкций к силовой платформе (ME-6988A)



Введение

Кронштейн для крепления конструкций к силовой платформе PASCO модели ME-6988A состоит из двух кронштейнов и четырех барашковых винтов. Крепление предназначено для соединения элементов системы PASCO Structures System с силовой платформой PASCO.

Силовая платформа	Артикул
PASPORT 1-осная	PS-2141
PASPORT 2-осная	PS-2141

ScienceWorkshop 1-осная	CI-6461
-------------------------	---------

Рекомендуемое оборудование

Артикул	Артикул
PASCO Structures System	см.
www.pasco.com	

Каждый кронштейн для крепления конструкций к силовой платформе имеет шесть положений для прикрепления элементов системы PASCO Structure System, а также два барашковых винта для присоединения кронштейна к силовой платформе. Обратите внимание: в каждом кронштейне также есть два резьбовых отверстия для хранения винтов, когда они не используются.

Набор для сборки сложных фермовых конструкций (ME-6992A). Самый большой набор со блоками, осями и дополнительными соединителями, с помощью которых можно собирать модели мостов с углами, отличными от 45 и 90 градусов. Также из деталей этого набора можно собирать модели подвесных мостов, кранов, тележек и катапульт.

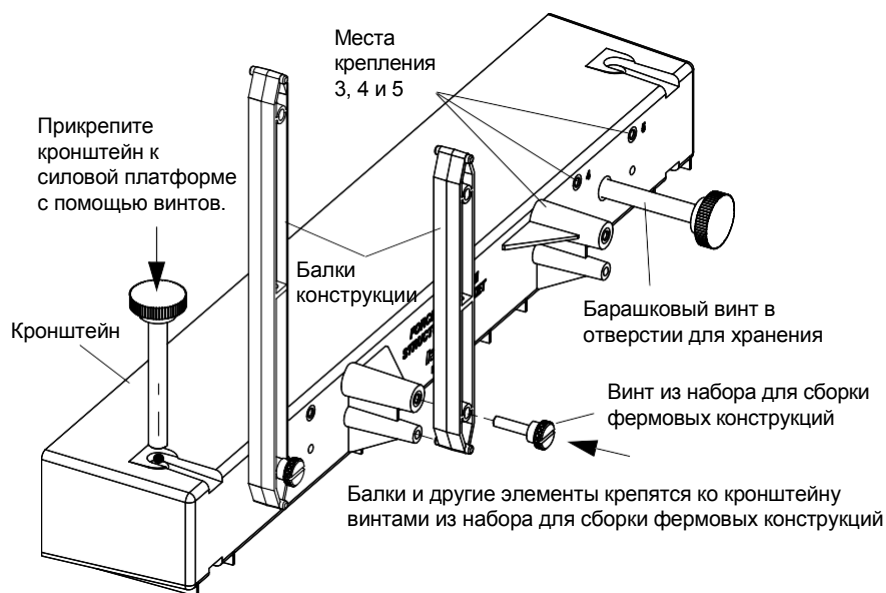
При помощи силовой платформы учащиеся могут измерять силы сжатия и растяжения в фермах, мостах, «американских горках» и других конструкциях из элементов системы PASCO Structures System.

Дополнительные сведения о системе PASCO Structures System см. в каталоге PASCO или на веб-сайте (www.PASCO.com).

Установка

Закрепите кронштейн на одной из сторон силовой платформы PASCO с помощью двух винтов. На одну силовую платформу устанавливаются два кронштейна.

С помощью барашковых винтов из набора для сборки фермовых конструкций (ME-6994) в составе одной из систем PASCO Structures System присоедините двутавровые балки или другие элементы конструкции к шести местам крепления на кронштейне. (См. рис. 1.)



Использование кронштейнов на силовой платформе

Если конструкция присоединяется к одному или двум кронштейнам, которые устанавливаются на силовой платформе, учащиеся могут измерять динамические изменения сжатия и растяжения элементов конструкции.

Благодаря разным местам крепления вдоль стороны кронштейна можно использовать разные двутавровые балки между двумя кронштейнами, установленными на силовой платформе. Пусть *длиной* конструкции считается расстояние между местами крепления элементов на разных кронштейнах, а *секцией* — расстояние между двумя вертикальными элементами, закрепленными на одном кронштейне.

Центральные места крепления (обозначены цифрой 3) соответствуют длине и секции двутавровой балки №3. Два следующих от центра места крепления соответствуют длине и секции двутавровой балки №4. (См. рис. 2.)

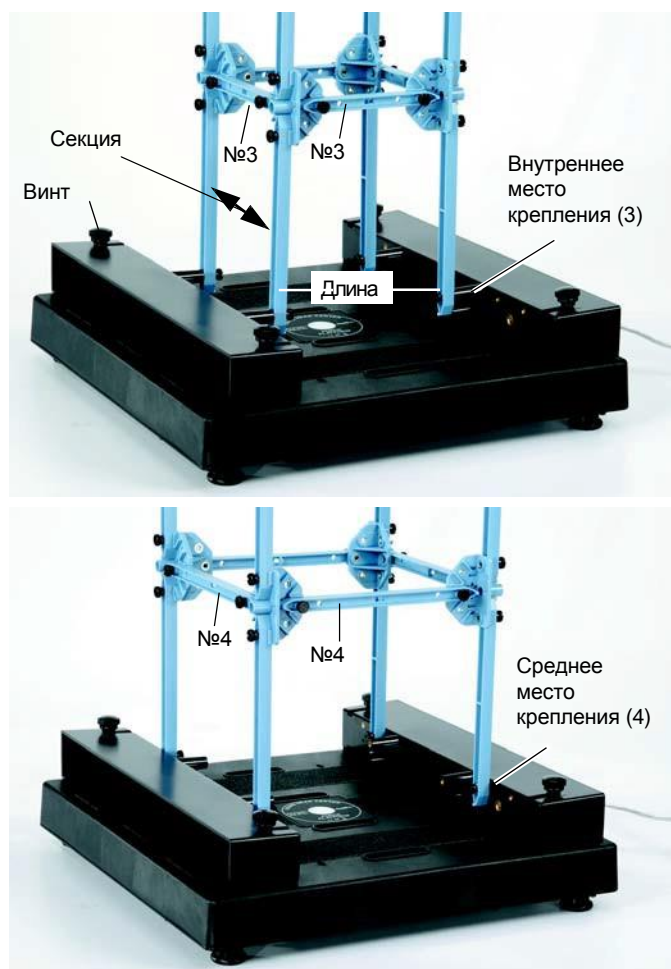
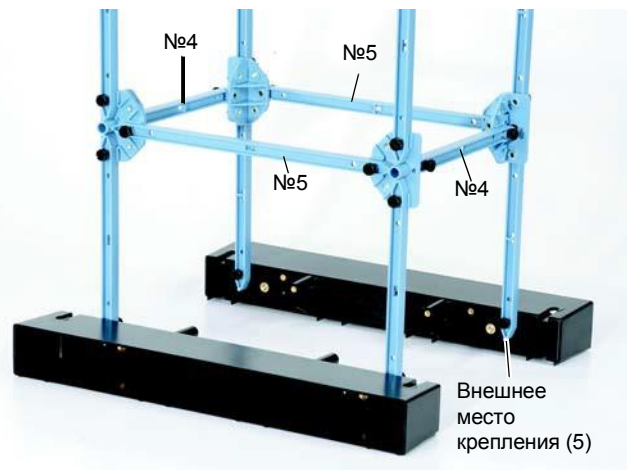


Рис. 2. Крепление различных конструкций на силовой платформе

Внешние места крепления соответствуют длине балки №4 и секции балки №5 при установке кронштейнов на силовой платформе PASCO. Однако в случае установки кронштейнов на другой платформе или без платформы, как показано на рис. 3, это расстояние может оказаться больше или меньше длины балки №4.

Рекомендации по конструкциям, которые можно собрать и присоединить к силовой платформе с помощью кронштейнов, см. в руководствах к наборам PASCO Structures System. Например, это могут быть большие мосты и башенные краны.



Другие способы применения кронштейна

Кронштейн можно использовать для крепления к другой аналогичной платформе при наличии необходимых средств для крепления.

Как видно на рис. 4, можно также крепить конструкцию к одному кронштейну.

Места крепления на кронштейне расположены на той же высоте, что и верхнее место крепления на полукруглом соединителе.



Рис. 4. Использование одного кронштейна для крепления конструкций к силовой платформе

Техническая поддержка

Для получения технической поддержки по любому продукту PASCO обращайтесь в компанию PASCO:

Адрес: PASCO scientific
10101 Foothills Blvd.
Roseville, CA 95747-7100 (США)

916-786-3800 (в любой стране мира)
800-772-8700 (в США)

Факс: (916) 786-7565

Веб-сайт: www.pasco.com

Адрес электронной почты: support@pasco.com

Чтобы получить дополнительную информацию о наборе для сборки сложных фермовых конструкций и последнюю версию настоящего руководства, зайдите на веб-сайт PASCO (www.pasco.com) и введите «ME-6992B» в поле для поиска.

Ограниченная гарантия. Описание гарантии на продукт см. в каталоге PASCO.

Авторские права. Название PASCO scientific 012-12179A «Руководство пользователя набора для сборки сложных фермовых конструкций» защищено авторским правом. Некоммерческим образовательным учреждениям предоставляется разрешение на воспроизведение настоящего руководства в любой его части, при условии что копии будут использоваться исключительно в лабораториях и учебных классах этих организаций и не будут распространяться на коммерческой основе. Воспроизведение материалов для других целей без письменного разрешения PASCO scientific запрещается.

Товарные знаки. PASCO и PASCO scientific являются либо товарными знаками, либо зарегистрированными товарными знаками PASCO scientific в США и (или) других странах. Все остальные наименования брендов, продукции или услуг являются или могут быть товарными знаками или знаками обслуживания и соответственно используются для идентификации продукции или услуг их владельцев. Дополнительные сведения см. на странице www.pasco.com/legal.

Патентные заявки на рассмотрении. Ниже перечислен ряд продуктов PASCO, по которым рассматриваются патентные заявки.

Набор для сборки фермовых конструкций ME-6990

Набор для сборки сложных фермовых конструкций ME-6992

Винты для набора для сборки фермовых конструкций ME-6994

Элементы веревочного замка ME-6996

Оси ME-6998

Усилитель сигнала тензодатчиков PS-2198

Тензодатчик 100 Н PS-2200

Сдвоенный усилитель сигнала тензодатчиков PS-2206

Набор для моделирования мостов ME-6991

Элементы набора для сборки фермовых конструкций ME-6993

Элементы дорожного основания ME-6995

Сферические соединители (XYZ) ME-6997

Угловые соединители ME-6999A

Комплект Цифровой тензомер и набор тензодатчиков PS-2199

Тензодатчик 5 Н PS-2201