Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 http://naukovedenie.ru/
Том 7, №2 (2015) http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-2
URL статьи: http://naukovedenie.ru/PDF/93TVN215.pdf
DOI: 10.15862/93TVN215 (http://dx.doi.org/10.15862/93TVN215)

УДК 624.21

Овчинников Игорь Георгиевич
ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Россия, Пермь
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Россия, Саратов[1]
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
Филиал в г. Сочи
Профессор
Доктор технических наук
E-mail: BridgeSar@mail.ru

Овчинников Илья Игоревич
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Россия, Саратов
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
Филиал в г. Сочи
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: BridgeArt@mail.ru

Караханян Артур Барменович
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Россия, Саратов
Fспирант
E-mail: bridge_64@mail.ru

Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 2. Многофункциональные мосты

[1] 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Аннотация. Представление о мостовом сооружении как об особом фрагменте существующей архитектурной, исторической и общественно-культурной среды коренным образом влияет на его полноценное эстетическое решение. Даже беглый анализ мостов, представленных в первой части настоящей статьи показывает, что они из чисто пешеходных мостов преобразовываются в мосты, выполняющие несколько функций, то есть в многофункциональные мосты. В этой статье рассматриваются проекты многофункциональных мостов с выделением таких типов мостов, как: мост - улица, мост - бульвар, мост - здание, мост - площадь, мост - город, мост - аттракцион. Затем в статье приведены примеры проектов и реализованных решений 16 многофункциональных мостов: многофункционального пешеходного моста для Амстердама; моста «Турбина» для Амстердама; закрученного в петлю пешеходно-велосипедного моста также для Амстердама; пешеходного моста - ленты Festina Lente в Сараево; пешеходного моста в китайском парке Сидун; двухъярусного пешеходно-велосипедного моста Melkwegbridge в Нидерландах; пешеходно – велосипедного футуристического моста Amsterdam bridge V; «органического» «льющегося» моста для Амстердама; векторного обитаемого моста Inhabitable Bridge в Токио; самого длинного в Европе пешеходно-велосипедного моста Sölvesborgsbron в Швеции; самого длинного в мире подвесного пешеходного моста – аттракциона (Скай Бридж) в Сочи; экологичного пешеходного спирального висячего моста – перехода (DSSH Bridge); пешеходно – велосипедного моста Цинпу (Qingpu) в Шанхае; многофункционального моста будущего в Сеуле; моста «Волны Хендерсона» в Сингапуре; моста – острова – ракушки Aiola Island в австрийском Граце.

В современном мире с новыми технологиями должны создаваться такие мостовые сооружения, которые становились бы чудом архитектурной и инженерной мысли.Чтобы, увидев такие сооружения, ни кто бы не остался равнодушным.

Ключевые слова: многофункциональные мосты; бионика; бионический подход; пешеходные мосты; мостостроение; уникальные мосты; проект – концепция.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 2. Многофункциональные мосты // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №2 (2015) http://naukovedenie.ru/PDF/93TVN215.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/93TVN215

1. Введение

В первой части данной статьи [1] отмечалось, что в последнее время, в связи с интенсивным развитием компьютерных технологий расчета и моделирования поведения мостовых конструкций, позволяющих проанализировать игру сил в мостовых конструкциях с учетом пространственного характера их работы, в связи с появлением новых сверхвысокопрочных материалов, а также в связи с активной работой архитекторов в сфере создания новых форм мостовых систем, появились и новые типы мостовых сооружений, таких как оболочечные мостовые конструкции, многоэлементные пространственные мостовые конструкции, управляемые мостовые конструкции и так далее.

Также в первой части указывалось, что мостостроительное искусство нуждается в значительных улучшениях в сфере проектирования, строительства, мониторинга и предлагалось использовать для этого бионический подход, опирающийся на концепцию применения идей природы для решения проблем мостостроения[2 - 7]. Но при этом справедливо отмечалось, что пока еще бионический подход используется не столько инженерами, сколько архитекторами и сводится к поиску новых архитектурных форм мостовых сооружений [12, 14]. Для иллюстрации в первой части статьи рассмотрен ряд проектов и реализованных конструкций мостов, основанных на бионическом подходе. В частности, рассмотрено 11 мостов: мост Мир Сантьяго Калатравы в канадском Калгари, вантовый пешеходный мост Мира через реку Кура в Тбилиси, мост Питон в Амстердаме, змеевидный (сетчатый) мост в австралийском Мельбурне, арочный пешеходный мост - бабочка в английском городе Бедфорде, пешеходный мост «Тюльпан» в Амстердаме, пешеходный мост в виде морской звезды в перуанской Лиме, пешеходный мост в виде спирали ДНК вСингапуре, витой ДНК - мост в Китае, **мост** «Спагетти» в китайском Ханчжоу, мост – ДНК в Киев.

Во второй части статьи будут рассмотрены проекты многофункциональных мостов.

2. Типы многофункциональных мостов

Даже беглый анализ мостов, представленных в первой части настоящей статьи показывает, что они из чисто пешеходных мостов преобразовываются в мосты, выполняющие несколько функций, то есть в многофункциональные мосты. Наиболее логичным путем трансформации просто пешеходных мостов в многофункциональные является допуск на них и велосипедного движения, то есть преобразование их в пешеходно-велосипедные. Это тем более логично, что из-за предъявляемых в последнее время требований обеспечения доступности мостов и для людей с ограниченными возможностями, которые обычно передвигаются на специальных тележках, в чем-то подобных и велосипедному транспорту. Кроме того, в соответствии с потребностями людей, пользующихся мостами, на них стали строиться магазины и другие функциональные объекты.

Еще П.В. Щусев ы 1952 году отмечал, что существуют такие виды многофункциональных мостов, мосты-рынки, мосты-улицы, мост-пассаж, мосты-игрушки в китайских садах, мост-храм, мост-галерея, мост-беседка.

Покка Е.В. в своих работах [9 - 14]выделяет такие типы многофункциональных мостов:

- **мост-улица** – сооружение, в котором проезжая (прохожая) часть представляет собой открытое протяженное пространство, а дополнительные объекты расположены по ее сторонам;
- **мост-бульвар** – сооружение, в котором пешеходная зона совмещается с открытым озелененным протяженным пространством, а дополнительные объекты расположены по ее сторонам;

- **мост-здание** – сооружение, в котором проезжая (прохожая) часть и дополнительные объекты совмещены в одном ограниченном закрытом пространстве;
- **мост-площадь** – сооружение, проезжая (прохожая) часть которого представляет собой открытое достаточно широкое пространство, а дополнительные объекты расположены или по периметру или в середине прохожей части;
- **мост-город** – сооружение, сооружение, проезжая (прохожая) часть которого представляет собой открытое достаточно широкое пространство, а дополнительные объекты, представляющие собой открытые и закрытые пространства организуютпрохожей части сеть коммуникационных проходов.

К этому списку можно также добавить и такой тип мостов как **мост – аттракцион**, который кроме как для перемещения пешеходов используется и для организации различных развлечений.

3. Примеры проектов и реализованных решений многофункциональных мостов

3.1. Проект многофункционального пешеходного моста для Амстердама

Заметим, что целью проекта было именно создание не просто пешеходного моста через канал, а многофункционального сооружения с кафе, музеем, велопарковкой, велопрокатом и зелеными обзорными террасами. Основными строительными материалами для проектируемого моста были выбраны дерево, сталь, алюминий и стекло, причем архитектор моста Лоран Сен-Валь (Laurent Saint-Val) представлял его конструкцию в виде нескольких плавно изогнутых древесных ребер (рис. 1, 2). С конструктивной точки зрения сооружение представляет собой вантовый мост с криволинейным пилоном. Легкость сооружению обеспечивает богатство стекла и легкие дюралевые рамы, которые образовывают прозрачные скрытые павильоны. Идущие по спирали пешеходные пандусы не только обеспечивают подъем на нужный уровень, но и формируют по обоим берегам канала навесы – под ними также можно расположить зоны отдыха и общения, парковки для велосипедов (рис. 3, 4, 5).

Рис. 1. *Многофункциональный пешеходный мост через канал в Амстердаме. Источник http://www.arhimir.ru/blog/architecture/2810.html*

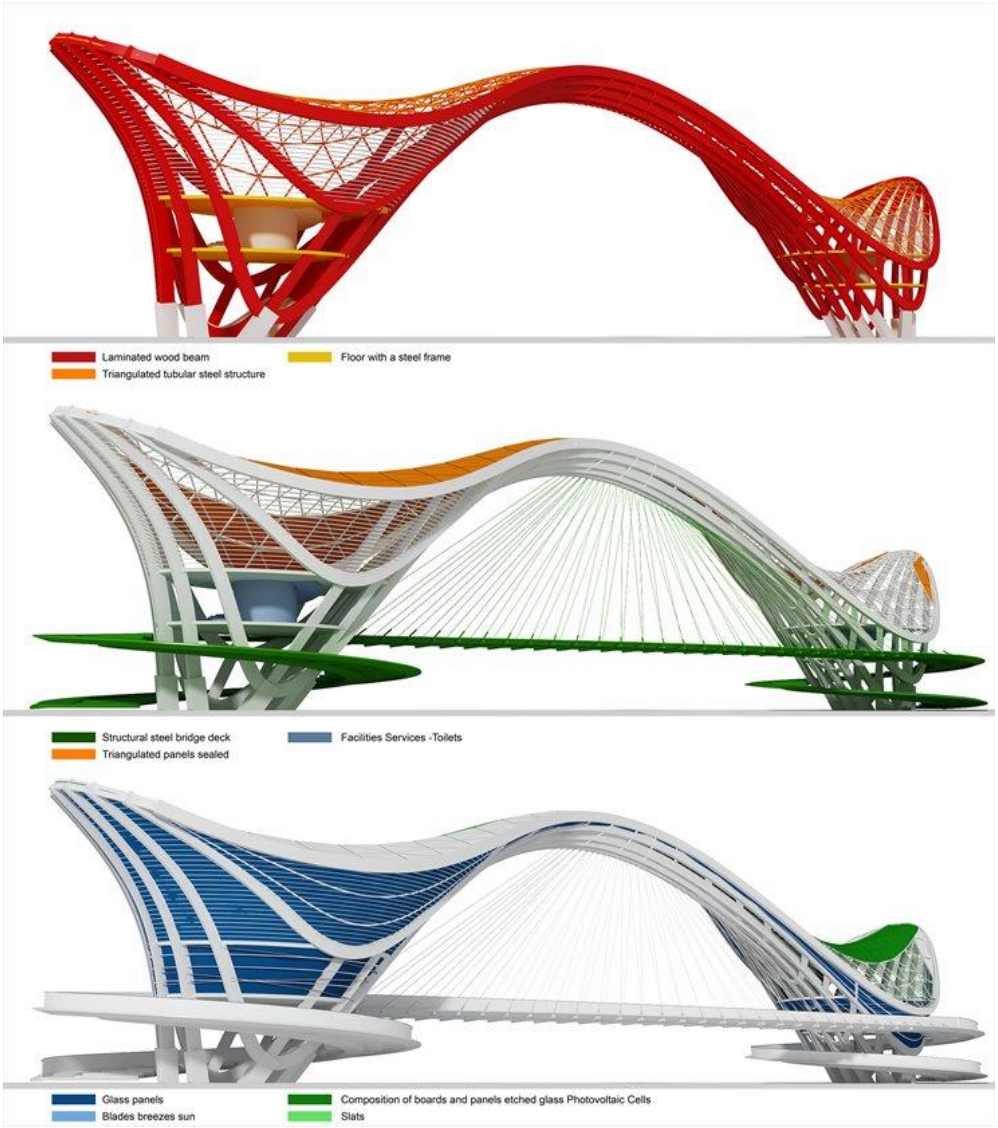

Рис. 2. *Цветовая спецификация элементов моста по материалам. Источник http://www.arhimir.ru/blog/architecture/2810.html*

Рис. 3. *Функции пешеходных пандусов многофункционального моста. Источник http://www.arhimir.ru/blog/architecture/2810.html*

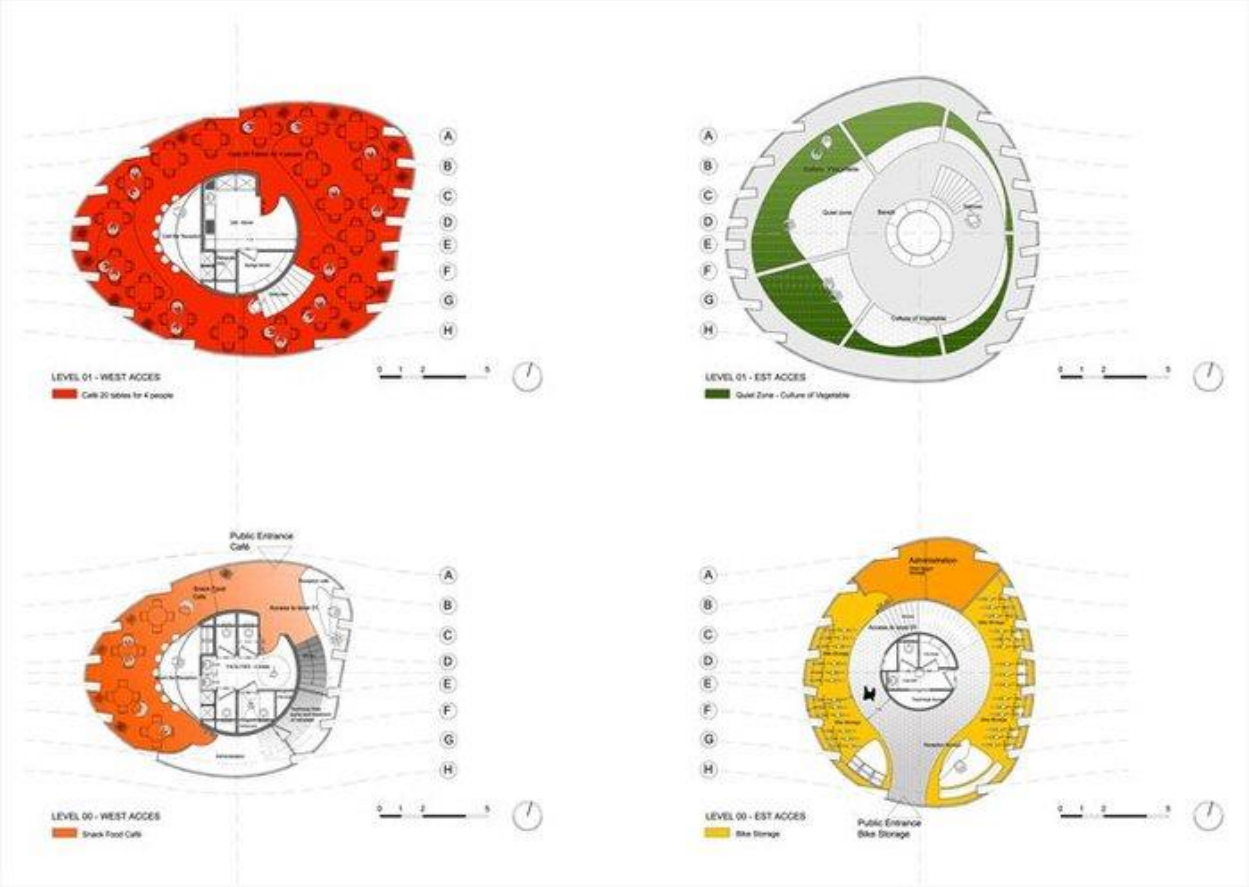

Рис. 4. *Распределение посещений на разных уровнях моста. Источник http://www.arhimir.ru/blog/architecture/2810.html*

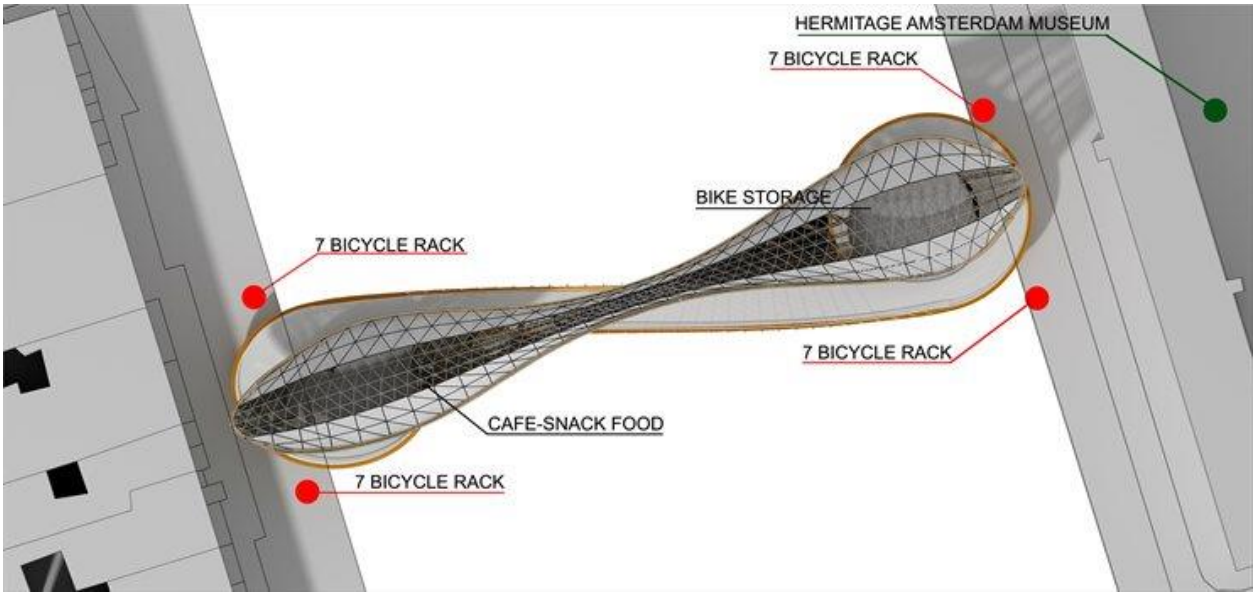

Рис. 5. *Схема моста с разделением на рабочие зоны*

3.2. Проект - концепция **многофункционального моста «Турбина» (Turbine Bridge)** в Амстердаме. Как известно, мосты являются не просто архитектурными сооружениями, служащими для передвижения граждан, но также и стратегически важными объектами, позволяющими соединять берега друг с другом и для транспортировки грузов. Однако в наше время инженеры и архитекторы стараются найти новые, необычные формы мостов, понимая их многофункциональность каждый раз по-новому. Концепция проекта многофункционального моста «Турбина» в том, что он состоит из двух уровней, причем первый уровень предназначен для пешеходов и велосипедистов, которые могут остановиться и посетить кафетерий или магазины, расположенные тут же, а на втором уровне находится детская площадка и места для отдыха. Изюминка проекта в том, что мост соединяет в себе две функции: это и многофункциональный пешеходный мост и гидроэлектростанция (рис. 6 и 7).

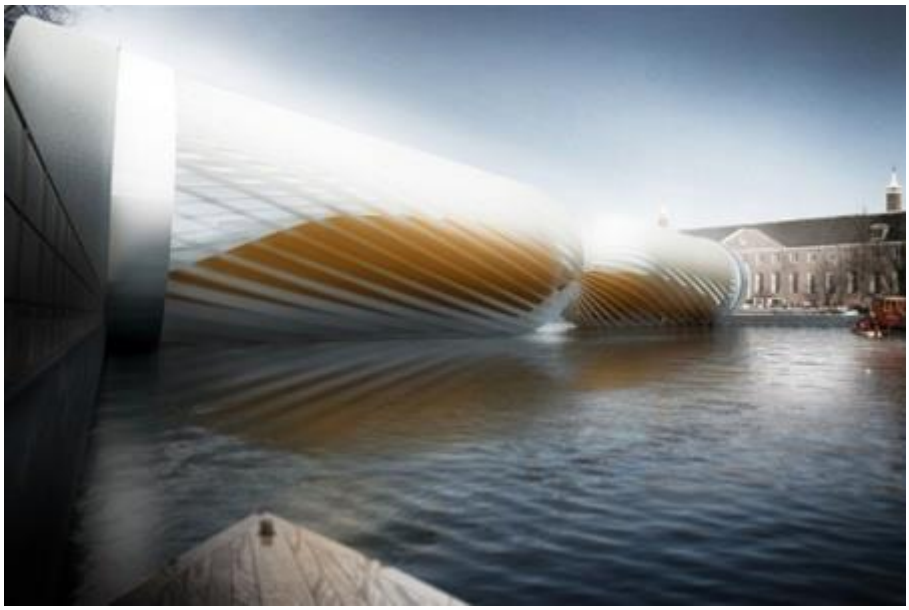

Рис. 6. *Мост – турбина, установленная на реке.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/turbine-amsterdam-bridge/

Рис. 7. *Расположение моста-турбины между городскими кварталами.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/turbine-amsterdam-bridge/

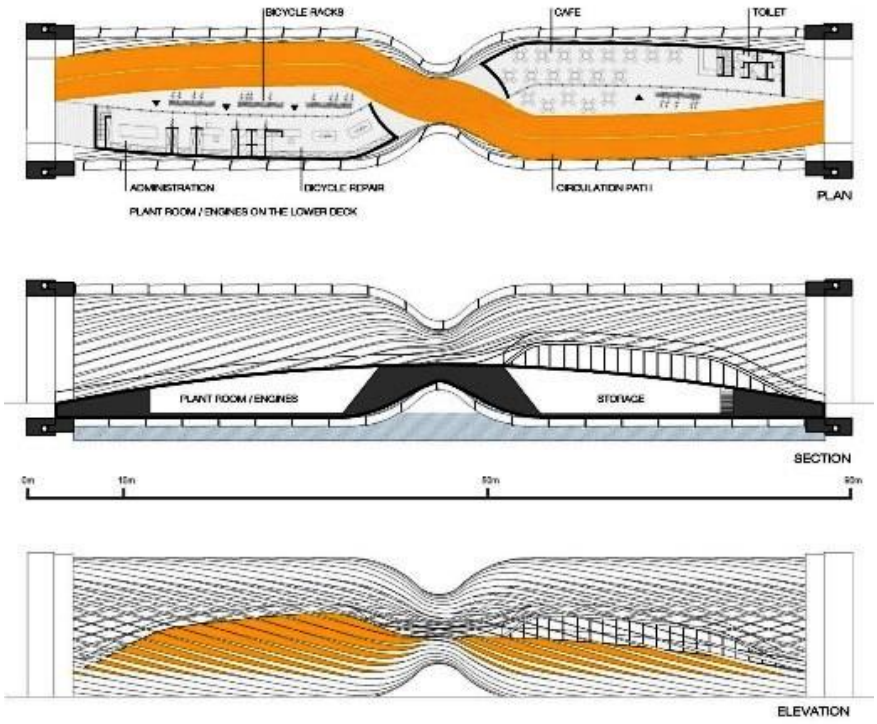

Рис. 8. *План, поперечное сечение и фасад моста – турбины.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/turbine-amsterdam-bridge/

Благодаря мощному течению реки Амстел, на которой предполагается размещение моста, вращающаяся турбина будет вырабатывать электроэнергию и тем самым обеспечивать автономность мостового сооружения, независимость его от внешних источников энергии. Внешне будет казаться, что при вращении турбины река течет вспять, а сам мост будет напоминать огромное судно, плывущее по реке. Служебные помещения и отделения с турбинным отсеком находятся под первым этажом. При этом никакого шума по заявлениям дизайнеров прохожие и отдыхающие внутри сооружения слышать не будут (рис. 9).

Рис. 9. *Вид изнутри моста турбины.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/turbine-amsterdam-bridge/

В целом общие очертания моста напоминают песочные часы. Сужение в середине пролета предназначено для обеспечения свободного пропуска речного транспорта под мостом.

Следует отметить, что бионический подход иногда использовался в своеобразной форме, как, например, при разработке проектов пешеходных мостов, по форме схожих с закрученной в форме петли веткой или листом.

Примером таких конструкций являются нижеприведенные конструкции пешеходно-велосипедных мостов.

3.3. Проект пешеходно-велосипедного моста для Амстердама. Как говорят архитекторы, отличительной особенностью этого проекта является создание вертикальных акцентов, так что в результате вертикального развития мост можно увидеть с различных точек зрения, и он может стать визуальной доминантой района. К преимуществам проекта относится и смотровая площадка, расположенная на вершине петли и открывающая отдыхающим живописный вид на реку Амстел и перспективу залива. На смотровой площадке, расположенной в самой верхней части петли, размещается кафе, причем туда обеспечен доступ даже для людей с ограниченными возможностями. Предусмотрена защита пешеходов и велосипедистов от ветра, снега и дождя.

Рис. 10. *Вид на мост – петлю с реки летом.*
Источник http://www.etoday.ru/2012/07/proekt-peshehodno-velosipednog.php

Рис. 11. *Мост-петля зимой.*
Источник http://www.etoday.ru/2012/07/proekt-peshehodno-velosipednog.php

3.4. Пешеходный мост-лента Festina Lente в Сараево. Авторы проекта моста усложнили привычную прямолинейную конструкцию моста, завернув его в «петлю», в которой поместили удобные скамейки для отдыха пешеходов.Festina Lente переводится с латинского как «спеши медленно». Он соединяет два городских квартала, в одном из которых, прямо на набережной, расположена Академия изящных искусств. Форма моста проста, уникальна и привлекательна одновременно. Она рождает массу ассоциаций, в том числе и с лентой Мебиуса. В средней части мост образует завиток-петлю, которая, по замыслу дизайнеров, символизирует врата, ведущие в храм искусства.

Рис. 12. *Мост в виде ленточной петли. Слева Академия изящных искусств. Источник http://designzoom.ru/2012/12/15/most-festina-lente-v-saraevo/*

Рис. 13. *Скамейки для отдыха и укрытие от дождя пешеходов. Источник http://designzoom.ru/2012/12/15/most-festina-lente-v-saraevo/*

***Рис. 14**. Вид с берега на мост в виде ленточной петли.*
Источник http://designzoom.ru/2012/12/15/most-festina-lente-v-saraevo/

Длина металлического моста 8 м. Он отделан алюминиевыми панелями и оборудован скамейками, которые представляют собой фрагменты цельного ствола дерева, закрепленные на металлических суппортах. Мост снабжен системой светодиодной подсветки и ночью переливается яркими огнями.

***Рис. 15.** Ночная подсветка моста.*
Источник http://designzoom.ru/2012/12/15/most-festina-lente-v-saraevo/

Один из авторов проекта Боян Канлич говорит, что переход через мост превращается в очень интересный опыт благодаря видам, которые открываются в створе врат. Эти картины словно бы духовно готовят нас к чему-то, заставляют задуматься, отрешившись от повседневных забот. Мост назван так мост потому, что как бы призывает жителей Сараево во время перехода через реку замедлить ход, уделив несколько мгновений внутреннему монологу, разговору с самим собой.

3.5. В Китае был спроектирован **пешеходный мост в парке Сидун (Xidong Park)** (рис. 16). Эффектная конструкция свяжет северную и южную части парка, разделённые между собой озером.

Рис. 16. *Белый пешеходный мост в парке Сидун. Источник http://www.arhinovosti.ru/2012/03/03/most-v-parke-sidun-xidong-park-ot-la-design-group-usi-kitajj/*

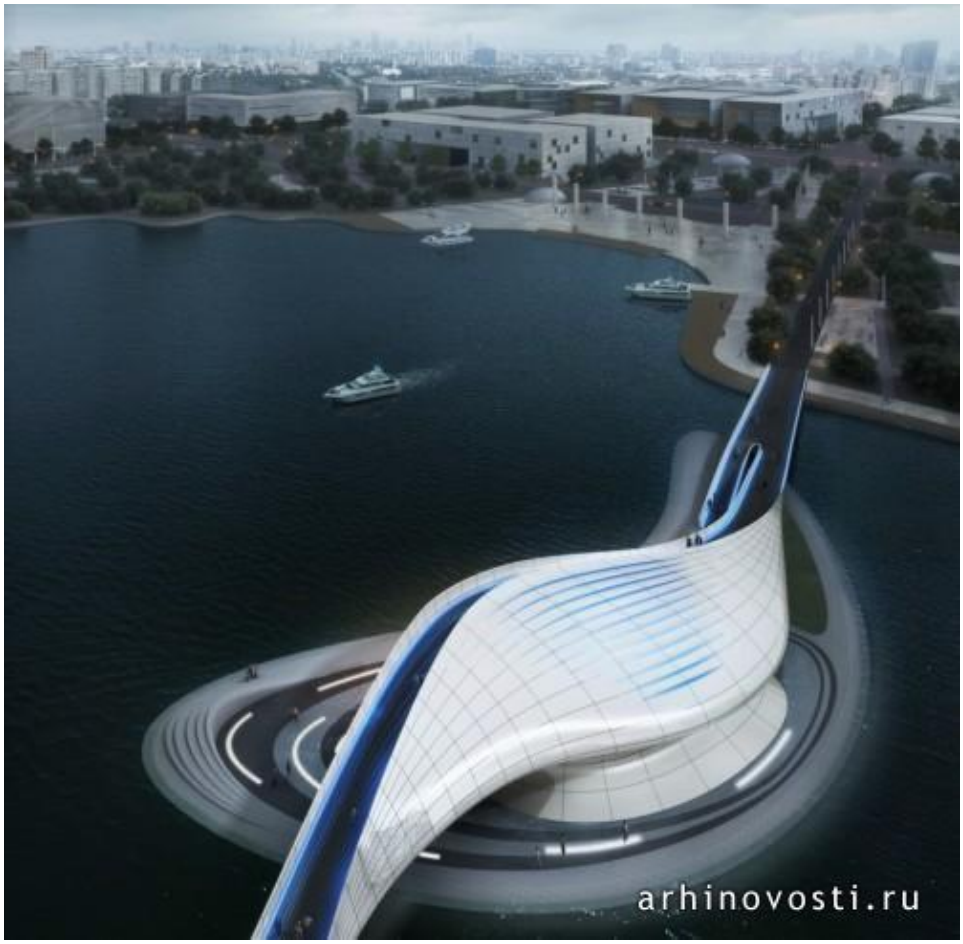

Рис. 17. *Вид на остров с мостом. Источник http://www.arhinovosti.ru/2012/03/03/most-v-parke-sidun-xidong-park-ot-la-design-group-usi-kitajj/*

В центральной части моста запроектирован небольшой остров, с которого будут открываться виды на озеро и парк и на котором предусмотрено место под кафе. С двух сторон от острова мост приподнят над водой на такую высоту, чтобы под ним могли проплывать лодки (рис. 18). Архитекторам удалось придать мосту очень динамичную и запоминающуюся форму. В качестве основного материала буду использованы легкие металлические конструкции, обшитые светлыми панелями.

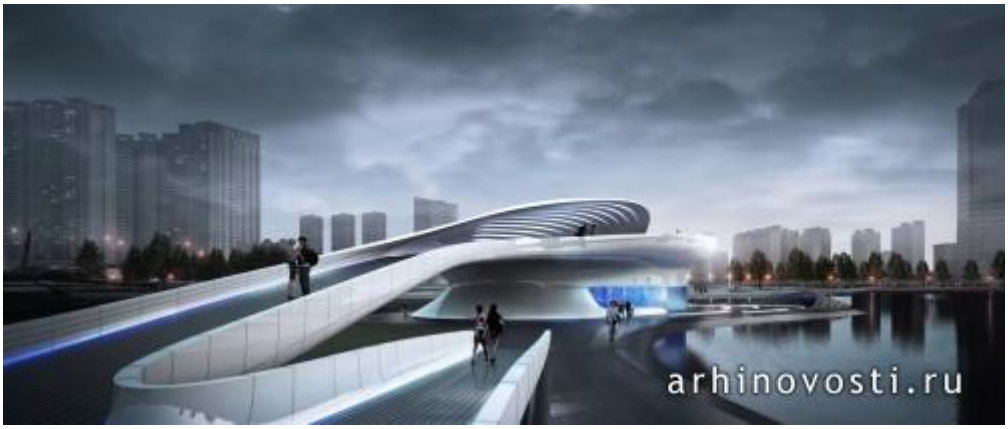

Рис. 18. *Сход с пешеходного моста на остров. Источник http://www.arhinovosti.ru/2012/03/03/most-v-parke-sidun-xidong-park-ot-la-design-group-usi-kitajj/*

3.6. Двухъярусный пешеходно-велосипедный мост Melkwegbridge в Нидерландах. Мост соединяет исторический центр города Пурмеренде с новым районом и состоит из двух секций. С пешеходной верхней арочной секции моста, высота которой составляет 12 метров от уровня земли, открывается красивый вид на город, нижняя горизонтальная часть моста, предназначена в основном для велосипедистов и инвалидных колясок жителей с ограниченными возможностями передвижения. Концепция двухуровневого моста с разделением мобильного и пешеходного движения возникла как результат поиска оптимального инженерного решения, так как при требуемом подмостовом габарите для обеспечения проектного угла продольного уклона проезжей части для безопасного проезда велосипедистов потребовалось бы создавать мост длиной больше 100 метров. Несущая конструкция пешеходной части моста имеет вид стационарной высокой арки высотой 12 метров и предлагает короткий путь через канал в любое время.

Рис. 19. *Вид на двухэтажный пешеходно-велосипедный мост с раздельным движением. Источник http://designzoom.ru/2012/11/24/most-melkwegbridge-ot-firmyi-next-architects/*

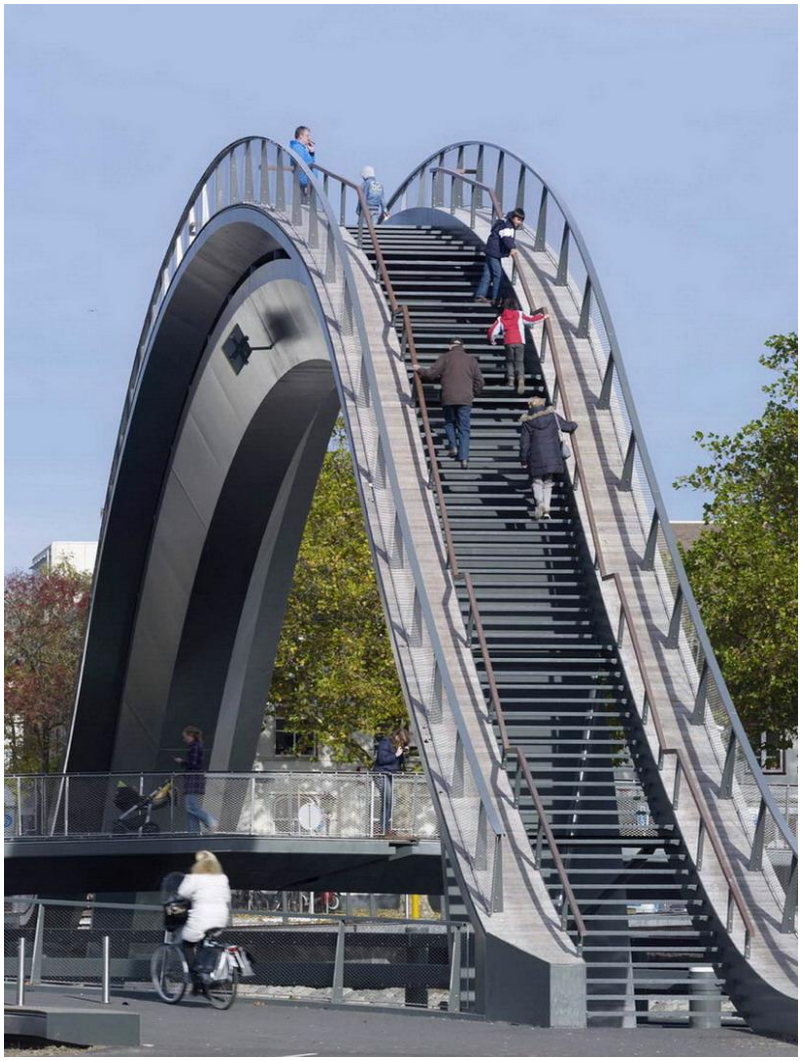

Рис. 20. *Вид на пешеходную часть моста.*
Источник http://designzoom.ru/2012/11/24/most-melkwegbridge-ot-firmyi-next-architects/

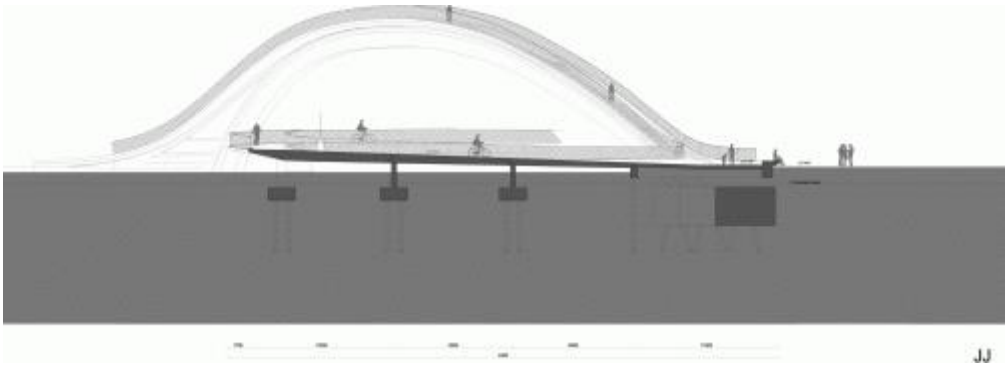

Рис. 21. *Разрез двухъярусного моста.*
Источник http://designzoom.ru/2012/11/24/most-melkwegbridge-ot-firmyi-next-architects/

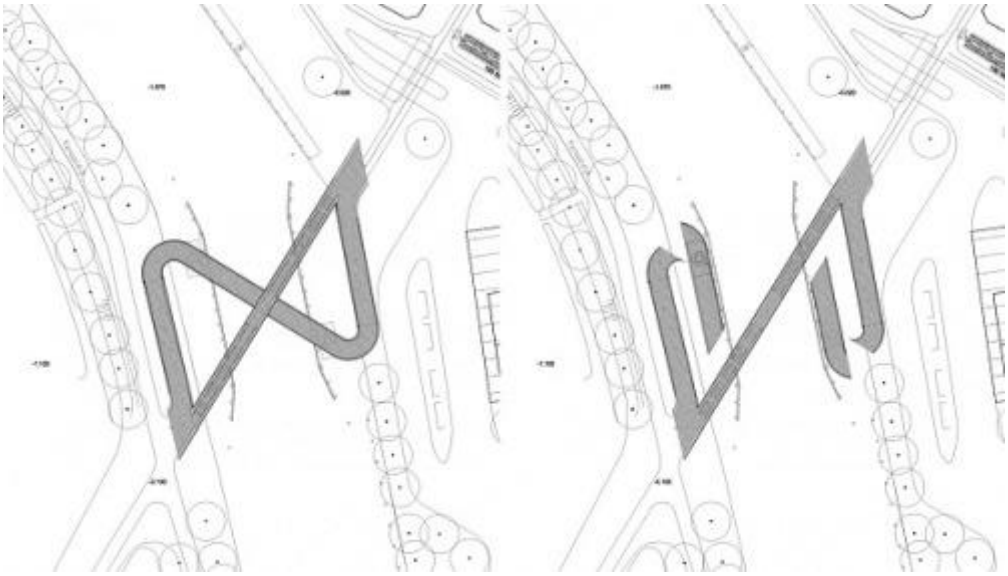

Рис. 22. *Схема двух состояний нижнего яруса моста (рабочее и в разведенное для пропуска судов). Источник http://designzoom.ru/2012/11/24/most-melkwegbridge-ot-firmyi-next-architects/*

С целью обеспечения постоянного подмостового габарита для пропуска лодок в любое время секцию моста для велосипедного и колясочного проезда пришлось несколько приподнимать над водой и потому сдля создания проектного продольного уклона эта часть моста была удлинена путем использования Z - образного в плане пролетного строения, размещенного под пешеходной частью моста. Однако для пропуска достаточно высоких судов, не попадающих в оставленный подмостовой габарит, нижнее пролетное строение моста сделали разводным, причем диагональные стыки располагаются в середине моста и около берегов. Такое проектное решение позволяет быстро развести две вращающиеся в горизонтальной плоскости части моста к противоположным берегам и обеспечить пропуск высоких судов. Пешеходный путь, использующий арку, имеет длину 48 м и является самым коротким, хотя и пересекает реку под углом около 45^{o}, так как является продолжением пешеходно - велосипедной дорожки, подходящей к мосту. Длина горизонтальной разводной части моста, расположенной под аркой, и предназначенной в основном для велосипедистов и инвалидных колясок, составляет около 100 метров, Вес стального моста составляет 85 тонн и он состоит из 130 элементов. В контур моста встроены светодиодные линии, обеспечивающие прекрасный вид на мост после захода солнца.

Рис. 23. *Ночная подсветка двухэтажного моста.*
Источник http://designzoom.ru/2012/11/24/most-melkwegbridge-ot-firmyi-next-architects/

Кроме приведенных выше конструкций мостов существует еще ряд пешеходных мостов, в основе которых применение современных технологий проектирования. Кратко рассмотрим некоторые из них.

3.7. Пешеходно – велосипедный футуристический мост - Amsterdambridge V.

У этого моста пешеходное и велосипедное движение происходят по независимым путям, но в середине длины моста эти пути пересекаются и все движение приходит к замедлению и отдыху, с видами на город. Причем авторы моста идею формообразования моста взяли от реального самолета – истребителя F117, который создавался с целью лучшей невидимости в радиолокационных волнах.

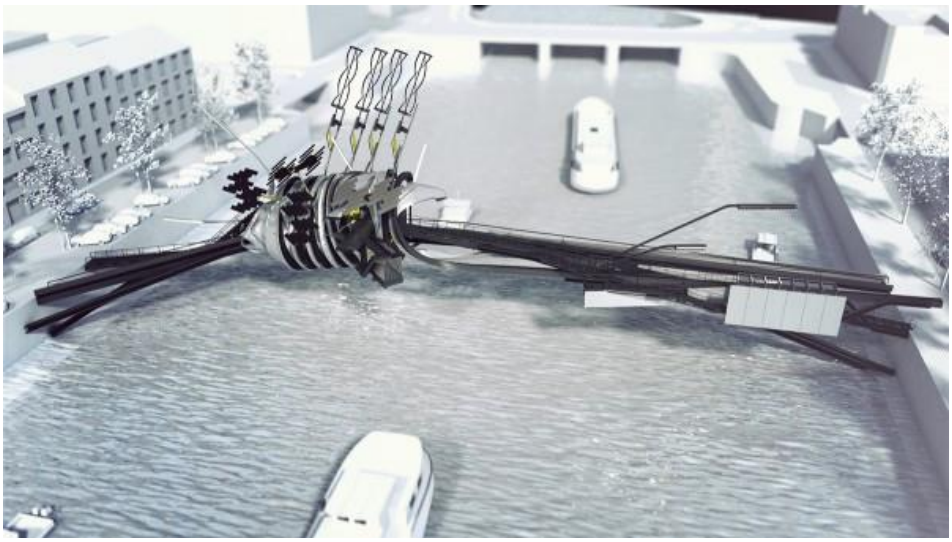

Рис. 24. *Мост с раздельным пешеходным и велосипедным движением.*
Источник http://yaohuawangarchitecture.com/Amsterdam-bridge-V

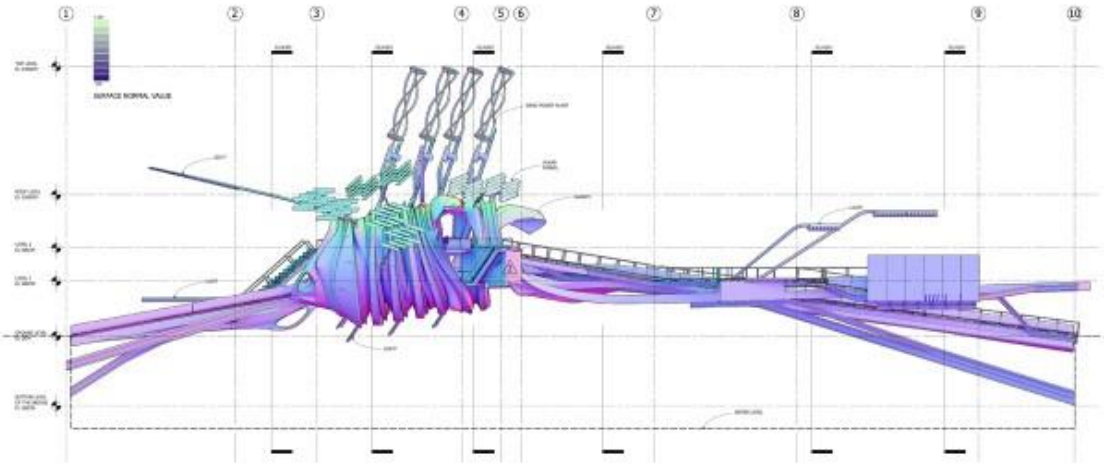

Рис. 25. *Схема моста с солнечными и ветровыми электростанциями. Источник http://yaohuawangarchitecture.com/Amsterdam-bridge-V*

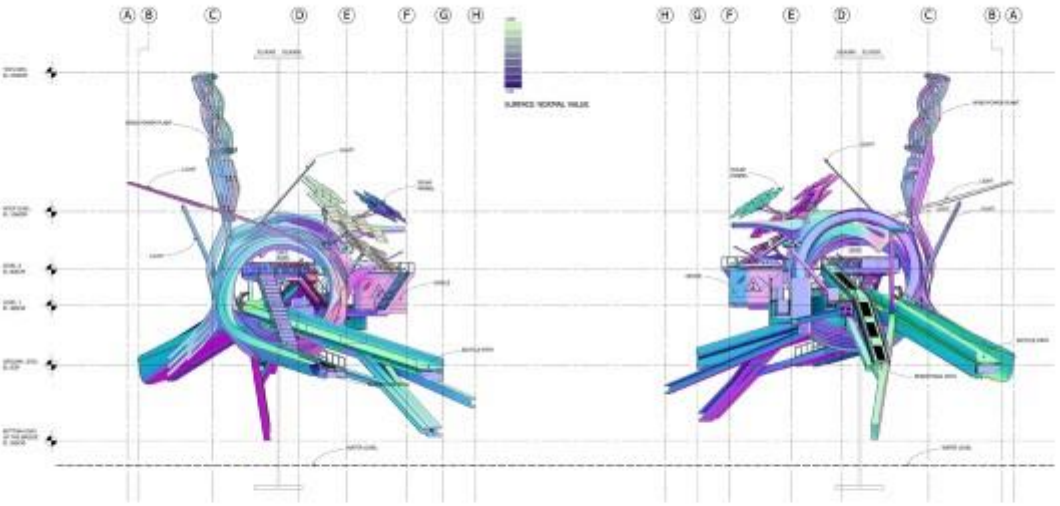

Рис. 26. *Схемы входа на мост с разных берегов. Источник http://yaohuawangarchitecture.com/Amsterdam-bridge-V*

Предполагается, что мост будет энергетически автономен, то есть благодаря расположенным на нем солнечным батареям и ветряным генераторам может генерировать и бесперебойно потреблять для своих нужд производимую электроэнергию.

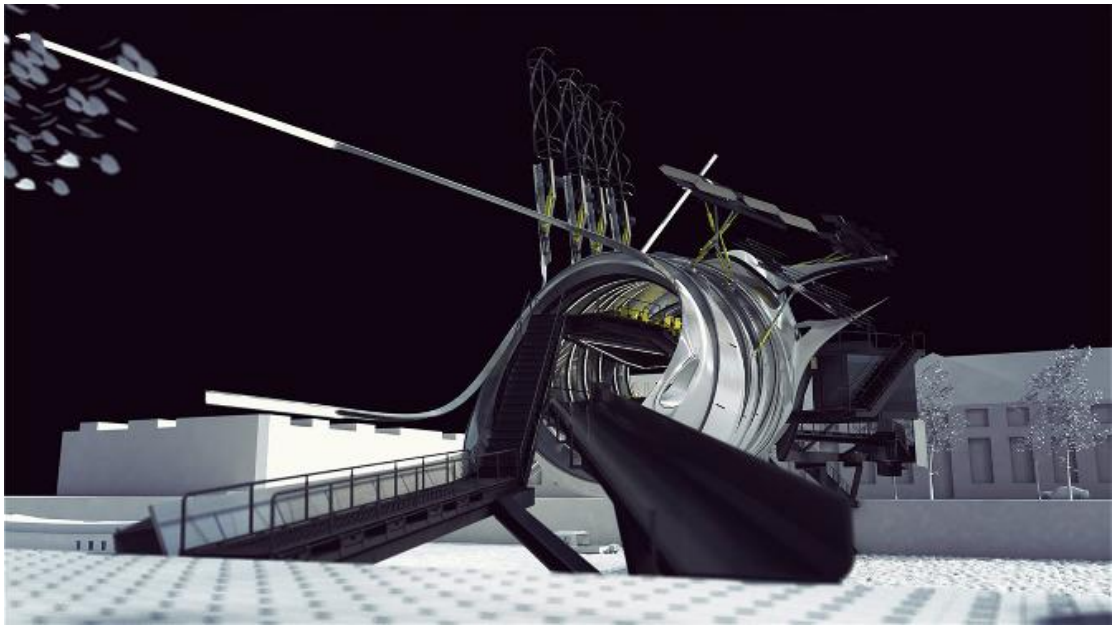

Рис. 27. *Видно, что пешеходное и велосипедное движение разделено по уровням. Источник http://yaohuawangarchitecture.com/Amsterdam-bridge-V*

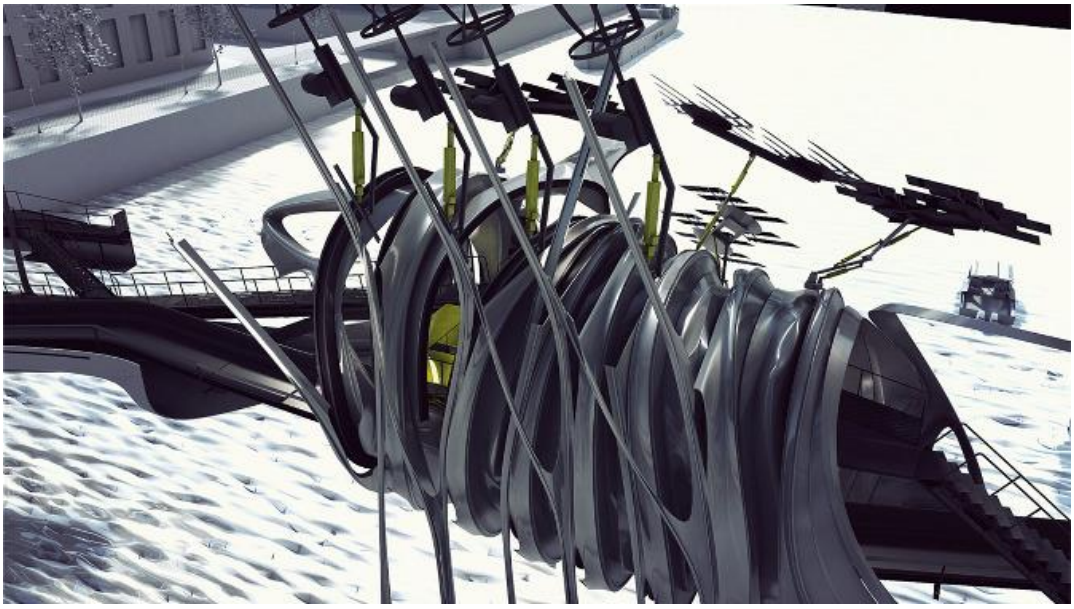

Рис. 28. *Размещение ветрогенераторов и солнечных батарей. Источник http://yaohuawangarchitecture.com/Amsterdam-bridge-V*

3.8. Проект «органического» «льющегося» моста для Амстердама. Проект разработан итальянской студией, которая увлекается изучением органических форм с целью создания интересных инженерных конструкций. Пешеходно – велосипедный мост рассматривается как зона взаимодействия потоков велосипедов и пешеходов, которые в зависимости от их

интенсивности и взаимовлияния создают динамические пути и придают мосту зрительную подвижность.

Рис. 29. *Проект моста с учетом взаимодействия пешеходного и велосипедного движения. Источник http://amniosya.blogspot.ru/p/competitions.html*

Основная идея моста в пересечение активных потоков движения и медленных, неспешных, причем к быстрым потокам относятся дорожки для перемещения по ним велосипедистов, а к медленным потокам дорожки для обычных пешеходов. При этом конструкция моста как пространственного объекта состоит из нескольких тоннелей, лестниц и переходов, пересекающихся друг с другом, но в итоге, образующих единое целое.

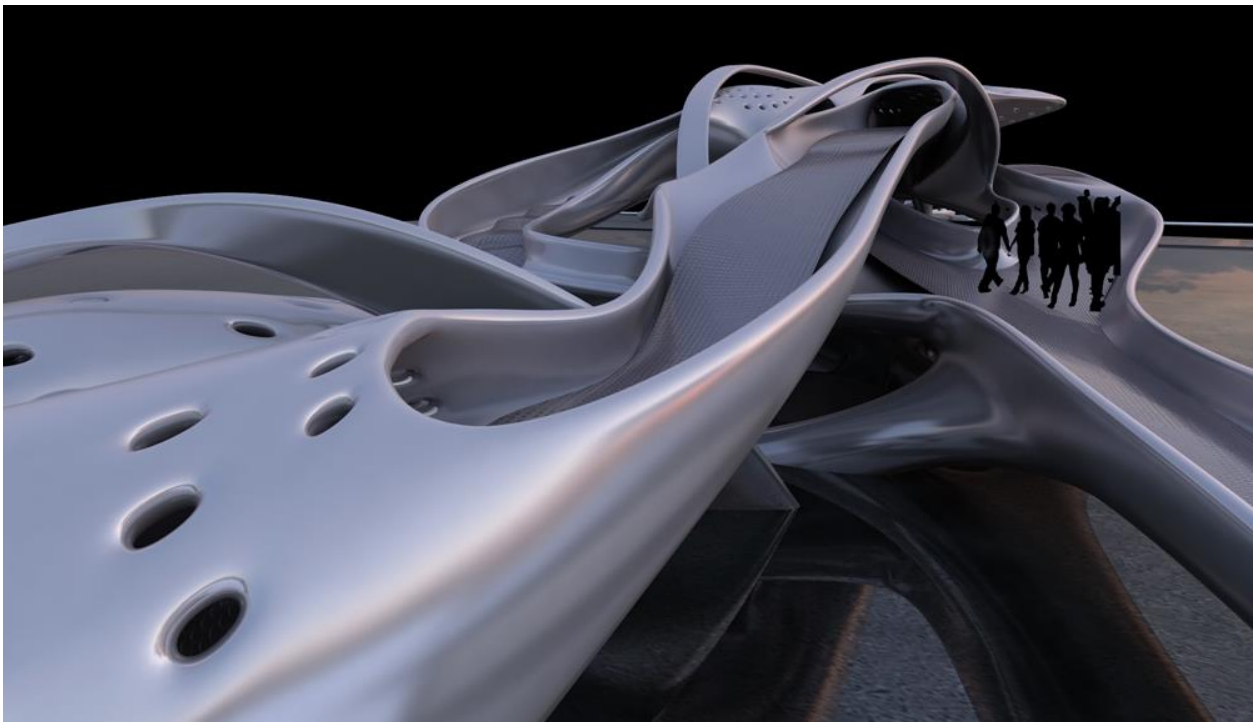

Рис. 30. *Пространственная конструкция «органического» моста. Источник http://amniosya.blogspot.ru/p/competitions.html*

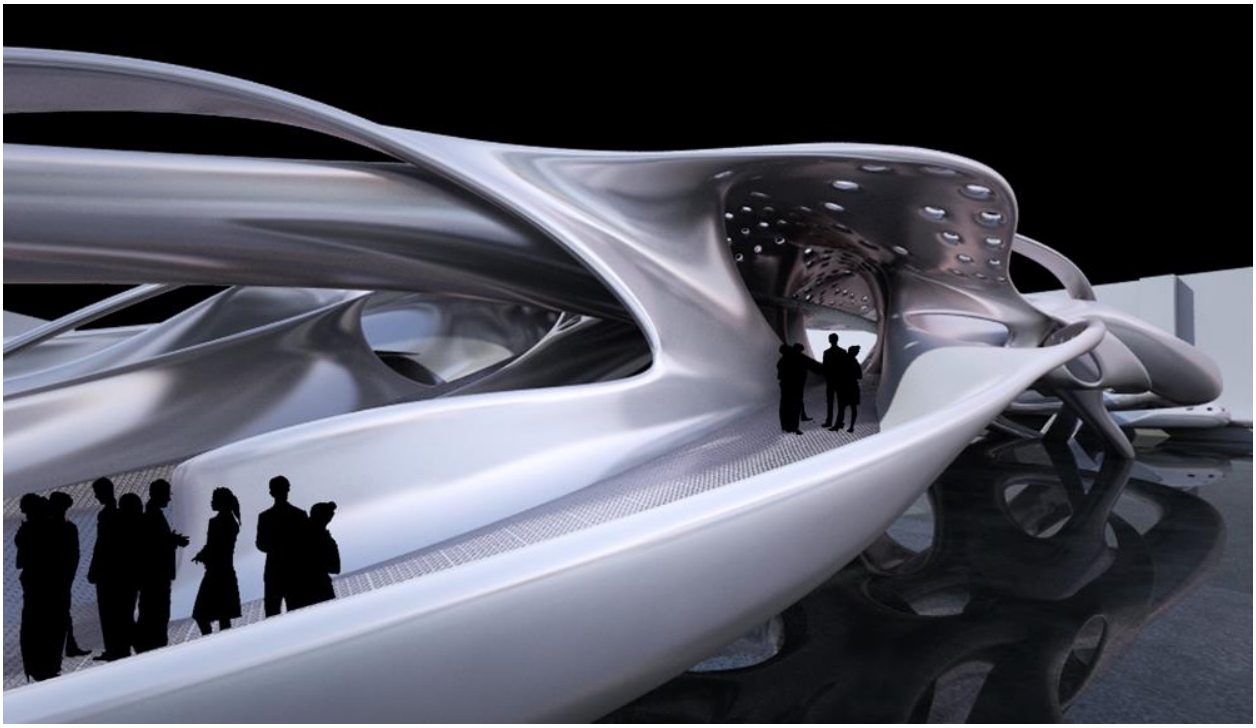

Рис. 31. *Вид на медленные потоки передвижения.*
Источник http://amniosya.blogspot.ru/p/competitions.html

Так как движение пешеходов и велосипедистов вызывает колебания конструктивных элементов моста, то предполагается, что оснастив эти динамически деформирующиеся от ходьбы или езды по поверхности моста конструкции пьезоэлектрическими элементами, можно будет преобразовывать механическую энергию колебаний в электрическую энергию, которая будет использоваться для освещения моста в ночное время.

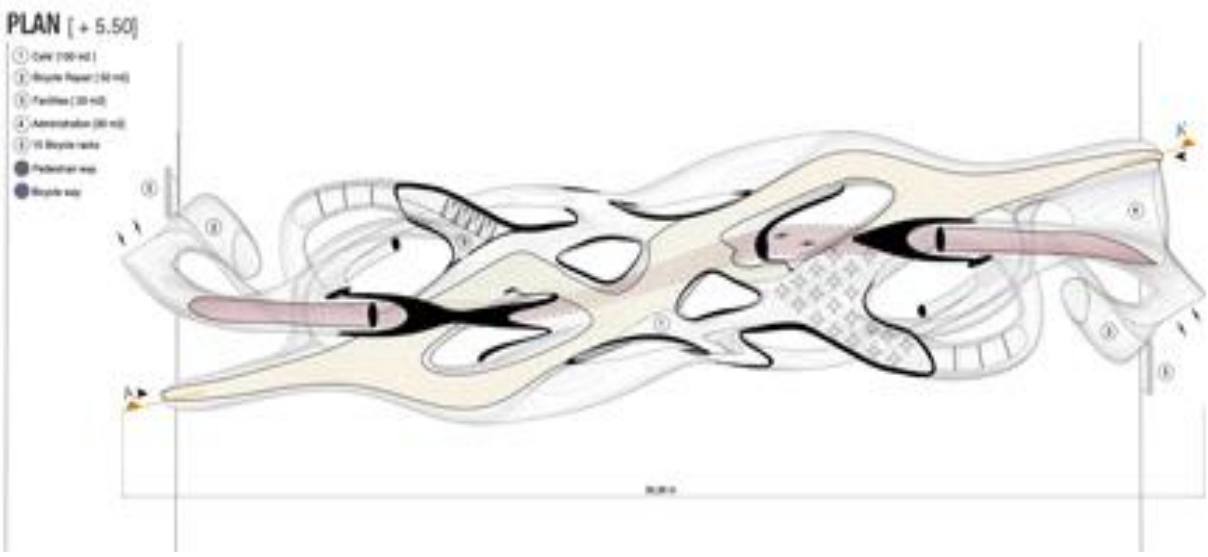

Рис. 32. *План льющегося моста. Источник http://amniosya.blogspot.ru/p/competitions.html*

3.9. Векторный обитаемый мост Inhabitable Bridge в Токио. Еще дальше пошли японские проектировщики, предложив проект моста на основе изучения закономерностей векторных схем распределения потоков движения пассажирского, грузового и частного транспорта, а также велосипедов и пешеходов в зоне притяжения будущего моста города Токио, проведенного с использованием построенных математических моделей и статистического анализа. Результаты этого анализа и были реализованы в виде конструктивной системы, представленной на рисунках 33, 34, 35, 36, 37.

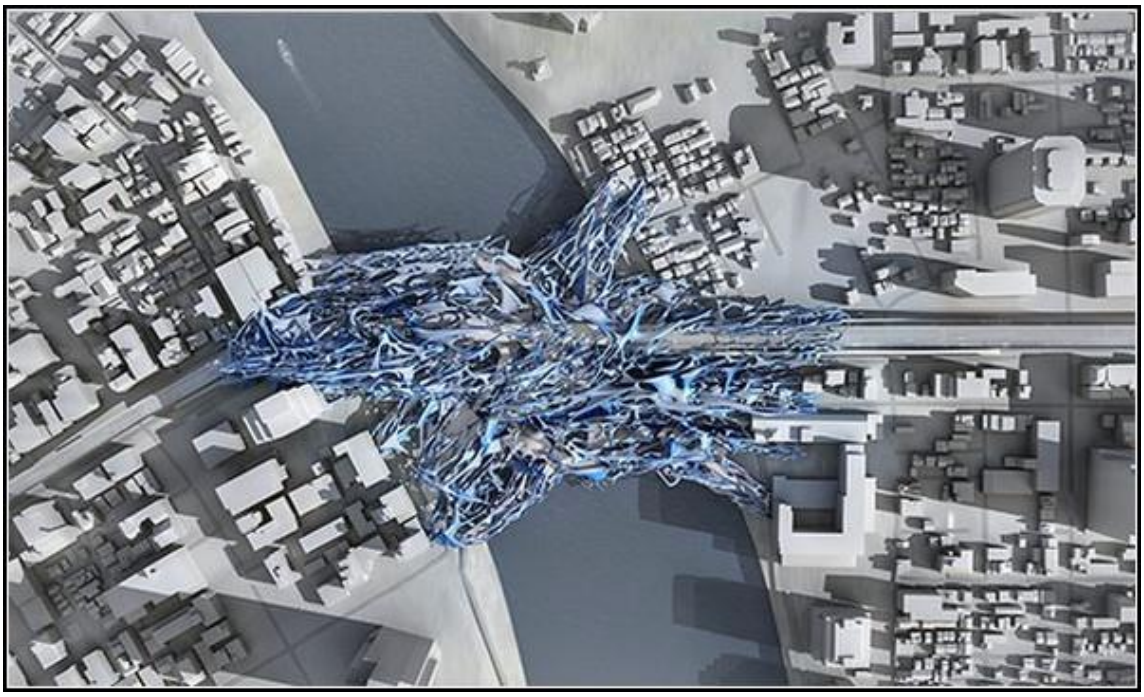

Рис. 33. *Схема векторного моста Inhabitable Bridge в Токио.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/pedestrian-bridge-for-amsterdam-amniosya/

Рис. 34. *Вид с берега на мост Inhabitable Bridge.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/pedestrian-bridge-for-amsterdam-amniosya/

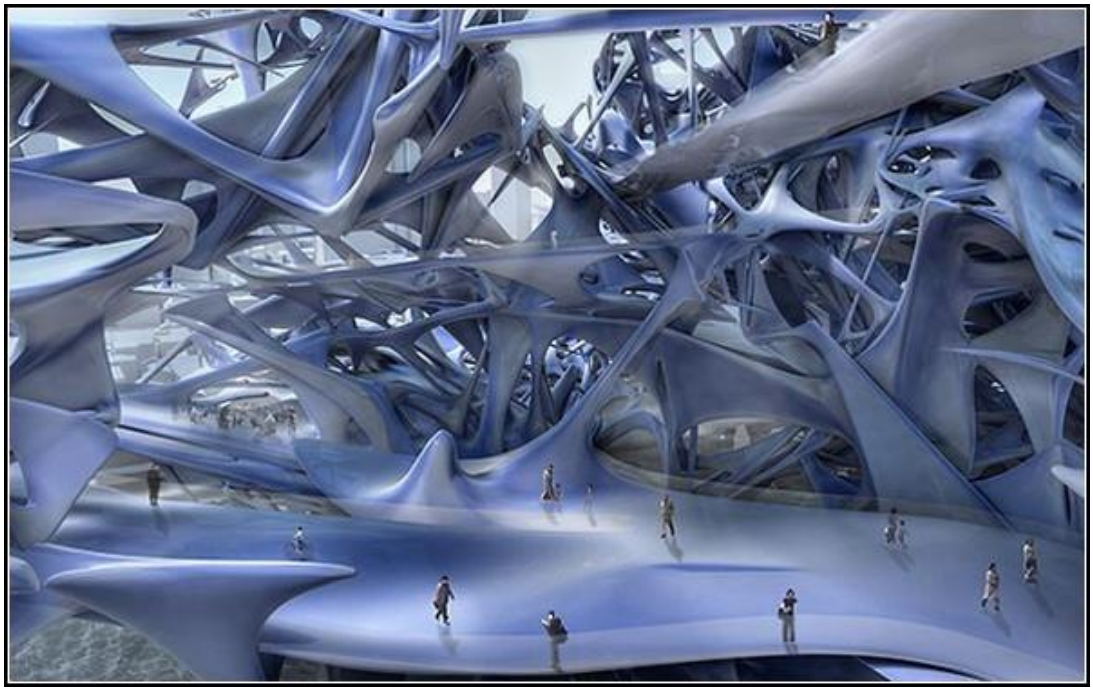

Рис. 35. *Движение пешеходов по векторному мосту.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/pedestrian-bridge-for-amsterdam-amniosya/

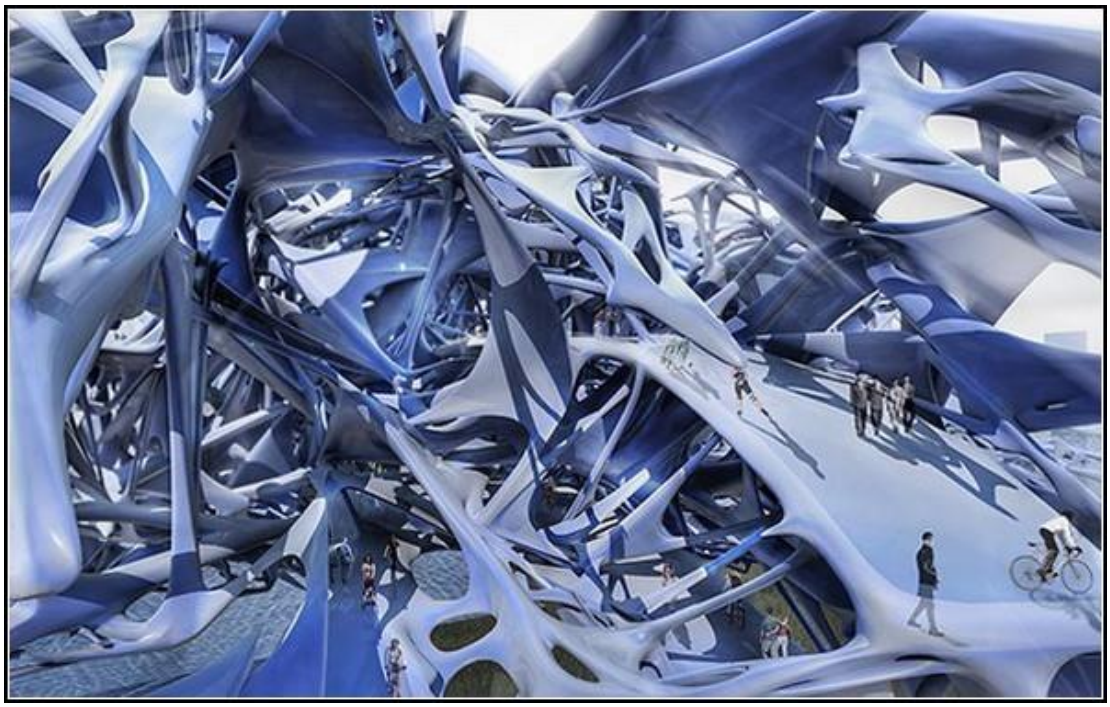

Рис. 36. *Варианты маршрутов движения по мосту.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/pedestrian-bridge-for-amsterdam-amniosya/

Рис. 37. *Движение автомобилей по векторному мосту.*
Источник http://www.evolo.us/architecture/pedestrian-bridge-for-amsterdam-amniosya/

Так как Токио является одним самых густонаселенных городов мира, поэтому проектировщики мостов совместно с архитекторами вынуждены заниматься разработкой проектов, наиболее эффективно использующих весьма ограниченное городское пространство. В рассматриваемом случае конструкция моста была разработана с учетом всех переплетений улиц, прилегающих к месту мостового перехода, с тем, чтобы и пешеходы, и велосипедисты и автомобили смогли беспрепятственно перемещаться по городу. Может показаться, что этот проект моста является одной из диких идей, предложенных проектировщиками, однако как утверждают проектировщики, это один из немногих мостов, запроектированных на основе тщательного анализа предполагаемых траекторий движения участников этого движения после создания моста в различное время суток и время года. На этом мосту дорожки для пешеходов и широкие дороги для автомобилей не пересекаются между собой, что свидетельствует о том, что безопасность обеспечена. Благодаря сложной векторной структуре вероятность образования пробок весьма мала, а кроме того, по мере изменения характера и интенсивности движения его участников, мост можно достраивать и модернизировать, чтобы как можно лучше удовлетворить потребности участников движения .Кроме того, мост Inhabitable Bridge будет жилым. На верхних этажах этой структуры расположатся жилые квартиры, а также общественные, торговые и офисные помещения. Очевидно, что проводить конструкционный анализ такого моста весьма непросто, да и для его создания придется использовать современные или создавать новые высокопрочные материалы. Но японцам к этому не привыкать. Они уже занимались созданием новых материалов при разработке и реализации висячего моста Акаши - Кейкао с самым длинным в мире пролетом длиной 1991 м.

Мы полагаем, что определенный интерес могут представлять и самые длинные в мире пешеходные мосты и мосты с самым длинным пролетом.

3.10. Самый длинный в Европе пешеходно-велосипедный мост Sölvesborgsbron, расположенный в Швеции, имеет длину 756 метров (рис. 38). Причем мост знаменит не только своей длиной и сверхмодным дизайном, но и иллюминацией, для которой применена система освещения с использованием светодиодных ламп-хамелеонов.

Рис. 38. *Самый длинный в Европе пешеходно-велосипедный мост. Источник http://theinspirationgrid.com/solvesborg-bridge-by-ljusarkitektur/*

Вечером и ночью мост выглядит феерично (рис. 39, 40, 41, 42, 43). Подсвеченные арки главных пролетов моста, с использованием ламп-хамелеонов плавно меняющие цвет, так и привлекают зевак. Поэтому и пешеходная и велосипедная прогулка по мосту – впечатляющее событие, во время которого участники движения как бы принимают участие в световом шоу. Причем источники света скрыты для того, чтобы не отпугивать животных ярким светом и чтобы не страдали от ярких бликов окрестные жители.

Рис. 39. *Освещение моста ночью.*
Источник http://theinspirationgrid.com/solvesborg-bridge-by-ljusarkitektur/

Рис. 40. *Вход на мост.*
Источник http://theinspirationgrid.com/solvesborg-bridge-by-ljusarkitektur/

Рис. 41. *Изменение подсветки моста. Источник http://theinspirationgrid.com/solvesborg-bridge-by-ljusarkitektur/*

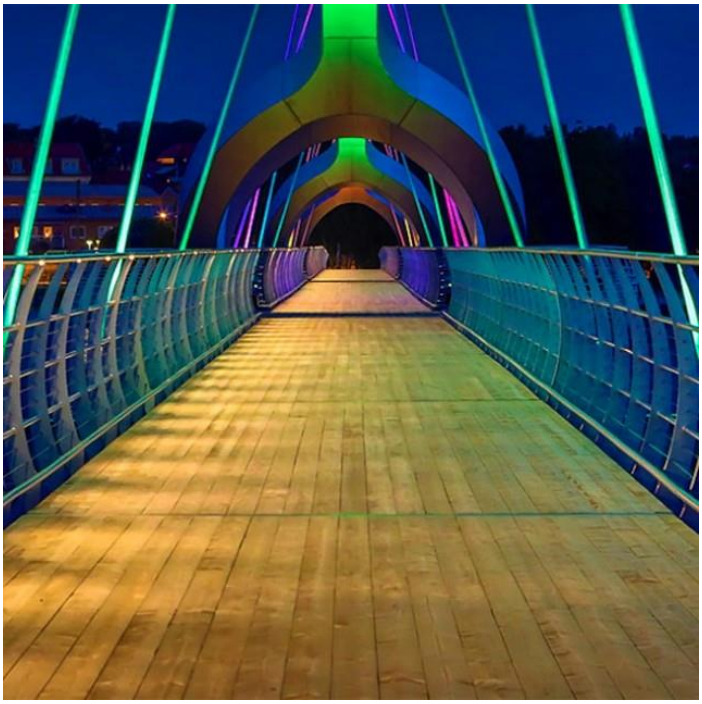

Рис. 42. *Вид на освещенную прохожую часть моста. Источник http://theinspirationgrid.com/solvesborg-bridge-by-ljusarkitektur/*

Рис. 43. *Прогулка по мосту ночью.*
Источник http://theinspirationgrid.com/solvesborg-bridge-by-ljusarkitektur/

3.11. Самый длинный в мире подвесной пешеходный мост – аттракцион (Скай Бридж) был построен в Сочинском национальном парке над Ахштырским ущельем и рекой Мзымта по дороге на Красную поляну (рис. 44, 45). С моста открывается красивый вид на Кавказские горы с одной стороны и Черное море с другой.

Рис. 44. *Подвесной пешеходный мост над дорогой на Красную поляну. Источник http://hontos.ru/goroda-i-strani/skybridge-samyiy-dlinnyiy-podvesnoy-peshehodnyiy-most-v-mire*

Это мостовое сооружение представляет собой комплекс конструкций, включающих: опорную часть смотровой платформы, жёсткий трап, смотровую платформу, сам подвесной пролет с обзорной площадкой, площадки аттракционов, несущие канаты и железобетонные фундаменты.

Длина подвесной части моста составляет 439,09 метров, высота над дном ущелья 207 метров, длина канатов 550 метров. При строительстве мостового сооружения использовано более 2000 кубометров бетона, 740 тонн металла (из них 700 тонн трубопроводной стали для опорной части), более 1,5 километра титановых анкеров. По результатам расчетов и испытаний мост должен выдерживать нагрузку от собственного веса и вес 30 тысяч человек, а также 9-балльное землетрясение.

Рис. 45. *Вид на мост с автомобильной дороги Адлер-Красная поляна. Источник http://hontos.ru/goroda-i-strani/skybridge-samyiy-dlinnyiy-podvesnoy-peshehodnyiy-most-v-mire*

Рис. 46. *Вид на мост со смотровой платформы. Источник http://hontos.ru/goroda-i-strani/skybridge-samyiy-dlinnyiy-podvesnoy-peshehodnyiy-most-v-mire*

Также он рассчитан на одновременное действие ураганного ветра, дождя, снега и обледенения. Изыскания и проектирование заняли 3 года, а строился мост 2 года. Подвесной пешеходный переход имеет длину 416 м, ширину пола 0,7 м, ширину по перилам 0,88 м и состоит из металлических секций, соединённых между собой и подвешенных на 8 несущих канатах диаметром 54 мм (рис. 46). Каждый канат весит 8 тонн, выдерживает усилие 360 тонн, предварительное натяжение в каждом составляет 40 тонн. При этом подвесная часть моста весит 110 тон. Канаты были расположены в горизонтальной плоскости, чтобы обеспечить жесткость конструкции при сильном ветре. Конструкция собиралась краном, грузоподъемность

которого при рабочем вылете стрелы составляла 5 тонн, поэтому вся конструкция состояла из элементов, длиной не более 6 метров, скрепленных между собой.

Мост является частью парка экстремальных аттракционов, самым главным из которых является «тарзанка». Платформа для прыжков (рис. 47) спроектирована так, что можно выполнять более 10 различных видов прыжков с эластичным канатом – от простых вниз головой, до самых невероятных, например, с велосипедом и другим снаряжением.

Рис. 47. *Платформа для прыжков с моста. Источник http://hontos.ru/goroda-i-strani/skybridge-samyiy-dlinnyiy-podvesnoy-peshehodnyiy-most-v-mire*

Рис. 48. *Схема подвески пешеходного перехода к 8 несущим канатам моста. http://hontos.ru/goroda-i-strani/skybridge-samyiy-dlinnyiy-podvesnoy-peshehodnyiy-most-v-mire*

Рис. 49. *Процесс строительства моста. Источник http://hontos.ru/goroda-i-strani/skybridge-samyiy-dlinnyiy-podvesnoy-peshehodnyiy-most-v-mire*

3.12. Проект необычного экологичного пешеходного висячего моста – перехода (DSSH Bridge) между домами компании Sanzpont. DSSH расшифровывается как Dynamic Shape Shifting Helix, то есть динамическая формоизменяющая спираль. Главной характеристикой этой конструкции является ее сверхгибкость, благодаря чему она откликается на движение пешеходов, переходящих мост, что создает своеобразный живой эффект. В этом проекте

воплощен главный тренд современности - стремление к гармонии с природой и максимальной экологичности любого проявления жизнедеятельности человека. Мост может вырабатывать электроэнергию с помощью установленных на его поверхности компактных гибких фотогальванических солнечных батарей, которые способны снабжать электроэнергией все системы моста, в том числе и трёхцветную светодиодную подсветку. Система энергоснабжения моста полностью экологична и безопасна для окружающей среды. Для очистки атмосферы от диоксида углерода и других вредных примесей на мосту в специальных контейнерах будут размещены разнообразные растения, которые располагаются в нижнем этаже моста. Эффективно этот мост выглядит и ночью, что достигается его подсветкой с помощью энергоэкономных, светодиодных микро-светильников, которые интегрированы во все элементы конструкции. Такая подсветка приводит к невероятному визуальному эффекту в темное время суток. Мост будет выполнен на гибком каркасе, обтянут гибким материалом и в результате будет способен подстраиваться под внешние воздействия. Точнее, мост включает внешнюю спираль, растягиваемую мембрану, внутреннюю спираль и прохожую часть и он способен растягиваться, реагируя на перемещения проходящих по нему людей, как бы превращаясь в «бионическую конструкцию.

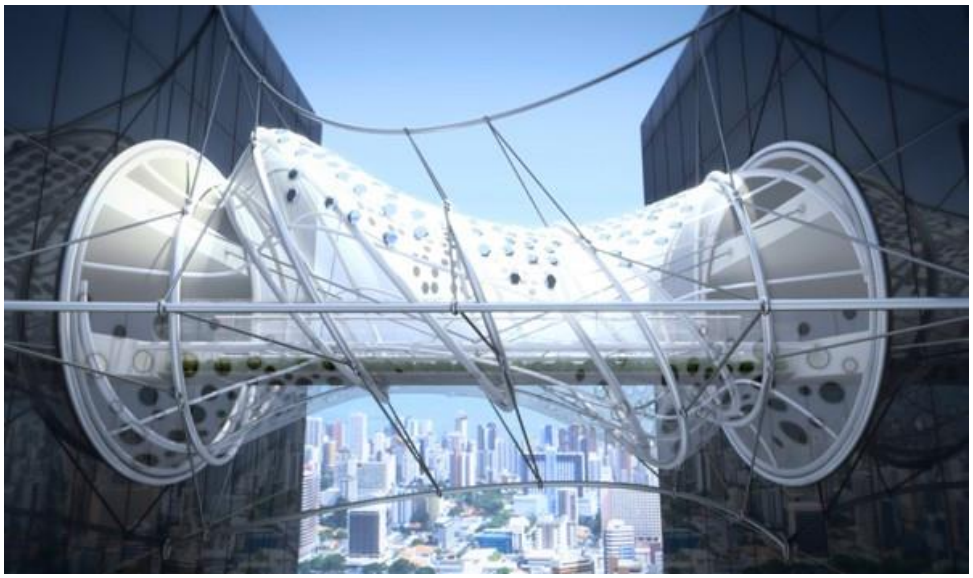

Рис. 50. *Конструктивная схема моста.*
Источник http://wordlesstech.com/2011/07/19/dynamic-shapeshifting-helix-bridge/

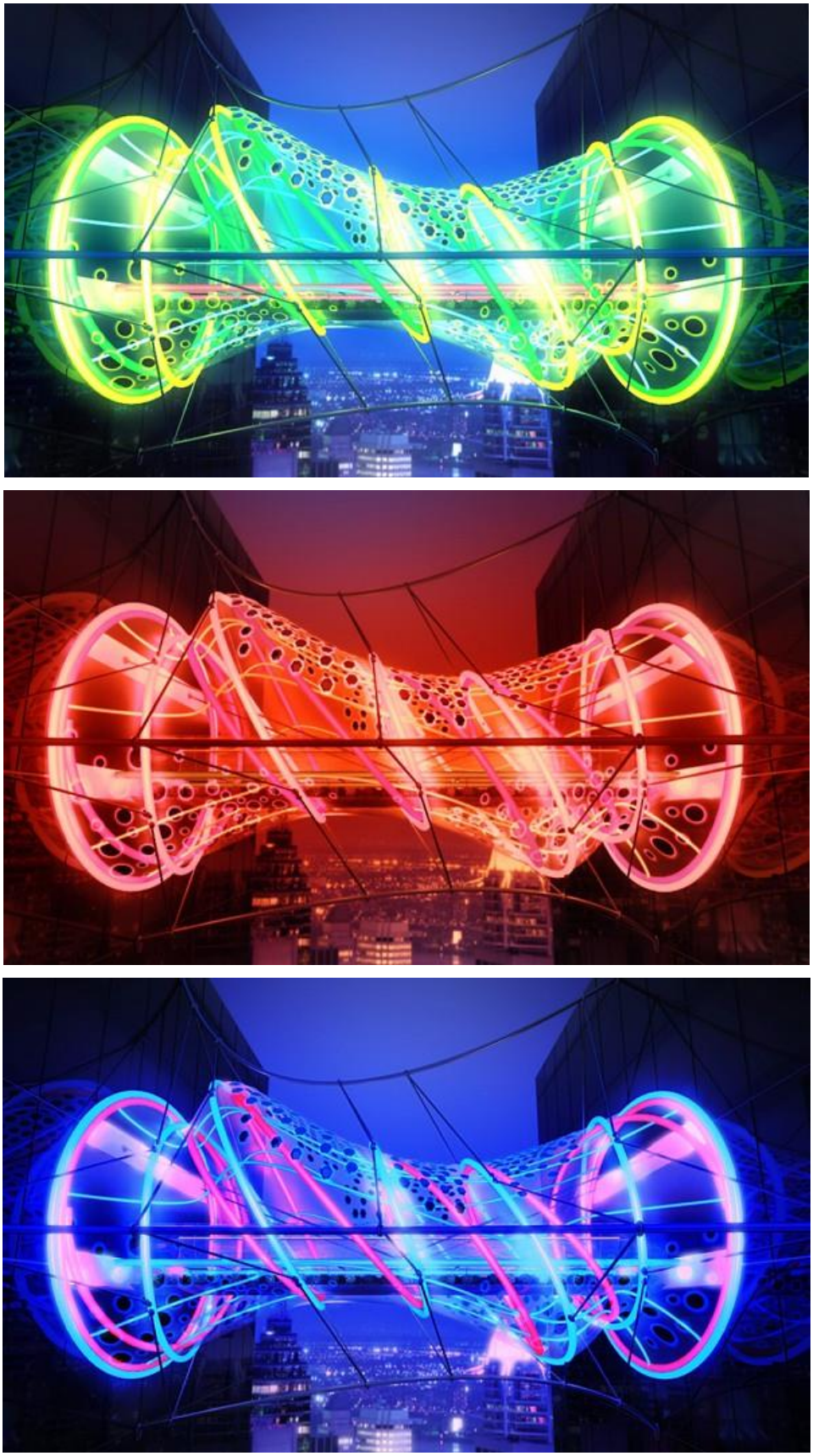

Рис. 51. *Варианты работы трехцветной светодиодной подсветки. Источник http://wordlesstech.com/2011/07/19/dynamic-shapeshifting-helix-bridge/*

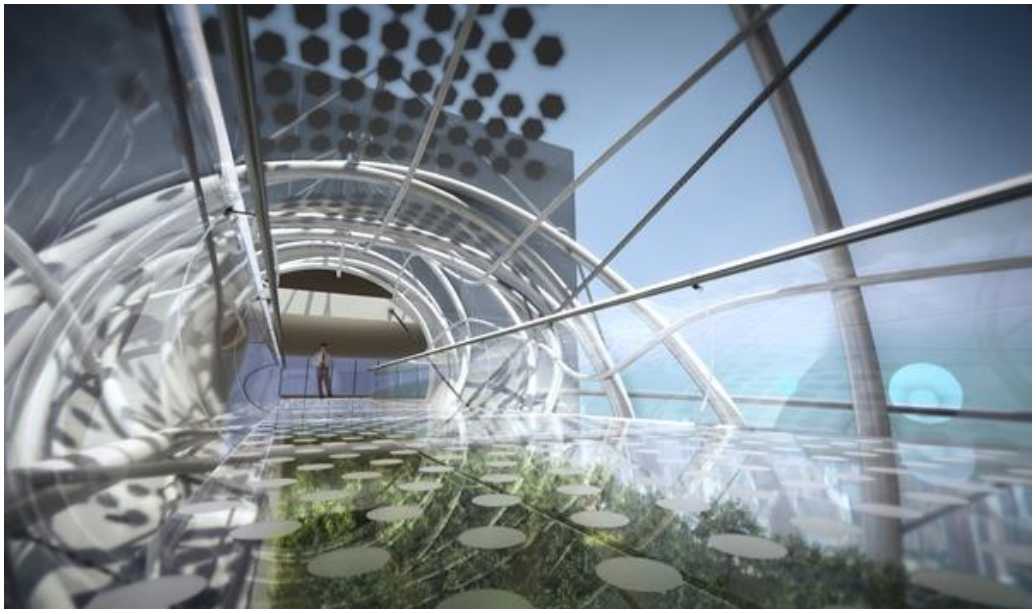

Рис. 52. *Вид изнутри моста. Внизу видны растения, очищающие воздух внутри моста. Источник http://wordlesstech.com/2011/07/19/dynamic-shapeshifting-helix-bridge/*

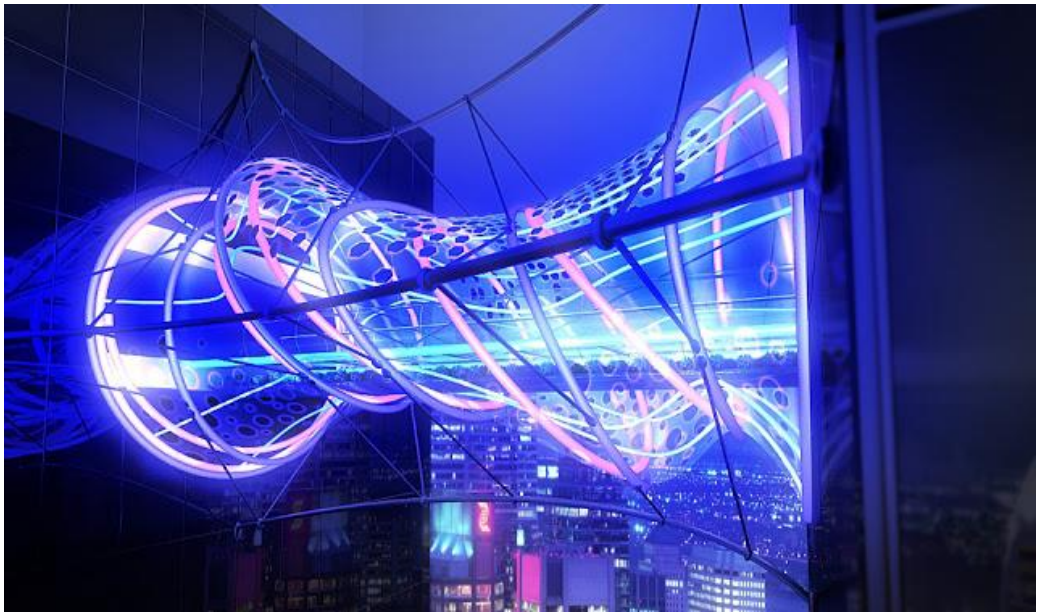

Рис. 53. *Деформирование моста во время нагружения. Источник http://wordlesstech.com/2011/07/19/dynamic-shapeshifting-helix-bridge/*

3.13. Пешеходно – велосипедный мост Цинпу (Qingpu) в Шанхае предназначен для пешеходов, велосипедов, мопедов, инвалидных колясок, скейтов. Он соединяет два берега канала Dian Pu He шириной 50 метров не по прямой, а по ломаной линии. Так как берега реки контрастируют по характеру, то и для моста была использована конструкция асимметричной формы, в результате изгибы моста удивительно соответствуют внешней среде,Мост крытый, а в качестве несущего элемента крыши использован каркас из деревянных элементов. Ширина моста 8 м, поэтому в центральной части моста создается впечатление, что вы находитесь в просторной комнате, плывущей по воде.

Наклонный потолок служит одновременно большим отражателем солнечных лучей, обеспечивая освещение внутренностей моста днем, а ночью отражает свет от искусственного освещения, встроенного в поручни.

Рис. 54. *Вид на мост с берега. Источник www.cagroup.cn*

Рис. 55. *Вид на мост с реки. Источник www.cagroup.cn*

Рис. 56. *Внутренность моста. Источник www.cagroup.cn*

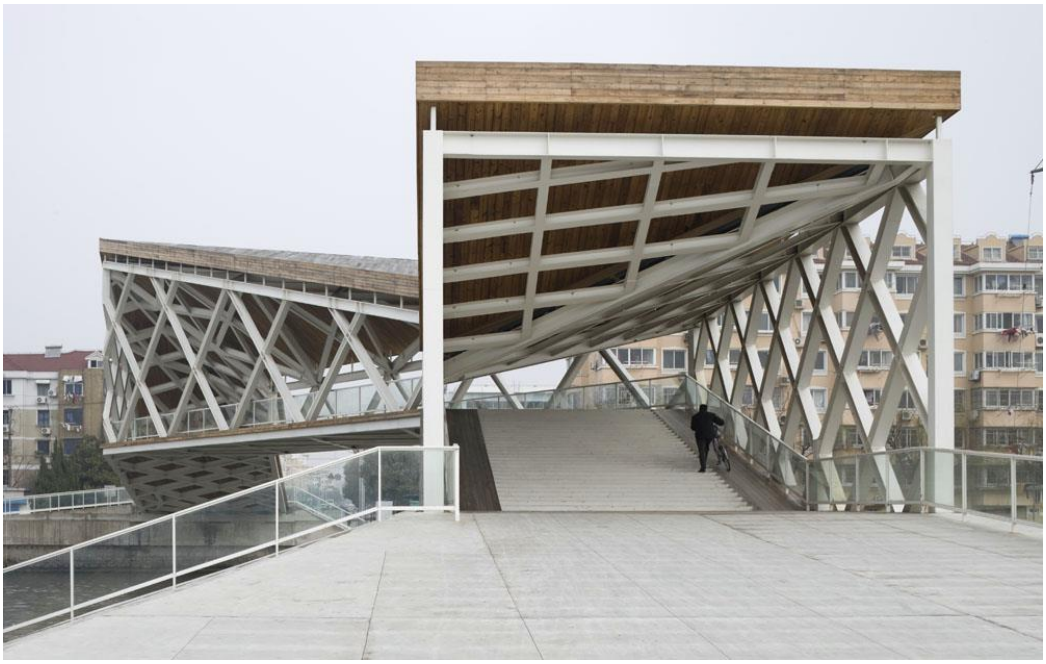

Рис. 57. *Входной портал моста. Источник www.cagroup.cn*

Рис. 58. *Процесс монтажа моста. Источник www.cagroup.cn*

3.14. Проект многофункционального моста будущего в Сеуле**.** Этот мост, являющийся футуристической разработкой корейской архитектурной студии Planning Korea призван выполнять сразу несколько важных для инфраструктуры города функций: и автомобильную парковку, и большой магазин - молл, и высокотехнологичный музей, и библиотеку, и места для встреч, и пешеходных и велосипедных прогулок и многие другие, не менее актуальные функции - ультра-современные базовые причалы и удобный доступ к водным такси, яхтам и круизным судам. Этот мост является примером того, как город может расширять свое жизненное пространство за счет реки, которая протекает через центр Сеула, ее пересекает 30 мостов, но ни один из них по своей архитектурной выразительности не может соревноваться с предлагаемым проектом. Мост энергетически самообеспечен благодаря размещенным на его поверхности солнечным батареям. Энергия используется и для освещения и вентиляции зеленых садов, располагаемых на всех уровнях моста, для полива которых предполагается использовать дождевую и речную воду. Все это обеспечивает весьма большую экологичность моста. Заметим, что при разработке формы этого моста также использован бионический подход, так как мост копирует форму тела водомерки - насекомого, стремительно скользящего по поверхности воды.

Длина моста 1080 метров, высота подмостового габарита 18 метров, максимальная высота пространственного купола – 72,5 метра, максимальная ширина 89 метров, площадь всего моста 103620 м^2, а площадь дорог для движения транспорта и пешеходов 18190 м^2.

Рис. 59. *Предлагаемый проект на фоне других мостов.*
Источник http://www.archisphere.info/2013/06/paik-nam-june-media-bridge-planning.html

Рис. 60. *Вид на многоцелевой мост.*
Источник http://www.archisphere.info/2013/06/paik-nam-june-media-bridge-planning.html

Рис. 61. *Причалы к структурным объектам моста.*
Источник http://www.archisphere.info/2013/06/paik-nam-june-media-bridge-planning.html

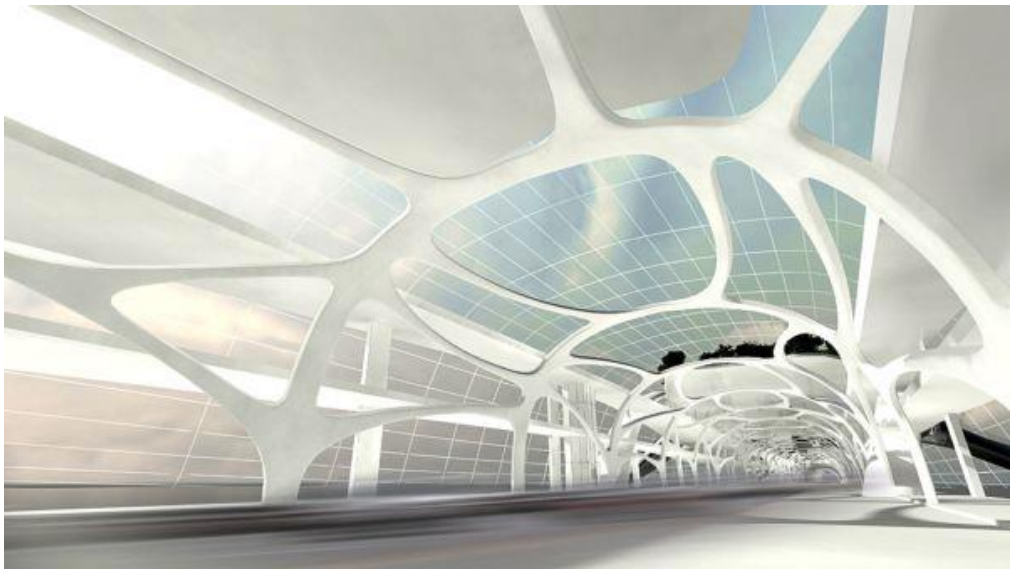

Рис. 62. *Вид изнутри моста.*
Источник http://www.archisphere.info/2013/06/paik-nam-june-media-bridge-planning.html

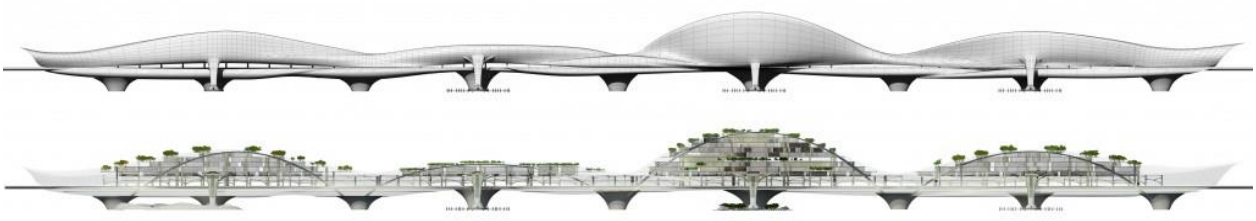

Рис. 63. *Вид на мост с верховой и низовой стороны.*
Источник http://www.archisphere.info/2013/06/paik-nam-june-media-bridge-planning.html

3.15. Мост «Волны Хендерсона» (Henderson Waves Bridge) в Сингапуре**.**

Этот мост построен в 2008 году по совместному проекту британской фирмы «IJP», сингапурского архитектурного бюро «RSP Architects Planners» и инженерной фирмы «Ingenieros PTE Ltd», разработанному в 2005 году. Мост соединяет городские парки Маун Фабер (Mount FaberPark) и Телок Бланга Хилл-Парк (Telok Blangah Hill Park). Внешне это мостовое сооружение похоже на змею, которая вытянулась вдоль длинной ветки, обвивая ее. Конструктивно мост представляет собой семь полуволн стальных ребер, поочередно то возвышающихся над прохожей частью моста, то понижающихся вниз от нее (рис. 64, 65, 66). Металлический ребристый каркас моста обшит досками из желтого леса Балау, растущего в Юго-восточной Азии, и хорошо переносящего как влажную, так и жаркую погоду, характерную для Сингапура. Мост имеет длину 294 метра, высота опор достигает 36 метров и потому он считается самым высоким мостом в Сингапуре.

Рис. 64. *Вид снизу на мост. Источник http://www.mirkrasiv.ru/articles/krasiveishii-most-volny-hendersona-henderson-waves-bridge-singapur.html*

Рис. 65. *Ребристая структура моста. Источник http://www.mirkrasiv.ru/articles/krasiveishii-most-volny-hendersona-henderson-waves-bridge-singapur.html*

Рис. 66. *Вид на мост со стороны устоя. Источник http://www.mirkrasiv.ru/articles/krasiveishii-most-volny-hendersona-henderson-waves-bridge-singapur.html*

Волны мостовой конструкции образуют ниши с крышами, защищающими от дождя, ветра и солнца. В нишах моста размещены кресла и скамейки, на которых можно отдохнуть и полюбоваться красивыми видами с моста.

Рис. 67. *Ниши на мосту с защищающими их козырьками и скамейками для отдыха. Источник http://www.mirkrasiv.ru/articles/krasiveishii-most-volny-hendersona-henderson-waves-bridge-singapur.html*

Считается, что мост особенно красив утром во время восхода солнца и вечером, во время заката. Для ночной подсветки моста используется мягкое в том дерева освещение, создающее романтическую обстановку на мосту.

Рис. 68. *Ночная подсветка моста. Источник http://www.mirkrasiv.ru/articles/krasiveishii-most-volny-hendersona-henderson-waves-bridge-singapur.html*

Рис. 68. *Вид вдоль освещенного моста ночью. Источник http://www.mirkrasiv.ru/articles/krasiveishii-most-volny-hendersona-henderson-waves-bridge-singapur.html*

3.16. Мост – остров, или **«ракушечный» мост** AiolaIsland в Граце (Австрия).

Этот мост был спроектирован американским архитектором ВитоАкконси и построен в 2003 году. Характерная особенность этого моста – наличие в середине моста плавучего острова - зоны отдыха в форме громадной раковины размером 50 х 20 м, в которой размещаются бар, кофейня, солярий (рис. 69). На закрытой части острова – ракушки располагаются кафе, детская площадка, амфитеатр (рис. 70).Конструкция моста выполнена из стали и стекла. Островная часть моста представляет собой понтон, удерживаемый в проектном положении с помощью якорей; примыкающие к острову пролеты опираются одним концом на остров, а другим на устои. Ночная подсветка моста придает ему уникальный облик (рис. 71).

Рис. 69. *Мост-остров AiolaIsland. Источник http://me-lamazo.livejournal.com/1470126.html*

Рис. 70. *Вид на перекрытую часть моста острова. Источник http://me-lamazo.livejournal.com/1470126.html*

Рис. 71. *Ночная подсветка моста - острова моста острова. Источник http://me-lamazo.livejournal.com/1470126.html*

Заключение

При написании данной статьи авторы не преследовали цель показать все возможные варианты многофункциональных пешеходных мостов. Мы постарались отобрать наиболее интересные проектные и реализованные решения с тем, чтобы опираясь на этот обзор подтолкнуть российских проектировщиков мостов и архитекторов к более широкому и раскованному взгляду на формообразование мостовых конструкций. Причем, как следует из текста статьи, не всегда примитивные прямолинейные балочные, арочные или ферменные конструкции оказываются наиболее эффективными. Мы полагаем, что современные методы расчета мостовых конструкций, заложенные в различные мощные программные комплексы [15, 16, 17], позволят проанализировать и статическое и динамическое поведение даже весьма сложных на первый взгляд, но зато и необычных и красивых мостовых сооружений, а современные высокопрочные строительные материалы позволят реализовать эти проекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 1. Использование бионического подхода // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №2 (2015) http://naukovedenie.ru/PDF/81TVN215.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/81TVN215
2. Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др. Архитектурная бионика. Под ред. Ю.С. Лебедева. — М.: Стройиздат, 1990. 269 с.
3. Темнов В.Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике. Л.: Стройиздат, 1987. 256 с.
4. Bonser R H C. Patented biologically-inspired technological innovations a twenty year view. Journal of Bionic Engi-neering, 2006, 3, 39–41.
5. Knippers J, Speck T. Design and construction principles in nature and architecture. BioinspirBiomim, 2012, 7, 1–10.
6. MehdiSadri, MehdiKavandi, AlirezaJozepiri, ShararehTeimouri, FatemehAbbasi. Bionic Architecture, Forms and Constructions // Research Journal of Recent Sciences. 2014, March, Vol. 3(3), p. 93-98.
7. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Бионический подход в проектировании мостов // Наука: 21 век. Выпуск. Саратов. 2015. С.
8. Щусев, П.В. Мосты и их архитектура / П.В. Щусев. – Москва: Гос. изд-во лит.по стр-ву и архитектуре, 1952. – 360 с.
9. Покка, Е.В. Полифункциональность пешеходных мостов в рекреационной системе города / Е.В. Покка // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2009. – №1(11). – С. 17-24.
10. Покка, Е.В. Влияние социально-градостроительных факторов на формирование полифункциональных пешеходных мостов / Е.В. Покка, И.Н. Агишева // Приволжский научный журнал / Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2013. – №1. – С. 101-106.
11. Покка, Е.В. Особенности функционального содержания рекреационных мостов / Е.В. Покка // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – №1(23). – С. 39-47.
12. Покка, Е.В. Функциональное своеобразие современных рекреационных мостов / Е.В. Покка, И.Н. Агишева // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – №1(23). – С. 48-55.
13. Покка, Е.В. Архитектурно-пространственные структурные элементы многофункциональных пешеходных мостов / Е.В. Покка, И.Н. Агишева // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – №1(27). – С. 62-67.
14. Покка, Е.В. Основные принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов / Е.В. Покка // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – №1(27). – С. 55-61.

15. Овчинников И.Г., Овчинников И.И, Кононович В.И. Проектирование сложных объектов. Проблема надежности и достоверности компьютерных расчетов. Часть 1 // Дороги. Инновации в строительстве. СПб. 2012, №18, с. 12 - 15.

16. Овчинников И.Г., Овчинников И.И, Кононович В.И. Проектирование сложных объектов. Проблема надежности и достоверности компьютерных расчетов. Часть 2 // Дороги. Инновации в строительстве. СПб. 2012, №19, с.64-66.

17. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Акуличев А.В., Бугаенко Л.М. Проблемы выбора программных комплексов для расчета транспортных сооружений // Актуальные проблемы механики в современном строительстве. Сборник научных статей III Международной научно-технической конференции. Пенза. Декабрь 2014. с. 110-121.

Рецензент: Кочетков Андрей Викторович, председатель Поволжского отделения Российской академии транспорта, академик РАТ, д-р техн. наук, профессор.

Ovchinnikov Igor Georgievich
Perm national research polytechnic university
Russia, Perm
Yuri Gagarin state technical university of Saratov
Russia, Saratov
Moscow state automobile&road technical university (Sochi branch)
Russia, Sochi
E-mail: bridgesar@mail.ru

Ovchinnikov Ilya Igorevich
Yuri Gagarin state technical university of Saratov
Russia, Saratov
Moscow state automobile&road technical university (Sochi branch)
Russia, Sochi
E-mail: bridgeart@mail.ru

Karakhanyan Artur Barmenovich
Yuri Gagarin state technical university of Saratov
Russia, Saratov
E-mail: bridge_64@mail.ru

Pedestrian Bridges: modern trends design. Part 2. Multifunction bridges

Abstract. The idea of bridge structure as a specific fragment of the existing architectural, historic and socio-cultural environment radically affect its full aesthetic decision. Even a cursory analysis of bridges, presented in the first part of this article shows that purely pedestrian bridges are converted to bridges that perform multiple functions, that is, in the multifunction bridges.

This article discusses the designs of multifunction bridges with the release of these types of bridges: bridge - street, bridge - boulevard, bridge- building, bridge square, bridge - city, bridge - attraction. Then the article gives examples of projects and implemented solutions 16 multifunction bridges: multifunctional pedestrian bridge for Amsterdam; bridge – «Turbine» for Amsterdam; twisted into a loop pedestrian and bicycle bridge for Amsterdam; pedestrian bridge - tape «Festina Lente» in Sarajevo; a pedestrian bridge in a Chinese Park «Sidun»; bunk pedestrian and bicycle bridge «Melkwegbridge» in the Netherlands; pedestrian and bicycle futuristic bridge «Amsterdam bridge V»; «organic» «pouring» bridge for Amsterdam; vector inhabited bridge «Inhabitable Bridge» in Tokyo; the longest in Europe, pedestrian and bicycle bridge Sölvesborgsbron in Sweden; the world's longest pedestrian suspension bridge- attraction (Skybridge) in Sochi; eco-friendly spiral pedestrian suspension bridge - crossing (DSSH Bridge); pedestrian and bicycle bridge Qingpu in Shanghai; multifunction bridge to the future in Seoul; bridge «Henderson Waves» in Singapore; bridge - island – shell «Aiola Island» in Graz in Austria.

In the modern world with new technologies must be created such bridges, which would be a miracle of architecture and engineering, so, seeing these structures, no one would have cared indifferent.

Keywords: multifunction bridges; bionics; bionic approach; pedestrian bridges; bridge engineering; unique bridges; the project concept.

REFERENCES

1. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Karakhanyan A.B. Peshekhodnye mosty sovremennosti: tendentsii proektirovaniya. Chast' 1. Ispol'zovanie bionicheskogo podkhoda // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №2 (2015) http://naukovedenie.ru/PDF/81TVN215.pdf (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/81TVN215
2. Lebedev Yu.S., Rabinovich V.I., Polozhay E.D. i dr. Arkhitekturnaya bionika. Pod red. Yu.S. Lebedeva. — M.: Stroyizdat, 1990. 269 s.
3. Temnov V.G. Konstruktivnye sistemy v prirode i stroitel'noy tekhnike. L.: Stroyizdat, 1987. 256 s.
4. Bonser R H C. Patented biologically-inspired technological innovations a twenty year view. Journal of Bionic Engi-neering, 2006, 3, 39–41.
5. Knippers J, Speck T. Design and construction principles in nature and architecture. BioinspirBiomim, 2012, 7, 1–10.
6. MehdiSadri, MehdiKavandi, AlirezaJozepiri, ShararehTeimouri, FatemehAbbasi. Bionic Architecture, Forms and Constructions // Research Journal of Recent Sciences. 2014, March, Vol. 3(3), p. 93-98.
7. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Karakhanyan A.B. Bionicheskiy podkhod v proektirovanii mostov // Nauka: 21 vek. Vypusk. Saratov. 2015. S.
8. Shchusev, P.V. Mosty i ikh arkhitektura / P.V. Shchusev. – Moskva: Gos. izd-vo lit.po str-vu i arkhitekture, 1952. – 360 s.
9. Pokka, E.V. Polifunktsional'nost' peshekhodnykh mostov v rekreatsionnoy sisteme goroda / E.V. Pokka // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2009. – №1(11). – S. 17-24.
10. Pokka, E.V. Vliyanie sotsial'no-gradostroitel'nykh faktorov na formirovanie polifunktsional'nykh peshekhodnykh mostov / E.V. Pokka, I.N. Agisheva // Privolzhskiy nauchnyy zhurnal / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhniy Novgorod, 2013. – №1. – S. 101-106.
11. Pokka, E.V. Osobennosti funktsional'nogo soderzhaniya rekreatsionnykh mostov / E.V. Pokka // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2013. – №1(23). – S. 39-47.
12. Pokka, E.V. Funktsional'noe svoeobrazie sovremennykh rekreatsionnykh mostov / E.V. Pokka, I.N. Agisheva // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2013. – №1(23). – S. 48-55.
13. Pokka, E.V. Arkhitekturno-prostranstvennye strukturnye elementy mnogofunktsional'nykh peshekhodnykh mostov / E.V. Pokka, I.N. Agisheva // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2014. – №1(27). – S. 62-67.
14. Pokka, E.V. Osnovnye printsipy arkhitekturno-prostranstvennogo formirovaniya mnogofunktsional'nykh peshekhodnykh mostov / E.V. Pokka // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2014. – №1(27). – S. 55-61.

15. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I, Kononovich V.I. Proektirovanie slozhnykh ob"ektov. Problema nadezhnosti i dostovernosti komp'yuternykh raschetov. Chast' 1 // Dorogi. Innovatsii v stroitel'stve. SPb. 2012, №18, s. 12 - 15.

16. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I, Kononovich V.I. Proektirovanie slozhnykh ob"ektov. Problema nadezhnosti i dostovernosti komp'yuternykh raschetov. Chast' 2 // Dorogi. Innovatsii v stroitel'stve. SPb. 2012, №19, s.64-66.

17. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Akulichev A.V., Bugaenko L.M. Problemy vybora programmnykh kompleksov dlya rascheta transportnykh sooruzheniy // Aktual'nye problemy mekhaniki v sovremennom stroitel'stve. Sbornik nauchnykh statey III Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Penza. Dekabr' 2014. s. 110-121.