

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian journal of transport engineering <https://t-s.today/>

2017, Том 4, №4 / 2017, Vol 4, No 4 <https://t-s.today/issues/vol4-no4.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/12TS417.pdf>

DOI: 10.15862/12TS417 (<http://dx.doi.org/10.15862/12TS417>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Горбачева И.А., Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Исследование применимости постулатов мостовой эстетики к задаче проектирования мостов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, №4 (2017) <https://t-s.today/PDF/12TS417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/12TS417

For citation:

Gorbacheva I.A., Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G. [Analysis of applicability of bridge aesthetics postulates to the problem of bridge designing] Russian journal of transport engineering, 2017, Vol. 4, no. 4. Available at: <https://t-s.today/PDF/12TS417.pdf> (In Russ.) DOI: 10.15862/12TS417

УДК 624.04

Горбачева Ирина Анатольевна

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов¹
Магистрант
E-mail: i.gorbacheva@mt.krasnodar.ru

Овчинников Илья Игоревич

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: bridgeart@mail.ru

Овчинников Игорь Георгиевич

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, Пермь
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Балаковский инженерно-технологический институт (филиал), Россия, Балаково
Доктор технических наук, профессор
E-mail: bridgesar@mail.ru

Исследование применимости постулатов мостовой эстетики к задаче проектирования мостов

Аннотация. Рассматривается задача оценки эстетических качеств мостовых сооружений. Отмечается, что в России этой задаче уделяется мало внимания, в то время как за рубежом существует довольно много публикаций на эту тему. Анализируются три постулата, которые полагаются «незыблемыми» и используются при проектировании мостов с учетом эстетических требования. Это постулаты: форма моста следует за его функцией, потребитель всегда прав и архитекторы сделают это лучше. Показывается, что эти постулату не всегда правомерны и нужны новые, более эффективные подходы к проектированию мостов, основанные на положениях мостовой эстетики, которую еще надо разрабатывать.

Далее рассматриваются особенности эстетического проектирования малых и средних мостов (с пролетами длиной до 100 метров), анализируются наиболее часто встречающиеся возражения против применения эстетического подхода при проектировании балочных мостов. Рассматриваются такие основные критерии эстетического вида моста как простота, хорошие

¹ 410054, Саратов, Политехническая 77

пропорции с акцентом на тонкость элементов, четкая демонстрация того, как работает конструкция под действием нагрузки, соответствие сооружения его окружению.

Затем описываются и анализируются этапы проектирования мостов с учетом эстетических требований.

Этап первый (понимание цели создания моста с учетом места его расположения) включает такие шаги: 1) понимание цели; 2) учет места расположения мостового сооружения; 3) учет влияния окружения моста; 4) учет пожеланий жителей района расположения мостового сооружения; 5) учет требований инвестора (владельца) моста.

Этап второй (предпроектная стадия, связанная с систематизацией всех требований к мостовому сооружению) включает составление перечня всех факторов, которые следует учесть при разработке проекта моста, расположенных по ранжиру и согласование этого списка с заинтересованными людьми и организациями.

Этап третий (разработка концептуального проекта моста) включает шаги: 1) вариантное проектирование на котором рекомендуется использовать морфологический ящик Цвикки; 2) сравнение и выбор наиболее эффективных вариантов; 3) дополнительная оценка выбранных вариантов с использованием современных компьютерных технологий; 4) оценка перспективных вариантов моста с точки зрения стоимости, технологичности, ремонтпригодности; 5) детальное проектирование мостового сооружения с расчетом на предполагаемые нагрузки и другие внешние воздействия.

Ключевые слова: мосты; эстетика мостов; архитектура мостов; форма сооружения; функция сооружения; принципы проектирования мостов; экспертная система по оценке мостов; концептуальный проект; вариантное проектирование; морфологический ящик

Введение

Проблема архитектурного проектирования мостов в последнее время начинает привлекать внимание не только западных, что уже давно было, но и российских инженеров и архитекторов. Однако анализ состояния проблемы показывает, что в России довольно большое внимание уделяется именно архитектуре транспортных сооружений, в том числе и мостов, однако эстетике мостовых сооружений внимания уделяется явно недостаточно.

Прежде, чем анализировать далее эту проблему, рассмотрим понятия архитектура и эстетика.

Архитектура – это «искусство и наука строить, проектировать здания и сооружения (включая их комплексы), а также сама совокупность зданий и сооружений, создающих пространственную среду для жизни и деятельности человека» [1]. Архитектура создает материально организованную среду, необходимую людям для их жизни и деятельности, в соответствии с их устремлениями, а также современными техническими возможностями и эстетическими воззрениями. Древнеримскому архитектору Витрувию принадлежит всемирно известный афоризм: «Архитектура – это прочность, польза и красота» [2].

В свою очередь «**эстетика** – это наука, изучающая природу всего многообразия выразительных форм окружающего мира, их строение и модификацию» [3]. Можно сказать короче: эстетика – это наука о прекрасном.

Проведенный нами анализ показал, что в России опубликовано очень много книг по архитектуре, но немного книг по архитектуре именно мостов [1-11], и совсем мало публикаций по эстетике мостовых сооружений [15, 16, 17]. В то же время за рубежом опубликовано достаточно много работ и по архитектуре мостовых сооружений [18-29] и по эстетике мостов

[30-45]. Поэтому далее мы, основываясь на этих работах по эстетике мостов порассуждаем о некоторых постулатах мостовой эстетики. При этом отметим, что постулат – это предпосылка, допущение, утверждение, принимаемое без доказательств, в качестве исходных посылок для дальнейших логически строгих рассуждений.

1. Состояние проблемы

Сначала заметим, что, как справедливо указывается в [46], если признать, что дизайн моста может быть средством художественного выражения, то к нему можно относиться как к произведению искусства. А искусство, особенно его выдающиеся произведения, всегда бросали вызов существующим идеям, постулатам, догматическим представлениям о том, как создавать произведения искусства, являющиеся признаком хорошего вкуса.

Следовательно, если дизайн моста является действительным средством эстетического выражения в своем собственном праве, которое, безусловно, является одним из самых запутанных. Как художественная форма, дизайн моста разрывается между его огромным и в значительной степени неиспользованным потенциалом и преобладающей культурой, которая сильно тормозит создание эстетически значимых работ. Потенциал дизайна мостов в качестве средства художественного выражения проявляется в проектах таких выдающихся инженеров, как Р. Майяр [47], Ф. Леонгард [37], Сантьяго Калатрава [48] и ряда других.

Эстетически значимые мосты в определенной мере бросают вызов существующим идеям и понятиям.

Например, сравним мост Турнель (Pont de la Tournelle) в Париже (рис. 1), построенный около ста лет тому назад по проекту архитекторов Пьера и Луи Гуидетти. Мост выполнен из железобетона, но он специально облицован камнем и детализирован, чтобы придать ему вид каменного моста прежней эпохи.



Рисунок 1. Мост де ла Турнель в Париж (источник: <https://www.google.ru/search?q=париж+мост+турнель>)

В то же время тоже железобетонный мост Салгинатобель (Salginatobel Bridge), построенный по проекту Роберта Майяра [47], представляет собой радикальный отход от

преобладающих художественных вкусов, представленных на мосту Турнель. Не случайно большая часть работ Майара была построена в сельской Швейцарии, где экономичность его хорошо спроектированных мостов имела для местных властей большее значение, чем различия между его эстетическим видением и общепринятым благоразумием.



*Рисунок 2. Мост Салгинатобель (источник:
<https://www.google.ru/search?q=salginatobel+bridge+maillart>)*

Если полагать, что сущность искусства заключается в порождении вызова существующим идеям, то, вероятно, это искусство не может быть результатом применения некоторых predetermined правил, соглашений, постулатов, догм. Скорее всего это утверждение также должно быть справедливым для дизайна мостов.

В реальности, однако, все совершенно не так. Проектирование мостов в основном опирается на жесткие рамки устоявшейся практики, общепринятого опыта, которые в значительной степени ограничивают способность проектировщиков мостов создавать работы, которые оспаривают существующие идеи.

Далее рассмотрим, какие же современные постулаты или догмы определяют практику проектирования мостов с учетом эстетической точки зрения.

Но сначала заметим, что, как отмечается в [49], в конце 2014 года в России имелось 42 тысячи автодорожных мостов (и путепроводов), общая протяженность которых составила 2,1 млн. метров, а также 30,5 тысяч железнодорожных мостов и путепроводов суммарной протяженностью 993 тысячи метров. Итого в России в общей сложности насчитывается 72,5 тысячи автодорожных и железнодорожных мостов.

В Соединенных Штатах Америки насчитывается более 600 тысяч мостов, из которых около 100 тысяч железнодорожных.

Кстати, самый насыщенный мостами город – Гамбург, в котором их более 2300, в то время как в Санкт-Петербурге мостов около 400.

Согласно справочнику по эстетике мостов [50] из этих 600 тысяч мостов в США доля обычных балочных мостов, длина пролетов которых не превышают 100 метров, составляет 98 процентов! Поэтому, отмечают авторы этого справочника, при всем уважении к остальным 2 процентам мостов, нужно стараться сделать и основную массу мостовых сооружений эстетически привлекательными. Можно предположить, что и в России соотношение не сильно отличается от этого, поэтому и у нас стоит задача создания эстетически привлекательных мостов. Кстати, так как в США протекает только 250 тысяч рек, а в России аж 2,8 миллиона

рек, то нам в России еще строить и строить мосты и потому нам, даже более, чем американцам, надо стараться сделать наши мосты более привлекательными.

Процесс проектирования мостов регламентируется набором нормативных документов, включая Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", национальные стандарты, своды правил, стандарты организаций, что во многом ограничивает возможность и способность проектировщика мостов в создании проектов, имеющих не только техническую, но и эстетическую ценность. Причем проектирование мостов подспудно опирается на ряд постулатов, которые на первый взгляд кажутся очевидными и в какой-то мере незыблемыми, но при детальном анализе их незыблемость оказывается кажущейся. К таким постулатам относятся следующие [46].

Согласно первому постулату мосты, запроектированные конструктивно эффективными, эстетически также выразительны. Этот постулат можно кратко сформулировать так: **форма моста следует за его функцией**. Хотя нередко можно слышать и в некотором роде обратное утверждение: красивые мосты всегда прочные. Если вспомнить советское определение качества как соответствие нормам, то можно полагать, что запроектированные в соответствии с нормами мосты являются качественными, а, значит, и эстетичными, то есть красивыми.

Второй постулат утверждает, что эстетичными (красивыми) считаются мосты, которые нравятся людям. Здесь уже вспоминается более правильное и более широкое определение качества как степени соответствия запросам потребителя. Краткая формулировка этого постулата выглядит следующим образом: **потребитель всегда прав**. Правда при этом остается не выясненным вопрос об установлении этих запросов или потребностей, ибо для этого нужно разработать какую-то систему опроса потребителей и анализа результатов опроса, по крайней мере, по отношению к эстетике мостов в нашем случае.

Третий постулат звучит так: инженеры могут создавать прочные и долговечные мостовые сооружения, но не способны создавать эстетически выразительные сооружения и этим должны заниматься архитекторы. Этот постулат можно кратко сформулировать так: **архитекторы сделают это лучше**. Как ни странно, с нашей точки зрения этот постулат противоречит первому.

Проанализируем эти постулаты более подробно.

1. Постулат первый: **форма моста следует за его функцией**.

Этот эстетический постулат или принцип, как утверждается в [46], в свое время провозгласил и использовал в своих работах американский архитектор Louis Sullivan (Салливан), создатель одного из первых небоскребов, оказавший весьма большое влияние на формирование современных небоскребов [51]. Салливан трактовал этот постулат в том смысле, что внешний вид элементов сооружения должен отражать функции, которые они реализуют в его конструкции. Например, Салливан возражал против горизонтального визуального разделения офисных этажей высотных зданий, так как эти этажи выполняют одинаковые функции, и настаивал на визуальном выделении вертикальных элементов высотных зданий [52]. На рис. 3 показан 16 – этажный Гаранти – Билдинг в Буффало (1984).



Рисунок 3. Небоскреб Guaranty Trust Building Салливана (источник: <https://yandex.ru/images/search?text=небоскребы%20Салливана&noreask=1>)

Мостовики взяли за основу этот первый постулат, но значительно изменили его смысл, достаточно далеко уйдя от идей Салливана. Мостовики стали утверждать, что эффективное конструктивное решение моста и его низкая стоимость являются достаточными условиями его визуальной эстетичности. В [46] говорится, что такая точка зрения поддерживается большинством авторов работ по эстетике мостовых сооружений, написанных в течение последних пятидесяти лет.

Например, в статье «Пять принципов проектирования мостов» [53] прямо утверждается, что эстетика свойственна хорошей конструкции моста и классический принцип «форма следует за функцией», является основным принципом в мостостроении; что по-настоящему пропорциональный мост привлекателен, а размер и форма составных элементов мостовой конструкции обеспечивают реализацию его цели; что это то, что люди ценят, когда дело доходит до оценки эстетических свойств моста; что инновационные решения автоматически делают структуру моста эстетически привлекательной.

А в статье «Внутренняя красота вантовых мостов» [54] говорится, что вантовым мостам изначально присуща красота, поэтому большинство вантовых мостов красивы, несмотря на все наши усилия, чтобы сделать их уродливыми.

То есть в обеих статьях провозглашается, что хорошо спроектированным, т. е. конструктивно эффективным мостам заранее присуща эстетичность. Примечательно, что ни в одной статье нет ссылок на творческие усилия, направленные конкретно на эстетические

аспекты проектирования. Интересно также, что из этих утверждений можно даже сделать вывод, что, применяя постулат «форма следует за функцией», можно автоматически стать архитектором.

Но, с другой стороны, хотя приведенные выше два примера ни в коем случае не являются изолированными примерами, они, по общему признанию, несколько экстремальны. Хотя, например, после серии исследований, сравнивающих «обычные» и «красивые» мосты, Gottemoeller [23] так формулирует характеристики «эстетичных» мостов: простота, тонкость, непрерывность линий, форма их элементов соответствует игре сил, возникающих в них. Понятно, что это видимые признаки конструктивной эффективности. При этом подразумевается, что улучшение эстетического качества может быть достигнуто путем увеличения конструктивной эффективности, что по существу идентично интерпретации применительно к мостам постулата «форма следует за функцией». Про конструктивную эффективность можно сказать, что это свойство, которое можно измерить. Поэтому, если она становится мерилем «эстетического качества», то существует тенденция рассматривать и эстетику мостов как свойство, которое можно измерить и, следовательно, улучшить.

В результате процесс проектирования мостов вместо того, чтобы сосредоточиться на поиске и разработке новых креативных идей, превращается в процесс, направленный на достижение целей, которые с самого начала известны как «эстетически приятные», поскольку они соответствуют конструктивным системам с высокой эффективностью. Запроектированные на основе этого подхода мосты в целом похожи по внешнему виду и на них приятно смотреть. Но потому, что они были запроектированы так, чтобы соответствовать существующим идеям, а не оспаривать их, они, как правило, не имеют той выразительности, которая присуща значительным произведениям искусства.

Такая точка зрения на постулат «форма следует за функцией» вместе со склонностью инженеров к расчетному анализу (то есть склонностью проверять алгеброй гармонию) привела к появлению предложений по разработке в какой-то мере количественных методов решения эстетических проблем применительно к мостам. Например, автором [36, 39, 55] описывается «экспертная система», основанная на использовании 177 утверждений об эстетике мостов, извлеченных из работ по эстетике мостовых сооружений. Эта экспертная система оценивает внешний вид балочных мостов в баллах от 0 до 10, причем балл 0 соответствует очень уродливому мосту, а балл 10 соответствует максимально красивому мосту. Понятно, что эти баллы были получены в результате опроса группы экспертов, имеющих отношение и к мостостроению, и к архитектуре мостов.

Проектировщики мостов, используя эту экспертную систему, могут улучшать визуальные характеристики проектируемого моста и тем самым повышать его рейтинг (по крайней мере, до тех пор, пока позволяет финансирование). Однако, очевидно, что наивысшие рейтинги будут присуждаться тем проектам мостов, которые близки к содержащимся в базе данных этой экспертной системы и потому экспертная система будет помогать производить только копии проверенных и достоверных проектов. При этом творческая составляющая проектирования мостов фактически трансформируется в процесс следования правилам, а не оспаривания их.

Мы полагаем, что можно считать, что постулат «форма следует за функцией», несмотря на его широкое применение, принципиально ошибочен, поскольку позволяет определять внешний вид проектируемого моста без какого-либо конкретного рассмотрения эстетических проблем.

Разработки знаменитых проектировщиков мостов (Р. Майара [47], Ф. Леонгарда [37], С. Калатравы [48]) и других мастеров, проектирующих мосты с учетом эстетической точки зрения,

показывают, что существует определенная связь между конструкцией моста и его эстетическим видом, но эта связь сложнее, чем указывают существующие традиционные знания. Взятые сами по себе, конструктивная эффективность и экономичность моста не имеют эстетического значения.

2. Постулат второй: потребитель всегда прав.

В последнее время особенно за рубежом при разработке проектов мостовых сооружений (правда больше уникальных и городских) имеет место тенденция, направленная на привлечение общественности к обсуждению проектов. Жители требуют участия в обсуждении проектов в определенной мере из-за озабоченности внешним видом мостовых сооружений, которые должны быть построены в окрестности мест их проживания или по которым им придется ездить на работу или домой, а также из-за того, что они полагают, что эти проблемы без их участия не будут решены надлежащим образом. Не учёт общественного мнения при реализации некоторых крупных мостовых проектов привел к приостановке реализации проектов или даже их закрытию. И вот для того, чтобы избежать появления таких проблем в будущих мостовых проектах, некоторые инвесторы и владельцы будущих мостовых сооружений предоставляют общественности право участия в процессе проектирования (хотя бы путем обсуждения проектов и высказывания замечаний и пожеланий).

Например, в работе «Участие общественности привело к созданию революционного проекта моста» [56] отмечается, что населению было разрешено выбирать основные характеристики большинства конструктивных компонентов мостового сооружения путем голосования.

Но не всегда участие общественности приводит к положительным результатам. Известны случаи, когда общественность настаивала на внесении дополнительных элементов в конструкцию моста, которые никак не соответствовали статической схеме его работы. Gottemoeller [23] приводит пример создания трехпролетного моста с железобетонными коробчатыми балками с вутами, причем каждый пролет дополнительно поддерживается арками, которые не несут никакой силовой функции (рис. 4).



Рисунок 4. «Балочно-арочный» Радужный мост в США (источник: [46])

Просто публике, принимавшей участие в обсуждении, хотелось иметь арки в конструкции моста, и они были ей предоставлены, хотя такое решение ни конструктивно, ни экономически не эффективно. Мост смотрится так, как если бы арочные ребра, словно

запоздавая мысль, были добавлены к балочному мосту, который уже завершен, как конструктивно, так и визуально. Арки – один из самых выразительных элементов, доступных для проектировщиков мостов. К сожалению, в этом случае они только вводят в заблуждение.

Поэтому следует понимать, что не на все возникающие при проектировании мостов вопросы участие общественности даст не только эффективные в эстетическом плане, но даже и приемлемые ответы. Тем более, что участие общественности обычно приводит к какому-то консенсусу и потому выразительных проектов в таких случаях получить не удается.

3. Постулат третий: архитекторы сделают это лучше.

Привлекать архитекторов имеет смысл в тех случаях, когда надо спроектировать знаковое сооружение, в какой-то мере являющееся визитной карточкой территории, где оно расположено. Инвесторы обычно готовы профинансировать такие проекты с участием даже выдающихся архитекторов, которые нередко придают проекту мостового сооружения уникальную форму, не умаляя его инженерные характеристики. К сожалению, так бывает не всегда, поскольку обучение архитекторов построено так, что они уделяют весьма мало внимания процессу силового анализа конструктивной схемы сооружения, пренебрегают игрой сил в нем.

Ярким примером торжества архитектурного подхода над инженерным разумом является пешеходный лондонский мост Миллениум (рис. 5). Архитекторы из архитектурного бюро Monberg and Thorsen слишком много внимания уделили внешнему виду моста, но не учли влияние большого скопления пешеходов на поведение моста.



Рисунок 5. Пешеходный мост Миллениум через Темзу (источник: http://www.maximonline.ru/longreads/photogallery/_article/design-flaw/)

Новый мост привлек внимание лондонцев и на его открытие 10 июня 2000 года, пришло более 100 тысяч человек, которые прогулялись по мосту, на котором одновременно могут находиться до 2 тысяч человек. Многие из пешеходов во время прохождения по мосту испытали головокружение, слабость, некоторые не смогли удержаться на ногах. Выяснилось, что одновременное перемещение по мосту большого количества пешеходов вызвало редкое резонансное явление, которое привело к раскачиванию моста. Мост Миллениум срочно

закрыли на реконструкцию, под пролетами разместили гасители колебаний и вновь открыли только 22 февраля 2002 года. Этот мост в честь «провала» архитекторов получил прозвище «Шаткий» (Wobbly).

Однако следует учитывать и то обстоятельство что в течение длительного времени инженеры – мостовики понимали эстетическую сторону мостового сооружения в рамках первого постулата (форма следует за функцией), а кроме того, в течение длительного времени создание мостовых сооружений велось на основе типового проектирования, что и привело к появлению невыразительных, тусклых с эстетической точки зрения, мостовых сооружений.

Но, с другой стороны, основываясь на догматическом убеждении, что только архитекторы могут создавать эстетически привлекательные мосты, мы можем лишиться себя уникального видения конструкции инженером, чувствующим игру сил в конструкции и придающей мостовому сооружению форму, соответствующую этой игре сил. Подавляющее большинство архитекторов занимается компоновкой абстрактных и символических визуальных форм, и не всегда учитывает возможность придать осмысленное визуальное выражение равновесию конструкции под действием внешних сил.

2. Особенности эстетического проектирования малых и средних мостов (с пролетами длиной до 100 метров)

Так как, как уже говорилось, согласно справочнику [50] доля обычных балочных мостов, длина пролетов которых не превышают 100 метров, составляет 98 процентов от всех мостов, то следует уделить пристальное внимание тому, чтобы сделать эти мосты эстетически привлекательными.

При этом мы будем опираться на соображения, изложенные в справочнике [50], посвященному эстетике обычных балочных мостов. Заметим также, что изучая данную проблему, мы наткнулись на блог Юрия Осипенко (<http://www.live-bridges.ru/category/architecture-of-bridges>) [57], в котором автор очень корректно и проанализировал и даже расширенно с добавлением своих примеров описал информацию, приведенную в [50]. Поэтому далее при изложении материала мы будем опираться как на сам справочник [50], так и на информацию, приведенную в блоге Юрия Осипенко.

Справочник начинается с объяснения того, почему при разработке проектов инженеры должны учитывать эстетику мостов, а затем предлагаются практичные и простые в применении идеи для инженеров-проектировщиков, которые можно использовать при проектировании эстетичных балочных мостов.

Сначала остановимся на вопросе: а зачем рассматривать эстетику мостов?

В настоящее время мы все больше осознаем роль мостов в жизни людей и потому должны заботиться не только о безопасности мостовых сооружений, но и об их привлекательном виде, то есть об их эстетике. Ведь любое конструктивное решение моста в определенной степени является и эстетическим решением, влияющим на то, как люди будут чувствовать себя на запроектированном нами мосту. И если мы должны проектировать и строить прочные и не строить непрочные и небезопасные мосты, то также мы не должны строить и некрасивые или даже уродливые мосты, игнорируя эстетические соображения.

2.1 Возражения против эстетического подхода к проектированию мостов

Проанализируем несколько наиболее часто встречающихся возражений против применения эстетического подхода при проектировании балочных мостов.

Первое возражение: учет эстетики приводит к повышению стоимости моста.

Большинство проектных организаций автоматически связывают улучшение эстетического вида моста с увеличенными затратами на проектирование и строительство и к удлинению сроков строительства. С этим можно согласиться, но не всегда, ибо многое зависит от места расположения моста, предпочтений и опыта инвестора, возможностей и опыта подрядчика, который будет сооружать мост, от конструкции и размеров моста и других особенностей проекта. Если есть возможность увеличить расходы на создание моста, возникает вопрос: приводит ли увеличение стоимости к улучшению эстетического вида моста? Проектировщик обязан, используя вариантное проектирование и другие методики искать и находить наилучшее сочетание эффективности, экономичности и эстетичности мостового сооружения.

Ведь нередко повышенное внимание к пропорциям и деталям позволяет создать привлекательный проект моста без увеличения стоимости. Пример такого простого, но эффективного решения приведен на рис. 6.



Рисунок 6. Правильно подобранные пропорции улучшили эстетику моста Canyon Creek Bridge, Анкоридж, Аляска [50]

Второе возражение: у людей разные точки зрения на то, что красивее.

С одной стороны, это так. Но, с другой стороны люди давно уже научились согласовывать точки зрения и приходиться к общему мнению, что лучше или что красивее. Это относится и к музыке, и к картинам, и к зданиям. Так почему же это не может относиться к мостам? Где-то с девятнадцатого века люди уже выработали точку зрения, какие мосты выглядят красивее и почему. Тем более, что пониманию красоты можно (и нужно) учиться, а тем более умению реализовывать понимание красоты в мостовых сооружениях. Для примера – эстетическое качество моста Салгинатобель (рис. 2) Роберта Майяра было признано Музеем современного искусства Нью-Йорка еще в 1949 году.

Третье возражение: мой инвестор (заказчик) не разрешит делать это.

Вполне возможно. Но выход один – научить его понимать прекрасное и для этого хотя бы прочесть эту статью.

Четвертое возражение: **я сам не знаю, как это делать.**

Выход тот же: надо учиться и для начала ознакомиться с этой статьей.

Последнее, пятое возражение: **какова цель этого?**

Цель очевидна – научить как можно больше инженеров – проектировщиков мостов сделать их творения не только прочными и эффективными, но и красивыми.

2.2 Пути к проектированию красивых мостов

Форма и размеры конструктивных элементов мостовых сооружений (опор, пролетных строений) являются доминирующими факторами при эстетической оценке моста. Так как это самые крупные элементы моста, то их первыми видят, когда обращают внимание на мост. Поэтому мост с непропорционально запроектированными элементами трудно сделать красивым, применяя всякие «эстетические методы лечения», хотя многие пытались сделать это. Но ведь неправильные пропорции и размеры элементов мостового сооружения можно исправить, только перепроектировав мост. Поэтому-то можно сформулировать такие основные критерии эстетического вида моста:

- Простота.
- Хорошие пропорции с акцентом на тонкость элементов.
- Четкая демонстрация того, как работает конструкция под действием нагрузки.
- Соответствие сооружения его окружению.

Использованием специальной текстуры поверхности элементов мостов, а также применением различных орнаментов следует заниматься только после того, как применили все эти принципы.

Для иллюстрации применения этих критериев проанализируем конструкцию моста на рис. 7. Как видно, этот мост хорошо вписывается в окружающую среду и летом, и зимой. Кроме того, у него хорошее соотношение между длиной и высотой пролетов, высотой опор над водой из-за чего мост смотрится достаточно тонким. Кроме того, и ригели, и стойки опор выглядят тонкими по сравнению с шириной опор, а внутренние стойки визуальнo образуют стрельчатые арки. С силовой точки зрения очевидно, что широкое пролетное строение опирается на широкие же опоры, состоящие из относительно тонких элементов.

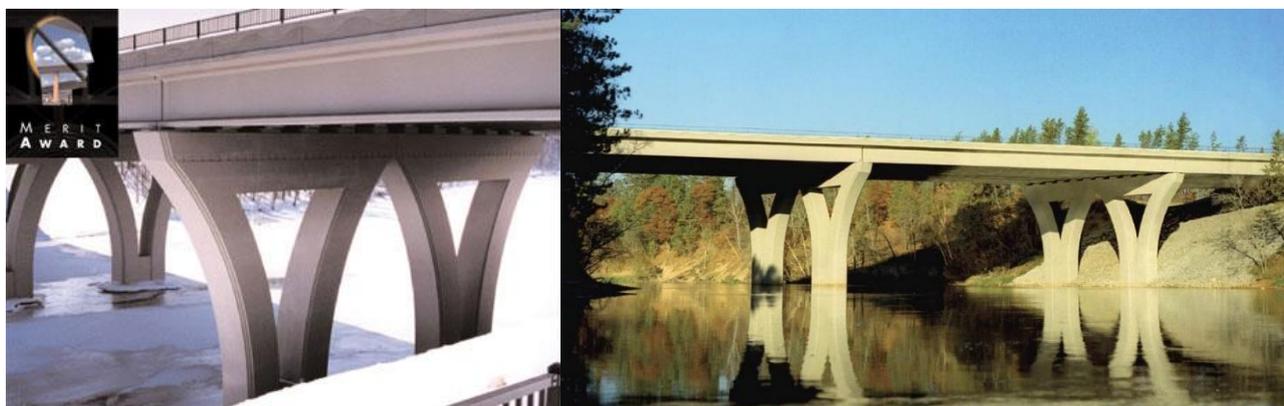


Рисунок 7. Мост через Миссисипи хорошо вписался в окружающую среду [50]

3. Проектирование мостов с учетом эстетики

Как известно, мостовые сооружения выполняют несколько функций: транспортную, оборонную и даже социальную, являясь важным элементом окружающего пространства и тем самым социальной среды. Все мосты, даже запроектированные по одному и тому же типовому проекту, отличаются друг от друга, имея свои собственные уникальные характеристики. Вместе с тем для всех мостов можно выделить некоторую последовательность этапов, которые реализуются при рассмотрении эстетической компоненты проектируемого моста. Кратко рассмотрим эти этапы.

Этап 1. Понимание цели создания моста с учетом места его расположения

1.1 Понимание цели

Перед началом проектирования мостового сооружения следует понять, чего ожидать от моста как элемента транспортной инфраструктуры города или транспортной сети региона, а также как визуального элемента окружающего пространства и социального элемента, который может привести в общество определенные изменения. Разработчик проекта моста должен принимать во внимание те критерии, которым должна соответствовать конструкция моста, а также те внешние факторы, которые могут оказывать воздействие на мост. В последнее время среди проектировщиков мостов наступает понимание того, что это непростая задача, содержащая конфликт интересов разных сторон, которые следует учитывать и согласовывать. Этот процесс можно для удобства назвать **контекстным проектированием**, понимая под контекстом «набор характеристик, которые уточняют условия существования данного феномена, подлежащего анализу, то есть локализуют события или процессы в пространстве и времени» [58]. Для иллюстрации на рис. 8 приведен пример того, что правильное использование пространства под эстакадой для интересов общества может оказаться весьма важным, чем, например, использование его для размещения гаражей или других объектов транспортного назначения.



Рисунок 8. Использование пространства под эстакадой в интересах сообщества [50]

1.2 Учет места расположения мостового сооружения

Место расположения моста – это весьма важная составляющая, которая может оказать серьезнейшее влияние на форму, конструктивное решение, в конечном счете на эстетический

облик моста. Мосты, предназначенные не только для выполнения транспортной функции, но и хорошо вписывающиеся в окружающее пространство, будут с одобрением встречены и специалистами, и сообществом. Кроме того, следует учитывать, что облик моста может быть разным в дневное время и вечером или ночью, а также в разное время года. Поэтому, если позволяют условия и сроки выполнения проекта желательно ознакомиться с местом расположения мостового сооружения не только днем, но и в разное время суток (рис. 9), и в разные времена года. Повторим, что непосредственное знакомство с местом расположения мостового сооружения весьма важно, хотя нам известны случаи, когда проектировщики разрабатывали проекты мостов только на основе карты и профиля трассы.

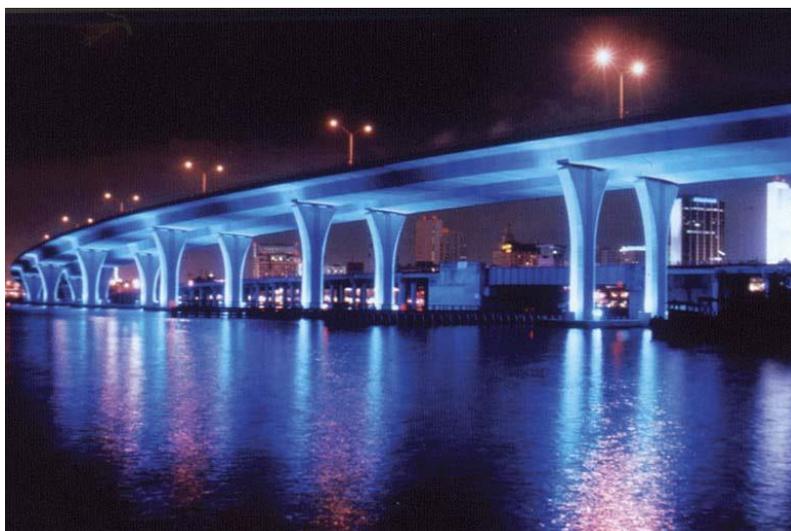


Рисунок 9. Очень важно учитывать, как мост смотрится не только днем, но и ночью. Бродвейский мост, Майами, Флорида [50]

При оценке места расположения моста важно уточнить: в какой местности будет расположен мост и для выполнения какой функции он предназначен. Например, конструкция мостов через глубокие ущелья будет отличаться от конструкции путепровода над железной или автомобильной дорогой. Конструкция моста также будет зависеть от типа грунта на берегах и в русле водотока. Если берега скальные, то разумно использовать арочную конструкцию моста (рис. 10).



Рисунок 10. Железобетонный арочный мост через ущелье (источник: <https://yandex.ru/images/search?text=железобетонный%20арочный%20мост>)

Также при выборе конструкции моста следует учитывать требуемую пропускную способность моста, то есть ширину проезжей части, расчетную скорость движения по мосту

или под путепроводом. Если на мосту предполагаются тротуары, или он пешеходный, а с моста открывается красивый вид на окружающую местность, но следует устраивать специальные смотровые площадки на мосту (рис. 11).



Рисунок 11. Пешеходный мост со смотровыми площадками в Копенгагене (источник: <http://www.novate.ru/blogs/260815/32694/>)

Также, если река, через которую проектируется мост, судоходная, то на компоновку моста будут влиять параметры подмостового габарита для пропуска судов, причём подмостовой габарит для судов, идущих сверху обычно больше. На конструкцию моста и особенно его опор и фундаментов будет влиять тип грунтовых условий, который может диктовать определенную сетку расположения опор.

1.3 Учет влияния окружения моста

Место расположения моста (в городе, пригороде или сельской местности) также будет влиять на тип моста, ибо требования для того, чтобы мост вписывался в окружающую местность во всех этих случаях будут разными. Эстетические требования к мосту в промышленном районе будут отличаться от требований к мосту в сельской местности или в городском парке. Если в зоне предполагаемого расположения моста имеются какие-либо постройки, или уникальные объекты (здания, сооружения), то их внешний облик будет формулировать определенные требования к эстетике моста (рис. 12).

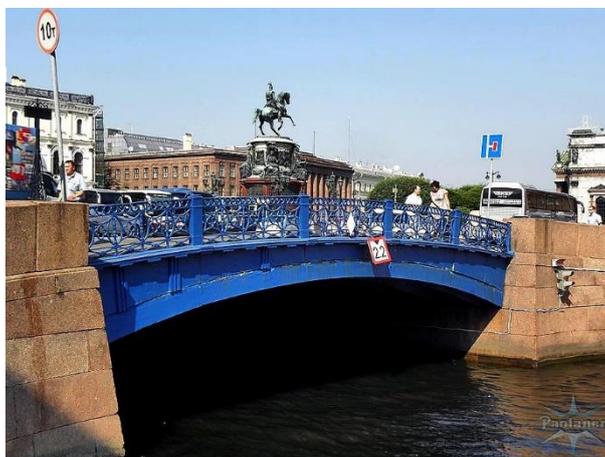


Рисунок 12. Облик моста вписывается в его окружение (источник: https://yandex.ru/images/search?p=2&text=малый%20мост%20в%20городе&img_url=https%3A%2F%2Favatars.mds)

Следует также учитывать, что мост как эстетический объект также будет влиять на его окружение. И потому надо анализировать, с каких точек будет виден мост, как он будет выглядеть в дневное и ночное время. Нередко мосты, точнее предмостовые зоны становятся центрами притяжения торговых объектов, которые со временем могут заслонить мост, и потому надо предусматривать и управлять возможным развитием событий. Так как мосты обычно являются довольно заметными объектами, они могут в последующем определять городской пейзаж вокруг него. Поэтому рекомендуется сделать ряд фотографий места расположения моста и вписать мост в предполагаемое место его размещения, чтобы оценить соотношение его с пейзажем.

Надо принимать во внимание и топографическое расположение мостового сооружения. Например, интересное решение может быть использовано для выделения путепровода на фоне пересекаемой автодороги: для этого можно использовать массивные устои, вписывающиеся в откосы выемки, по которой проходит дорога: в результате получаются как-бы ворота для въезда в населенный пункт.

Если мост является частью транспортной развязки или вообще элементом большого инфраструктурного проекта, то, возможно, будет правильным требовать, чтобы он вписывался в общий архитектурный замысел этого проекта.

1.4 Учет пожеланий жителей района расположения мостового сооружения

Понятно, что кроме непосредственно разработчика проекта моста на характер проектного решения могут оказывать влияние и те, кто будут пользоваться мостом после завершения его строительства: работники прилегающих предприятий, жители окрестных районов, а также администрация территории, на которой будет располагаться мост (рис. 13). Поэтому в процесс обсуждения проекта желательно вовлечь все заинтересованные стороны, чтобы окончательный проект был плодом совместного обсуждения и анализа заинтересованных групп. Ведь одни могут быть сторонниками более консервативных решений, соответствующих возрасту окружающих зданий и сооружений, а другие, наоборот, могут приветствовать более современные инновационные решения. Также следует принимать во внимание мнение архитекторов или дизайнеров, если они принимали участие в разработке архитектурного облика района расположения моста.



Рисунок 13. Элементы и цветовое решение этой транспортной развязки были спроектированы с учетом мнения жителей окружающего района (источник [50])

1.5 Учет требований инвестора (владельца) моста

Требования инвестора нередко сводятся к необходимости учета существующих тенденций в строительстве мостовых сооружений, а также требований современных нормативных документов. Но, в то же время, каждый мост по-своему уникален, и потому инвестор должен быть предупрежден о возможных отклонениях от проекта. Должно существовать предварительное технико-экономическое обоснование проекта моста с учетом его эстетической составляющей, которое должно учитывать и экологические аспекты, то есть то влияние, которое мост может оказать на окружающую среду. Если у инвестора есть специалисты, отвечающие за эстетический облик возводимых объектов, то проектное решение следует согласовать и с ними. Но при этом следует разумно ограничить количество людей и организаций, с которыми следует согласовать разрабатываемый проект. И, наверное, не менее важное, а может быть и основное: нужно следить за тем, чтобы финансовые ограничения не были нарушены при проектировании моста с учетом эстетических соображений.

Следовательно, успешный проект моста будет разработан тогда и только тогда, когда будут взаимоувязаны требования его функциональности, экономичности и эстетичности.

Этап 2. Предпроектная стадия, связанная с систематизацией всех требований к мостовому сооружению

Начать нужно с составления перечня всех факторов, которые следует учесть при разработке проекта моста, причем желательно расположить их по ранжиру, то есть в порядке снижения важности. Затем следует обсудить этот список с заинтересованными сторонами и, при необходимости, внести корректировки. Самое важное, согласовать этот перечень с заказчиком, получив от него полное одобрение. Все это послужит основой для последующих работ по проектированию моста.

Этап 3. Разработка концептуального проекта моста

3.1 Вариантное проектирование

На этом этапе эскизно (прикидочно) разрабатываются возможные варианты проекта моста, с учетом предполагаемого внешнего вида, имеющихся материалов, требуемых размеров и допустимых форм элементов, предполагаемых технологий сооружения, соответствующих эксплуатационных расходов.

При этом для формирования вариантов может быть использована морфологический ящик Цвикки², включающий следующую последовательность действий:

1. Точная формулировка проблемы, подлежащей решению. При этом надо проанализировать, нет ли похожих проблем для решения, которые можно использовать как прообраз, при этом вполне допустима переформулировка проблемы и уточнение цели.
2. Выявление и характеристика параметров, которые могут быть использованы для решения проблемы. Под параметром понимаются элементы объекта или их свойства, или операции для выполнения и достижения цели. При этом выдвигается требование равнозначности всех параметров для достижения цели.

² <http://www.live-bridges.ru/category/architecture-of-bridges> (последнее обращение декабрь 2017).

3. Конструирование морфологического ящика или многомерной матрицы, содержащей по возможности большее количество решений поставленной проблемы. При этом до полного заполнения морфологического ящика не проводится оценка вариантов.
4. По возможности тщательный анализ решений из морфологического ящика с точки зрения достижения поставленных целей.
5. выявление наилучшего решения и его использование.

Но вернемся к вариантному проектированию. При использовании известных и ранее применявшихся вариантов моста следует избегать предположения, что вариант, оказавшийся эффективным ранее, может оказаться эффективным и здесь. Следует исходить из предпосылки, что каждый мост является уникальным сооружением, и потому даже на первый взгляд обычные мосты требуют использования инженерного искусства. Нужно для начала укрупненно, без детализации, проанализировать каждый концептуальный проект с точки зрения его реализуемости, эффективности, конструктивной целесообразности, технологичности, и конечно, эстетичности. После этого наиболее подходящие варианты принимаются для последующего уточнения. При этом возможно появление концептуальных проектов, более соответствующих требованиям местности и требованиям эстетики, чем иные варианты, при сравнимых других показателях. Эти варианты и могут быть использованы с целью удовлетворения эстетических вкусов и инженера – проектировщика, и дизайнера, и инвестора (рис. 14).

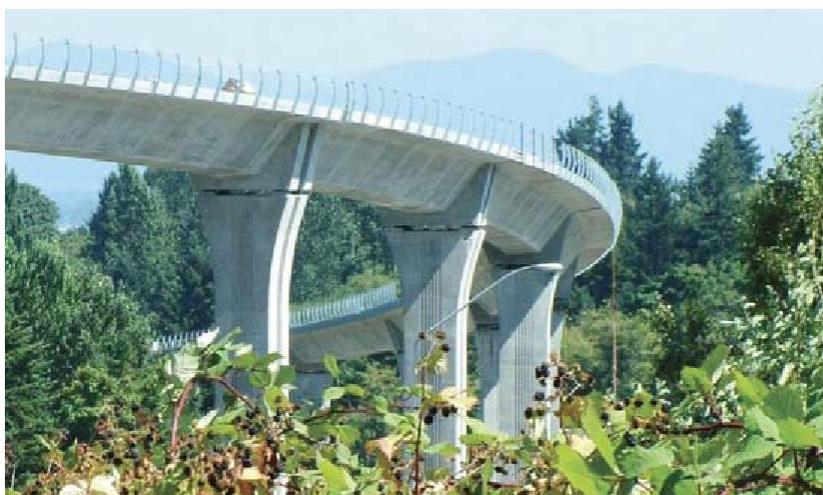


Рисунок 14. Концептуальный подход к проектированию виадука в Сиэтле (США) позволил подобрать проект, который оказался и эффективнее, и дешевле, и красивее типового проекта (источник [50])

3.2 Сравнение и выбор наиболее эффективных вариантов

К решению проблемы сравнительного анализа и выбора наиболее эффективных вариантов следует привлекать все заинтересованные лица и организации. Анализ и сравнение вариантов лучше выполнять на стадии разработки концептуальных проектов, чем потом, когда не приглашенные участники будут утверждать, что их идеи не рассматривались и не были учтены, а они весьма интересны. Такой подход позволит более обоснованно подойти к принятию окончательного варианта, причем он может оказаться из группы ранее предварительно исключенных из рассмотрения или даже вообще не рассматриваемых предварительно вариантов (рис. 15).



Рисунок 15. Пример неожиданно нетрадиционного решения, когда опирание пролета путепровода происходит на необычные арочные опоры. Путепровод на обходе г. Базеля, Швейцария (источник [50])

3.3 Дополнительная оценка выбранных вариантов с использованием современных компьютерных технологий

Даже опытные проектировщики мостовых сооружений с трудом могут представить себе визуальную картину размещения моста на местности. Но современные компьютерные технологии позволяют довольно легко сделать это с применением 3D-моделирования, причем разумно не ограничиваться одной картинкой, а рассмотреть варианты расположения моста на нескольких фотографиях места расположения мостового сооружения, сделанных с разных точек зрения (рис. 16). При этом неплохо рассмотреть варианты 3D-моделирования моста на местности в разные времена года и в разное время суток. Все это позволит более тщательно оценить эстетические свойства концептуального проекта моста.



Рисунок 16. Трехмерная модель мостового перехода в Алабаме. Компания ALDOT при проектировании моста через реку Мобил использовала LumentRT, с помощью которой были созданы комплексные интерактивные 3D-визуализации моста и окружающей местности (источник: [69])

3.4 Оценка перспективных вариантов моста с точки зрения стоимости, технологичности, ремонтпригодности

Благодаря наличию значительного количества вариантов мостового сооружения этот шаг достаточно легко осуществляется. И мы можем выбрать окончательный вариант, наиболее эффективный с экономической, конструктивной, технологической, эксплуатационной и эстетической точек зрения. Но при этом следует убедиться, что все заинтересованные в проекте стороны (инвестор, заказчик, проектировщик, предполагаемый подрядчик, руководители района расположения моста, да и жители этого региона) осмысленно воспринимают окончательный проект моста и последствия его реализации. В результате концептуального проектирования мы получаем информацию о месте расположения мостового сооружения, его типе и основных размерах, при учете эстетических требований.

Заключение

Эстетическое видение инженера уходит корнями в творческие возможности, предлагаемые визуальным выражением потоков сил, которые любая мостовая конструкция должна пропустить сквозь себя и передать на нижележащий грунт. Проектирование мостов нередко страдает от догматического представления о том, кто их должен проектировать. Для того, чтобы проектирование мостов могло развиваться как форма искусства, надо учитывать важность технологий как источника творческих идей, которые могут быть визуально выражены в проектах мостов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большой энциклопедический словарь / Ред. А.М. Прохоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. 1456 с.
2. Витрувий. Десять книг об архитектуре. Пер. с лат. Ф.А. Петровского. – М.: Едиториал УРСС, 2003. 328 с.
3. Никитина И.П. Эстетика. М. высшая школа. 2008. 768 с.
4. Щусев П.В. Мосты и их архитектура. М. Стройиздат. 1952. 360 с.
5. Надежин, Б.М. Мосты и путепроводы в городах: архитектурно-планировочные особенности. М.: Стройиздат, 1964. 287 с.
6. Пунин, А.Л. Архитектура современных зарубежных мостов. Л.: Стройиздат, 1974. – 73 с.
7. Толмачев, К.Х. Основы архитектурного проектирования мостов. Новосибирск, 1978. 62 с.
8. Пунин А.Л. Архитектура отечественных мостов. М. Стройиздат. Ленинградское отделение. 1982. 152 с.
9. Гибшман Е.М. Средства архитектурной композиции городских транспортных сооружений. МАДИ. М., 1986. 123 с.
10. Бунин, М.С. Мосты Ленинграда. Очерки истории и архитектуры мостов Петербурга – Петрограда – Ленинграда. Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение. 1986. 280 с.

11. Гибшман Е.М. Архитектурное проектирование мостовых сооружений. М.: МАДИ, 1988. 87 с.
12. Надёжин Б.М. Архитектура мостов. М. Стройиздат. 1989. 96 с.
13. Ефимов П.П. Архитектура мостов. М. ФГУП «Информавтодор». 2003. 212 с.
14. Овчинников И.Г., Дядченко Г.С. Пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура. Учебное пособие. Саратов. СГТУ. 2005. 226 с.
15. Картопольцев, В.М., Горлушко О.В. Архитектура мостов: курс лекций. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2005. – 70 с.
16. Овчинников И.Г., Инамов Р.Р., Бахтин С.А., Овчинников И.И. Висячие и вантовые мосты: эстетические проблемы. (учебное пособие). Саратов: Сарат. Гос. Техн. ун-т. 2002. 107 с.
17. Аржаникова О.А., Стахеев О.В. Критерии оценки эстетических качеств мостов // Материалы 57 научно-технической конференции. Томск. ТГАСУ. 2011. С. 314-319.
18. Павлова Л.В. Ландшафтно-эстетическая организация транспортных сооружений // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. №2(23). С. 96-103. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.18.
19. Mock, E.B. The architecture of Bridges. Museum of Modern Art, 1949. New York, USA.
20. David Bennett: "The architecture of bridge design" – 1st edition- Thomas Telford house publications-London-UK-1997.
21. Michele Melaragno: "Preliminary design of bridges for architects and engineers" – Marcel Dekker publications-New York-USA-1998.
22. Lionel Browne: "Bridge masterpieces of architecture" – Todtri productions-New York-USA-1998.
23. Bernhard Graf: "Bridges that changed the world" – Prestel Publishing-Frankfurt-Germany-2002.
24. Frederick Gottemoller: "Bridge scape – The art of designing bridges" – John Wily and Sons-Hoboken-New Jersey-United States of America. 2004. 276 p.
25. David Brown: "Bridges: Three Thousand Years of Defying Nature" – Mitchell Beazley-USA-2005.
26. Andrew W. Charleson: "Structure as architecture" – A source book for architects and structural engineers-An imprint of Elsevier-Oxford-UK-2005.
27. Chris van Uffelen's: "Masterpieces: Bridge Architecture + Design" – Braun publications-USA-2009.
28. Edward Allen & Waclaw Zalewski "Form and Forces-Designing Efficient, Expressive Structures"-1st edition, John Wiley & Sons publications-New York-USA-2010.
29. David Blockley: "Bridges – the Science and Art of the World's Most Inspiring Structures" – OUP Oxford university press-UK-2010.
30. Khaled M. Mahmoud: "Modern techniques in bridge engineering" – BTC Bridge Technology Consulting – CRC Press Taylor and Francis group – A Balkema book-New York-USA-2011.

31. Vengenroth, R.H. A Bridge Engineer Looks at Esthetics of Structures, ASCE Journal of Structural Division, April, 1971, pp. 1227-1237.
32. Zuk, Y. A Methodology for Evaluating the Esthetic Appeal of Bridge Designs, Highway Research Board Record #428, 1973. pp. 1-4.
33. Zuk, Y. Public Response to Bridge Colors, Transportation Research Board #507, 1974. pp. 1-5.
34. Crouch, A.G.D. Bridge Aesthetics: A Sociological Approach, Civil Engineering Transactions of the Australia Institute of Engineers, Vol. 16, No.2, 1974.
35. Zuk, Y. Bridge Esthetic Guidelines, VHTRC Report, Sept., 1975.
36. Zuk, Y. How Almost Anyone Can Design a Good Looking Bridge in One Easy Lesson, ASCE Proceedings on Methods of Structural Analysis, Vol. 1, pp. 19-32, 1976.
37. Zuk, Y. A Rating System for the Esthetics of Bridges, VHTRC 80-R51, June 1980.
38. Leonhardt, F. Bridges: Aesthetics and Design, 308 pp., Deutsche Verlags-Anstalt (MIT Press, Cambridge, Massachusetts), 1982.
39. Elliott, A.L. Esthetic Development of California's Bridges, ASCE Journal of Structural Engineers, Vol. 109, Sept. 1983. pp. 2159-2174.
40. Zuk, Y. Expert Systems as Applied to Bridges and Pavements, VHTRC 86-R31, April 1986.
41. Watson, S.C., and M.K. Hurd, eds. Esthetics in Concrete Bridge Design. ACI, Detroit, Michigan, 1990.
42. Schlaich, J.M. On the Aesthetics of Pedestrian Bridges in: Esthetics in Concrete Bridge Design S.C. Watson & M.K. Hurd, ed. American Concrete Institute, 1990. Michigan, USA. p. 133-148.
43. Yang, S. & D. Huang. Aesthetic Considerations for Urban Pedestrian Bridge Design, in: Journal of Architectural Engineering (p. 38). March 1997.
44. Frederick Gottemoller & David P. Billington: "Bridge Aesthetics – Structural Art." Bridge Engineering Handbook-2nd edition-2000.
45. Gauvreau, P.: "Innovation and Aesthetics in Bridge Engineering" – Canadian Civil Engineer-Canada-2007.
46. Bridge aesthetics-design guideline to improve the appearance of bridges in NSW – Center for urban design-Transport Roads and maritime services – New south Wales – Australia – 2012.
47. Gauvreau, P. "The Three Myths of Bridge Aesthetics". In Developments in Short and Medium Span Bridge Engineering 2002, pp. 49-56.
48. Ed. P.H. Brett, N. Banthia, and P.G. Buckland. Montreal: Canadian Society for Civil Engineering, 2002.
49. David. P. Billington. Robert Maillart: Builder; Designer and Artist, Cambridge University Press, New York, 1997. All discussion of Maillart's works and ideas come from this biography.
50. Кудрявцева С. Сантьяго Калатрава. ИД Комсомольская правда. Директ. Медиа. 2015. 72 с.

51. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Мандрик-Котов Б.Б., Михалдыкин Е.С. Проблемы применения полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/89TVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. С. 1-19.
52. Bridge Aesthetics Sourcebook. Practical Ideas for Short and Medium Span Bridges. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC. 2. 2009. 69 p.
53. Gauvreau, P. "Innovation and Aesthetics in Bridge Engineering". Canadian Civil Engineer 23.5 (Winter 2006-2007): 10-12, 2007.
54. Carl W. Condit. Sullivan's Skyscrapers as the Expression of Nineteenth Century Technology // Technology and Culture, Vol. 1, No. 1. (Winter, 1959), pp. 78-93.
55. Finley, R. Craig. "Five fundamentals of bridge design". CE News 13 (August 2001): 48-49.
56. Buckland, P.G. "The Inherent Beauty of Cable-Stayed Bridges". In Esthetics in Concrete Bridge Design. Detroit: American Concrete Institute, 1990.
57. Zuk, William. "A Rating Index for Bridge Aesthetics". Concrete International 17 (August 1995): p. 45-47.
58. Figg, Eugene C. «Public Involvement Creates Revolutionary Bridge Design». In Proceedings of the International Bridge Conference. Pittsburgh: Engineers Society of Western Pennsylvania, 2001.
59. Семенова В.В. Качественные методы: введение в гуманистическую социологию. Учебное пособие для вузов. Ин-т социологии РАН. – М.: Добросвет. 1998. 289 с.
60. Zwicky Fritz. Discovery, Invention, Research, through the Morphological Approach. Macmillan, New York, 1969. xii + 276 pp.
61. Казначеева О.Н. Для успешного продвижения BIM правительство должно понимать его значение и ценность // CADmaster. №1(83). 2016. С. 28-31.

Gorbacheva Irina Anatolievna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, Saratov
E-mail: i.gorbacheva@mt.krasnodar.ru

Ovchinnikov Ilya Igorevich

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, Saratov
E-mail: bridgeart@mail.ru

Ovchinnikov Igor Georgievich

Perm national research polytechnic university, Russia, Perm
Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, Saratov
National research nuclear university «MEPhI»
Balakovo institute of engineering and technology (branch), Russia, Balakovo
E-mail: bridgesar@mail.ru

Analysis of applicability of bridge aesthetics postulates to the problem of bridge designing

Abstract. The problem of an estimation of aesthetic qualities of bridge constructions is considered. It is noted that little attention is paid to this task in Russia, while there are many publications abroad on this subject. Three postulates are analyzed, which are supposed to be "unshakable" and are used in the design of bridges taking into account aesthetic requirements. These are postulates: the shape of the bridge follows its function, the consumer is always right and the architects will do it better. It is shown that these postulates are not always legitimate and new, more effective approaches to the design of bridges are needed, based on the provisions of bridge aesthetics, which still need to be developed.

Further, the features of the aesthetic design of small and medium-sized bridges (with spans of up to 100 meters in length) are considered, the most frequently encountered objections to the application of the aesthetic approach in the design of beam bridges are analyzed. We consider such basic criteria for the aesthetic appearance of the bridge as simplicity, good proportions with an emphasis on the fineness of the elements, a clear demonstration of how the structure works under the influence of the load, the correspondence of the structure to its surroundings.

Then, the stages of designing bridges are described and analyzed taking into account the aesthetic requirements.

Phase one (understanding the purpose of creating a bridge, taking into account its location) includes such steps: 1) understanding of the goal; 2) accounting for the location of the bridge structure; 3) taking into account the influence of the surrounding of the bridge; 4) taking into account the wishes of the residents of the area where the bridge is located; 5) accounting for the requirements of the investor (owner) of the bridge.

Phase two (the pre-project stage related to the systematization of all requirements for a bridge structure) includes the compilation of a list of all factors that should be taken into account when designing a bridge project, arranged by rank and agreeing this list with interested people and organizations.

Stage three (development of the conceptual design of the bridge) includes steps: 1) variant design on which it is recommended to use the Zwicky morphological box; 2) comparison and selection of the most effective options; 3) additional evaluation of selected options using modern computer technologies; 4) evaluation of perspective variants of the bridge in terms of cost, manufacturability, maintainability; 5) detailed design of the bridge structure with the expectation of expected loads and other external influences.

Keywords: bridges; aesthetics of bridges; architecture of bridges; form of construction; function of construction; principles of designing bridges; expert system for assessing the aesthetics of bridges; conceptual design; variant design; morphological box

REFERENCES

1. (2000). Bol'shoj ehnciklopedicheskij slovar'. [*Great Encyclopedic Dictionary*. Ed. by A.M. Prokhorov.] Moscow: The Great Russian Encyclopedia, p. 1456.
2. Vitruvius. (2003). Bol'shoj ehnciklopedicheskij slovar'. [*Ten books on architecture*.] Moscow: Editorial URSS, p. 328.
3. Nikitina I.P. (2008). Ehstetika. [*Aesthetics*.] Moscow: Higher School, p. 768.
4. Shchusev P.V. (1952). Mosty i ih arhitektura. [*Bridges and their architecture*.] Moscow: Stroizdat, p. 360 p.
5. Nadezhin B.M. (1964). Mosty i puteprovody v gorodah: arhitekturno-planirovochnye osobennosti. [*Bridges and overpasses in the cities: architectural and planning features*.] Moscow: Stroizdat, p. 287.
6. Punin A.L. (1974). Arhitektura sovremennyh zarubezhnyh mostov. [*The architecture of modern foreign bridges*.] Leningrad: Stroizdat, p. 73.
7. Tolmachev K.Kh. (1978). Osnovy arhitekturnogo proektirovaniya mostov. [*Basics of architectural design of bridges*.] Novosibirsk, p. 62.
8. Punin A.L. (1982). Arhitektura otechestvennyh mostov. [*Architecture of domestic bridges*.] Moscow: Stroizdat, p. 152.
9. Gibshman E.M. (1986). Sredstva arhitekturnoj kompozicii gorodskih transportnyh sooruzhenij. [*Means of architectural composition of urban transport constructions*.] Moscow: MADI, p. 123.
10. Bunin M.S. (1986). Mosty Leningrada. Ocherki istorii i arhitektury mostov Peterburga – Petrograda – Leningrada. [*The Bridges of Leningrad. Essays on the history and architecture of the bridges of Petersburg – Petrograd – Leningrad*.] Leningrad: Stroyizdat, p. 280.
11. Gibshman E.M. (1986). Arhitekturnoe proektirovanie mostovyh sooruzhenij. [*Architectural design of bridge structures*.] Moscow: MADI, p. 87.
12. Nadezhin B.M. (1989). Arhitektura mostov. [*Architecture of bridges*.] Moscow: Stroizdat, p. 96.
13. Efimov P.P. (2003). Arhitektura mostov. [*Architecture of bridges*.] Moscow: FGUP "Informavtodor", p. 212.
14. Ovchinnikov I.G., Dyadchenko G.S. (2005). Peshekhodnye mosty: konstrukciya, stroitel'stvo, arhitektura. [*Pedestrian bridges: design, construction, architecture*.] Saratov: Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, p. 226.
15. Kartopoltsev V.M., Gorlushko O.V. (2005). Arhitektura mostov: kurs lekcij. [*Architecture of bridges: a course of lectures*.] Tomsk: Publishing house Tom. state. architect-builds. university, p. 70.
16. Ovchinnikov I.G., Inamov R.R., Bakhtin S.A., Ovchinnikov I.I. (2002). Visyachie i vantovye mosty: ehsteticheskie problemy. [*Suspension and cable-stayed bridges: aesthetic problems*.] Saratov: Sarat. Gos. Techn. un-t. p. 107.
17. Arzhanikova O.A., Staheev O.V. Criteria for assessing the aesthetic qualities of bridges. *TGASU*, pp. 314-319. (in Russian).

18. Pavlova L.V. (2016). Landscape-aesthetic organization of transport constructions. *Vestnik SSSAU*, 2(23), pp. 96-103. DOI 10.17673/Vestnik.2016.02.18. (in Russian).
19. Mock E.B. (1949). *The architecture of Bridges*. New York: Museum of Modern Art.
20. David Bennett. (1997). *The architecture of bridge design*. London: Thomas Telford house publications.
21. Michele Melaragno. (1998). *Preliminary design of bridges for architects and engineers*. New York: Marcel Dekker publications.
22. Lionel Browne. (1998). *Bridge masterpieces of architecture*. New York: Todtri productions.
23. Bernhard Graf. (2002). *Bridges that changed the world*. Germany: Prestel Publishing-Frankfurt.
24. Frederick Gottemoller. (2004). *Bridge scape – The art of designing bridges*. New Jersey: John Wily and Sons-Hoboken, p. 276.
25. David Brown. (2005). *Bridges: Three Thousand Years of Defying Nature*. USA: Mitchell Beazley.
26. Andrew W. Charleson. (2005). *Structure as architecture*. UK: An imprint of Elsevier-Oxford.
27. Chris van Uffelen's. (2009). *Masterpieces: Bridge Architecture + Design*. USA: Braun publications.
28. Edward Allen & Waclaw Zalewski. (2010). *Form and Forces-Designing Efficient, Expressive Structures*. New York: John Wiley & Sons publications.
29. David Blockley. (2010). *Bridges – the Science and Art of the World's Most Inspiring Structures*. UK: OUP Oxford university press.
30. Khaled M.M. (2011). *Modern techniques in bridge engineering*. New York: BTC Bridge Technology Consulting.
31. Vengenroth, R.H. (1971). A Bridge Engineer Looks at Esthetics of Structures. *ASCE Journal of Structural Division*, pp. 1227-1237.
32. Zuk Y. (1973). A Methodology for Evaluating the Esthetic Appeal of Bridge Designs. *Highway Research Board Record*, 428, pp. 1-4.
33. Zuk Y. (1974). Public Response to Bridge Colors. *Transportation Research Board*, 507, pp. 1-5.
34. Crouch, A.G.D. (1974). Bridge Aesthetics: A Sociological Approach, *Civil Engineering Transactions of the Australia Institute of Engineers*, 2(16).
35. Zuk Y. (1975). Bridge Esthetic Guidelines. *VHTRC Report*.
36. Zuk Y. (1976). How Almost Anyone Can Design a Good Looking Bridge in One Easy Lesson. *ASCE Proceedings on Methods of Structural Analysis*, 1, pp. 19-32.
37. Zuk Y. (1980). A Rating System for the Esthetics of Bridges. *VHTRC 80-R51*.
38. Leonhardt F.B. (1982). Aesthetics and Design. *Deutsche Verlags-Anstalt*, p. 308.
39. Elliott A.L. (1983). Esthetic Development of California's Bridges. *ASCE Journal of Structural Engineers*, 109, pp. 2159-2174.
40. Zuk Y. (1986). Expert Systems as Applied to Bridges and Pavements. *VHTRC 86-R31*.
41. Watson S.C., Hurd M.K. (1990). Esthetics in Concrete Bridge Design. *ACI*.

42. Schlaich J.M. (1990). On the Aesthetics of Pedestrian Bridges in: Esthetics in Concrete Bridge Design. *American Concrete Institute*, pp. 133-148.
43. Yang S., Huang D. (1997). Aesthetic Considerations for Urban Pedestrian Bridge Design. *Journal of Architectural Engineering*, p. 38.
44. Frederick G., David P.B. (2000). Bridge Aesthetics – Structural Art. *Bridge Engineering Handbook*.
45. Gauvreau P. (2007). Innovation and Aesthetics in Bridge Engineering. *Canadian Civil Engineer*.
46. (2012). Bridge aesthetics-design guideline to improve the appearance of bridges in NSW – Center for urban design-Transport Roads and maritime services. *New south Wales*.
47. Gauvreau P. (2002). The Three Myths of Bridge Aesthetics. *In Developments in Short and Medium Span Bridge Engineering*, pp. 49-56.
48. Brett P.H., Banthia N., Buckland P.G. (2002). Montreal: Canadian Society for Civil Engineering.
49. Davi. P.B. (1997). Robert Maillart: Builder, Designer and Artist. *Cambridge University Press*.
50. Kudryavtseva S. (2015). Santiago Calatrava. *Komsomolskaya Pravda*, p. 72. (in Russian).
51. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Mandrik-Kotov B.B., Mikhaldykin E.S. (2016). Problems of using polymeric composite materials in transport construction. *Naukovedenie*, [online] 6(8), pp. 1-19. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/89TVN616.pdf> (in Russian).
52. (2009). Bridge Aesthetics Sourcebook. Practical Ideas for Short and Medium Span Bridges. *American Association of State Highway and Transportation Officials*, 2, p. 69.
53. Gauvreau P. (2007). Innovation and Aesthetics in Bridge Engineering. *Canadian Civil Engineer* 23.5 (Winter 2006-2007), 10-12.
54. Carl W. (1959). Condit. Sullivan's Skyscrapers as the Expression of Nineteenth Century Technology. *Technology and Culture*, 1(1), pp. 78-93.
55. Finley R.C. (2001). Five fundamentals of bridge design. *CE News* 13, pp. 48-49.
56. Buckland P.G. (1990). *The Inherent Beauty of Cable-Stayed Bridges*. Detroit: American Concrete Institute.
57. Zuk William. (1995). A Rating Index for Bridge Aesthetics. *Concrete International*, 17, pp. 45-47.
58. Figg E.C. (2001). *Public Involvement Creates Revolutionary Bridge Design*. Pittsburgh: Engineers Society of Western Pennsylvania.
59. Semenova V.V. (1998). Kachestvennyye metody: vvedenie v gumanisticheskuyu sociologiyu. Uchebnoe posobie dlya vuzov. In-t sociologii RAN. [*Qualitative methods: introduction to humanistic sociology. Textbook for high schools. Institute of Sociology RAS.*] Moscow: Dobrosvet. 1998. 289 p.
60. Zwicky F. (1969). *Discovery, Invention, Research, through the Morphological Approach*. New York: Macmillan, p. 276.
61. Kaznacheeva O.N. (2016). To successfully promote BIM, the government must understand its value. *CADmaster*, 1(83), pp. 28-31. (in Russian).