

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

УДК 725.95:701/09

*КАРТОПОЛЬЦЕВ ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ, докт. техн. наук, профессор,
kaf_most@mail.ru*

*КУХАРЕНКО СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА, ст. преподаватель,
kaf_most@mail.ru*

*КИСЕЛЕВА КРИСТИНА ВАЛЕРЬЕВНА, магистрант,
kaf_most@mail.ru*

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

К ВОПРОСУ ОБ АЛЬТЕРНАТИВНОСТИ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВ

Рассмотрены возможные варианты применения принципов альтернативности в проектировании мостов. Принцип альтернативного проектирования с участием архитектурных трансформаций в оценке вариантов мостовых сооружений основан на выявлении множества направленных и часто противоречивых критериев в окончательной оценке решений.

Альтернативность стремится к такой организации творческой процедуры проектирования с учетом архитектурных требований, при которой критическая составляющая предложенных решений приводит к адекватности предполагаемого сценария и функционирования объекта. Происходит проигрывание композиционных вариантов сооружения с участием взаимоисключающих различий.

Ключевые слова: мост; критерии; пролетные строения; архитектура; альтернативное проектирование; эргономика.

*VLADIMIR M. KARTOPOLTSEV, DSc, Professor,
kaf_most@mail.ru*

*SVETLANA A. KUKHARENKO, Senior Lecturer,
kaf_most@mail.ru*

*KRISTINA V. KISELEVA, Undergraduate Student,
kaf_most@mail.ru*

*Tomsk State University of Architecture and Building,
2, Solyanaya Sq., 634063, Tomsk, Russia*

TOWARDS ALTERNATIVENESS IN BRIDGE ARCHITECTURE

The paper presents possible variants of using principles of alternativeness in bridge design. The principle of alternative design including architectural transformations in the assessment of bridge structures is based on the identification of a set of assessment criteria.

Alternativeness tends to organize a creative design procedure taking into account the architectural requirements. This design procedure should include a critical component of proposed solutions which leads to an adequate proposed scenario and the object functioning. In this conditions, compositional and structural variants are considered together with mutually exclusive differences.

Keywords: bridge; criteria; span structures; architecture; alternative design; ergonomics.

Мосты, путепроводы и эстакады, наряду с основным назначением – пропуском транспортных потоков через препятствия, являются градообразующими объектами, а также участвуют в формировании архитектурно-планировочных решений окружающего ландшафта, местности.

Академик Г.П. Передерий говорил, что мост должен быть прочным, в должной мере долговечным и красивым. Только после этого можно требовать экономичности. Используя пропорции, ритм, масштаб, фактуру, цвет, приемы дизайна и контраста и другие средства архитектурно-художественной выразительности, проектировщик может создать сооружение, в котором функциональная и техническая целесообразность сочетается с художественной завершенностью [1].

Искусство проектирования не содержит неизменных методологических принципов, а следует за развитием производительных сил общества и совершенствованием техники. В то же время можно выделить некоторые общие правила, которые необходимо знать инженеру, участвующему в проектировании и строительстве мостов и других транспортных сооружений.

Силуэт моста должен соответствовать характеру данной местности или противопоставляться ему, подчеркивая тем самым наиболее интересные особенности прилегающей панорамы. При проектировании необходимо учитывать все возможные ракурсы совместно с окружающими мост постройками.

При взгляде на мост или транспортное сооружение издали основное впечатление создают их силуэт и общие формы. Художественное выражение работы конструкции и материала в архитектуре называют тектоникой. Такие оценки, как «легкий», «тяжелый», «массивный», – итог зрительного восприятия тектонических особенностей сооружения.

Если конструкции придается вид, совпадающий с действительной ее работой, то имеют в виду реальную тектонику. Примером ее могут служить архивольты в арочных мостах или выделение замка в арках. Когда из-за местных условий или общего композиционного замысла сооружение приобретает вид, которым сама конструкция не обладает, тектоника называется мнимой, или иллюзорной. Пример такой тектоники – конструкция опирания балки жесткости на пилон в Северинском мосту в Кёльне (рис. 1). Место опирания балки скрыто, и из-за этого создается впечатление, что мост подвешен между стойками пилона только на вантах. Такое использование приемов иллюзорной

тектоники художественно оправданно, т. к. подчеркивает основную тектоническую тему моста – вантовую конструкцию.



Рис. 1. Северинский мост в Кёльне (http://www.wikiwand.com/ru/Мост_Святого_Северина)

В современных мостах часто встречаются примеры реальной тектоники, но выраженной пассивно, и это значит, что архитектура не противоречит реальной работе сооружения, но и не подстраивается под нее.

В мостовых конструкциях удачные пропорции во многом определяют облик сооружения, а вид эстакады со стороны должен создавать впечатление его легкости. Для этого стремятся конструктивно и зрительно уменьшить строительную высоту пролетных строений: перильные ограждения выполняют с редко расположенными стойками, увеличивают вылет свесов верхней плиты пролетных строений так, чтобы тень от них как бы уменьшала высоту главных балок, применяют плитные и коробчатые несущие конструкции малой высоты.

Еще одним средством архитектурной композиции является ритмическое повторение элементов сооружения. В линейно-протяженных балочного типа мостах с одинаковыми пролетами ряд опор и гладкая поверхность пролетного строения создают основную ритмическую тему композиции (рис. 2). В стальных мостах эта тема может быть дополнена ритмом вертикальных ребер жесткости стенок пролетного строения, консолями поперечных балок, подкосами.

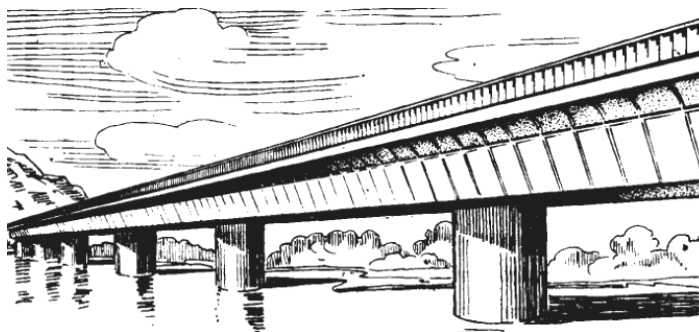


Рис. 2. Пример ритма в мостах

В мостостроении используют различные виды проектирования: типовое (вариантное и альтернативное), индивидуальное, концептуальное, конкурсное, экспериментальное и др. Так, типовое проектирование чаще всего предназначается для неоднократного использования при массовом строительстве мостовых сооружений, где изменения могут вноситься только для определенных условий строительства [2].

Известно из отечественной и зарубежной практики, что основным способом определения оптимального решения является метод вариантного проектирования, в результате выявляется объект, отвечающий требованиям социальной, культурно-эстетической, градообразующей направленности.

В процессе вариантного проектирования происходит оптимизация поставленных перед проектировщиками задач, а также рассматривается перспективность форм и модели мостового сооружения в рамках архитектурных требований [3].

Вариантный метод приобретает различный смысл на разных этапах продвижения к цели и проходит ряд ступеней развития. В процессе вариантного проектирования предварительные решения имеют свободный стиль. Желательно, чтобы варианты были адекватны и имели взаимоисключающие различия. Предварительный фильтр вариантного проектирования направлен на выявление новизны и ощущения красоты транспортного сооружения [4].

Сравнение же альтернативных вариантов – важная и особая цель созидательного и познавательного процесса, где каждый вариант представляет собой нечто новое или видоизмененное повторение и дает материал для анализа и оценки, предшествующих принятию решения. Изменение вариантов существенных свойств проектируемого моста направлено на выбор критического из вариантов с точки зрения противоречивых критериев, способных определять лучший, внутренне непротиворечивый вариант, удовлетворяющий всем предъявляемым требованиям.

Альтернативное проектирование – это технология решения проблем в условиях максимальной неопределенности задач и вариативности их возможных решений. Поэтому чрезвычайно важны некие исходные положения, которые определяют общие ориентиры и мировоззренческие рамки проектной деятельности.

Альтернативный проект представляет собой целевой блок, который реализуется через систему практических мероприятий. В основе идеи проекта и разработки условий и способов его воплощения лежит система принципов, т. е. основных исходных положений, теоретико-мировоззренческих оснований и наиболее общих нормативов проектной деятельности.

Принципы альтернативного проектирования выполняют двоякую функцию. Во-первых, они определяют мировоззрение проектировщика, а также стиль и нравственную интонацию разрабатываемых им концепций, проектов, программ, инициатив, что обеспечивает ценностно-ориентационный уровень проектирования. По степени их воплощения можно судить об органичности проекта, мере его созидательности или разрушительности. Во-вторых, эти принципы составляют теоретическую основу технологии альтернативного проектирования.

К числу ведущих принципов альтернативного проектирования относятся:

1. Принцип «критического порога модификации», предполагающий учет границ и возможностей управляемости объекта проектирования, степени корректируемости и оценку социально-значимых последствий такой модификации.

Смысл проектирования заключается не в жестком управлении архитектурными процессами или развитии архитектуры в смысле отрасли, а в поддержке самоорганизующейся архитектурной среды, для которой архитектура есть имманентный, универсальный и пронизывающий ее компонент.

2. Принцип персонифицированности процесса и результатов социокультурного проектирования означает:

- альтернативность идей и проектов, создающая условия для свободного самоосуществления, самореализации человека средствами архитектурной деятельности. Основой поведения человека в рамках проекта должна стать его внутренняя детерминированная самостоятельность и творческая активность;

- восстановление связей архитектурных процессов с личностью творца, актуализация скрытых в отечественной и мировой истории нравственных референтов;

- восприятие архитектуры как особого духовного мира, наполненного значимыми для человека образами, смыслами, идеями, ценностями.

3. Принцип оптимальной ориентации на сохранение и изменение соразмерности традиционных и инновационных механизмов и процессов культурной динамики. Оптимальное соотношение между процессами воспроизводства архитектурного наследия (актуализации, востребованности уже существующих в архитектуре или существовавших ранее явлений, ценностей, норм, традиций и т. д.) и процессами архитектурной инновации предполагает безусловное доминирование первой тенденции. Актуальность практической реализации принципа соразмерности традиционных и инновационных механизмов и процессов архитектурной динамики обусловлена рядом обстоятельств:

- процессы сохранения и изменения являются базовыми механизмами развития любых культурных систем;

- актуальность практической реализации принципа соразмерности традиционных и инновационных процессов архитектурной динамики обусловлена тем обстоятельством, что ориентация на сохранение вытекает из специфики российской архитектуры.

Проектирование мостовых сооружений производится в две или в одну стадию, но независимо от стадийности проектирования каждое сооружение требует альтернативной вариантной проработки для выбора оптимального решения, которое оценивается по следующим показателям: технико-экономическим; внедрению новой техники и современных способов производства работ; применению местных или рациональных, в конкретном случае, материалов; сроку строительства; сроку окупаемости сооружения; эксплуатационным расходам.

Из сложившейся ситуации в нашей стране метод проектирования и строительства мостовых сооружений в большинстве случаев исходил из технической целесообразности, экономичности строительства и эксплуатации, удовлетворения требований планировочных показателей. Среди многочисленных требований, предъявляемых к мостам при проектировании (транс-

портные, общинженерные, конструктивные, технологические), эстетическим требованиям не всегда уделялось должное внимания.

При оценке эстетических качеств мостов учитывается как гармония собственно моста как завершенной конструкции, так и соответствие форм моста окружающей среде.

Эстетика моста связана с выбором схемы систем пролетных строений и опор и назначением основных размеров. Эта творческая задача, которую нужно решить так, чтобы в результате получить сооружение, в наибольшей степени удовлетворяющее предъявляемым к нему требованиям (непрерывная и безопасная эксплуатация; возможно большая долговечность и наименьшие эксплуатационные расходы; наименьшая строительная стоимость, трудоемкость сооружения моста, сроки постройки, расход металла; удобство эксплуатации при современных скоростях движения; красивый внешний вид).

Форма моста рассматривается в спектре типов пролетных строений и опор, длины пролетов. Как правило, проектировщик, исходя из местных условий, опыта проектирования и своих знаний, составляет несколько конкурентоспособных вариантов. Затем после технико-экономического сравнения вариантов лучший из них он выбирает для детального проектирования.

Таким образом, критериями альтернативности в мостостроении являются:

- принцип случайности: внешний облик моста носит случайный характер, зависящий от предпочтений архитектора (что он представляет в данной местности, что его вдохновляет и окружает);
- принцип развития: внешний облик моста определяется в зависимости от творческой направленности архитектора (уровня его воображения, фантазии);
- принцип многовариантности: процесс создания облика – всегда процесс поиска;
- принцип направленности: первоначально представленный образ определяет дальнейшие пути усовершенствования;
- принцип сравнения: сравнение вариантов основано на множестве неумовимых, а иногда и противоречивых критериев;
- принцип «идеальности»: конечный вариант должен быть близок к начальному образу – образу «идеального»;
- принцип ограниченности: конечный вариант не должен противоречить основным требованиям к мостам (не должно нарушаться взаимодействие моста с окружающей средой, мост должен быть «вписан» в местный ландшафт).

Схематично процесс альтернативного проектирования представлен на рис. 3.

При альтернативном проектировании мостов необходимо воссоздать полноценную картину сооружения с проработкой деталей, применением и компоновкой разных критериев, но в конечном итоге мост должен вписываться в городскую и окружающую среду и являться градообразующей составляющей и важным элементом города (рис. 4).

В качестве примеров альтернативного проектирования рассмотрены следующие транспортные сооружения: вантовый кольцевой велосипедный мост Hovenring в Голландии, пешеходно-велосипедный мост Аргансуэла в Испании, пешеходный мост Slinky Springs в Германии и «ЭКОнтейнерный» пешеходно-велосипедный мост в Израиле.



Рис. 3. Схематичное изображение альтернативного проектирования



Рис. 4. Примерная схема выбора при альтернативном проектировании мостов

Кольцевой велосипедный мост Hovenring (рис. 5) по виду напоминает карусель и сделан по такому же принципу. К центральной вертикальной основе длиной 70 м по кругу крепятся 24 стальных каната, которые поддерживают круговое пролетное строение, в котором использовано около 1000 т стали. Ванты к пилону крепятся в двух уровнях с внутренней стороны пролетного строения там, где оно соединяется с круговым противовесом. Таким образом предотвращается кручение внутри пролета. В конструкциях пролетного строения и противовеса имеются бетонные включения, обеспечивающие стабильность, а сами ванты оснащены двумя типами амортизаторов (высокой частоты и низкой частоты) для гашения вибрации.



Рис. 5. Вантовый кольцевой велосипедный мост в Голландии (<http://alkatrion.com/?p=38752>)

Пешеходно-велосипедный мост Аргансуэла (рис. 6) состоит из двух частей длиной 150 и 128 м, которые выполнены в виде конусообразных труб, и эти трубы представляют собой спиральные железные «ленты», разделяющие мост на небольшие секции, в которых из одних видны плоские ребра, а из других – металлическая сетка. Таким образом удалось добиться, чтобы мост давал необходимую тень и защиту от ветра внутри и при этом не затенял парк.



Рис. 6. Мост-труба «Аргансуэла» в Мадриде (<http://www.mirkrasiv.ru/articles/most-truba-argansuyela-v-madrade-ispnija.html>)

Мост разделен на две части: пешеходная часть и велодорожка, а между ними расположились деревянные скамейки для отдыха. Сама пешеходная

дорожка внутри моста выполнена из деревянных реек для облегчения всей конструкции, и этого достаточно, чтобы передвигаться по ней пешком или на велосипеде.

Конусообразные трубы объединяются в центральной части между собой на небольшом холме, который является также и смотровой площадкой. С нее открывается прекрасный вид на парк Арансуэла, ближайшие районы, р. Мансанарес и красивый старинный Толедский мост. Особенно красиво этот мост выглядит ночью, когда фонари заливают пространство моста ярким молочным светом, который, отражаясь от железных ребер, создает впечатляющий и незабываемый эффект (рис. 7).



Рис. 7. Ночное освещение моста (<http://www.mirkrasiv.ru/articles/most-truba-argansuyela-v-madrde-ispnija.html>)

Прообразом пешеходного моста-пружины Slinky Springs (рис. 8) стала игрушка Слинки (Slinky) – «шагающая» пружина, изобретенная в 1943 г. Этот мост, длиной 406 м, представляет собой как бы большую спиральную пружину, состоящую из 496 металлических колец толщиной 9 см, перекинутую над р. Рейн до одного из островов посередине реки. Прохожая часть выполнена из сборного железобетона, покрытого цветными упругими пластиковыми накладками. Подмостовой габарит у моста достаточен, чтобы под ним проходили и легкие прогулочные корабли, и большие речные баржи. Особенно красиво мост смотрится ночью, когда включается яркая подсветка из 16 переливающихся цветов. Каждый сегмент моста подсвечивается с двух сторон (рис. 9). Издали это сооружение выглядит настоящей пружиной, которая движется и прогибается под тяжестью пешеходов [5].



Рис. 8. Мост Slinky Springs в Германии (<http://www.liveinternet.ru/users/2492363/post313559431/>)

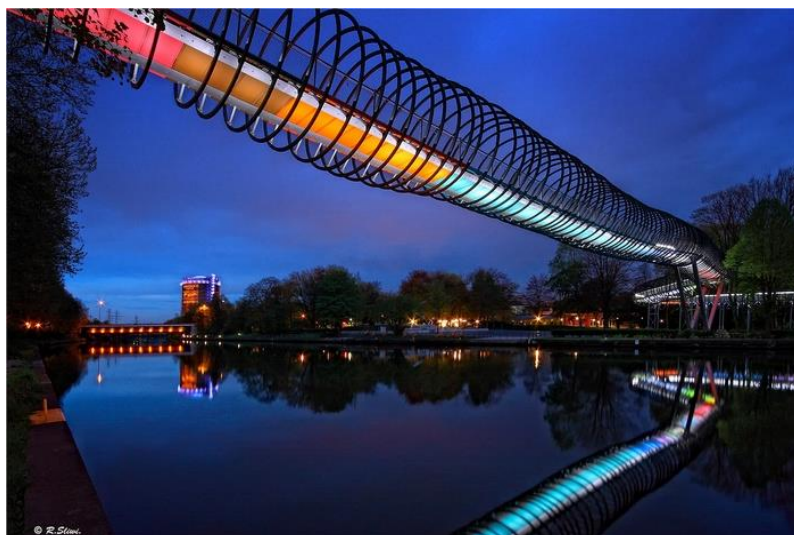


Рис. 9. Вид на мост ночью (<http://www.liveinternet.ru/users/2492363/post313559431/>)

ЭКОnteйнерный мост в Израиле (рис. 10) является одним из важных элементов правительственной экологической программы по восстановлению загрязненных территорий и связывает Национальный парк имени Ариэля Шарона с дорогой от восточных районов Тель-Авива. Сам зеленый цветущий парк размещен на месте бывшей мусорной свалки, которая издавна напоминала собой гору с плоской вершиной, причем каждый день на свалку привозили около 300 т отходов. Особенностью моста является то, что в качестве основного материала при его изготовлении используются старые морские металлические контейнеры для перевозки грузов, соединенные последовательно

в два ряда без горизонтальной арматуры. Полотно моста опирается на три вертикальные опоры, каждая из которых состоит из четырех стоек и представляет собой по форме перевернутую пирамиду.



Рис. 10. ЭКОnteйнерный мост в Израиле (<http://madan.org.il/ru/news/most-iz-staryh-konteynerov>)

Длина моста 160 м, ширина более 4 м. Мост предназначен для велосипедистов и пешеходов и закрыт для автомобилей (однако по нему планируется движение общественных «челноков» для доставки в парк туристов от места парковки). Для движения будут доступны как внешняя поверхность контейнеров, так и внутреннее пространство. Кроме того, предусмотрены смотровые площадки, откуда туристы смогут любоваться панорамами парка и Тель-Авива, а потребности сооружения в энергии, в частности для освещения, будут удовлетворяться за счет использования солнечных фотоэлектрических панелей.

Внедрение принципов альтернативности при проектировании мостовых сооружений является новым направлением в формировании не только архитектурно-художественной выразительности, реализации перспективных нормативных критериев проектной деятельности, но и мировоззрения проектировщика в современных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гибшман, Н.Е. Проектирование транспортных сооружений / Н.Е. Гибшман, В.И. Попов. – М. : Транспорт, 1988. – 447 с.
2. Momchilov, M. Contemporary decisions of pedestrian bridges / M. Momchilov // Proceedings 65 Anniversary International Conference. – Sofia, Bulgaria : VSU, 2003. – V. I. – P. 53–58.
3. Мосты Петербурга / В.М. Барановский [и др.]. – СПб. : П-2, 2010. – 181 с.
4. Kartopoltsev, V.M. Estimation criteria of architectural high positive features of automobile and urban bridges / V.M. Kartopoltsev, M.A. Hvorova // 10th International Scientific Conference. – Sofia, Bulgaria : VSU, 2010. – V. II. – P. 86–91.
5. Овчинников, И.Г. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Ч. 3. Интересные решения пешеходных и велосипедных мостов / И.Г. Овчинников, И.И. Овчинников, А.Б. Караханян // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2015. – Т. 7. – № 3. – Условия доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/81TVN215.pdf>

REFERENCES

1. *Gibshman N.E., Popov V.I.* Proektirovanie transportnyh sooruzhenii [Design of transport facilities]. Moscow: Transport Publ., 1988. 447 p. (rus)
2. *Momchilov M.* Contemporary decisions of pedestrian bridges. *Proc. 65th Anniv. Int. Conf., VSU'2003*. Sofia, Bulgaria, 2003. V. I. P. 53–58.
3. *Baranovskii V.M.* Mosty Peterburga [Bridges of St.-Petersburg]. St.-Petersburg: P-2 Publ., 2010. 181 p. (rus)
4. *Kartopoltsev V.M., Hvorova M.A.* Estimation criteria of architectural high positive features of automobile and urban bridges. *Proc. 10th Int. Sci. Conf., VSU'2010*. Sofia, Bulgaria, 2010. V. 2. Pp. 86–91.
5. *Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Karakhanyan A.B.* Peshehodnye mosty sovremennosti: tendentsii proektirovaniya. Chast' 3. Interesnye reshenija peshehodnyh i velosipednyh mostov [Pedestrian bridges of today: design trends. Pt 3. Interesting solutions on pedestrian and bicycle bridges]. *Naukovedenie*. 2015. V. 7. No 3. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/81TVN215.pdf> (rus)