

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

---

*Г.А. Аверченко, А. Н. Новик, А.В. Мишакова*

# **АРХИТЕКТУРА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург  
2022

Рецензент – к.т.н., доцент кафедры автомобильных дорог, мостов и тоннелей Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета А.В. Квитко.

Аверченко Г.А. **АРХИТЕКТУРА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**: учеб. пособие / Г.А. Аверченко, А.Н. Новик, А.В. Мишакова — СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2022. - 32 с.

Учебное пособие соответствует образовательному стандарту высшего образования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» по направлению подготовки бакалавров, специалистов и магистров 08.03.01 «Строительство» и 08.04.01 «Строительство».

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов всех курсов по направлению «Строительство» по дисциплине «Проектирование и строительство искусственных сооружений на автомобильных дорогах», а также углубленному изучению дисциплин: «Программное обеспечение инженерно-строительных расчетов», «Технология и организация проектирования мостовых переходов».

Пособие содержит основные принципы архитектурного проектирования мостов и создания за счет них внешнего облика городов и удобной среды обитания человека.

Пособие предназначено для студентов инженерно-строительного института СПбПУ Петра Великого.

Ил. 27.

## СОДЕРЖАНИЕ

Мост – акцент в архитектуре городской среды	4
Соотношение формы и конструкции в архитектуре мостов	5
Ритм в архитектуре мостов	6
Пропорции в архитектуре мостов	7
Масштабность и масштаб в архитектуре	8
Тектоника в архитектуре мостов	9
Бионический подход к проектированию мостов	13
Тенсегрити	15
Мост и окружающая среда	20
Основные точки наблюдения мостов	22
Общее понятие об архитектурной композиции	24
Библиографический список	32

## **Мост – акцент в архитектуре городской среды**

Мосты - важные элементы города, их значение состоит не только в обеспечении транспортных связей между районами города, но и в формировании его архитектурно-художественного облика. Создание полноценных сооружений, отвечающих не только инженерным, но и художественно-эстетическим требованиям должно составлять задачу проектировщиков мостов и городских транспортных сооружений [1].

Все определения, дающие истолкование понятию «архитектура», могут быть сведены в три большие группы.

Первая группа - рассматривает архитектуру как часть искусственной природы и особого рода среду деятельности человека. Обычно используется в градостроительстве и при проектировании крупных комплексов, включающих элементы различного функционального назначения. К крупным архитектурным комплексам, как правило, относят жилой район, зону отдыха или парк, а также транспортные сооружения: вокзалы или сложные транспортно- пешеходные развязки.

Вторая группа – основывается на двуедином характере архитектуры. Устанавливает место архитектуры в сфере человеческой деятельности. При этом отмечается, что она расположена как в области материальной, так и в области духовной культуры. Конструкции относят к материальной, а художественные достоинства - к духовной сфере человеческой деятельности.

Третья группа - понимание архитектуры как совокупности пользы, прочности и красоты.



**Рисунок 1. Комбинированная система моста в архитектуре**

## Соотношение формы и конструкции в архитектуре мостов

В упрощенном виде вопрос соотношения конструкции и формы может быть поставлен так: может ли художественная выразительность в мостах достигаться только с помощью конструктивных элементов или эстетические достоинства проявляются в них только при дополнительной декоративной обработке его частей. Не указывая на какую-либо позицию как на единственно верную, можно тем не менее отметить несколько принципиальных положений современного архитектурного проектирования транспортных сооружений.

1. Габаритные размеры и основные элементы моста должны быть конструктивно целесообразны: улучшение внешнего вида сооружения не должно идти по пути применения усложненных решений.

2. Задача создания художественно полноценных мостов не ограничивается включением в его композицию отдельных архитектурных деталей, пусть даже совершенных с эстетических позиций. Невозможно создать архитектуру моста только установкой перил или фонарей, какими бы достоинствами они не обладали.

3. В мостовых сооружениях основную художественную нагрузку несут важнейшие конструктивные элементы. В этом случае они выступают как главный источник архитектурной формы. Однако, чтобы стать архитектурной композицией, конструкция должна быть переосмыслена с эстетических позиций, в противном случае сооружение останется набором элементов, лишенных художественной выразительности.

4. Указанная выше концепция не является единственным правилом в архитектурном проектировании. Существует и противоположная позиция, которая не предполагает отражения в облике моста его конструктивного решения. При таком подходе фасадная композиция строится на основе закономерностей художественной гармонии вне связи с внутренней структурой сооружения. В этом случае конструкция и форма существуют отдельно друг от друга и проектируются независимо. Например, балочные мосты, которые скрыты декоративными элементами и имитирующие вантовые, подвесные или арочные системы. На рисунке 2 изображен мост арочно-подвесной системы с фальш (декоративными) элементами.

5. На форму мостов все большее влияние оказывает технология, т.е. условия и способ изготовления и монтажа конструкций. Воздействие технологии особенно существенно тогда, когда источником архитектурной формы является конструкция. В этом случае их соотношение выглядит так: технология - конструкция - форма.

Облик моста в большой степени зависит от его конструкции, поэтому для создания полноценного произведения архитектуры необходима совместная работа инженера и архитектора на всех стадиях проектирования.

В различных странах в рамках единого стиля могут встречаться существенные национальные особенности. Они определяются местными традициями, строительным материалом, климатическими условиями.



**Рисунок 2. Мост арочно-подвесной системы с фальш (декоративными) элементами**

### **Ритм в архитектуре мостов**

Понятие ритма применимо ко многим видам человеческой деятельности и явлениям природы. В общем виде его можно определить, как повторяемость события с определенными интервалами. Архитектурным ритмом – называется закономерное расположение в пространстве однородных форм или конструктивных элементов.

Различают несколько видов ритма. Чередование одинаковых элементов через равные промежутки времени называется метрическим рядом. В том случае, когда закономерность расположения элементов усложняется, либо происходит их некоторое видоизменение, говорят о ритме или ритмическом ряде (рисунок 3).

Сооружение часто обладает не одним, а несколькими ритмическими рядами. В этом случае перед архитектором стоит задача согласовать их в единый композиционный замысел.



**Рисунок 3. Придание ритма за счет опор моста через долину**

### **Пропорции в архитектуре мостов**

Пропорция – называется взаимное соотношение размеров сооружения. Пропорциональные соотношения важны для восприятия как всего сооружения в целом, так и его элементов.

Эстетические качества мостов во многом определяются верно найденными пропорциями. Такие оценки моста как легкий, массивный, тяжелый, стройный в большей степени зависят от его пропорционального построения.

Для балочных мостов существенным является верное соотношение толщины консольной части плиты и высоты балки. Не менее важно соотношение высоты балки и расстояния от балки до воды. Пропорции опор чаще всего должны соответствовать зрительно ощущаемой тяжести пролетного строения.

Важны пропорции и для всех других систем мостов. Даже для простейших балочных мостов, где количество конструктивных элементов сравнительно невелико, невозможно перечислить все важные пропорциональные соотношения. Совершенно определенно можно сказать лишь следующее: анализ лучших по архитектурному решению мостов показывает, что их пропорции прежде всего строятся на основе конструктивной целесообразности. Зрительно понятна их инженерная логика. Но важно отметить, что при построении пропорций моста соображения конструктивной целесообразности не всегда совпадает с эстетической логикой, поэтому поиск оптимального решения составляет одну из задач архитектурного проектирования мостов.



**Рисунок 4. Пропорция как часть архитектуры**

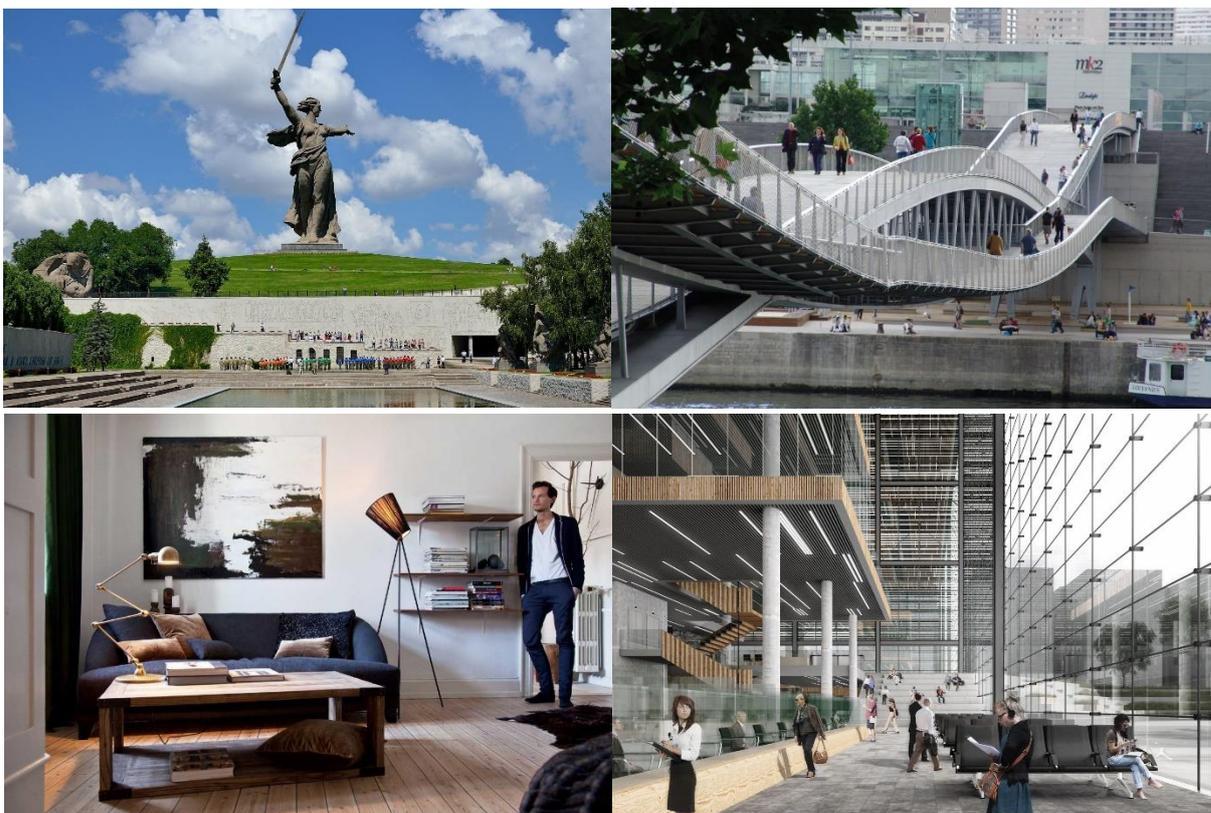
### **Масштабность и масштаб в архитектуре**

Реальную величину всякого сооружения можно окончательно осознать, только сравнив его размеры с размерами эталона. В архитектуре таким эталоном чаще всего является человек (рисунок 5).

Когда говорят о зрительном выражении величины сооружения, пользуются понятием «масштаб». Элементами, ясно характеризующими масштаб сооружения, могут являться двери, оконные проемы, а для мостов - перила, фонари, лестничные сходы. Существенное влияние на масштаб оказывают соотношения частей сооружения между собой и к целому, степень расчлененности архитектурной формы, характер обработки поверхности, пластика и степень детализовки. Выбор величины масштаба зависит от характера использования архитектурного пространства. Вполне понятно, что интерьер предполагает более мелкий строй масштабных членений, пространство города - гораздо более крупный, а мемориальные комплексы имеют сознательно увеличенный, «героический» масштаб.

С понятием масштаба связано понятие масштабности сооружения. Масштабность характеризуется соотношением размеров, членений и деталей объекта со своим окружением (городская среда, природный ландшафт) и ростом человека.

Сомасштабность человеку особенно важна в гражданской архитектуре и в сооружениях, предназначенных для интенсивного пешеходного движения. Например, в жилых районах, на пешеходных улицах, либо на пешеходных уровнях в городских транспортных сооружениях.



**Рисунок 5. Пропорции человека в архитектуре**

На общее благоприятное впечатление от моста большое влияние оказывает точно найденное масштабное соотношение сооружения и окружающей застройки. Необходимость в этом возникает при строительстве в районах со сложившейся городской средой и особенно в районах, представляющих историческую ценность.

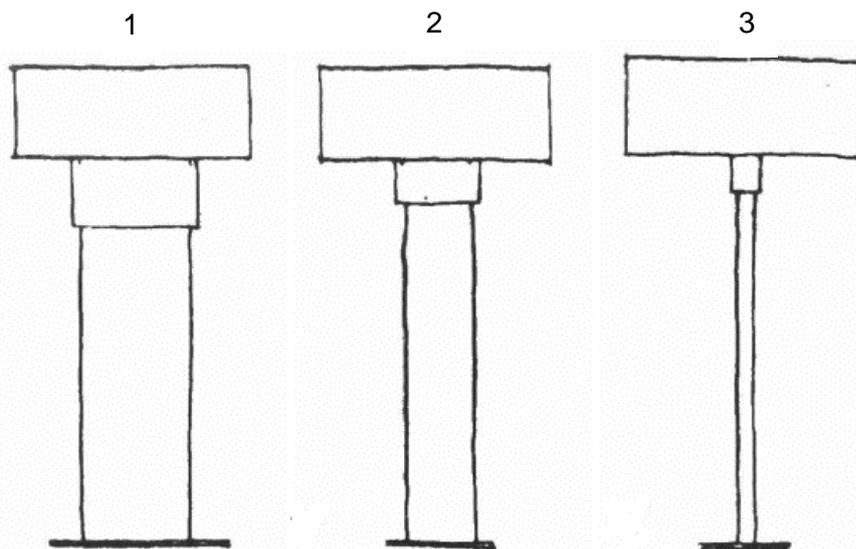
Умелое использование масштаба и масштабности сооружения – необходимое условие для создания эстетически полноценных сооружений.

### **Тектоника в архитектуре мостов**

Под тектоникой понимают художественное выражение конструктивной основы сооружения. Это понятие используется, когда говорят об отражении в образе сооружения характера распределения усилий между его элементами, о работе материала или о степени нагруженности конструкции.

Характер тектонических соотношений проще всего иллюстрируется зрительным восприятием нагруженности конструкции в зависимости от размеров несущей колонны и нагрузки на нее.

Рассмотрим три возможных варианта тектонических соотношений конструкций опор (рисунок 6).



**Рисунок 6. Тектонические соотношения конструкций опор**

В первом из них колонна имеет максимальные размеры, от этого возникает ощущение либо нерационального расхода материала, либо малой способности материала опоры сопротивляться сжатию. Второй вариант - классический пример соотношения между несущей и несомой частями сооружения, которое соответствует оптимальному распределению материала в каменной конструкции. Третий вариант свидетельствует о явно различных свойствах материала в несущей и несомой частях, что позволяет поддерживать значительную массу несравненно более тонкой опорой. С помощью дальнейшей детализации формы можно придавать дополнительные нюансы тектоническому соотношению между несущей и несомой частями. Колонна может воспринимать нагрузку легко, уверенно сопротивляться давлению либо «работать на пределе возможностей».

Зрительное восприятие работы сооружения не всегда соответствует действительному распределению усилий. В общем случае тектонику можно разделить на три вида:

- тектоника реальная, т.е. случай, когда визуальное обозначение внутренних усилий в сооружении соответствует действительности;
- тектоника мнимая - противоположный вариант;
- тектоника реальная, но не выраженная художественными средствами - пассивно выраженная тектоника.

Проявлением реальной, активно выраженной тектоники являются архивольты на каменных арочных мостах, которые подчеркивают значение блоков свода моста, несущих основную нагрузку (рисунок 7).



**Рисунок 7. Пример реальной тектоники**

Или еще один пример – изящное устройство промежуточной опоры для путепровода находящимся в третьем уровне (рисунок 8).



**Рисунок 8. Изыщное устройство промежуточной опоры путепровода**

Из современных мостов свойствами активно выраженной тектоники обладает, например, мост через Дон в Верхнем Мамоне Воронежской области (рисунок 9).



**Рисунок 9. Мост через Дон в Верхнем Мамоне Воронежской области**

Классическим примером мнимой тектоники является маскировка балочного моста под арочную или вантовую конструкцию, например, пешеходный мост через реку Луга (рисунок 10).



**Рисунок 10. Пешеходный мост через реку Луга**

Реальная, но пассивно выраженная тектоника присуща сооружениям, в процессе проектирования которых архитектурные вопросы не рассматривались. В итоге это приводило к появлению сооружений, логичных с инженерной точки зрения, правильных в тектоническом отношении, но неудачных эстетически (рисунок 11).



**Рисунок 11. Пешеходный мост через КАД в г.Санкт-Петербург**

### **Бионический подход к проектированию мостов**

Бионический подход к проектированию мостовых сооружений может рассматриваться на разных уровнях [2].

На макроуровне используется внешний вид природных структур для создания мостовых сооружений, похожих на природные объекты. При этом бионический подход можно использовать или при создании мостового сооружения в целом, или для разработки различных компонентов мостового сооружения, включая фундаменты, опоры, пролетные строения, мостовое полотно и другие элементы. Например, при проектировании внешнего вида и схемы мостового сооружения можно использовать статическую или динамическую форму растений и животных с целью получения более эффективных и инновационных решений. При этом внешние образы мостовых сооружений могут оказаться более эстетичными, более оптимальными и эффективными, чем существующие конструкции. Можно сказать, что на макроуровне изучается и используется информация о внешней форме биологических объектов (растений, животных, насекомых, рыб, микробов, человека) и веществ, существующих в природе, текстур поверхностей, характеристик механических структур, свойств биологических материалов, биологического движения, законов поведения, визуальных образов и так далее.

Кроме бионического подхода на макроуровне можно использовать и микроуровневый подход, когда в качестве источника новых идей при создании или оптимизации мостового сооружения используется информация о функциях

и механизмах взаимодействия внутри микроорганизмов. То есть при создании мостового сооружения и его компонентов используется информация о внутренней структуре и особенностях функционирования живых созданий. То есть микроуровневый подход опирается на изучение внутреннего строения микроорганизмов и ряда основных систем, включая сердечно-сосудистую систему, нервную систему, иммунную систему, а также на изучение процесса преобразования энергии в организмах, включая механизм нейронных реакций, передачу и обработку информации, возможность регулирования поведения, а также способность адаптироваться в окружающей среде.

При разработке конструкций мостовых сооружений с точки зрения микроуровневого подхода следует учитывать такие элементы, как материал, из которого создается сооружение, его конструктивная форма, особенности его функционирования. С точки зрения мостостроения большой интерес представляет способность живых организмов к адаптации (приспособлению) и саморегулированию, что может быть использовано при разработке конструктивных систем, сопротивляющихся действию ветровых и сейсмических нагрузок. При этом весьма интересными могут оказаться динамические характеристики насекомых и птиц, которым приходится приспосабливаться к действию ветровых нагрузок, так же, как и современным облегченным мостовым сооружениям. При проектировании подводной части опор и высоких ростверков следует использовать информацию о гидродинамических характеристиках подводных обитателей рек и морей.

В последнее время весьма актуальным стало экологически рациональное проектирование, то есть проектирование мостовых сооружений с учетом их влияния на окружающую среду и максимальная экономия используемых ресурсов. При этом должны быть учтены даже и видеоэкологические аспекты, то есть мостовое сооружение не должно нарушать гармонию окружающей среды и вносить диссонанс в ее восприятие. Также правильно спроектированное мостовое сооружение в процессе его возведения должно занимать как можно меньшую площадь строительной площадки, возводиться быстро и тем самым сохранять природные ресурсы в возможно большей степени. Очень важно, чтобы при создании мостового сооружения использовались местные строительные материалы, следует также внедрять повторную переработку материалов и эффективную утилизацию материалов, оставшихся после окончания строительства. В последнее время большое внимание стало уделяться проблеме ремонта и трансформации существующих мостовых сооружений, что обеспечивает эффективное их использование и оказывается экономически более выгодным, чем просто снос сооружения. Решать проблему энергосбережения

необходимо на протяжении всего жизненного цикла мостового сооружения. При этом для поддержания функционирования моста предпочтительно использовать солнечную и ветровую энергию.

И вообще, бионический подход может применяться на всех стадиях создания и функционирования мостового сооружения: разработка концепции, проектирование, изготовление, монтаж, эксплуатация, мониторинг поведения, предупреждение наступления аварийных ситуаций, смягчение последствий аварийных ситуаций и даже утилизация. В конечном счете, опираясь на бионические принципы, следует двигаться в направлении разработки основ создания интеллектуальных мостовых сооружений, то есть в направлении превращения моста из мертвой структуры в живую мостовую конструкцию.

Обращаясь к бионике как к науке, стоит отметить, что на протяжении уже многих лет инженеры и ученые многих стран проводят исследования в этой области, в результате чего были сделаны большие открытия в таких областях, как материаловедение, медицина, механика, авиация, архитектура и т.д. И хотя бионика помогла в решении многих проблем, она не универсальна, так как может только помочь ученым и инженерам сломать их мыслительные барьеры и привести к появлению новых идей, концепций, методов решения инженерных задач.

Можно сказать, что бионический подход и на макроуровне, и на микроуровне обеспечивает эффективное сочетание биологической науки, техники и эстетики, при этом изучается процесс создания и функционирования биологических объектов с целью переноса полученных знаний на процесс создания и обеспечения функционирования инженерных объектов.

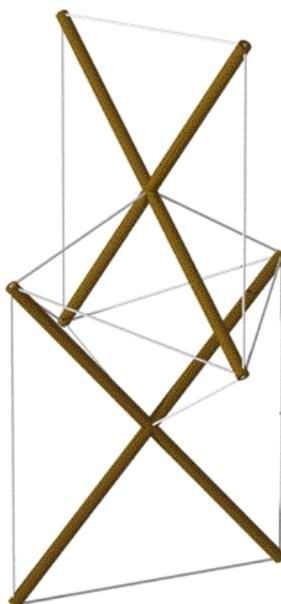
Наличие современных высокоэффективных компьютерных технологий позволяет подойти к решению задач бионики более эффективно, создавая математические модели бионических систем и процессов и перенося их на задачи создания и анализа инженерных систем.

## **Тенсегрити**

Тенсегрити:

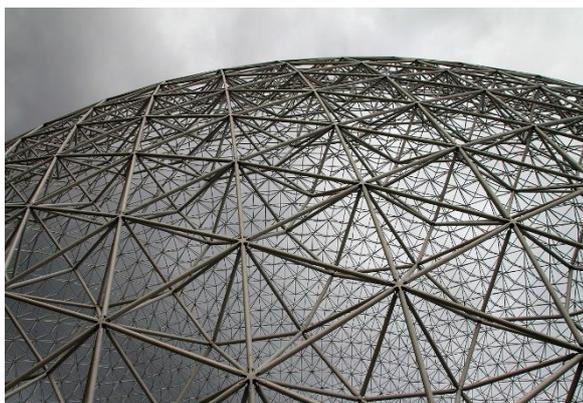
- это способность каркасных конструкций использовать взаимодействие работающих на сжатие цельных элементов с работающими на растяжение составными элементами для того, чтобы каждый элемент действовал с максимальной эффективностью и экономичностью (по Р. Фуллеру).

- это система, находящаяся в равновесном состоянии, и содержащая набор элементов, работающих на сжатие и растяжение (по Рене Мотро).



**Рисунок 12. X-Модуль по принципу «тенсегрители» Кеннета Снелсона (1948г.)**

Геодезический купол (рисунок 13) - сферическое архитектурное сооружение, собранное из стержней, образующих геодезическую структуру, благодаря которой сооружение в целом обладает хорошими несущими качествами (Р. Фуллер).



**Рисунок 13. Геодезический купол как архитектурное сооружение**

В 1949 году Фуллер, по поручению Снелсона, разработал икосаэдр на основе технологии «тенсегрители», и он и его ученики в дальнейшем развивали эту структуру, как прикладную для строительства куполов. После небольшого перерыва, Снелсон также продолжил производить различные скульптуры на основе концепций тенсегрители (рисунок 14). Основной этап работы Снелсона начался в 1959 году, когда состоялась «стержневая» выставка в Музее современного искусства. Одной из самых известных работ Снелсона является его 18-метровая Игольчатая башня 1968 года (рисунок 15) [4].



**Рисунок 14. Тенсегрити-модель – «Спящий дракон»**



**Рисунок 15. Игольчатая башня К. Снельсона**

Также стоит отметить самую высокую башню (мачту) «тенсегрити», построенную когда-либо в мире. Башня Уорноу имеет высоту 62,3 м (49,2 м основная часть плюс 12,5 м стальная стрела) и диаметр 5 м. Башня была возведена в 2003 г. к выставке в г. Росток, ФРГ. Конструкция башни состоит из шести Т-образных призм, сконструированных из трех распорок (рисунок 16). Каждая призма имеет в высоту 8,3 м и состоит из трех стальных распорок - труб,

работающих на сжатие, трех диагональных и трех горизонтальных тросов, работающих на растяжение.



**Рисунок 16. Башня Уорноу в г. Росток, ФРГ**

Благодаря исследованиям система «тенсегрити» имеет следующие особенности:

- высокие показатели грузоподъемности по соотношению к весу несущих конструкций;
- возможность включения в работу дополнительных элементов для увеличения жесткости конструкции
- высокая транспортабельность элементов и удобство монтажа;
- уникальная аэродинамическая форма.

Конструкции «тенсегрити» – это самонапряженные устойчивые пространственные системы, находящиеся в равновесном состоянии под действием внешних нагрузок. Конструкции «тенсегрити» состоят из дискретных сжатых элементов – стоек или распорок, а также вант или тросов, натянутых таким образом, чтобы сжатые элементы не соприкасались друг с другом. Данные конструкции можно рассматривать как подкласс подвесных или вантовых конструкций. Однако отличие в том, что в конструкциях «тенсегрити» растягивающие усилия не передаются на анкера (опоры), как в случае с вантовыми или подвесными конструкциями. Стабильность и жесткость конструкций «тенсегрити» обеспечивается самоуравновешиванием и

самонапряжением составляющих систему растянутых и сжатых элементов. Особенность конструкций «тенсегрити» состоит в том, что их элементы, работающие на сжатие, не соприкасаются друг с другом, а также не распространяют друг на друга сжимающие усилия, действующие на каждый из элементов.

На рисунке 17 представлена модель пролетного строения мостового сооружения, разработанная исследовательской группой Королевского Технического института Мельбурна (Австралия). Конструкция скомбинирована из идентичных элементов по типу преобразованного тетраэдра. Данная конструкция благодаря взаимному натяжению препятствует скручиванию элементов системы и изгибам пролетного строения. При этом также обеспечивается свободное необходимое пространство в конструкции.



**Рисунок 17. Модель пролетного строения мостового сооружения по системе «тенсегрити»**

Крупнейшим мостом, построенным с использованием идеи тенсегрити, является мост Курилпа в Австралийском городе Брисбен. Данный мост как нельзя лучше вписывается под определение тенсегрити ввиду того, что самонапряженная система является основным несущим элементом пролетного строения моста (рисунок 18).

Мост Курилпа Бридж является крупнейшим гибридным мостом – «тенсегрити» в мире и одним из крупнейших пешеходных. Общая длина моста составляет 470 м, основной пролет 120 м, ширина пролетного строения – 6,5 м, подмостовой габарит – 11 м. Мост рассчитан на пешеходное и велосипедное движение, снабжен двумя площадками для отдыха и навесом от солнца по всей длине моста. Мост состоит из 18 основных стальных конструкций, 20 стальных мачт и 16 горизонтальных распорок. Пролетное строение состоит из 72 сборных железобетонных плит, закрепленных на общей стальной конструкции. Сложная система кабелей и вант состоит из 80 основных оцинкованных вант и 252 кабелей – «тенсегрити» из нержавеющей стали. Всего при строительстве было

использовано 550 т стальных металлоконструкций, в том числе 6,8 км прочной стальной спиральной проволоки. Данный мост можно считать эталонным примером тенсегрити систем, ввиду достаточной независимости его основных несущих элементов пролетного строения от опор сооружения.



**Рисунок 18. Мост Курилпа в Австралийском городе Брисбен**

### **Мост и окружающая среда**

Архитектору необходимо решить задачу соотношения моста и окружающей среды. Под окружающей средой понимается как естественная природа, так и самая разнообразная городская застройка.

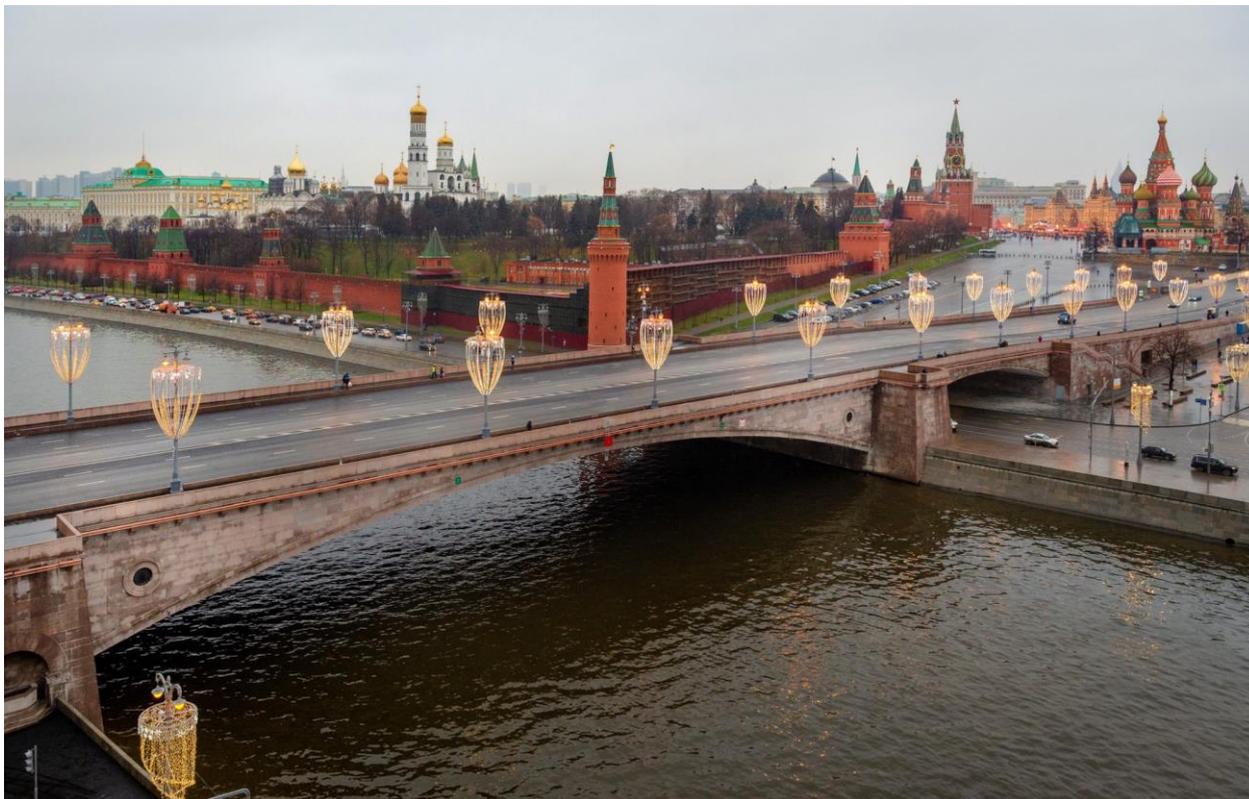
Поиск наиболее удачного соотношения моста со сложившимися городскими районами не подчиняется точным законам. Вопрос о том, как они должны соотноситься между собой, в разное время решался по разному в зависимости от преобладающих эстетических взглядов.

В настоящее время наблюдается тенденция к органичному включению новых построек либо в природный ландшафт, либо в существующий городской контекст. Для решения этой задачи необходимо выявить в сложившейся городской среде наиболее общие, типичные черты и затем сохранить эти черты в новом сооружении.

При решении задач гармоничного сочетания старой и новой застройки архитектор использует возможности ритма, пропорций, масштаба, принципы, положенные в основу традиционных приемов построения композиции силуэта мостов, применяет декор и малые архитектурные формы.

Удачным архитектурным решением моста в исторической городской среде принято считать Московский мост, построенный в 1938 г. в г.Москве по проекту архитектора А.В.Щусева и инженера В.С. Кириллова (рисунок 19).

Для сохранения его художественного единства с ансамблем Кремля использован прием «мнимой тектоники». Железобетонная конструкция представлена здесь в виде каменной арки, при этом фасадная поверхность отделана материалом, по фактуре и цвету сходным с материалом стен Кремля.



**Рисунок 19. Мост в г. Москва по проекту архитектора А.В.Щусева и инженера В.С. Кириллова**

Важное значение имеет выбор силуэта моста. В этой связи можно считать оправданным опыт строительства вантовых мостов в г. Риге и г. Кёльне. Силуэт средневековых городов во многом определялся стройными вертикалями башен соборов и ратуш. И в настоящее время он во многом сохранился и определяет облик центральной части многих старых европейских городов (рисунок 20). Вертикали пилонов мостов в этих городах поддерживают общий характер силуэта и не противоречат старой застройке, несмотря на новизну их облика и конструкций.



**Рисунок 20. Сочетание городских мостов с архитектурным обликом центра**

Достаточно сложно вписать в городскую ткань путепроводы и транспортные развязки. Особую проблему здесь может представлять согласование масштаба транспортного комплекса с масштабом человека и городской среды. Одним из путей решения этой проблемы является превращение сооружения в многофункциональный комплекс и насыщение его элементами и конструкциями масштабными человеку.

Мосты, расположенные в сельской местности, часто воспринимаются с дальних точек зрения, поэтому силуэт этих сооружений и их цвет имеют большое значение для гармоничного сочетания моста и ландшафта.

### **Основные точки наблюдения мостов**

В процессе архитектурного проектирования мостов необходимо особое внимание обратить на то, как они воспринимаются с основных точек наблюдения. Места, с которых наиболее часто воспринимается мост, могут быть любыми, однако можно выделить три основные точки наблюдения (с проезжей части, с берега реки и из движущегося под мостом автомобиля). При этом необходимо учитывать, что с каждой точки мост может восприниматься при движении с большой и малой скоростью. Таким образом, образуется пять наиболее вероятных ситуаций, в которых человек воспринимает мост:

1. Перемещение по мосту на малых скоростях (движение пешком);
2. Проезд по мосту на высокой скорости (движение в автомобиле);

3. Движение под мостом с малой скоростью (человек в лодке, пешеход под транспортной развязкой);

4. Проезд под мостом на высокой скорости;

5. Обзор моста сбоку и со значительного расстояния.

Вид с последней точки является наиболее распространенным для фотографий. Во многих работах по архитектуре мостов оценка художественных достоинств сооружения дается по его восприятию лишь с этой, действительно очень выигрышной точки. Однако необходимо помнить, что мост воспринимается не только с этой точки, хотя она несомненно важная, выразительная и информативная.



**Рисунок 21. «Золотой мост» через бухту Золотой Рог во Владивостоке.  
Вид с обзорной площадки**

Сооружение может выглядеть более привлекательным при рассмотрении его с одних точек и менее привлекательным с других.

Для движения по мосту со скоростью пешехода особое внимание следует обратить на детали, которые видны из этой зоны. Деталью могут быть украшения, например, статуи, декоративные перила и т.д. Заслуживает внимания такой прием оформления некоторых старых крытых мостов, как роспись стен. Аналогичный способ декоративного решения мостов встречается и в наше время. В данном случае речь идет о решении интерьера моста с использованием

традиционных элементов декора. Особенностью интерьера моста является его «раскрытость» на внешнее пространство. Изнутри окружающая мост городская застройка или природа воспринимаются как часть его интерьера.



**Рисунок 22. «Золотой мост» через бухту Золотой Рог во Владивостоке.  
Вид с набережной**

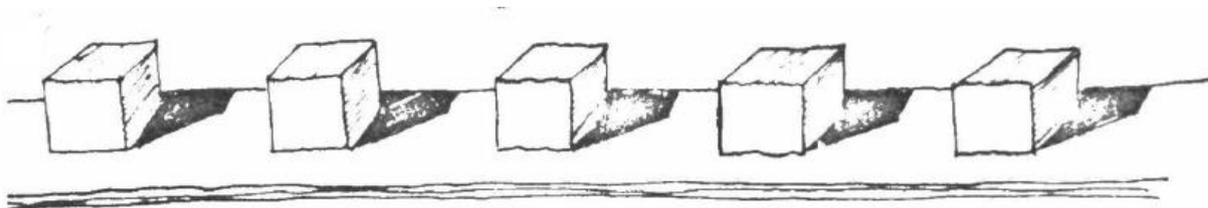
При проектировании мостов должно приниматься во внимание изменение впечатления при движении наблюдателя с большой скоростью. Этот аспект желательно учитывать при оценке сооружения. Наиболее неприятным является чувство тесноты. При неудачном решении даже безусловная уверенность в достаточности пространства не может побороть нежелательных ощущений. Можно было бы считать эстетически наиболее оправданным мост, который при движении по нему не отличим от дороги, однако имеются данные о большом количестве аварий, происходящих из-за того, что водитель психологически не ощущает себя на мосту.

### **Общее понятие об архитектурной композиции**

Композиция в архитектуре мостов - это художественно осмысленный выбор и размещение элементов сооружения в пространстве при соблюдении принципа конструктивной целесообразности и максимальной художественной выразительности [1].

Создание композиции - основная задача архитектурного проектирования, которая включает значительное количество частных проблем. Практически весь процесс работы над формой сооружения имеет цель иметь выразительную композицию. Однако далеко не всякое сооружение является архитектурной композицией. Комбинация конструктивных элементов, оправданная функционально, не станет ею, если не обладает рядом художественных признаков, главными из которых являются целостность и иерархичность.

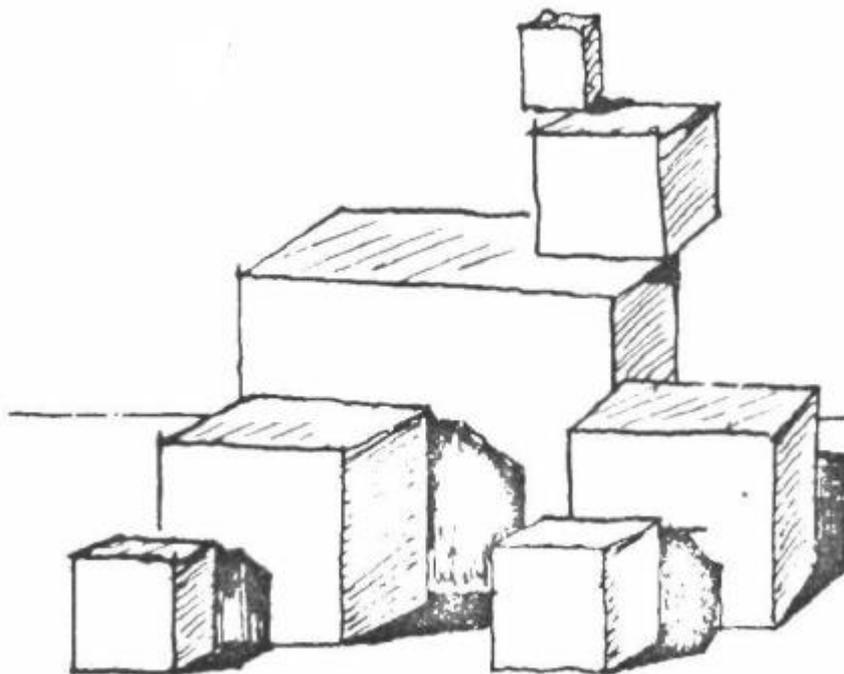
Целостность композиции предполагает полную художественную неразрывность элементов. Композиция тогда считается законченной, когда невозможно что-либо добавить или убрать. Например, несколько одинаковых кубиков, поставленных в ряд, не являются композицией (рисунок 23), поскольку их количество можно увеличивать до четырех, пяти и т.д., при этом суть не изменяется. Однако, если кубики имеют разный размер и расположены в пространстве с определенной закономерностью (рисунок 24), то они могут составить композицию, и тогда при изменении их количества или величины следует изменение общего композиционного замысла.



**Рисунок 23. Пример отсутствия композиции**

Безусловно, невозможно дать математическое выражение композиции. Оно субъективно и каждый понимает ее по-своему. Кроме того, до конца осознать, что является композицией, а что нет - можно только в процессе самостоятельного архитектурного проектирования.

Иерархичность элементов структуры - другое принципиальное свойство композиции. Прекрасный пример иерархичности дает архитектура русских пятиглавых церквей. Центр композиции, важнейшая архитектурная форма - большая центральная глава, а четыре боковые главки занимают подчиненное к ней положение. Вся же композиция расположена на объеме внутреннего пространства зала собора, который в этом случае играет роль композиционного центра.

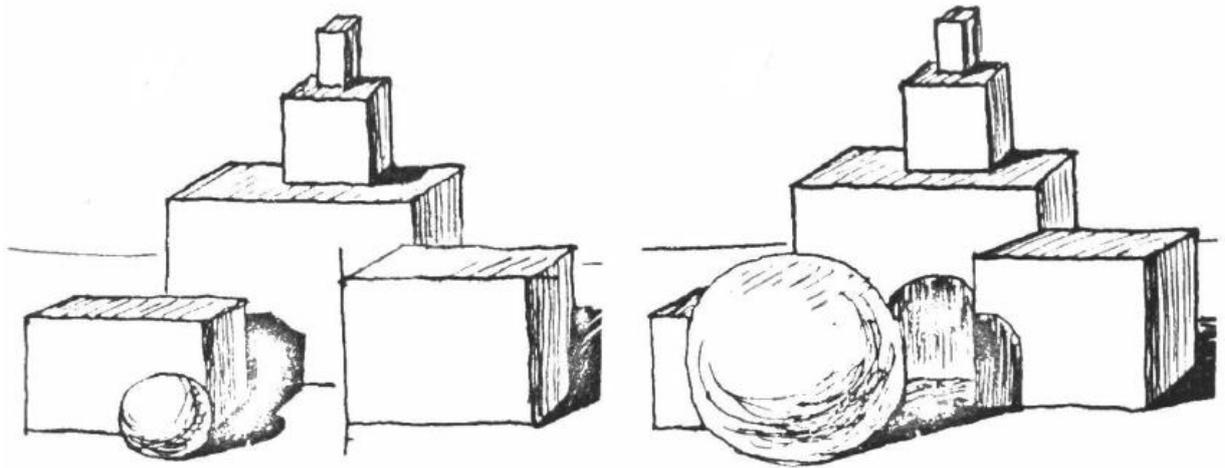


**Рисунок 24. Пример наличия композиции**

Таким образом, понятие «иерархичность» можно определить как соответствующее распределение художественной значимости между элементами сооружения и композиционную взаимоподчиненность этих элементов. Речь здесь идет лишь о своеобразном распределении «партий» между частями здания, при этом кому-то необходимо играть соло, а кому-то аккомпанировать.

Для соблюдения принципа иерархичности важно выдерживать соотношения между размерами элементов. Изменение величины одного из них может существенно изменить или даже разрушить весь замысел. Изучение законов композиции удобно сопровождать примерами с геометрическими телами.

На рисунке изображено расположение предметов со строго выраженной иерархичностью, однако изменение размеров шара делает его центром всей постановки и разбивает композиционный строй (рисунок 25).



**Рисунок 25. Влияние размера шара на общую композицию**

Логично иметь на мосту большой центральный пролет. Пролеты меньшего размера автоматически занимают по отношению к нему подчиненное положение, при этом вся композиция приобретает строгую иерархичность. Особенно ярко это проявляется в арочных мостах (рисунок 26).



**Рисунок 26. Крымский мост через Керченский пролив**

Следует добавить, что центром совершенно не обязательно должен являться самый большой пролет или самая большая форма. «Тема» - важное специфическое свойство архитектурной композиции. Тема в балочных мостах - это чередование вертикалей опор и горизонталей пролетного строения. Тема

вантовых и висячих мостов - противопоставление вертикальных пилонов горизонтальной балке жесткости.

Свойством, определяющим не саму композицию, а ее качество, является лаконичность выразительных средств. Кратко ее суть можно сформулировать следующим образом: минимальными средствами достигнуть максимальной выразительности (представление о количестве необходимых выразительных средств зависит от вкусов эпохи – моды).

Через принцип экономии выразительных средств мы подходим к вопросу о средствах архитектурной композиции мостов. Необходимо представлять, какие формы, конструкции, элементы и детали имеются в настоящее время в распоряжении проектировщика, решающего его композицию. Для этого надо подробно рассмотреть функциональное назначение современных мостов и городских транспортных сооружений.

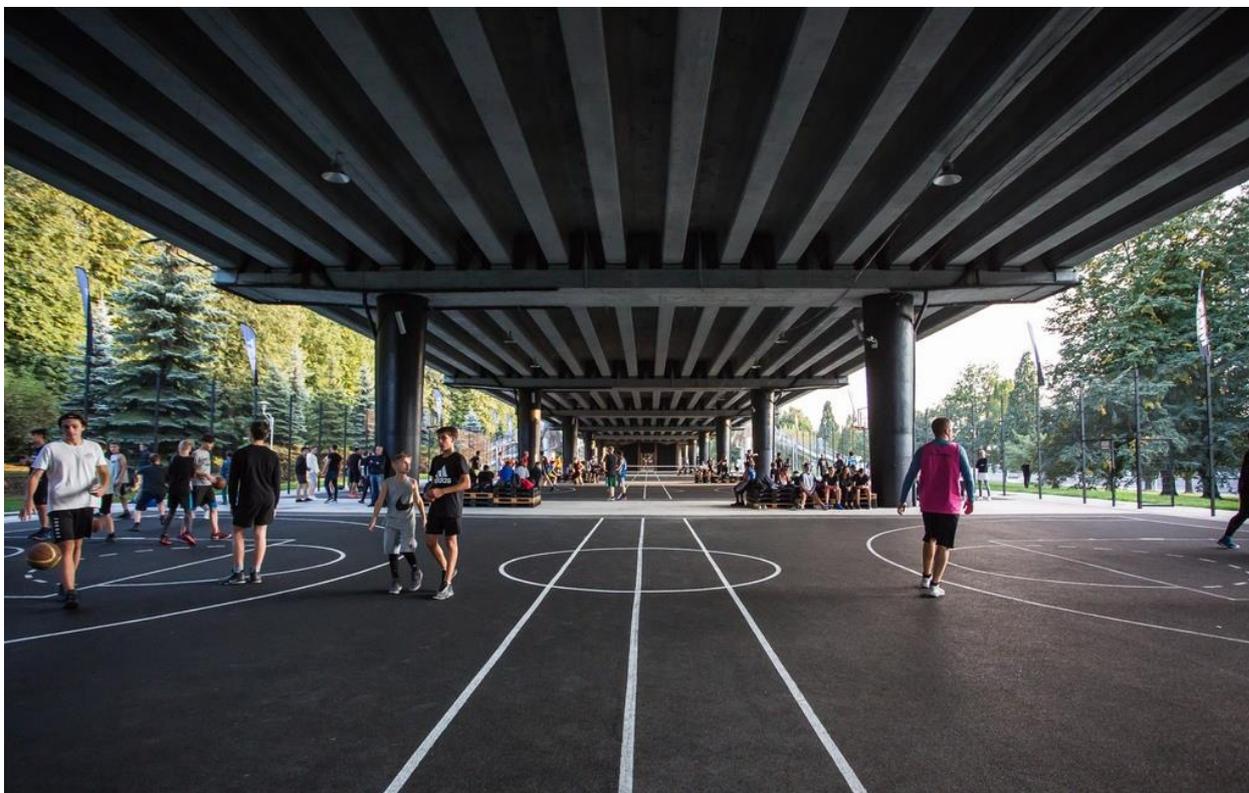
Функции мостов, особенно городских, многообразны. Это можно объяснить неоднородностью состава движения. Так, в узле городских магистралей возможно пересечение потоков легковых и грузовых автомобилей, общественного транспорта, пешеходов. Часто возникает необходимость в пропуске по сооружению линии внеуличного скоростного транспорта (железная дорога, трамвай, метро) или в организации велосипедных дорожек.

Анализ ряда существующих сооружений позволяет выделить следующие функции мостов: обеспечение движения автомобильного транспорта; пропуск общественного транспорта (места остановок и стоянок); организация пешеходного движения; организация попутного обслуживания; организация рекламы и информации; пропуск попутных коммуникаций.

Остановимся теперь более подробно на каждой из перечисленных функций. Обеспечение движения автомобильного транспорта является главной функцией мостов. Проблема заключается в том, что для подобных сооружений эта функция часто понимается как единственная. В результате для решения архитектурной композиции сооружения используют только опоры, балки пролетного строения, иногда фонари и перила. Создание выразительной композиции транспортного комплекса требует точного архитектурного решения всех этих элементов. Однако игнорирование многофункционального характера мостов и транспортных развязок приводит к созданию безликих сооружений, уродующих городскую среду, нарушающих эстетическое и художественное единство.

Организация пешеходных потоков является еще одной функцией мостов. Речь здесь идет не только и не столько об архитектуре подземных пешеходных переходов, пешеходных мостиков, лестничных сходов, пандусов, перил и других подобных элементов, сколько о художественном решении пешеходного

пространства. В данном случае необходимо учитывать специфику построения пешеходного пространства и средств его организации. Здесь уместно применение особого мощения, средств дизайна, зелени, цвета. Возможно использование малых архитектурных форм и скульптуры. Все эти средства должны способствовать формированию пространства пешеходной зоны как особой среды (рисунок 27).



**Рисунок 27. Общественное пространство (остров Канта) под мостом в г. Калининград**

При интенсивных пешеходных потоках мосты или городские транспортные сооружения могут быть обеспечены элементами попутного обслуживания. К ним относятся небольшие магазины, ларьки, кафе, спортивные сооружения и т.д. Необходимо учитывать отечественный и зарубежный опыт их размещения в подмостовом пространстве. Эти элементы существенно обогащают среду пешеходной зоны: их внешний вид может воздействовать на облик транспортного сооружения в целом.

Сооружения мостового типа часто используются для пропуска попутных коммуникаций. Можно сказать, что в сооружениях инженерного характера совершенно необязательно скрывать конструкции коммуникаций. В тех случаях, когда это рационально, коммуникации, представляющие собой, как правило, трубы различного диаметра, могут быть видны и дополнять композицию комплекса.

В связи с тем, что городские транспортные развязки часто строятся в оживленном транспортном узле и соседствуют с крупными общественными зданиями, рационально планировочно и конструктивно связывать их с паркингами и остановками общественного транспорта. Для этого обычно используют пространство под эстакадами или вблизи местных проездов. Стоянки должны быть соответствующим образом оборудованы и иметь удобные связи с пешеходными и транспортными путями. В этих условиях сооружение начинает работать как общественный транспортный узел, что влечет за собой появление в композиции сооружения (помимо площадок для стоянки автомобилей) зон, оборудованных для ожидания, площадок для остановок, указателей маршрутов движения. Все эти элементы должны быть включены в архитектурную композицию сооружения.

Элементами композиции являются также сами транспортные средства. Постоянная смена ситуации, непрерывное движение, разноцветный автомобильный поток и световые эффекты в ночное время – все это создает особую образную и психологическую характеристику транспортной развязки. Такой специфический характер сооружения может и должен учитываться при проектировании его архитектуры. Исследование механизма и особенностей восприятия, связанных с движением автомобиля, не входит в задачу курса, однако следует упомянуть о существовании этих специфических средств архитектурной композиции.

Кроме элементов архитектурной композиции, обусловленных: многофункциональным характером сооружения, мосты включают в себя конструкции, порожденные системой взаимосвязей транспортного сооружения с окружающей городской средой. Например, когда дома расположены близко от транспортного комплекса, возникает необходимость в защите их от шума, что может привести к появлению на сооружении шумозащитных экранов и других подобных приспособлений.

Таким образом, основными средствами архитектурной композиции транспортных сооружений мостового типа являются:

а) несущие конструкции (опоры, балки пролетного строения, насыпи подходов), а также ограждения, барьеры безопасности, вентиляционные шахты, фонари и т.д.;

б) лестницы, пандусы, тротуары, элементы благоустройства, малые формы, мощение, зелень, цвет;

в) плоскости для автомобилей и пассажиров, конструкции остановок общественного транспорта, указатели движения и маршрутов;

г) небольшие магазины, ларьки, кафе, камеры хранения и т.д.;

д) трубопроводы различного диаметра и цвета;

е) информационные щиты, плакаты, световые и цветные панно, витрины.

На формирование образа мостовых сооружений влияют и транспортные средства.

### Библиографический список

1. Гибшман Е.М. Архитектурное проектирование мостовых сооружений: учеб. пособие / МАДИ — М., 1988. - 87 с.
2. Современные пешеходные и велосипедные мосты (основные концепции проектирования и примеры): моногр. / И.И. Овчинников, А.Б. Караханян, И.Г. Овчинников, Ю.П. Скачков. – Пенза: ПГУАС, 2018. – 140 с.
3. 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
4. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Буреєв А.К. Применение принципа тенсегрити для создания мостовых конструкций. Часть 1. Общие сведения о системе «тенсегрити» // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, №2 (2017) <http://t-s.today/PDF/04TS217.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/04TS217
5. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Буреєв А.К. Применение принципа тенсегрити для создания мостовых конструкций. Часть 2. Примеры мостов-тенсегрити // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, №3 (2017) <http://t-s.today/PDF/01TS317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/01TS317
6. Стругач А.Г., Трифонов А.Г. Архитектура современных пешеходных мостов из фиброармированных композитных материалов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 №1, <https://t-s.today/PDF/17SAT119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/17SAT119
7. Стругач А.Г., Трифонов А.Г. Архитектура мостов с металлическими гофрированными стенками: средства выразительности // Вестник Евразийской науки, 2019 №2, <https://esj.today/PDF/69SAVN219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
8. 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)