

*Памяти
профессора Сергея Иосифовича Вольвича (1910–1970),
своими работами оказавшего огромное влияние
на научную судьбу авторов этой книги*

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов.....	6
Введение. Архитектура и ее место в жизни человека и общества	7
1. Краткая история развития архитектуры и строительного искусства с инженерной точки зрения	13
1.1. Доисторический период.....	13
1.2. Архитектура Древнего мира.....	16
1.3. Античное строительное искусство.....	27
1.4. Архитектура Древней Греции.....	30
1.5. Архитектура Древнего Рима (753 г. до н. э. — V в. н. э.).....	35
1.6. Новые функции архитектуры в христианстве.....	44
1.7. Византийская архитектура.....	45
1.8. Архитектура дороманского периода.....	48
1.9. Романская архитектура.....	49
1.10. Готическая архитектура.....	52
1.11. Архитектура Эпохи Ренессанса.....	57
1.12. Архитектура Барокко.....	60
1.13. Архитектура XVIII—XIX в.	61
1.14. Архитектура первой половины XX в.	71
1.15. Архитектура второй половины XX в. Современная архитектура.....	89
2. Архитектура для всех: прочность, польза, красота. Почему так?	101
2.1. Прочность.....	101
2.2. Конструкции.....	114
2.3. Материалы.....	153
2.4. Из истории возникновения и развития базовых элементов.....	167
2.5. Польза (функция, форма).....	210
2.6. Красота. Как ее измерить?.....	224
2.7. Стандартизация, типизация.....	250
2.8. Декор.....	253
2.9. Свет и цвет в архитектуре.....	256
2.10. Экология визуальной среды.....	262
2.11. Архитектура и город.....	265
Заключение	269
Библиографический список.....	271

ОТ АВТОРОВ

Данная книга — не учебник. Ее основная цель — показать будущим архитекторам и инженерам-строителям тесную взаимосвязь этих двух профессий и необходимость взаимопонимания в их будущей профессиональной деятельности.

Для того чтобы в дальнейшем мог возникнуть продуктивный диалог архитектора и инженера-конструктора, необходимо поднять уровень компетентности инженеров-конструкторов в области архитектуры с точки зрения истории ее развития и достижений, тенденций и проблем и одновременно дать возможность архитекторам расширить свои представления о работе конструкций, свойствах материалов и обо всем том, что может быть математизировано и позволяет создать математическую и визуальную модель сооружения и спрогнозировать его физические и эстетические свойства.

Инженеры-конструкторы имеют, к сожалению, разрозненные сведения об азах архитектуры и выдающихся произведениях зодчества и мало знают о том, какие конструктивные решения и материалы использованы при их создании, какими средствами достигается их эмоциональное воздействие на человека.

Точно так же архитекторам необходимо понимать и знать, на каких физических законах основана работа конструкций, их функциональные и эстетические свойства, насколько может расширить возможности архитекторов знание законов построения конструкций, свойств новых материалов, законов строительной физики и т.д.

Важно также иметь представление о достижениях и тенденциях в развитии строительной науки и техники, информационных и компьютерных технологий.

Авторы сознательно избегают перечисления, описания и оценок выдающихся произведений зодчества, чтобы избежать участия в ожесточенных спорах архитекторов по тем или иным сооружениям или направлениям в архитектуре. Обо всем этом написано много прекрасных книг, перечисленных в списке литературы [11, 15, 16, 20, 24...26, 31, 35, 36, 38, 42, 46 и др.]. «Прочность, польза, красота», Витрувий «Десять книг об архитектуре» (24—14 гг. до н. э.).

При подготовке рукописи к изданию большой вклад был внесен доцентом В.В. Габовой, за что авторы выражают ей свою глубокую благодарность.

ВВЕДЕНИЕ.

АРХИТЕКТУРА И ЕЕ МЕСТО В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА

Со времени появления человеческого общества строительство было главным занятием людей. Они строили везде и всю жизнь.

Вначале это было использование всего того, что давала готовым сама природа: пещеры, ямы, навесы скал и т.д. Позже люди освоили изготовление каменных орудий труда и стали строить первые укрытия и жилища из ветвей, жердей, глины, тростника для защиты от холода, жары, дождя, ветра.

Стены жилищ, кровля — это то, что пришло на смену первобытному естественному покрову и звериной шкуре.

Древний человек боялся природы и одновременно старался защититься от нее и создавать себе более комфортные условия для жизни. Естественная природа воспринималась им одновременно и как враждебная, и как красивый беспорядок.

Создание для себя комфортных условий и обозначение своего присутствия требовало внесения порядка в этот природный беспорядок. В этом человек брал пример также у живой природы, видя в конструкциях деревьев, растений, цветов, в их цветовых гаммах пример преодоления беспорядка и хаоса. На всем протяжении своей истории человек сознательно или интуитивно подражал природе в своей архитектурно-строительной деятельности.

Архитектура возникла тогда, когда человек стал регулярно заниматься земледелием.

Вместо того чтобы охотиться и собирать растения, как это делали их предки, люди стали стремиться иметь жилища вблизи от возделываемых полей. Этот новый образ жизни возник на берегах Нила и в так называемом Междуречье — плодородной равнине между Тигром и Евфратом, а также на восточном побережье Средиземного моря. Первые города и первая архитектура возникли в странах, которые мы теперь называем Египтом, Израилем, Ираком и Ираном.

Есть важное различие между строительством и архитектурой. Даже звери могут строить. Термиты создают сложные сооружения в австралийской саванне. Птицы строят гнезда. Построенные на основе ин-

стинктивного разума пчелиные соты обнаруживают непревзойденные в природе по геометрии и экономичной материалоемкости качества.

Однако только человек создал архитектуру. Проще говоря, речь идет о том, что наука и строительное искусство возникли в тот момент, когда строительное сооружение превратилось из защищающей конструкции в самостоятельное произведение искусства.

Развиваясь на протяжении тысячелетий, архитектура становилась, по выражению К. Маркса, «очеловеченной природой». Средствами архитектуры человек преобразовывал окружающую природную среду, проявляя организующую, упорядочивающую силу и утверждая свою власть над хаотическими, разрушительными силами природы.

Архитектура, а точнее архитектурные сооружения и комплексы, создает необходимые условия для материальной и духовной жизни общества. В то же время она оказывает большое эмоциональное и идейное воздействие на людей.

Выразительные возможности архитектуры — это, прежде всего, материал, конструкция, цвет, форма. Причем последние два чаще всего являются производными от двух первых.

Вся истории архитектуры — это непрерывный процесс совершенствования и отбора ее выразительных средств, напрямую зависевших от уровня развития строительной техники и потребностей общества.

В свою очередь уровень развития строительной техники и строительного искусства у каждого народа и государства определялся природными географическими и климатическими условиями, уровнем связей между различными государствами и народами.

Вся история человечества — это история его строительного искусства (строительных сооружений). В каждом архитектурном стиле отражается действительность общества, а также его идеалы и мечты, выраженные в произведениях строительного искусства [2, 20, 24, 31, 38, 56 и др.]. Вот почему так не похожи архитектурные стили Китая и Древней Греции, Древнего Египта и Камбоджи, Северной Руси и Византии.

Египетские пирамиды не могли быть воздвигнуты в лесах Северной Руси, Кельнский собор не мог быть построен в Японии.

Архитектура всегда была одним из основных способов выражения или отражением социальной культуры общества. Поэтому она всегда динамична, всегда идет от прошлого к будущему, иногда заглядывая в это будущее.

С развитием общества меняются его потребности и эстетические взгляды, оценки прошлого. Так, например, большинство современных

архитекторов считает готические соборы великолепными памятниками средневекового зодчества, а известный архитектор раннего итальянского Ренессанса (Возрождения) Филарете проклинал готическое искусство.

Так же высоко оценивается сегодня архитектура эпохи барокко. Однако представители стиля классицизма начала XIX в. считали стиль барокко антихудожественным.

Архитектура всегда была связана с необходимостью отвечать не только эстетическим, но и утилитарным требованиям. Достижение гармонии не может ограничиться только лишь высоким качеством архитектурной композиции, т.е. ее художественной выразительностью.

Поэтому мы говорим сегодня, как и античный архитектор Витрувий, о трех сторонах архитектуры: функциональной (имеется в виду назначение сооружения или то, ради чего оно построено), инженерно-конструктивной (прочность) и художественно-эстетической (красота). «Прочность, польза, красота» — античная формулировка Витрувия актуальна и для современной архитектуры как перечень критериев оптимальности сооружений при постановке задачи, как математической задачи многокритериальной оптимизации. В них, конечно, не учтены такие критерии, как экономичность, технологические и экологические ограничения.

В эпоху античности рабская рабочая сила и низкий уровень техники не давали повода даже подумать об этом.

Профессия архитектора в древности имела очень высокий статус, так как храмы и дворцы строились для фараонов, царей, жрецов и правящей элиты. Все приемы строительного искусства и технологий составляли тайну архитектора и передавались по наследству.

Впоследствии происходило расширение границ архитектурной деятельности, так как круг заказчиков стал пополняться частными лицами, имеющими высокий уровень богатства.

С конца XIX в. архитектурная профессия становится ориентированной на потребности широких слоев населения, на массовое строительство городов, зданий и сооружений.

Это привело и к принципиальным изменениям в характере взаимоотношений архитектора с обществом.

Огромный размах строительства в конце XIX в. и начале XX в., связанного с бурным ростом промышленного, транспортного и гражданского строительства и имевшего главным образом утилитарный, коммерческий характер, привел, как и во всех областях производства, к

разделению труда, т.е. к разделению профессий архитекторов и инженеров. Как следствие, архитектор потерял свое ведущее творческое значение в строительстве и сложившийся веками единый творческий процесс создания архитектурных сооружений был нарушен. Индустриализация строительства, унификация и стандартизация еще более ослабили роль архитектора [25].

По сути ему была отведена роль декоратора, оформителя фасадов и интерьеров зданий, возводимых инженерами. При этом он был вынужден также по воле и прихоти заказчика делать это в требуемом историческом стиле, независимо от функционального назначения сооружения и совместимости с окружающей архитектурной средой.

За последние сто лет понятия (термины) «искусство» и «наука» применительно к архитектуре изменили свое содержание полностью. Современная строительная наука включает теперь изучение грунтов, конструкций и материалов, строительную физику (отопление, освещение, акустика, водоснабжение, водоотведение и т.д.), экономику, а в самое последнее время — применение информационных и компьютерных технологий в проектировании.

Инженерно-строительная деятельность человека распространилась не только на землю, но и на воду и космос.

Влияние создаваемой им среды — природно-технической системы (ПТС) — на естественные процессы, делающие возможной жизнь на Земле, стало столь велико, что возникла опасность катастрофы [8, 21, 22]. Поэтому крайне важно преодолеть нежелание, а зачастую и непонимание и неумение предвидеть и предупреждать эти катастрофы.

Крайне важным в связи с этим является разрабатываемый в последние годы экосистемный подход к обеспечению комплексной безопасности инженерно-строительной деятельности, в основе которой лежит методология «направленного развития» общества [33, 34].

Сущность экосистемного подхода к организации инженерно-строительной деятельности заключается в представлении инженерных сооружений (объектов строительства) в качестве элементов функциональных подсистем, создаваемых природно-технических систем (ПТС) [51].

Экосистемный подход к обеспечению комплексной безопасности инженерно-строительной деятельности предполагает приоритет обеспечения экологической безопасности, т.е. предупреждение опасных необратимых нарушений динамического равновесия между природными и антропогенными компонентами ПТС.

Технологическая (функциональная) безопасность подсистемы «инженерное сооружение — природная среда» характеризуется показателями прочности, устойчивости, стабильности и надежности на всех стадиях жизненного цикла, которые всегда могут быть представлены в численном виде.

Социальная безопасность подсистемы оценивается по критериям социальной напряженности, характеризующим качество преобразований среды обитания: комфортность, эстетичность, информационное обеспечение принятия управляющих решений на основе комплексного мониторинга. Эти показатели определяются экспертным путем и поэтому не имеют пока нормативных численных величин.

Сложившийся во второй половине XX в. высокий уровень развития информационных, телекоммуникационных и вычислительных технологий создал условия для выработки нового подхода как к генерации идей, так и к оценке архитектурных и инженерных решений в строительстве.

Необходимость такого подхода вызвана, прежде всего, тем, что последние достижения науки и техники приносят человечеству не только выгоду, но и таят в себе потенциальную опасность (Чернобыль, Саяно-Шушенская ГЭС и т.д.). Многочисленные аварии и катастрофы инженерных сооружений подтверждают это.

С другой стороны, понятно, что остановить научно-технический прогресс невозможно и потому необходимо достигать разумного компромисса между достижениями науки и техники и природой [8, 21, 22].

Ученые и специалисты в области архитектуры и строительства столкнулись в последние три десятилетия с необходимостью разработки теории и практического применения создаваемых на ее основе интеллектуальных систем управления инженерными сооружениями и их комплексами, или так называемыми природно-техническими системами (ПТС) [9, 10, 51].

Основная задача таких систем в кибернетической постановке — идентификация ситуаций и управление сценарием работы системы.

В настоящее время решаются или решены лишь отдельные фрагменты этой задачи, включающей в себя такие области, как архитектура, конструкции, материалы, системы управления, трансляция информации и коммуникации, управление технологическими и жизненными циклами сооружений, функциональное соответствие, экология, комфорт и т.д.

Актуальностью решения задачи объясняется тот факт, что практика создания систем управления зданиями опережает разработку общей теории. То, что мы сегодня называем архитектурой, всего лишь оболочка, граница между внешним (открытым) и внутренним пространством, которое определяет характер функционального использования, а значит, и утилитарный смысл, человеческую полезность архитектуры.

Архитектуре, как уже отмечено выше, свойственны устойчивость и долговечность, и эти ее свойства обеспечиваются конструкцией. Конструкция воспринимает механические, тепловые и прочие нагрузки, противостоит всем воздействиям внешней среды.

Архитектурное сооружение — архитектурное пространство имеет не только утилитарный смысл, но и художественное содержание, определяющее уровень его эстетического воздействия.

Необходимо всегда помнить, что эстетическая неполноценность постройки чаще всего оценивается и быстрее, и острее, чем ее функциональные или конструктивные недостатки.

Итак, функция, конструкция, форма. Три составляющих единого архитектурного целого, по Витрувию.

В этой его формуле все члены равны — среди них нет главных и второстепенных. Стоит одной из составляющих потеснить две другие — и архитектура исчезает. Остается строительство, инженерия, декорация, но не высокое искусство архитектуры. В том и состоит главная сложность профессии архитектора — умение сочетать вещи, казалось бы, несовместимые: рациональность и экономичность функционального решения, надежность и изящество конструкции, гармоничность и выразительность формы. Не всегда это удается даже одаренным и опытным архитекторам.

1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА С ИНЖЕНЕРНОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

*Во всяком деле надо знать
историю его развития.*

М. Горький

1.1. ДОИСТОРИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

Доисторический период развития человечества делится условно на следующие временные этапы: палеолит, неолит, бронзовый и железный века.

Начало строительной деятельности связано с постройкой первых примитивных жилищ с помощью каменных орудий труда и относится к эпохе палеолита.

Уже в конце ее начинается эстетическое осмысление простейших конструктивных систем и их элементов, появляются зачатки изобразительного искусства и художественно-технического строительства, т.е. архитектуры [38, 7, 56].

В эпоху неолита (новокаменного века) возможности человека выросли за счет накопившегося опыта, более совершенных каменных орудий труда. В это время уже строят жилища из дерева, прутьев, глины, тростника. Самые древние из найденных археологами на территории современной Турции укрепленных поселений относятся к VI тысячелетию до н. э.

Самыми древними дошедшими до нас из позднего неолита являются мегалитические сооружения. Это название сооружений, относящихся к каменному веку, происходит от греческих слов «мегас» — «большой» и «литос» — «камень».

К таким сооружениям относятся менгиры и дольмены (5000—2000 гг. до н. э.). Менгир представляет собой вертикально поставленный большой высоты (до 20 м) грубо обработанный камень. Хотя «менгир» — кельтское слово, но такие сооружения сохранились и в других странах Европы, Северной Африки, в Индии и в Японии.

Дольмены (по-бретонски «дол» — «стол», «мен» — «камень») являются более сложными сооружениями, выполненными в виде каменной плиты, опертой на два высоких вертикально поставленных камня.

Менгиры и дольмены воздвигались предположительно как культовые сооружения или в честь выдающихся событий или лиц.

Несколько дольменов, поставленных вплотную друг к другу, образовывали уже монументальное сооружение, которое могло использоваться в различных целях (погребальная камера, первобытный храм для почитания божеств и т.д.) (рис. 1).

Более сложным и самым молодым (1600 г. до н. э.) мегалитическим сооружением является кромлех (по-бретонски «кром» — «круг», «лех» — «камень»). Из дошедших до наших дней кромлехов самым значительным является Стоунхендж (Англия).

Это сооружение состоит из расставленных регулярно по кругу вертикальных обработанных камней, связанных между собой каменными плитами — перемычками. Стоунхендж в известном смысле можно считать предшественником стоечно-балочной системы и колоннады, получившими в дальнейшем развитие в архитектуре древних государств: Месопотамии, Египта, Персии, Китая, Японии и т.д.

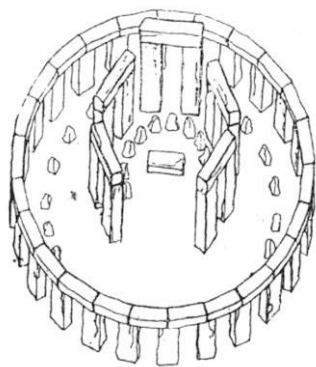
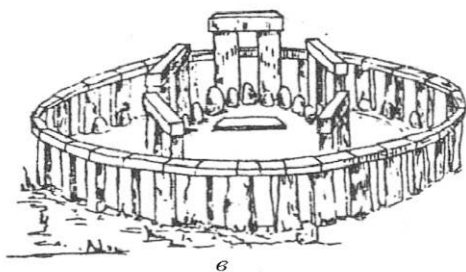
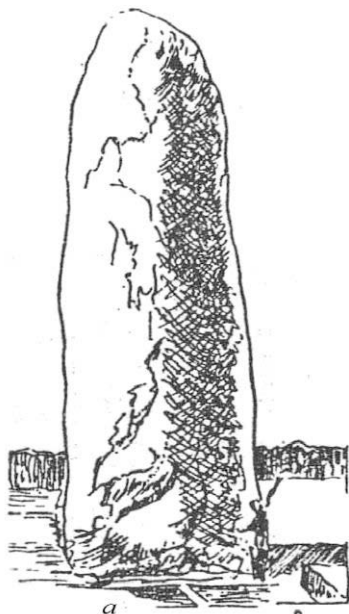
История архитектуры неразрывно связана с историей строительного искусства и строительной техники.

Историю строительного искусства можно четко разделить на две части: первую (раннюю), когда методы строительства были главным образом эмпирическими, и вторую, в период которой технология строительства во всевозрастающей степени базировалась на научной основе.

От древности и Средних веков осталось мало архитектурного наследия, за исключением культовых и погребальных сооружений. От многих сооружений сохранились лишь отдельные фрагменты, а целый их ряд, несомненно, человечеством забыт.

Недостаточная прочность каменной кладки на растяжение обусловила ограниченность пролетов всех сооружений и в значительной мере определила их форму. Монументы, дошедшие до наших дней от древнейших цивилизаций, чаще всего представляют собой нагромождения из камня и глинобитного кирпича либо каменную облицовку искусственного или природного холма.

Информацию о строительной науке в древние времена и в Средневековье обнаружить очень трудно. Полностью отсутствует информация о цивилизациях Древней Индии: хотя проведенные раскопки позволяют распознать решения планов и понять некоторые архитектурные особенности сооружений, но они мало говорят о конструкциях в наземных частях.



г

д

Рис. 1. Мегалитические сооружения эпохи первобытно-общинного строя:
а — менгир; б — дольмен; в — кромлех; г — Стоунхендж, Солсбери, Англия,
1-я четверть 3-го — сер. 2-го тыс. до н. э.; д — кромлех в Стоунхендже, в Англии

Разрушение многими завоевателями вследствие варварского обычая наиболее значительных и ценных зданий и построение на их развалинах своих собственных сооружений тоже приводит к трудностям в понимании истории архитектуры.

1.2. АРХИТЕКТУРА ДРЕВНЕГО МИРА

Уже в глубокой древности примерно 9000—8000 лет до н. э. люди посредством грандиозных сооружений начали стремиться к звездам. Священники и жрецы поднимались по лестницам этих построек, чтобы встретиться с богами или дать им возможность спускаться к людям.

Церкви и храмы строились в честь богов или святых. Архитектура служила своего рода лестницей на небо.

Строительное искусство Месопотамии. В плодородном бассейне рек Тигра и Евфрата, называемом Месопотамией, в период 3-е тыс. до н. э. — V в. до н. э. существовали такие государства, как Шумер, Вавилония, Ассирия, Персия.

Еще в VII в. до н. э. в Вавилоне — столице Вавилонии — ассирийским царем Ассархадонем была построена знаменитая «Вавилонская башня до небес», как упоминается в Библии. Она имела в высоту 90 м и семь этажей разного цвета (рис. 2).

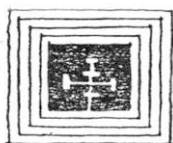
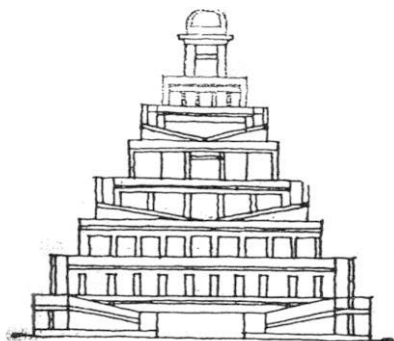
Не менее знаменитыми были висячие сады, построенные в Вавилоне царем Навуходоносором для его жены Семирамиды и получившие название второго чуда света.

Оригинальность решения, позволившего поднять сады на высоту 100 м, состояла в том, что массивные каменные площадки лежали на мощных сводах из сырцового кирпича, опиравшихся на высокие каменные колонны.

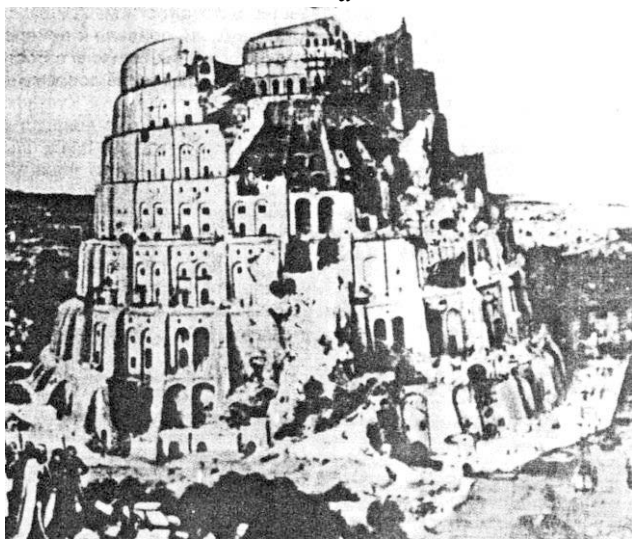
Такая конструкция позволила расположить на перекрытии террасы-уступы с садами на них.

Этими висячими садами спустя 200 лет после их сооружения восхищался завоевавший Вавилон Александр Македонский. Через 1000 лет от всех вызывавших когда-то восхищение сооружений не осталось ничего: выполненные из сырцового кирпича, они разрушились от времени, наводнений.

Одним из величайших и впечатляющих ранних храмовых сооружений является зиккурат (ступенчатая пирамида) в шумерском городе Ур (рис. 3).

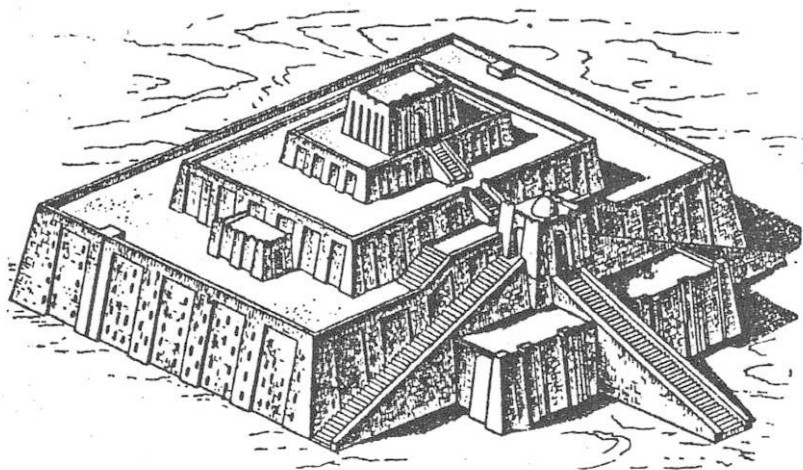


a

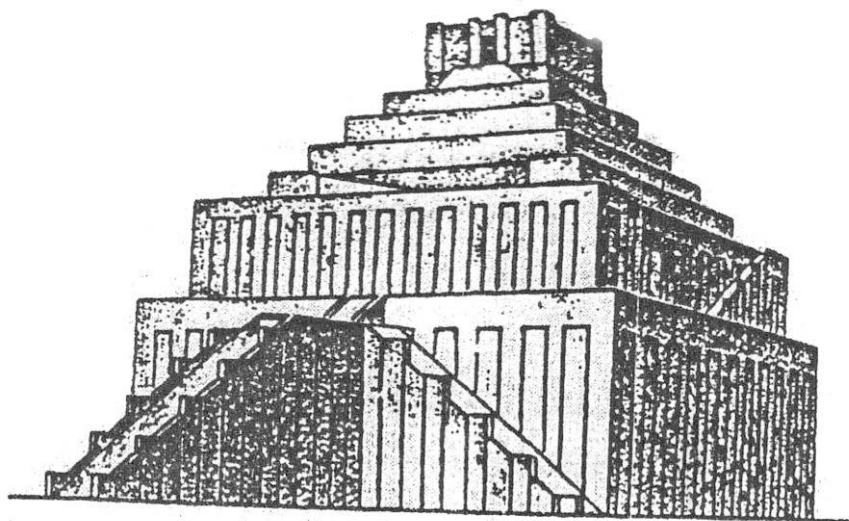


б

Рис. 2. Вавилон, святилище бога Мардука (Вавилонская башня):
a — реконструкция; *б* — репродукция картины Питера Брейгеля старшего
(1530—1569 гг.) «Строительство Вавилонской башни»



a



б

Рис. 3. Зиккураты:

a — зиккурат в Уре, конец 3-м тыс. до н. э.;
б — зиккурат в Вавилоне, VII—VI вв. до н. э.

В Месопотамии не было ни строевого леса, ни легкого в обработке камня. Поэтому основным строительным материалом были сырцовый и обожженный глазурованный кирпич (рис. 5, *з*), а основу всех конструкций составляли мощные многометровые по толщине стены (рис. 4, *а*).

Иногда наружную сторону стен облицовывали глазурованными кирпичами, образующими определенный орнамент или огромные изображения людей (рис. 4, *б*, *в*).

Из высушенного на солнце сырцового или обожженного кирпича возводили и необходимые для преодоления пролетов конструкции: арки, своды, купола, заменявшие дорогие деревянные балки. Особенность этих конструкций из кирпича состоит в том, что в них не возникают растягивающие напряжения, а возникающий распор гасится в массивных стенах (рис. 4, *б*, *в*).

В Месопотамии и Персии были, очевидно, впервые применены при строительстве сооружений простейшие цилиндрические своды (рис. 5, *а*, *б*).

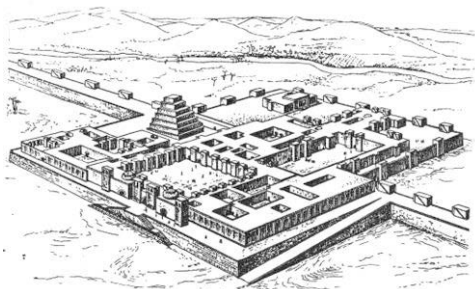
В Древней Персии, унаследовавшей строительное искусство Месопотамии, также не было строительного леса, но глины и камня было в избытке.

Своды и купола Ассирии были взяты персидскими строителями за основу. Ими были разработаны приемы безопалубочного возведения куполов. Благодаря применению обожженного кирпича и известкового раствора им удалось увеличить перекрываемые пролеты: 27 м — пролет свода дворца царя Хозроя в Ктесифоне, столице Сасанидского Ирана (рис. 5, *в*). Грандиозные сводчатые залы этого дворца явились вершиной сводчато-купольных форм в странах Передней Азии.

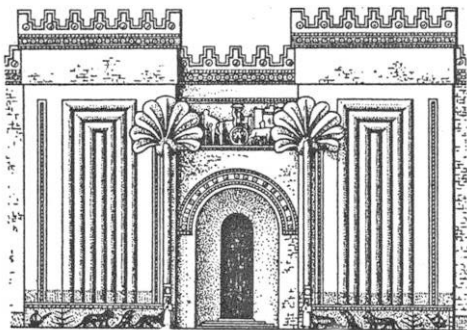
Строительное искусство Месопотамии, созданное народами Шумерии, Ассирии и Вавилонии в течение тридцати веков до н. э., технологии изготовления кирпича и строительства из него и известкового раствора в качестве вяжущего сложных конструкций проникли через Персию и впоследствии пришли в Рим и на Восток, включая Индию.

В течение многих столетий камень был единственным строительным материалом, применявшимся для сооружения арок, сводов и стен.

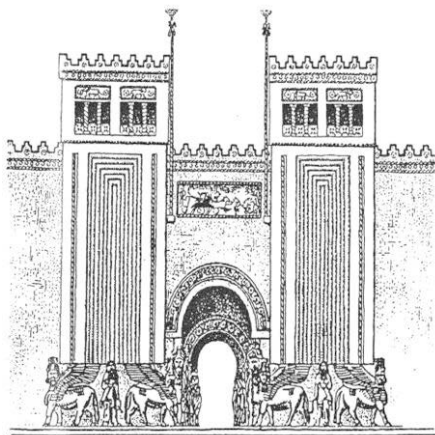
Искусство архитектора-строителя было высоко почитаемым как в Месопотамии, так и в Древнем Египте. Как правило, строители пирамид и храмов занимали самые высокие должности при дворах царей и фараонов.



а



б



в

Рис. 4. Дворец Саргона II в Дур-Шаррукине:
а — общий вид; *б* — главный вход, 711—707 гг. до н. э.;
в — главный вход (графическая реконструкция), VIII в. до н. э.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru