

Управление образования административного городского округа
– город Волжский Волгоградской области
Муниципальное образовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 14 «Зеленый шум»

Реферат

(в рамках государственной (итоговой) аттестации за курс ос-
новного общего образования)

Тема: «Геометрия в архитектуре»

(геометрия)

Выпускник: Дворцов А. В.

Руководитель: Лопатина И. С.

Волжский, 2006 г.

Оглавление :

Введение	3
1. Геометрические фигуры в архитектурных сооружениях . .	4
1.1. История геометрии в архитектуре	4
1.2. Основные свойства архитектурно-пространственных форм	7
2. Разнообразие геометрических форм в разных архитектурных стилях	11
3. Интересные архитектурные сооружения моего города . .	20
Заключение	23
Список литературы	24

Введение

Ни один из видов искусств так тесно не связан с геометрией как архитектура. Понимать архитектуру должен каждый, ведь она окружает и сопровождает нас всю жизнь. Великий архитектор Ле Корбюзье говорил: «Окружающий нас мир – это мир геометрии чистой, истинной, безупречной в наших глазах. Все вокруг – геометрия».

Задачи и цели работы:

- Выявить взаимосвязь свойств архитектурных сооружений с геометрическими формами
- Сформулировать представление об объективности математических отношений, проявляющихся в архитектуре как в одной из форм отражения реальной действительности
- Рассмотреть геометрию как теоретическую базу для создания произведений архитектурного искусства
- Расширить общекультурный кругозор посредством знакомства с лучшими образцами произведений архитектурного искусства

С общим замыслом работы связана структура разделов. Основная часть состоит из трех глав. В первой рассмотрены основные свойства архитектурно-пространственных форм. Во второй главе освещены характерные геометрические формы, свойственные различным архитектурным стилям. В третьем разделе представлен обзор примечательных архитектурных сооружений города Волжского с комментариями, касающимися их архитектурных стилей и форм.

При работе автор использовал ряд литературных источников. Среди них – учебные пособия для высших и средних

учебных заведений, связанные с историей архитектуры и методикой архитектурного проектирования (Бархин Б. Г. Методика архитектурного проектирования. – М.: Строиздат, 1993; Гуляницкий Н. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий в пяти томах. Том I. История архитектуры. – М.: Строиздат, 1984; Ильин М. А. Основы понимания архитектуры. – М.: Строиздат, 1989; Кильпе Т. Л. Основы архитектуры. – М.: Высшая школа, 1989; Орловский Б. Я. Архитектура: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1984). Кроме того, использовалась информация по теме реферата из научно-популярной и исследовательской литературы различных авторов (Заславский Е. Л. Что такое архитектура. – Минск: Народная асвета, 1978; Энциклопедия для детей. Том 7. Искусство. Часть вторая. Архитектура, изобразительное и декоративное прикладное искусство XVII – XX веков. – М.: Аванта+, 1999) и Интернет-ресурсы.

Большое значение в работе придается иллюстративному материалу.

1. Геометрические фигуры в архитектурных сооружениях.

***«Прошли века, но роль геометрии не изменилась. Она по-прежнему
остается грамматикой архитектора»
Ле Корбюзье***

1.1. История геометрии в архитектуре.



Рис. 1

Первые геометрические понятия возникли в доисторические времена. Разные формы материальных тел наблюдал человек в природе: формы растений, животных, гор, извилин рек, круга и серпа луны и т. п. Однако он не только пассивно наблюдал природу, но и практически осваивал и использовал ее богатства. В процессе практической деятельности он накапливал геометрические сведения. Материальные потребности побуждали людей изготавливать орудия труда, обтесывать камни и строить жилища, лепить глиняную посуду, натягивать тетиву на лук и т. д.

Первые архитектурные сооружения имели религиозное назначение. У древних языческих племен для обрядов использовались обелиски (менгиры, дольмены или кромлехи) (рис. 1). Основной проблемой при сооружении обелиска была вертикальная неустойчивость: уровень развития науки не позволял обработать строительный материал (чаще всего камень) имевший неровное основание. Эта проблема решалась просто: обелиск ставили в заранее выкопанную яму.

Таким образом, практическая деятельность человека служила основой длительного процесса выработки отвлеченных

понятий, открытия простейших геометрических зависимостей и соотношений.

Первые дошедшие до нас сведения об успехах геометрии связаны с задачами землемерия, вычислениями объемов (Древний Египет, Вавилон, Древняя Греция). Уже в то время возникло абстрактное понятие геометрического тела (фигуры) как некоторого объекта, сохраняющего лишь пространственные свойства соответствующего физического тела, лишенного всех остальных свойств, не связанных с понятием расстояния, протяженности и т.п. Таким образом, геометрия с момента зарождения изучала некоторые свойства реального мира. Связь геометрии и реального мира сохранилась на всем протяжении ее развития, при этом степень абстракции объекта изучения поднималась на все более высокий уровень.

Содержащиеся в дошедших до нас папирусах геометрические сведения и задачи в основном относятся к вычислению площадей и объемов. В них нет никаких указаний на способы вывода правил, которыми пользовались египтяне для их вычисления. Причем часто применялись приближенные расчеты. Геометрия, как практическая наука, использовалась египтянами для восстановления земельных участков после каждого разлива Нила, при различных хозяйственных работах, при сооружении оросительных каналов, грандиозных храмов и пирамид, при высечении из гранита знаменитых сфинксов.

Переход от простейших построек к сложным архитектурным сооружениям осуществлялся медленно, по мере развития измерительных приборов, материалов, механизмов, необходимых для строительства.

1.2. Основные свойства архитектурно-пространственных форм.

Архитектурные сооружения состоят из отдельных деталей, каждая из которых строится на базе определенных геометрических фигур либо на их комбинации. Кроме того, форма любого архитектурного сооружения имеет своей моделью определенную геометрическую фигуру. Математик бы сказал, что данное сооружение «вписывается» в геометрическую фигуру. Конечно, говорить о соответствии архитектурных форм геометрическим фигурам можно только приближенно, отвлекаясь от мелких деталей.

В архитектуре используются почти все геометрические фигуры. Выбор использования той или иной фигуры в архитектурном сооружении зависит от множества факторов: эстетического внешнего вида здания, его прочности, удобства в эксплуатации и т. д. Основные требования к архитектурным сооружениям, сформулированные древнеримским теоретиком архитектуры Витрувием, звучат так: «прочность, польза, красота». Каждая геометрическая фигура обладает уникальным, с точки зрения архитектуры, набором свойств.

Например, в Белоруссии спроектировано здание гостиницы возле международного аэропорта в форме конуса. Конус преобразовывает ход звуковой волны, зашедшей в него. Примером использования этого свойства может стать обычный мегафон. Эта особенность конуса оказалось чрезвычайно полезной для уменьшения шума в гостиничных номерах.

Иногда, пытаясь решить с помощью архитектуры определенные идейные задачи, авторы проектов получают отрицательный результат. Примером может послужить здание театра Советской Армии, построенное в Москве в советское время. Пытаясь максимально приблизить архитектурный образ к наименованию театра, авторы придали зданию форму пятиконечной звезды. В результате это привело к значительным труд-

ностям в планировке помещений и дополнительным затратам. А идейную пятиконечную форму театра смогли увидеть только птицы.

Прочность – одно из важнейших качеств архитектурных сооружений. Она зависит от свойств материалов, из которых они созданы, и от конструктивных особенностей. А прочность конструкции сооружения в целом, напрямую связана с базовой геометрической формой этого сооружения. Самым прочным архитектурным сооружением древних времен являются египетские пирамиды (Рис. 2, 3).



Рис. 2

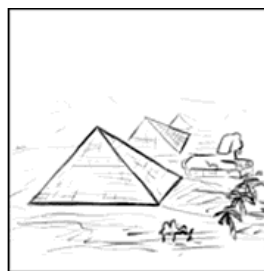


Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

Они, как известно, имеют форму правильных четырехугольных пирамид. Именно эта геометрическая форма обуславливает наибольшую устойчивость за счет большой площади основания. С другой стороны, форма пирамиды обеспечивает уменьшение массы по мере увеличения высоты над землей. Именно эти два свойства делают пирамиду устойчивой и осо-

бенно прочной. «Рациональность» геометрической формы пирамиды позволяет выбирать внушительные размеры для этого сооружения, придает пирамиде величие, вызывает ощущение вечности.

В настоящее время максимальной прочностью обладают каркасные конструкции, которые используются при возведении современных сооружений из металла, стекла и бетона. Примерами таких сооружений могут послужить известные башни: Эйфелева башня (Рис. 4) в Париже и телебашня на Шаболовке (рис. 5) в Москве. Телебашня на Шаболовке, построенная по проекту В. Г. Шухова, состоит из нескольких поставленных друг на друга частей однополостных гиперболоидов. Причем каждая часть сделана из двух семейств прямолинейных балок.

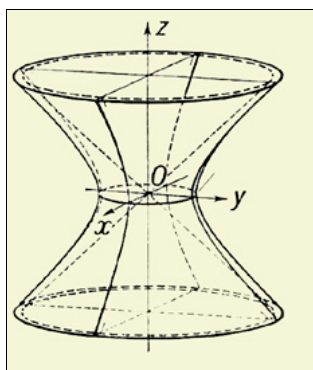


Рис. 6

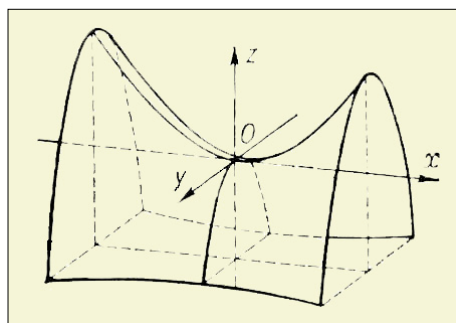


Рис. 7

Это свойство называется линейчатостью. Оно используется при строительстве различных сооружений из железобетона. Чтобы придать этому материалу нужную форму изготавливают опалубку из прямых досок. Не являясь плоскими, однополостный гиперболоид и гиперболический параболоид могут быть построены с помощью прямых линий.

Однополостный гиперболоид (рис. 6) – это поверхность, образованная вращением в пространстве гиперболы, расположенной симметрично относительно одной из осей координат в прямоугольной системе координат. На рис. 6 выделена ги-

пербола, которая симметрична относительно оси y и вращается относительно оси z .

Таким образом, получается однополостный гиперболоид. Любое осевое сечение однополостного гиперболоида будет ограничено двумя гиперболами.

Гиперболический параболоид (рис. 7) – это поверхность, которая в сечении имеет параболы и гиперболу. Его архитекторы кратко называют **гипар**. Именно гипар использовал Ф. Кандела при строительстве Вечернего зала в Акапулько (Мексика) (рис. 8).



Рис. 8

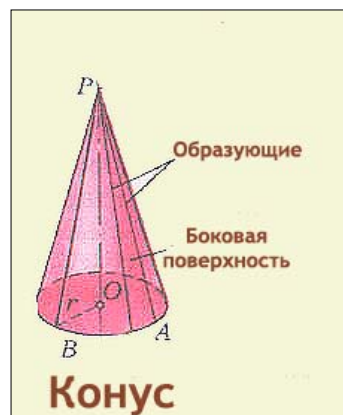


Рис. 9

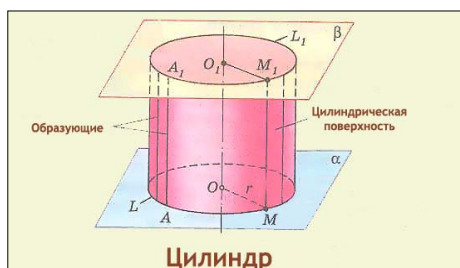


Рис. 10

Однополостный гиперболоид и гиперболический параболоид могут быть образованы перемещением двух прямых. Самые простые неплоские поверхности – цилиндрическую (рис. 10) и коническую (рис. 9) можно построить перемещением одной прямой.

2. Разнообразие геометрических форм в разных архитектурных стилях.

Развитие архитектуры в немалой степени зависит от эстетических идеалов, художественных потребностей общества. Эстетические особенности архитектурных сооружений изменялись в ходе исторического процесса и воплощались в архитектурных стилях. Стилем принято называть совокупность основных черт и признаков архитектуры определенного времени и места. Геометрические формы, свойственные архитектурным сооружениям в целом и их отдельным элементам, также являются признаками архитектурных стилей. Попробуем создать систему соответствия геометрических форм и основных архитектурных стилей.

На смену рассмотренным древним египетским пирамидам пришли сооружения, созданные по стоечно-балочной системе. С точки зрения геометрии они похожи на многогранник, который получится, если на два вертикально стоящих прямоугольных параллелепипеда поставить еще один прямоугольный параллелепипед (рис. 11). Элементы этой системы (стойки) могут быть цилиндрическими и коническими (колонны). Это основные геометрические признаки **античной архитектуры** (архитектуры Древней Греции и Рима) (рис. 12).

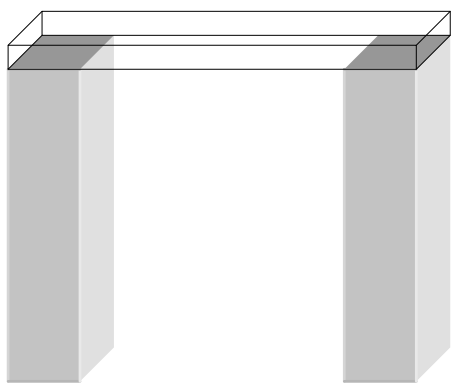


Рис. 11



Рис. 12

Разумеется, стоечно-балочная конструкция проигрывала пирамиде в устойчивости и распределении веса, но она позволяла создавать внутренние объемы и, безусловно, явилась выдающимся достижением человеческой мысли. Главным недостатком такой конструкции была плохая работа камня на изгиб (рис. 14) (поэтому в храме Амона в Карнаке (рис. 13) так много колон).

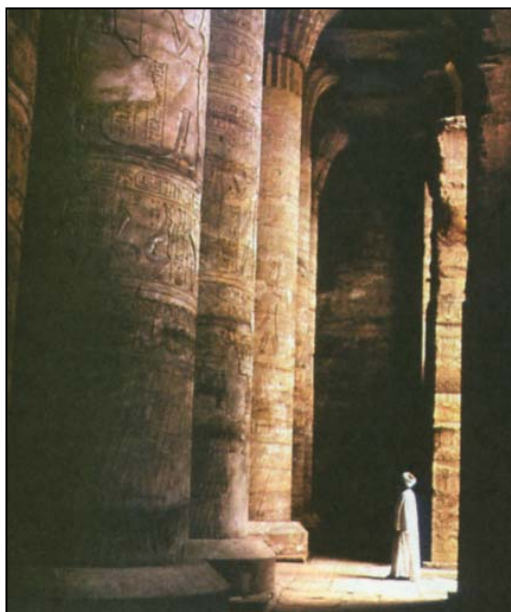


Рис. 13

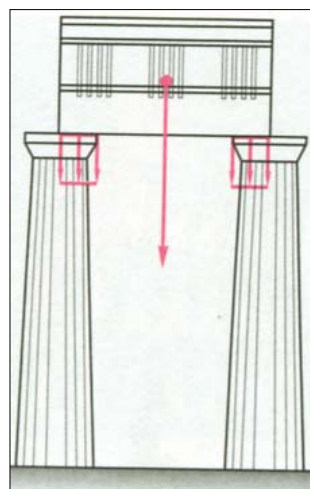


Рис. 14

Древнегреческая архитектура, возникшая на островах Эгейского моря, была настолько гармоничной и целостной, что впоследствии воспринималась более поздними стилями (Ренессанс, Классицизм) как первоисточник, как некий эталон для подражания.



Рис. 15

Римляне также экспериментировали с куполом. Полусферический купол имеет Пантеон – храм всех богов – в Риме (рис. 15). Диаметр купола составляет 43 м. При этом высота стен Пантеона равна радиусу полусферы купола. Получается, что само здание этого храма как бы «накинута» на шар диаметром 43 м. Гигантский портик на коринфских колоннах ведет в центральное помещение в форме громадного цилиндра. Оно разделено нишами, в которых были установлены статуи богов. Первоначально в античной архитектуре использовались только полусферические купола и полуциркулярные арки (рис. 16).

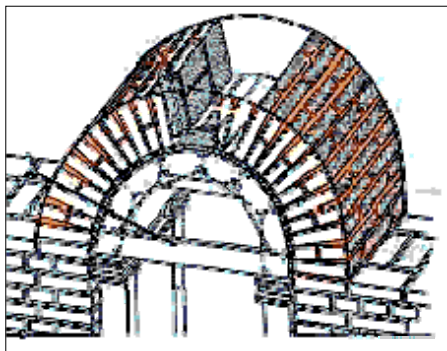


Рис. 16

Термин **"романский стиль"** (рис. 17) условен и возник в первой половине 12 века, когда была обнаружена связь средневековой архитектуры и античной.



Рис. 17

В 11-12 веках церковь достигла вершины могущества. Архитектура была ведущим видом искусства. Церковная романская архитектура развивалась под сильным воздействием византий-

ского и арабского искусства. Формы романской культовой архитектуры, в частности обилие плоскостей, способствовали распространению монументальной скульптуры, которая существует в форме рельефа, распластанного на плоскости стены или покрывающая поверхность капителей. В композициях преобладает плоскостное начало. Для этого стиля характерны циркулярные арки (рис. 16). Фигуры располагаются в пределах вертикальных поверхностей, причем композиция не дает ощущения глубины. Обращают на себя внимание разные масштабы фигур. Христос всегда больше ангелов и апостолов, которые в свою очередь больше простых смертных. Фигуры находятся в определенном соотношении и с архитектурными формами. Изображения в середине крупнее, чем те которые находятся по углам. На фризах помещаются фигуры приземистых пропорций, а на несущих частях – удлинённые. Такое соответствие изображения архитектурных очертаний одна из характерных черт романского стиля. Памятники романского искусства рассеяны по всей Западной Европе. Больше всего их во Франции, которая в 11 – 12 веках была не только центром философского и теологического движения, но и широкого распространения еретических учений. В архитектуре и скульптуре встречаются наибольшее разнообразие форм и конструктивных решений.

На смену романскому искусству пришла **готика**. Готические здания отличаются обилием ажурных кружевных деталей в форме цилиндров, пирамид, конусов (рис. 18, 19). Они как снаружи, так и внутри производят впечатление легкости и воздушности.



Рис. 18

Окна, порталы, своды имеют характерную стрельчатую форму. Фасады сооружений обладают осевой симметрией.

Стрельчатая арка (схема на рис. 21) привнесла в готическую архитектуру два конструктивных новшества. Во-первых, стрельчатые своды стали выполнять на нервюрах – каменных ребрах, несущих независимые друг от друга части свода – распалубки. Нервюры служат как бы скелетом свода, они берут на себя основную нагрузку. В результате конструкция свода становится более гибкой: она может выдержать те деформации, которые для монолитного свода окажутся губительными. Таким образом, нервюры явились прототипом современной каркасной конструкции.



Рис. 19

Внутренним опорам и стенам готического собора оставалась лишь одна вертикальная нагрузка – вот почему их можно было делать более тонкими и изящными. Поскольку вертикальную нагрузку готического храма нес пучок нервюр, центральные стены как несущие конструкции оказались ненужными, и их заменили цветными витражами.

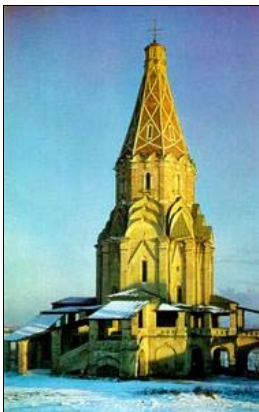


Рис. 20

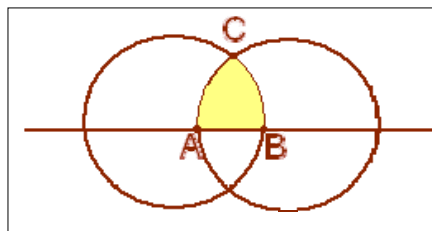


Рис. 21

Готические конструкции XII – XV перекликаются с современными архитектурными конструкциями, у которых нагрузку взял на себя тонкий железобетонный каркас, а стены стали стеклянными.

Готика, возникшая после романского стиля, стала более жизнерадостной. Во всех готических архитектурных сооружениях наблюдается стремление ввысь, к небу, подальше от светской суеты. Широко использовавшиеся в их формах пирамиды и конусы, соответствовали общей идее – стремлению вверх. Характерными деталями для готических сооружений являются стрельчатые арки порталов, которые пришли на смену полуциркульным аркам, являющиеся, с точки зрения геометрии, более сложными. Стрельчатая арка состоит из двух дуг окружности одного радиуса. На рисунке 21 над горизонтальной линией видно схематическое изображение стрельчатой арки.



Рис. 22



Рис. 23

У архитекторов различных эпох были и свои излюбленные детали, которые отражали определенные комбинации геометрических форм.

Например, зодчие Древней Руси часто использовали для куполов церквей и колоколен так называемые шатровые покрытия. Это покрытия в виде четырехгранной или многогранной пирамиды.



Рис. 24

Такое покрытие, например, имеет церковь Вознесения в селе Коломенское (рис. 20). Другой излюбленной формой **древнерусского стиля (русско-византийского)** (рис. 20, 22-24) являются купола в форме луковки. Луковка представляет собой часть сферы, плавно переходящую в конус.

На рис. 24 изображена церковь Ильи Пророка в Ярославле, построенная в середине XVII века. При ее создании зодчие использовали как шатровые покрытия, так и купола в виде луковок.

Ренессанс – так называется стиль, созданный архитекторами Эпохи Возрождения. Наследие античного искусства в этом стиле применяется более свободно, с отступлением от канонов, в других пропорциях и размерах, в сочетании с другими архитектурными элементами. Здания Ренессанса строгие по форме, с четкими прямыми линиями и с сохраненной симметрией фасадов.

Стиль **барокко** пришел на смену ренессансу. Он отличается обилием криволинейных форм. Грандиозные архитектурные ансамбли (группа зданий, объединенных общим замыслом) дворцов и вилл, построенных в стиле барокко, поражают обилием украшений на фасадах и внутри зданий. Прямые линии почти отсутствуют. Архитектурные формы, создавая впечатление постоянной подвижности, изгибаются, громоздятся друг на друга и переплетаются с узорами, украшениями, скульптурами. Этот великолепный и пышный стиль просуществовал не-

долго и уже во второй половине XVIII в. на смену ему приходит строгий и величественный **классицизм**.



Рис. 25



Рис. 26

Для классицизма характерна ясность форм. Все здания, построенные в этом стиле, имеют четкие прямолинейные формы и симметричные композиции (рис. 25). Сознательно заимствованы приемы античности и ренессанса, применены ордера с античными пропорциями и деталями. Простота и в то же время монументальность, утверждавшие мощь и силу государства, ценность человеческой личности с удивительной гармонией сочетаются в этом стиле.

Модерн появился в начале XX в., как попытка освободиться от долгого подражания античности, как желание создать новые формы из новых материалов – металла, стекла, бетона, керамики. Поиск новых форм и освоение новых материалов



Рис. 27

привели к новым видам композиций (рис. 27). Стиль не имеет строгих симметричных конструкций. На рис. 26 изображено здание клуба имени И. В. Русакова в Москве. Это здание построено в 1929 г. по проекту архитектора Мельникова. Базовая часть здания представляет собой невыпуклую

прямую призму благодаря выступам, которые заполнены вертикальными рядами окон. При этом гигантские нависающие объемы также являются призмами, только выпуклыми.



Рис. 28

Наконец, обратимся к геометрическим формам в современной архитектуре. В архитектурном стиле **«хай-тек»** вся конструкция открыта для обозрения, здесь видна геометрия линий, идущих параллельно или пересекающихся, образуя ажурное пространство сооружения. Своеобразной прародительницей этого стиля является Эйфелева башня (рис. 28).

«Хай-тек», благодаря возможностям современных материалов, использует сложные, изогнутые (выпуклые и вогнутые) поверхности. Их математическое описание очень сложно. Чтобы представить эти поверхности достаточно обратиться к зданиям, возведенным Антонио Гауди, Ле Корбюзье и другими современными архитекторами. Один из примеров изображен на рис. 27.

3. Интересные архитектурные сооружения моего города.

В городе Волжском, несмотря на его молодость, можно увидеть здания, имеющие черты разных архитектурных стилей. Каждому из этих стилей соответствуют определенные геометрические формы.



Рис. 29



Рис. 30



Рис. 31



Рис. 32



Рис. 33



Рис. 34



Рис. 35

Так, например, наиболее современные здания города выполнены в стиле «хай-тек». В основном это предприятия торговли, технического обслуживания, рынки. Для них характерна большая площадь застекленной поверхности, ажурные формы из металлических конструкций, в форме пирамид, цилиндров, многоугольников. Примерами являются магазин запасных частей «Арконт» (рис. 32, 34), центр технического обслуживания

«Пумас» (рис. 30), главный корпус здания городского рынка (рис. 35), магазин «Эльдорадо» (рис. 29, 33), «Dom Verdi» (рис. 31).

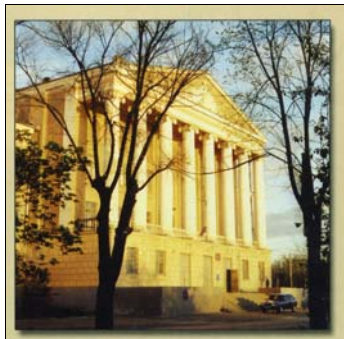


Рис. 36



Рис. 37



Рис. 38



Рис. 39



Рис. 40

Помимо этого в Волжском присутствуют здания стиля классицизм. Они расположены преимущественно в старой части города. Примерами этого стиля являются Дворец культуры ВГС (рис. 38, 40), парковые ротонды (рис. 39), здание политехникума (рис. 36), театр кукол «Арлекин» (рис. 37), Старая Башня (рис. 41).



Рис. 41



Рис. 42

Стиль модерн представлен зданиями ресторана «Ахтуба» (рис. 42), Банка РКЦ.

Представителями русско-византийского стиля являются здания церквей, возведенные в 90-е годы 20 в. (рис. 43)

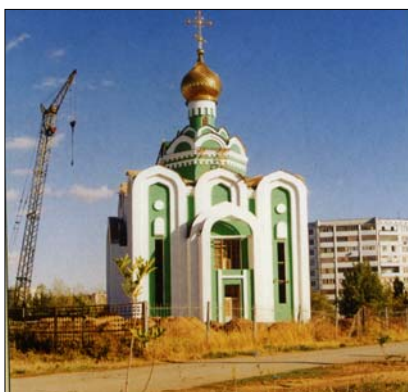


Рис. 43

Заключение

В результате проделанной работы выяснилось, что геометрия с архитектурой непосредственно связаны – геометрия является незаменимой частью архитектуры, одной из ее основ.

Геометрические формы определяют эстетические, эксплуатационные и прочностные свойства архитектурных сооружений разных времен и стилей. Причем для каждого архитектурного стиля характерен определенный набор геометрических форм зданий и сооружений в целом и их отдельных элементов. С развитием строительных технологий возможности применения геометрических форм расширяются. На примере города Волжского были проанализированы различные архитектурные стили и их геометрические свойства.

Геометрия была рассмотрена как теоретическая база для создания произведений архитектурного искусства. Были сформулированы представления об объективности математических отношений, проявляющихся в архитектуре как в одной из форм отражения реальной действительности.

- 1) Атанасян Л. С. Геометрия: учебник для 7–9 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1990.
- 2) Бартенев И. А. Формула и конструкция в архитектуре. – Л. Строиздат, 1968
- 3) Бархин Б. Г. Методика архитектурного проектирования. – М.: Строиздат, 1993.
- 4) Башлыкова Т. Волжскому 50. Хроника. События. Судьбы. – Волгоград: Издатель, 2003.
- 5) Большая советская энциклопедия (CD).
- 6) Волошинов А. В. Математика и искусство – М.: Просвещение, 2000
- 7) Гуляницкий Н. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий в пяти томах. Том I. История архитектуры. – М.: Строиздат, 1984.
- 8) Заславский Е. Л. Что такое архитектура. – Минск: Народная асвета, 1978.
- 9) Зиновьев А. А., Зиновьев А. В. Логос египетских пирамид. – Владимир, 1999
- 10) Ильин М. А. Основы понимания архитектуры. – М.: Строиздат, 1989.
- 11) Интернет-ресурсы
- 12) Кильпе Т. Л. Основы архитектуры. – М.: Высшая школа, 1989.
- 13) Орловский Б. Я. Архитектура: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1984.
- 14) Энциклопедия для детей. Том 7. Искусство. Часть вторая. Архитектура, изобразительное и декоративное прикладное искусство XVII – XX веков. – М.: Аванта+, 1999