На правах рукописи

ВЕРГАЗОВА ОЛЬГА БУХТИЯРОВНА

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО УЧЕНИЯ О СИММЕТРИИ И ПРОПОРЦИЯХ В ТВОРЧЕСТВЕ ЧЕЛОВЕКА

Специальность (09.00.08) – философия науки и техники

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата философских наук

Москва 2008

Работа выполнена на кафедре философии Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: доктор философских наук, профессор

Власова Валентина Михайловна

Официальные оппоненты: доктор философских наук, профессо

Лебедев Сергей Александрович

фских наук

я Михайловна

Ведуща ионный институт

кий университет) МАИ

заседании

наукам в

. Баумана

нической

А.

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана

У1827474

Вергазова О.Б.
Роль математического учения о симметрии и пропорциях в творчестве человека
2008 0-00

У 1827474

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Математическое учение о симметрии и пропорциях внесло существенные изменения в общенаучную картину мира, способствовало формированию нового образа научного мышления. Учение о симметрии находит отражение практически в каждой научной области. С ним связаны не только математика, но и физика, биология, химия, кристаллография, философия (симметрия левого и правого, виды симметрии на различных этапах развития материи), а также эстетические каноны, разрабатываемые человеком с древнейших времен (например, в орнаменте, архитектуре, скульптуре). История учения о пропорциях, а также практическое применение иррациональных пропорций, например, золотого сечения (другие названия – *золотое деление, золотая пропорция, деление отрезка в среднем и крайнем отношении*) берут начало с древнейших времен: древнеегипетские каноны пропорционирования, древнегреческая теория пропорций, древнерусская система пропорционирования на основе саженей. Особое значение золотое сечение приобрело в эпоху Возрождения. В последующие века золотое сечение превратилось в академический канон и претерпело забвение в период борьбы с «академической рутиной». В середине XIX в. благодаря исследованиям немецкого профессора А. Цейзинга интерес к золотому сечению, которое стали полагать универсальной пропорцией для всех явлений природы и искусства, возродился вновь. Теория золотого сечения получает новый импульс для своего развития во второй половине XX столетия, когда были получены результаты, свидетельствующие о фундаментальной роли золотого сечения в развитии многих направлений современных науки (египтология, исследование архитектуры Античности и Древней Руси, проблема саморазвития динамически подобных систем, логические структуры компьютеров, техника связи, техника регулирования, управление сложными системами, экономические науки), культуры (математические начала формообразования в музыке, архитектуре, живописи и литературе) и дизайна (книжный дизайн, технический дизайн). По мере накопления и систематизации частных знаний появилась необходимость разработки целостного анализа, который должен представить общую картину золотого сечения и идей симметрии как важной сферы познания.

Интеграционные процессы в науке и современное развитие гуманитарных наук, наук об искусстве и дизайна делают необходимым использовать достижения естественнонаучного знания. Нахождение точек и граней пересечения науки и искусства требуется духовному миру современного человека.

В диссертационном исследовании показано, что в настоящее время существует необходимость дальнейшей разработки универсальной для науки категории «симметрии», исследования золотого сечения как числовой константы, являющейся важной числовой характеристикой во многих областях научного знания, и введения их в научно-исследовательскую практику как категорий философского, эстетического и конкретно-научного характера.

МГТУ им. Н.Э. Баумана
Библиотека

Степень разработанности проблемы. В диссертации использована литература по математике, философии и искусствознанию периодов Античности, Средних веков и Нового времени, по современным проблемам развития математики и ее приложений в различных областях науки, в том числе и в современном дизайне.

Поиск новых форм симметрии, анализ проявления золотого сечения исторически связан со стремлением к гармонии, порядку. Выдающиеся русские ученые М. В. Ломоносов, А. В. Гадолин, Е. С. Федоров, Ю. В. Вульф разработали учение о формах и структуре кристаллов на основе понятия симметрии. И. Ф. Гессель (1830 г.) и А. В. Гадолин (1867 г.), независимо друг от друга, установили существование 32 видов симметрии для конечных кристаллографических групп. В 1890 г. Е. С. Федоров вывел 30 групп симметрии бесконечно протяженных кристаллических систем, а само определение симметрии связал с таким преобразованиями фигуры, которые переводят ее в состояние, тождественное себе. В XIX в. появились первые труды, посвященные симметрии растений (О. П. Декандоль, О. Браве), животных (Э. Геккель), биогенных молекул (А. Бешан, Л. Пастер и др.). В 1912 г. М. Лауэ открыл рентгенографический метод прямого определения структуры кристаллов. В XX в. ученые Ф. М. Егер (Голландия) и Г. В. Вульф (Россия) обобщили наблюдения видов симметрии и геометрических свойств животных и растений.

В XX в. биологические объекты изучались с позиций общей теории симметрии (советские ученые Г. В. Вульф, В. А. Беклемишев, английские кристаллографы во главе с Дж. Берналом). К проблеме симметрии правого и левого обращались ученые В. Людвиг в работе «Проблема правого и левого в животном мире и у человека» (1932 г.) и М. Гарднер в работе «Этот правый, левый мир» (1964 г.).

Проблеме симметрии посвящены труды ученых Н. В. Белова, Л. Д. Ландау, А. И. Китайгородского, А. А. Абрикосова, В. А. Копцика, И. М. Яглома, В. Г. Болтянского, Н. Я. Виленкина, С. Вайнберга. В работах А. В. Шубникова, В. А. Копцика, С. В. Яблана рассматривается отражение идей симметрии в искусстве.

Общенаучные категории симметрии и асимметрии разрабатывались в философской литературе в работах В. С. Гота, А. Ф. Перетурина, Н. П. Депенчук, Н. Ф. Овчинникова, Ю. А. Урманцева, Ю. Р. Хисматуллиной.

На протяжении истории развития европейской культуры предпринимались многочисленные попытки математического описания красоты произведений искусства и гармонии окружающего мира. Наши современники продолжают разрабатывать данную тематику. При этом под красотой понимали гармонию, простоту, симметрию, согласованность, порядок, истину, ясность и легкость восприятия и т. д. Ряду ученых казалось интуитивно очевидным, что представления о красоте могут служить исходным началом, первоисточником научных открытий и при создании гипотез, аксиом. К этой теме обращались Пифагор, Платон, Аристотель, Витрувий, Поликлет, Боэций, Альберти, Л. Пачоли, Леонардо да Винчи, А. Дюрер, И. Кеплер,

Г. Галилей, Р. Декарт, Г. В. Лейбниц, И. Ньютон, М. В. Ломоносов, Г. Е. Тиммердинг, А. Пуанкаре, В. Паули, Г. Харди, Г. Вейль, Р. Фейман, В. Гейзенберг, Н. А. Колмогоров, В. Г. Болтянский, Д. Хэмбидж, А. В. Волошинов, А. В. Шубников, В. А. Копцик, А. Ф. Лосев, М. А. Марутаев, Б. А. Рыбаков, Ю. А. Урманцев, И. Ш. Шевелев, И. П. Шмелев и многие другие.

В 2003 г. состоялся Международный конгресс «Фестиваль симметрии 2003» (16-23 августа 2003 г., г. Будапешт) с участием специалистов более чем из 30 стран. Доклады ученых, представленные на конгрессе, были объединены идеей о том, что мышление, воображение, творческий потенциал человека отображают рациональность, симметрию, подобие и гармонию реального мира. На этом форуме была создана «Международная Ассоциация Симметрии» (International Symmetry Association), материалы которой размещены в Интернете на сайте http://us.geocities.com/symmetrion/.

В связи с проблемой применения принципов симметрии и иррационального пропорционирования в современном техническом творчестве изучалась литература, посвященная истории дизайна и его современным проблемам. Например, работы таких авторов, как С. С. Водчиц, В. Ф. Рунге, А. Н. Лаврентьев, Д. Норманн и др.

Огромное значение для разработки диссертационной темы имела литература, посвященная истории развития математического знания, вопросам философского основания математики, проблемам математического творчества и исследования роли интуиции и логики в математике. Это работы Р. Декарта, Г. В. Лейбница, Н. Бурбаки, Ф. Клейна, М. Гарднера, А. Реньи, Б. Рассела, А. Уайтхеда, Д. Я. Стройка, В. Ф. Асмуса, М. Бунге, Г. Вейля, К. Геделя, Д. Гильберта, Ж. Лакатоса, Д. Пойа, А. Пуанкаре, Н. А. Колмогорова, В. Г. Болтянского, Б. В. Гнеденко, И. Я. Депмана, В. Я. Перминова, К. Н. Рыбникова, И. М. Яглома, С. А. Лебедева и др.

На основании изученных работ можно сделать вывод, что существует объективно обусловленная потребность в раскрытии философско-эстетического содержания математического знания, выявления взаимосвязи между математикой, философией и дизайном. Такая задача до настоящего времени на уровне диссертационных исследований пока не решена, и поэтому она продолжает оставаться актуальной.

Цель исследования - дать философское обоснование математического учения о симметрии и пропорциях и выявить его роль в развитии науки и творческой деятельности людей.

Объектом исследования явилось творчество человека в свете математического учения о симметрии и пропорциях.

Предмет исследования заключается в применении учения о симметрии и пропорциях в различных видах деятельности людей на разных этапах истории цивилизации.

Указанная цель исследования реализуется через решение следующих **задач**:

1.Рассмотреть определения симметрии, существующие в научной литературе, и этапы истории учения о симметрии (кристаллографический, геометрический, динамический). Провести анализ понятия симметрии с математической точки зрения, дать обоснование необходимости применения языка теории групп в изучении и развитии теории симметрии.

2.Проанализировать этапы развития учения о пропорциях (в частности, золотого сечения) в истории науки: Древний мир, Средние века и Новое время.

3.Выделить и дать описание основных видов симметрии в орнаментах русских вышивок, кружев, деревянной архитектуры. Установить связь между золотой пропорцией и древнерусской системой саженей. Рассмотреть особенности изучения и применения пропорционирования в России в тесной связи с проблемой появления российского начального систематического математического образования.

4.Исследовать проблемы применения принципов симметрии и иррационального пропорционирования традиционных эстетических канонов в современной науке и творческой деятельности человека в наши дни (на примере дизайна).

Теоретико-методологической основой диссертационного исследования послужили методы системного, комплексного анализа, логико-исторический метод и метод сравнительного анализа. В качестве теоретической основы диссертации используются разработки методологии и философии науки, а также результаты исследований отечественных и зарубежных ученых по истории, истории науки и искусства, математике, философии. Специфика предмета исследования требует комплексного подхода, который позволяет рассматривать историю взаимодействия категорий философии, математики, эстетики и дизайна. Исторический метод позволяет расширить и углубить представления о значении математической традиции в философии, эстетике и дизайне.

Теоретическими источниками диссертационной работы послужили результаты, накопленные в естествознании, философии математики, истории философии, истории математики, отечественной и зарубежной литературе по истории и проблемам современного дизайна, отечественной философской литературе последних лет.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1.Определено содержание и объем понятия симметрии с математической точки зрения, раскрыто его философско-методологическое значение, заключающееся в следующих положениях: 1) подчеркнуто первенство онтологического основания отношений симметрии, гармонии, количества и качества; 2) успех творческой деятельности человека зависит от адекватности познания объективной действительности; 3) отмечена важность сохранения преемственности в процессе познания и применения добытых знаний в творческой деятельности человека.

2.Представлены основные этапы формирования и развития понятий симметрии и учения о пропорциях: от первых натурфилософских, идеализированных образов, эстетических понятий гармонии, совершенства,

уравновешенности, пропорциональности до математических теорий симметрии и пропорций и общенаучной категории симметрии. Выделены следующие периоды исторического развития учения о пропорциях:
- древнеегипетские каноны пропорционирования;
- древнегреческая теория пропорций;
- система пропорционирования в раннем Средневековье;
-система пропорционирования на основе квадрирования и триангулирования (XII-XV вв.);
-развитие теории пропорций в эпоху Возрождения (музыкальная аналогия, иррациональные системы, каноны пропорциональности человеческого тела);
- развитие теории пропорций в Новое время.

Представлено обоснование связи между древнерусской системой саженей и золотой пропорцией.

3.Предложена обоснованная классификация видов симметрии, встречающихся в орнаментальном искусстве, с краткой характеристикой и примерами: розетка, бордюр, сетка.

4.Показаны роль симметрии и золотого сечения в развитии общенаучной картины мира, законов искусства и современного дизайна и их практическое значение (архитектура, орнаментальное искусство, техническое творчество и пр.). Выявлена и сформулирована закономерность математизации мировой цивилизации, проявляющаяся в том, что в современном мире математика приобретает универсальный характер через применение математического инструментария во всех сферах человеческой деятельности и обусловливает общественное развитие.

На защиту выносятся следующие положения:

1.Процесс формирования и развития понятий симметрии и учения о пропорциях в истории философии и науки показывает тесную связь указанных понятий с эстетическими категориями гармонии и совершенства. Такая взаимосвязь понятий прослеживается от первых идеализированных представлений натурфилософии до современных математических теорий симметрии и пропорций и категории симметрии в общенаучном понимании.

2.Определение содержания и объема понятия симметрии с математической точки зрения позволяет глубже раскрыть его философско-методологическое значение.

3.Полная классификация видов симметрии, встречающихся в искусстве (прежде всего в орнаментальном искусстве) возможна только с привлечением понятий математической теории симметрии. Кроме того, математическая теория симметрии позволяет не только анализировать существующие виды орнамента, но и моделировать новые типы орнаментов, что имеет важное значение как для искусства, так и для ряда современных научных проблем. Идея симметрии в наши дни осознается в науке как важнейшая универсалия, пронизывающая мироздание от микро- до макрокосма. Изначальное понятие о геометрической симметрии (золотой пропорции) как соразмерности зримых геометрических форм приобретает сегодня универсальный смысл как всеобщая идея инвариантности относительно некоторых преобразований.

4.В историческом развитии общенаучной картины окружающего мира и законов искусства, в решении проблем современного дизайна золотое сечение и различные виды симметрии играют роль определяющего характера.

Теоретическая и практическая значимость исследования определяется междисциплинарным характером диссертации, поскольку в работе пересекаются историко-научные, математические, философские аспекты и проблемы современного дизайна. Результаты данного исследования имеют теоретическое и методологическое значение для философии науки. Философский анализ проблемы симметрии и пропорционирования (золотого сечения) позволяет решить ряд методологических проблем и продемонстрировать эвристическое значение философии для точных, естественных наук и искусства. Основные научные результаты могут быть использованы в научных исследованиях по философским проблемам науки. Основные положения диссертации могут найти применение в учебном процессе при преподавании курсов философии науки, разработке спецкурсов по истории математики, истории искусства и современного дизайна. Кроме того, результаты данной работы могут применяться при составлении учебных программ: общих и специальных курсов по истории науки, техники и дизайна.

Апробация работы. Основные положения диссертации изложены в научных публикациях автора. Отдельные вопросы (история золотого сечения и его роль в современных науке и искусстве) были рассмотрены при проведении семинарских занятий по курсу «Методы оптимизации» на Приборостроительном факультете Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана (МГТУ им. Н. Э. Баумана). Разработан цикл лекций по курсу «История дизайна, науки и техники». Работа обсуждалась на заседании кафедры философии МГТУ им. Н. Э. Баумана и была рекомендована к защите. По теме диссертации опубликованы 3 работы по списку ВАК общим объемом 2,7 п. л.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, двух глав, шести параграфов, заключения, приложения и библиографии, включающей 129 наименований. Объем работы - 148 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во Введении обосновывается актуальность темы исследования, дается характеристика степени разработанности проблемы, показывается ее значение для развития современного научного знания, определяются объект и предмет анализа, цель и задачи диссертационного исследования, логическая структура и методологические подходы к изучаемой проблеме, теоретические источники исследования. Также определяются научная новизна и практическая значимость работы и приводятся данные об апробации работы.

В Главе 1. Симметрия в природе и научное объяснение природы симметрии в продуктах человеческой деятельности представлен философский анализ учения о симметрии и пропорциях в математических, физических, биологических и других работах.

В 1.1. Учение о симметрии и пропорциях в структуре математического инструментария: философский аспект посвящен философскому и математическому анализу понятия симметрии.

История человечества до периода начала накопления и освоения математических знаний значительно превышает последующий период времени активного использования этих знаний в практической деятельности. По сравнению со всеми остальными открытиями в истории развития математики возникновение математического знания оказало решающее воздействие на цивилизацию. Анализ исторического момента появления математического знания и практического применения математического инструментария связан с проблемой методологического характера.

Зарождающееся математическое знание следует выделить из всего многообразия представлений человека, которые формируются элементарными потребностями практической жизни, об окружающем мире. Первичные «математические» способности человека с начала его культурного развития – это способность к различению, сравнению, сложным пространственным действиям, т. е. то, что характерно именно для homo sapience.

Способность разумно действовать во времени и пространстве приобретает новое качество, когда такая способность основывается на абстрактных представлениях о свойствах этого времени и пространства, с которыми связана сущность математического знания. Простейшими такими представлениями являются понятия расстояния и числа. Первое предполагает способность строить, оценивать пространственное отношение между предметами и воспроизводить его в своем воображении как пространственную структуру, независимую от материального содержания. Начальное представление о числе составляет различение «одного» предмета и «многих», а также умение воспроизводить это отношение в сознании, когда отсутствует непосредственная привязка к предметам.

Большой этнографический, археологический и филологический материал, необходимый при данных исследованиях, позволяет установить с высокой степенью достоверности первые практические приложения геометрии и некоторые этапы в развитии понятия числа и техники счета.

Представления о плоскостных и пространственных соотношениях вырабатывали обжиг и раскраска глиняных сосудов, изготовление камышовых циновок, корзин и тканей, позже – обработка металлов. Играли свою роль и танцевальные фигуры. Развитое чувство геометрической формы демонстрируют неолитические орнаменты, выявляя равенство, симметрию и подобие фигур.

В древних мифах математические элементы выступают атрибутами священного (линия, круг, розетка, спираль, крест, симметричные фигуры, орнаментальные построения). Указанные знаки обозначают священные предметы (солнце, землю, воду, звезды, конкретные духи), но, становясь символами, данные знаки получают собственное сакральное бытие. Все божественное становится математически правильным, все математически правильное становится божественным. Подобная взаимосвязь характеризует первобытное мышление. Сакральная правильность, которая выражалась, как правило, симметричностью форм, каких-либо других образов, является первой формой идеализации, абстрактности в первобытном сознании.

Необходимо указать на двойственный характер развития математического знания: с одной стороны, математика развивается посредством навыка, но с другой, она требует идеализации, создания абстрактных понятий. Преобладание какого-нибудь одного начала ведет к стагнации математики: в первом случае навык не позволяет выйти за пределы решения повседневных практических задач (Древний Египет), во втором идеализация лишает знание импульсов к развитию.

В XX в. прогресс рационального знания, кульминацией которого выступала математика, высоко поднял ее социальный престиж. Все научные концепции прошлого потребовали переосмысления в рационалистическом духе.

Выдающийся математик 20-го века Герман Вейль своей работой «Симметрия» (1951 г.) ознаменовал особый этап философско-эстетического анализа симметрии как меры красоты и гармонии мироздания. Г. Вейль рассматривал симметрию как неизменность (инвариантность) некоторого объекта при определенного рода преобразованиях. Вейль проанализировал частные группы симметрии, наиболее важные в искусстве и природе, и представил их описание на языке теории групп. Отдельную лекцию своей книги Г. Вейль посвятил орнаментальной симметрии, в которой было показано, что в основе принципов любой орнаментальной композиции лежат общие положения современных фундаментальных математических структур. Г. Вейль связывал орнаментальную симметрию с дискретными группами движений на плоскости. Ученый сделал вывод о существовании 17 различных видов симметрии, которыми может обладать двумерный орнамент с двойным бесконечным отношением. О значении симметрии с древнейших времен в орнаментике Вейлем было сделано следующее замечание: «Образцы всех 17 групп симметрии обнаружены среди декоративных узоров древности, в особенности среди египетских орнаментов. Вряд ли можно переоценить глубину геометрического воображения и изобретательность, запечатленные в

этих узорах. Их построение далеко не тривиально в математическом отношении. Искусство орнамента содержит в неявном виде наиболее древнюю часть известной нам высшей математики. Нет сомнения в том, что вплоть до 19 века не существовало необходимых понятий, с помощью которых можно было бы дать полную абстрактную математическую формулировку основной проблемы, а именно, не было математического понятия группы преобразований. Только на основе этого понятия можно было доказать, что 17 видов симметрии, в неявном виде известных еще египетским ремесленникам, исчерпывают все возможные случаи». [1] Доказательство этого математического факта было представлено Д. Пойа (Georg Polya) (1924 г.).

Процесс математизации современной научной мысли охватывает не только традиционные области (естественные и технические науки), но и гуманитарные области человеческого знания. Закономерности природы и искусства, в частности орнаментального искусства, получают точное выражение лишь средствами математики (теории симметрии и пропорционирования). Традиционно в исследованиях о видах симметрии, характерных для орнамента, рассматривается египетский, греческий, арабский орнаменты. А между тем, кроме исторического и культурного значения, русское орнаментальное искусство также имеет интересные математические особенности, которые отмечены в данной диссертационной работе.

В 1.2. Философско-математическое обоснование природы симметрии показано, что математика играет ведущую роль в движении познания от объектов чувственно-практического опыта к абстрактным понятиям и от последних к более глубокому постижению чувственно-данной реальности, которая претерпевает изменения в ходе практической деятельности человека. Процесс математизации современной научной мысли охватывает не только традиционные области (естественные и технические науки), но и гуманитарные области человеческого знания. Закономерности природы и искусства получают точное выражение лишь средствами математики.

Философское осмысление понятия симметрии традиционно происходит на материале математических и естественных наук. Понятие симметрии имеет, кроме понятий конкретных наук (математики, физики и др.), также всеобщее онтологическое значение и статус категориального определения. В философской и научной литературе понятие симметрии обычно рассматривается вместе с понятиями асимметрии и диссимметрии.

Симметрия (от греч. **συμμετρια** – соразмерность) – понятие, характеризующее переход объектов в самих себя или в друг друга при осуществлении над ними определенных преобразований (преобразований симметрии); в широком смысле – свойство неизменности (инвариантности) некоторых сторон, процессов и отношений объектов относительно некоторых преобразований. [2]

---

[1] Вейль Г. Симметрия. Изд. 2-е, стереотипное. – М.: Едиториал УРСС. - 2003. – С. 125-126.

[2] Философский словарь, М.: «Проспект». - 1989. - С. 582.

Существуют следующие классы преобразований симметрии: 1) **наложения -** преобразования, сохраняющие расстояния (их также называют **движениями** или **перемещениями**); 2) **преобразования подобия**, сохраняющие отношение отрезков; 3) **аффинные преобразования**, сохраняющие отношения параллельных отрезков; 4) **проективные преобразования**, сохраняющие только прямолинейность расположения точек.

Исторически первой теорией симметрии является *кристаллографическое* учение о симметрии, которое оказалось частным случаем *геометрического* учения о симметрии. Учение о *геометрической симметрии* позволяет получить в виде тех или иных симметрий множество самых различных геометрий – Евклида, Лобачевского, Римана, Клейна, Вейля, Картана, Скоутена, Бахмана и др. Оно дает в руки геометров мощный метод изучения пространства, позволяет обнаружить единство в самых различных геометриях. В области математики и философии проблемами теории симметрии занимались Г. Вейль, Л. С. Понтрягин, И. М. Яглом, Г. С. М. Кокстер, Ф. Бахман, А. Г. Курош, В. Г. Болтянский, Н. Я. Виленкин. Переход от кристаллографической к геометрической симметрии – это переход от менее абстрактного к более абстрактному, а, следовательно, и к более содержательному, что позволило увеличить объем и существенно углубить содержание древнегреческого понятия гармонии.

Учение о *динамической симметрии* является одной из наиболее глубоких концепций о сохранении и изменении в природе, в том числе о законах сохранения, частных и универсальных постоянных. С этой точки зрения общая проблема относительности в физике и математике была сведена к проблеме нахождения лишь особой симметрии – определенной группы автоморфизмов и ее инвариантов. В физике в изучении проблем симметрии и теории групп особый вклад внесли работы М. Хамермеша, М. И. Петрашеня, Е. Д. Трифонова, Р. Нокса, А. Голда.

Математиками и физиками установлена фундаментальная взаимосвязь «симметрия – законы сохранения». Сущность этой взаимосвязи состоит в том, что законы сохранения выводятся как следствия инвариантности некоторых выражений (уравнений) относительно групп преобразований той или иной симметрии.

Таким образом, симметрия используется при описании математических понятий, физических явлений и процессов, различных объектов и явлений живой и неживой природы, а также предметов искусства. Явление симметрии имеет многоплановый и многоуровневый характер, который находит отражение в разных науках. В диссертации доказывается, что осмысление истории учения о симметрии и развитие теории симметрии в будущем неразрывно связано с математической теорией групп.

В 1.3. Формы симметрии и пропорционирования в художественном творчестве и архитектуре рассмотрены основные виды орнамента с точки зрения симметрии (розетка, бордюр, сетка), символический смысл отдельных орнаментальных мотивов, основные орнаментальные мотивы русских вышивок, а также искусства кружевоплетения и декоративных украшений в

деревянной архитектуре. Проведен обзор состояния математических знаний на Руси до XVIII в.

Симметрия, существующая в окружающей человека природе, отражается на всей его деятельности. Об этом свидетельствуют исторические источники с древнейших времен до наших дней. Наблюдаемые структуры, совместный элемент геометрии и искусства, часто организованы соответственно законам симметрии. Сравнительно независимое развитие геометрии и живописи привело к формированию двух различных языков. Даже говоря об одном и том же объекте (например, о законах симметрии как основе визуальной организации в живописи, которые наглядно выражены в орнаментальном искусстве), эти языки используют различные слова. В искусстве слово «симметрия» сохранило столетиями значение, которое имело в эстетике Древней Греции: в более широком смысле оно обозначает гармонию, равновесие, согласованность, регулярность, а в узком смысле оно отождествляется с зеркальной симметрией с вертикальной осью отражения. Такой описательный язык, используемый при изучении орнаментов в искусстве, полностью отделился от точного языка геометрии. Особенности симметрии орнамента той или иной эпохи отражают уровень развития математического знания. Орнаментальное искусство доисторического времени, палеолита, неолита и первых древних культур представляют собой одно из первых свидетельств человеческого понимания регулярности. Регулярность же позже явилась основой всех наук, в особенности математики. На протяжении всей истории человечества наглядность и визуальные представления обычно были причиной и основой для геометрического исследования.

С развитием естественных наук (кристаллографии, физики, химии и т. п.) симметрические структуры стали важной областью геометрических исследований; ключевыми терминами стали – группы преобразований, инварианты, изометрии и т. д. Применение теории симметрии к орнаментальному искусству дает возможность планировать, строить и рассматривать орнаменты как визуальные конструкции с желаемыми свойствами. Их визуальные свойства можно предвидеть, зная группы симметрии орнаментов и их структуру. Орнаменты как наглядные модели различных симметрических структур являются объектом научных исследований, которые можно использовать во всех областях, где необходимы визуальные модели симметрических структур.

В культурном пласте русской действительности навсегда сохранилось языческое наследие, которое отражено как прекрасный раритет в орнаментах, детских играх, народных обычаях, сказочном изложении и пр. Русский орнамент, для которого было характерно осторожное и осмотрительное восприятие новых идей, сохранился как часть национального искусства и получил возможность дальнейшего развития. Главная особенность, отличающая характер русского декора от западно-европейского, определяется тем же, чем и само коренное различие этих культур как таковых: это различия в типах мировоззрения, базирующихся на католической и протестантской религии – в одном случае, на православной - в другом.

Среди мотивов, характерных для русского орнамента, можно выделить следующие:

- «*Обереговые*» знаки, которые наносились на одежду, предметы быта, различные детали жилища (заклинательный орнамент).

- Мотив *плетенки*, характерный для так называемых «русальских браслетов», который Б. А. Рыбаков трактовал как знак воды, царство подземного владыки Переплута.

- Мотив древней богини *Макоши* (*Мокоши*), как специфического воплощения представления о Великой Праматери, общего для всех народов на определенной стадии исторического существования. Мокошь покровительствовала всем женским занятиям, особенно прядению, и почитали ее преимущественно женщины. Обычно ее изображение помещалось в центре трехчастной композиции.

- Мотив *Древа Жизни*.

Композиции русских орнаментальных мотивов избегали византийской замысловатости, демонстрируя предпочтение ясности и покоя. Упрощение мотивов объясняется тем, что для русского мировосприятия орнамент – «узорочье», которое не только украшает предметный мир, но и создает душевный настрой для творческой работы.

В диссертационном исследовании показано, что идея симметрии четко прослеживается в древнерусском орнаменте (вышивка, кружево, аграрно-заклинательная символика в деревянной архитектуре). Описания отдельных орнаментальных элементов, в частности, темы неба, солнца, земли и др., схемы их расположения демонстрируют использование осевой, центральной и поворотной видов симметрии.

В Главе 2. Изучение и применение пропорционирования в истории науки и человеческой деятельности рассматриваются история развития учения о пропорциях от древних времен до Нового времени, особенности изучения и применения пропорционирования и различных видов симметрии в русской культуре, а также проблема применения математического знания в современной науке, искусстве и дизайне.

В 2.1. Изучение и применение пропорционирования в истории философии отмечено, что математика Древнего Египта и Вавилона, государств, существовавших на территориях Индии и Китая 1,5-3 тысячи лет назад, отличалась большим запасом практических знаний, достаточно развитой вычислительной практикой, но не обладала основным качеством математики как науки – доказательством.

В Древнем Египте были известны элементарные свойства подобных фигур, а также были заложены начала теории пропорций. Это следует из способа нанесения изображений на стены гробниц. Обычно вся площадь будущего изображения разделялась на заранее намеченные квадраты, чтобы легче было перенести композицию с небольшого эскиза. Горизонтали и вертикали таких сеток раз и навсегда определяли размеры и расположение частей тела. Геометрическим средством изображения был метод ортогональных проекций, который передает без искажений контуры реальных предметов. В

силу этого, живописные произведения Древнего Египта являются двумерными, плоскими и не дают глубины пространства.

Одним из самых ранних понятий древнегреческой культуры является понятие гармонии. С самого начала оно имело смысл «объединения», некоторого «согласования частей», которое позволяет создать из них единый объект.

Начиная с Античности, красота и гармония рассматривались с точки зрения понятий, используемых в математике: симметрия, мера и пропорциональные отношения. Кроме того, понятие гармонии неразрывно связано с понятиями порядка и упорядоченности. Категория прекрасного и ее качественные и количественные функции – гармония, мера, симметрия – часто отождествлялись на протяжении всей истории философии, науки и искусства.

Как отмечает С. А. Лебедев, «социокультурная среда Древней Греции радикально отличалась от культуры Древнего Востока, особенно от египетской культуры. Главное отличие состояло в характере тех ценностей, тех смысложизненных ориентиров, которые лежали в основе этих культур. Ценности древневосточной культуры: ориентация жизни общества и ее членов на практическую эффективность, материальную пользу, социальный порядок, дисциплину, управление, жесткую социальную стратификацию, религиозный характер мировоззрения. Основные ценности древнегреческой культуры иные: личная свобода, демократия, разум, истина, красота, философский характер мировоззрения. Очевидно, что эти две системы ценностей не просто существенно различны, но и во многом несовместимы. Центральные структурообразующие ценности этих культур – практическая польза (Древний Восток) и истина (Древняя Греция) – настолько различны, что по существу могут отрицать друг друга». [3]

Древнегреческая математика характеризуется следующими особенностями, которые отличают ее от древневосточной геометрии:

1.Произошло превращение геометрии из эмпирического древневосточного техно в геометрическую науку теоретического характера.

2.Начинается построение геометрии как логически доказательной системы знания в виде дедуктивно-организованной, аксиоматической теории.

3.Древнегреческие математические сообщества (кроме Пифагорейского союза) имели демократический характер, что обеспечивало доступ к овладению и занятиям геометрией для любого свободного гражданина.

Первыми, кто в истории создания теории пропорций, пытались математически разобрать существо гармонических отношений, были пифагорейцы. Для них гармоничными представлялись: Космос, душа,

---

[3] Философия математики и технических наук/ под общ. ред. проф. С. А. Лебедева. – М.: Академический Проект. - 2006. – С. 479.

Красота, в том числе красивые геометрические объекты. Особое значение в союзе пифагорейцев придавали золотому сечению, сделав правильный пятиугольник, вписанный в окружность при помощи золотого сечения, эмблемой своего братства. Предполагается, что Пифагор позаимствовал знание о золотом сечении у египтян и вавилонян во время своих путешествий.

Золотым сечением называется пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей.

В фасаде древнегреческого храма Парфенона присутствуют золотые пропорции. При его раскопках были обнаружены циркули, которыми пользовались архитекторы и скульпторы античного мира. Многие искусствоведы, стремящиеся раскрыть секрет того могучего эмоционального воздействия, которое этот памятник древнегреческой архитектуры оказывает на зрителя, находят в соотношениях его частей золотую пропорцию.

В развитии теории пропорций как математической и практическо-прикладной проблемы в Средневековье, эпоху Возрождения и Новом времени следует выделить периоды:

1.V-XII вв. – расцвет арабской и индийской математики, продолжение эллинских традиций странами ислама и появление новых математических идей, например, в области алгебры. Само слово «алгебра» происходит от арабского «аль-джебр»: так арабы называли правила переноса членов из одной части уравнения в другую с учетом знаков. Благодаря переводу на арабский язык труды древнегреческих ученых были сохранены и вновь восприняты Европой в XII в.

Для раннего Средневековья было характерно влияние Античности при решении задач пропорционирования. Так, основная черта ранневизантийского искусства - равноправное существование древних античных тем и образцов рядом с новыми христианскими. Византийская традиция изображения человека, характерная для ремесленных мастерских, была разработана на основе физиологического пропорционирования человеческого тела.

2. XII-XV вв. - период усвоения Европою античной и восточной науки, пробуждение научной мысли в XIII в.

Период времени с начала XII в. – это новая эпоха в истории математики: Европа знакомится с трудами древних математиков и восточных авторов благодаря их переводу с арабского на латинский язык – язык науки того времени. К концу XII в. все разделы элементарной математики были представлены в латинских переводах: арифметика, алгебра уравнений первой и второй степени в трактатах Аль-Хорезми, геометрия Евклида, тригонометрия. Начался период усвоения античной и арабской науки, прежде чем наступил период самостоятельных исследований.

Центрами науки в Западной Европе стали университеты, которые копировали цеховую организацию ремесленных средневековых цехов. Математика в средневековых университетах следовала традициям греческой математики, прежде всего, традициям Евклида. Основное внимание уделялось логическим рассуждениям и доказательствам, а также парадоксам конечного и

бесконечного. Параллельно с университетской математикой развивалась математика практическая как искусство вычисления необходимое, прежде всего, в торговле. В архитектуре и живописи разрабатывались приемы пропорционирования (системы пропорций на основе квадрирования и триангулирования).

3. В эпоху Возрождения появляются три направления теории пропорций:

- музыкальная аналогия или система гармонических соотношений;
- иррациональные системы;
- каноны пропорциональности человеческого тела.

Эпоха Возрождения внесла существенный вклад в развитие европейской культуры и науки. Математика стала необходимой для объяснения любой наблюдаемой закономерности. Применение математических вычислений стало обязательным в профессиональной деятельности живописца, скульптора, музыканта и архитектора.

В эпоху Нового времени наблюдается процесс обособления различных наук: новые идеи возникают в связи с практическими потребностями. Математика рассматривается не как врожденное и абсолютное знание, а как знание, которое зависит от некоторых внешних условий. Все это предопределило конкретное методологическое мышление. Математика становится основой для интеллектуального воображения, с помощью которого становится возможным наблюдение природы. Как результат появляется принципиально новая философия математики. Философия эмпиризма внесла внушительный вклад в математику того времени. В рамках изучения природных процессов были разработаны методы математического описания движения, изменения, текучести, кривизны, измерения объемов. Указанные проблемы позже стали основой для обоснования дифференциального и интегрального исчислений.

В 2.2. Особенности применения симметрии и пропорционирования в русской культуре показано, что истоки культурных традиций древнего населения Русской равнины и Центральной Европы относятся к геологической эпохе – плейстоцен. Это доказывают археологические исследования последних ста лет.

В древнерусской числовой системе архитектурного пропорционирования, которая применялась задолго до монгольского нашествия, в качестве единиц измерения использовался некоторый набор инструментов под общим названием «сажени». Причем саженей было несколько, разной длины и, что особенно необычно, они были несоразмерны друг другу и использовались при замере объектов одновременно. Историки и архитекторы (Б. А. Рыбаков, А. А. Пилецкий, А. Ф. Черняев, И. Я. Депман) затрудняются установить их количество, но признают наличие не менее семи типов саженей, которые при этом имеют собственные названия, определяемые, по-видимому, характером предпочтительного применения.

Древнерусская система саженей свое главное приложение находила в русской архитектуре. Главным орудием производства русского плотника был топор и его разновидности, которыми выполнялись все операции от рубки

деревьев и поперечной перерубки бревен до вязки срубов и изготовления резных украшений. Способ производства определял и строительную терминологию – во всех исторических документах, где говорится о постройке деревянных строений, употребляется слово «рубить» вместо «построить». Так, в «Повести временных лет» сказано, что Владимир, низвергнув Перуна, «повелел рубить церкви» [4].

При анализе пропорций и геометрических особенностей храмовых куполов было доказано, что золотая пропорция здесь играет ведущую роль, что еще раз подтверждает тезис: золотое сечение – один из основных принципов представления человека о красивом.

Таким образом, система пропорционирования, выработанная в русской архитектуре, - это результат тесной гармонической взаимосвязи размеров сооружений с характером построения архитектурной формы. Гибкая система пропорционирования сочеталась с художественной интуицией зодчего и его индивидуальным «почерком».

В 2.2. говорится, что изучению прогрессий, пропорций и вопросов, связанных с ними, в период становления массового начального математического образования в России в первой четверти XVII в. уделяли огромное внимание. Впервые в русской математической литературе читатели познакомились с прогрессиями благодаря «Арифметике» Л. Ф. Магницкого, изданной в Москве в январе 1703 г. Книга Магницкого послужила проводником в России новых математических сведений, совершенно не имевшихся в существовавших до нее рукописях, и являлась скорее энциклопедией математических знаний того времени, чем просто учебником. Доминантный характер математического образования и его практическая направленность были главной особенностью первых массовых и профессиональных учебных заведений, что отразилось даже в их названиях (Школа математических и навигацких наук, цифирные школы). Математическое образование носило черты контекстного обучения, т. е. обучения в контексте будущей профессиональной деятельности. В содержание массового математического образования с момента его появления включались арифметика и элементы геометрии, а также вопросы, связанные с учением о пропорциях и их практическом применении. В первой четверти XVII в. были заложены основы современного начального математического образования.

В 2.3. Современные проблемы применения математического инструментария в искусстве, дизайне и техническом творчестве доказано, что в современном мире математика приобретает универсальный характер и начинает обуславливать общественное развитие в виде всеобщей математизации мировой цивилизации.

Одна из основных черт XX в. - слияние науки с техникой и производством. Экономические процессы, процессы управления, общественные структуры складываются под непосредственным влиянием математических

[4] Былины. Русские народные сказки. Древнерусские повести. М.: Детская литература. - 1989. - С. 380.

моделей. Математика твердо удерживает значение неотъемлемого инструмента современной науки.

Для современного мира характерно, что эстетические качества рассматриваются не только применительно к изделиям культурно-бытового значения, но и в процессе комплексной оценки различных приборов, оборудования, машин. В настоящее время происходит формирование и развитие понятийного поля дизайна. Следует отметить, что процесс становления терминов дизайна проходит довольно сложно, потому что эта деятельность, непосредственно связанная с производством, объединяет не смежные, а полярные области знания – гуманитарные (эстетика, социология, психология, история искусства) и технические (инженерное конструирование, технология).

В определении дизайна первичным смысловым рядом является ряд определений «декоративного» порядка: узор, орнамент, декор, украшение, убранство.

Ко второму ряду относятся «проектно-графические» трактовки: набросок, эскиз, рисунок, проект, чертеж, конструкция.

Третий ряд подразумевает: план, предположение, замысел, намерение.

Четвертый смысловой ряд – затея, ухищрение и умысел.

Дизайн, дизайнерское творчество обосновано называют феноменом проектной деятельности, проектной культуры XX в. В дизайне сфокусировался комплекс явлений, связанных с хозяйственно-экономической жизнью общества, культурой в целом и искусством в частности, проектной деятельностью, предваряющей изготовление изделий. Основные явления этого комплекса: массовое машинное промышленное производство; урбанизация; развитие науки и техники; резкое увеличение номенклатуры промышленных изделий и усиление конкуренции между производителями; традиции и опыт художественно-прикладных ремесел; архитектурное проектирование; инженерное проектирование; процессы в искусстве; кризис различных аналитических направлений, процессов в изобразительном искусстве.

Известный французский архитектор и теоретик архитектуры XIX в. Виолле ле Дюк образно выразил свое отношение к познанию и оценке формы, когда сказал: «Форма, которую невозможно объяснить, никогда не будет красивой». Особенность эстетической оценки промышленного изделия заключается в возможности провести анализ связей между его формой и функцией, формой и конструкцией, формой и материалом, а также в обусловленности формы процессом изготовления изделия.

Таким образом, для того чтобы помочь дизайнеру и инженеру найти общий язык в творческой работе над композицией промышленного изделия, необходимо знание объективных закономерностей, лежащих в основе гармонии (симметрия и иррациональное пропорционирование). Практическое применение идей симметрии и золотой пропорции в техническом творчестве делает возможным оценить готовое изделие и создать новое на уровне лучших образцов.

МГТУ
ИМ. Н.Э. БАУМАНА
БИБЛИОТЕКА

В третьем параграфе второй главы выделены следующие перспективы в области изучения и применения теории симметрии и иррационального пропорционирования:

-проведение дальнейших исследований отражения иррационального пропорционирования (золотое сечение, серебряное сечение и т. д.) в различных областях науки и искусства;

-расширение сферы применимости иррационального пропорционирования и различных видов симметрии как основы эстетической привлекательности объекта в различных видах дизайна, в частности, автодизайне, графическом и компьютерном дизайне;

-поиск новых, появляющихся, например, в орнаментальном искусстве структур, у которых основным принципом построения вместо периодичности является рекомбинация.

В Заключении подводятся общие итоги и намечаются перспективы дальнейшего изучения проблемы.

Работы по теме диссертации

1.Вергазова О. Б. Октаэдр показывает фокус // Математика в школе. - №3. - 2001. - С. 5.

2.Вергазова О.Б. Симметрия древнерусского орнамента// Математика в школе. - № 6. – 2007. - С. 44-49.

3.Вергазова О. Б. Золотая пропорция: от древнерусских саженей до современного дизайна// Математика в школе. - № 8. – 2007. - С. 59-64.