**Научно-практическая конференция обучающихся города Пскова**
**«Старт в науку»**
**2020 год**

# Пропорциональный строй Псковских церквей

Работу выполнила:
**Гонтарь Елизавета Максимовна**,
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №9 им. А. С. Пушкина», г. Псков, 7 класс

Руководитель:
**Кривцова Татьяна Анатольевна**,
учитель математики
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №9 им. А. С. Пушкина», г. Псков

Псков
2020

**Оглавление**

Введение……..…….3
I. Основная часть…….……..4
1. Крестово-купольные храмы…… 4
2. Геометрия в древнерусских постройках…….…….....4
3. «Золотое сечение» в архитектуре Древней Руси…….……..6
4. Архитертура Псковских храмов…….…..6
II. Практическая часть ……..….6
2.1 Собор Иоанна Предтечи Ивановского монастыря……...7
2.2 Ансамбль Спасо-Мирожского монастыря ……..….. 7
2.3 Ансамбль Снетогорского монастыря: собор Рождества Богородицы…… …8
2.4 Церковь Михаила Архангела с колокольней…….8
2.5 Церковь Покрова от Пролома…….……8
2.6 Церковь Косьмы и Дамиана с Примостья…….……9
2.7 Церковь Георгия со Взвоза…….…….……9
2.8 Церковь Богоявления со звонницей…….…… …9
2.9 Церковь Николы со Усохи…….…….....9
2.10 Церковь Василия на Горке……..…….…….10
2.11 Храм Петра и Павла в д. Спицино ……..10
Заключение …….……11
Литература и интернет ресурсы …….……..12
Список использованных интернет –ресурсов…….....12
Приложение…….……13

## Введение.

Геометрия - одна из древнейших частей математики, изучающая пространственные отношения и формы тел. Люди с незапамятных времен использовали геометрические знания в быту. Геометрической формы были не только бытовые предметы, но и культовые. Таким образом, она является основной частью «фундамента», на котором строится другое не менее важное направление деятельности человека - архитектура.

Архитектура - это соединение искусства, науки и производства. Метко называют архитектуру «дочерью геометрии». Необходимость построения прямоугольника, нахождения его осей для установки ряда столбов, определение их размеров для заготовки материала и другие неизбежные в строительстве операции требовали усвоения определенных приемов построения архитектурной формы. Практика поколений строителей, опыт, передавшийся по наследству, способствовали сложению определенных правил, устойчивых приемов выполнения геометрических очертаний зданий на участке.[1]

В этой работе рассматривается важность применения пропорций в архитектуре Древней Руси. Актуальность исследования обусловлена интересом к духовному наследию русского народа, возможностью глубже понять такое направление в архитектуре как православное зодчество, а также интересом к золотому сечению.

«Поверять алгеброй гармонию», рассчитывая пропорции храмов, очень полезно. Пропорциональный анализ применяется при реконструкциях и датировках храмов с привлечением аналогов, при определении происхождения мастеров, при обосновании, почему один храм схож с другим. В таких случаях, если к вербальному описанию добавляется расчет пропорций, это обогащает научные труды. [2] Пропорция в архитектуре — это отношение подобных отрезков или фигур, составляющих архитектурное сооружение и придающих ему целостность и гармоничность. Архитектурные пропорции определяются как художественным замыслом, так и конструктивно-техническими требованиями.

Великий архитектор Ле Корбюзье говорил: «Окружающий нас мир – это мир геометрии чистой, истинной, безупречной в наших глазах. Все вокруг – геометрия».

Знаменитый английский физик лорд Кельвин (Уильям Томпсон,1824-1907)во время одной своей лекции сказал: «Если знание невозможно выразить численно, значит, оно поверхностно и недостаточно»

Мы выдвинули **гипотезу**, что «Пропорции различных частей храмов составляет число, очень близкое к золотому сечению». Попробуем найти этому подтверждение, изучая пропорциональный строй храмов Пскова, вошедших в 2019 году в список всемирного наследия ЮНЕСКО.[3]

**Цель:** Изучение математических закономерностей, положенных в основу архитектуры Псковских храмов.

**Задачи:**

- изучить строение крестово-купольных храмов;
- изучить антропометрические меры длины**;**
- исследовать пропорции в архитектуре Псковских церквей с точки зрения Золотого сечения;
- провести расчёты высоты храма.

**Методы исследования:**

- ✓ эмпирические: измерение, изучение чертежей, наблюдение, сравнение, математические расчеты;
- ✓ теоретические: восхождение от абстрактного к конкретному, формализация;
- ✓ общие методы: абстрагирование и конкретизация, анализ, синтез, индукция.

# I. Основная часть

## 1. Крестово-купольные храмы

Псков уникальный древнерусский город. В нём поражает количество старых церквей, стен, башен и прочих оборонительных укреплений, но ещё больше запоминается неподражаемая псковская архитектура — лёгкая и лаконичная в своём храмовом варианте, причудливо асимметричная, подчинённая собственному, ни на что не похожему канону. Сейчас в городе 44 церкви, десять из них (то есть почти каждая четвертая) включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО с официальной формулировкой — **представители псковской архитектурной школы**.[4]

Первые каменные здания появились в Пскове во второй половине XII века. Среди них собор Мирожского монастыря и второй Троицкий собор. Как самостоятельный архитектурный стиль псковская школа сложилась во второй половине XIV века и продолжала обогащаться новыми находками вплоть до конца XVII столетия. Она оттачивала свои приёмы в первой половине XIV века при возведении кончанских храмов (концами называлась единица административного деления города) и огромного числа монастырей. Во главу угла в псковской архитектуре была положена практическая целесообразность, а художественная выразительность достигалась набором простых средств при минимуме декора.

Основным типом псковского храма в XV–XVI веках было трёхапсидное кубическое строение с одной, опирающейся на четыре столпа, главкой. Первые храмы этого типа имели покрытие на шестнадцать скатов, но с упрощением конструкции сводов возникло очень эффектное восьмискатное покрытие. В XIV–XV веках композиция храмов стала дополняться приделами, притворами, галереями и звонницами. Из этих объёмов выстраивались асимметричные композиции, в которых звонницы смещались с оси храма, размеры их столбов и пролётов не выравнивались, приделы ставились нарочито асимметрично, а часовенки прикомпоновывались под случайными углами.

Рассмотрим подробнее, как устроен крестово- купольный храм.

Крестово-купольный тип храма (все центральное пространство храма в плане образует крест) заимствован в Византии. Как правило, в плане он – прямоугольный, а все его формы, постепенно понижаясь от центрального купола, составляют пирамидальную композицию. Световой барабан крестово-купольного храма обычно опирается на пилон – четыре несущих массивных столба в центре здания, - откуда расходятся четыре сводчатых «рукава». Примыкающие к куполу полуцилиндрические своды, пересекаясь, образуют равноконечный крест.(Приложение 1) По своему внешнему виду крестово-купольные храмы представляют собой прямоугольный объем. (Приложение 2) С восточной стороны, в алтарной части храма, к нему пристраивались апсиды. Наряду со скромно украшенными храмами этого типа были и такие, которые поражали богатством и пышностью внешнего оформления. Примером может служить «София Киевская», которая имела открытые арки, наружные галереи, декоративные ниши, полуколонны, шиферные карнизы [5]

## 2. Геометрия в древнерусских постройках.

В разных местах земного шара, в разные времена и у разных народов эталоны длины объединял один главный признак: все они происходили от человеческого тела. *Антропометрические меры* обладали ценнейшим для архитектуры качеством, о котором, к сожалению, с введением метрической системы мер забыли, но к которому в XX веке

вернулся Ле Корбюзье. Дело в том, что антропометрические меры в силу своего происхождения соразмерны человеку и поэтому удобны для конструирования искусственной среды обитания людей – архитектурных сооружений. Более того, в таких «очеловеченных» мерах заложены пропорции, отобранные самой природой, такие, как деление пополам, золотое сечение, функция золотого сечения. Следовательно, в антропометрических мерах естественным образом заложена гармония природы.

Основной строительной мерой в Древней Руси была *сажень*, равная размаху рук в стороны. Сажень делится на 2 *полусажени*, полусажень – на 2 *локтя* – расстояние от кончиков пальцев до локтя, локоть – на 2 *пяди* – расстояние между вытянутыми в противоположные стороны большим пальцем и мизинцем. Однако чем пристальнее историки изучали древнерусские летописи, тем больше становилось саженей, затем их число превысило десять и появилась необходимость систематизировать древнерусскую систему мер. Это сделали историк, академик Б.А.Рыбаков и архитектор И.Ш.Шевелев.

Основой антропометрических мер был рост человека *а*. Главной из всех видов саженей является мерная, или маховая, сажень *См*, которая равна размаху рук человека в стороны. Изучение пропорций человеческого тела показывает, что *См=1,03а*. Другой важной мерой у всех народов являлся двойной шаг, который равен высоте туловища от стоп до основания шеи.

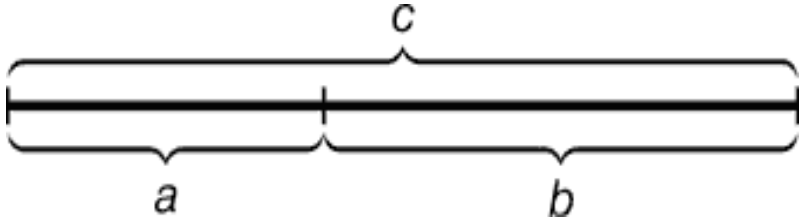
*Новгородская мерная трость, найденная в 1970 г., позволила уточнить их размеры. Новгородские меры XII века соответствуют росту человека: а=170,5 см. Тогда См==175,6 см, Ст=142,1 см, Кн=200,9 см, Кв=248,3 см, Сч=196,3 см. Если же рост человека принять равным 6 греческим футам: а = 6 □ 30,87 □ 185,22 см, то для основных саженей (мерной и малой) получим значения: См=190,8 см и Ст=154,3 см. (1)*

Именно эти меры наиболее часто встречаются в древнерусских храмах XI века, строительство которых, по-видимому, велось византийскими мастерами. Так, вместе с христианством Русь наследовала византийскую систему мер, которая в свою очередь взросла на античной средиземноморской культуре. Абсолютные размеры саженей в России с течением времени сильно колебались вплоть до введения метрической системы мер в 1918 г. Но важно то, что пропорциональные отношения между парными саженями сохранялись. Эти пропорции становились пропорциями архитектурных сооружений.

**3. «Золотое сечение» в архитектуре Древней Руси.**

Математики и историки, архитекторы и философы с разных позиций то возносили, то низвергали закономерности согласования архитектурной формы. Особое внимание привлекали модульная система и «золотое сечение». Принцип золотого сечения-высшее проявление совершенства целого и его частей. (1+√5):2 =1,6180339

Золотое сечение - это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей; или другими словами, меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему.



Если принять весь отрезок с за 1, то отрезок **a** будет равен 0,618, а отрезок **b**=0,382, только так будет соблюдено условие Золотого Сечения (0,618/0,382=1,618; 1/0,618=1.618).

Вспомним теорему Пифагора. Именно она и треугольник со сторонами 1;2;√5 положены в основу многих античных сооружений.

**4. Архитертура Псковских храмов**

Памятники архитектуры псковской школы во многом похожи на новгородские. Те же заказчики, то же стремление к добротности, но город меньше и соответственно не столь велики пожертвования, поэтому нет и монументальности.

Храмы небольшие, они не рассчитаны на рассмотрение издалека.

Украшены они приделами, галереями и звонницами, составляющими живописный асимметричный ансамбль.

Нигде нет столько звонниц, как во Пскове. И совсем маленькие, на два колокола, надстроенные над зданием храма. И большие, отдельно стоящие, — каменный куб, а на нем — ряд мощных столбов (каждая пара под своей кровелькой).

Кровли тоже особенные. Любили псковичи замысловатые многоскатные покрытия, делали великое множество скатов — и шестнадцать, и двадцать четыре.

Строили и небольшие бесстолпные храмы с барабаном, опирающимся на пересекающиеся цилиндрические арки.

И непременно три апсиды, чаще всего низкие, но глубокие, похожие на приделы.

Отличаются псковские храмы и пониженными углами.

## II. Практическая часть

**В практической части я рассмотрела соразмерность 10-ти Псковских церквей** которые включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО с официальной формулировкой — **представители псковской архитектурной школы:**

- Собор Иоанна Предтечи Ивановского монастыря,
- Ансамбль Спасо-Мирожского монастыря,
- Ансамбль Снетогорского монастыря: собор Рождества Богородицы,
- Церковь Михаила Архангела с колокольней,
- Церковь Покрова от Пролома,
- Церковь Косьмы и Дамиана с Примостья,
- Церковь Георгия со Взвоза,
- Церковь Богоявления со звонницей,
- Церковь Николы со Усохи,
- Церковь Василия на Горке.

**2.1 Собор Иоанна Предтечи Ивановского монастыря (Приложение 4)**

Это главный храм Иоанновского женского монастыря,( с 2007 г. передан подворью Иоанно-Богословского Крыпецкого монастыря) построен более восьми столетий назад — в первой половине XII века! Один из первых каменных храмов средневекового Пскова, усыпальница псковских княгинь. Здесь покоятся святая Марфа — княгиня Мария Дмитриевна, внучка Александра Невского и супруга святого князя Довмонта-Тимофея, а

также жена и сын князя Ярослава Стриги-Оболенского, который считается основателем Псково-Печерского монастыря — обители, известной сегодня на всю Россию.

В архитектурном отношении собор уникален: это единственный базиликальный, трехнефный, трехапсидный храм в Пскове, относящийся, как и Мирожский, к древним, домонгольским временам. Позакомарное покрытие, три главы шлемовидной формы, шесть столпов в интерьере указывают на новгородскую домонгольскую школу. (Псковские — двухпролетная звонница и притвор — появились позднее). В интерьере — также редкие для псковской традиции — 6 столпов и пониженные подпружные арки. В декоре используется аркатурный пояс на барабане; загадочны круглые окна в восточной части четверика — таинственные иллюминаторы на этом древнем корабле веры. Он построен с небольшим отступом от берега реки Великой, против впадения в неё Псковы. (9)

Специалисты Археологического центра Псковской области «разрезали» собор Иоанна Предтечи (на Комсомольской площади) в Пскове. Благодаря этому можно увидеть церковь «в разрезе». (Приложение 5)

Собор представляет собой прямоугольную в плане постройку, вытянутую в направлении восток- запад с тремя полукруглыми апсидами с восточной стороны. Увенчан тремя главами - одной большой и двумя малыми. Большая глава слегка смещена от центра к восточной части храма, две малых главы - к юго-западному и северо-западному углам четверика. Боковые главы расположены симметрично продольной оси здания и служат для освещения хор и пространства западной части боковых нефов. Барабаны имеют высокие щелевидные арочные световые окна и шлемовидные завершения. Фундамент: ленточный, валунный. Четверик: известняковая кладка с включением плинфы на цемяночном растворе. Притвор: известняковая кладка на известковом растворе. Общие габариты в плане: четверика - длина- 16,39 м., ширина- 10,35. притвора - длина - 3,28., ширина - 12,32 м. (Приложение 6)
Отношение длины к ширине у четверика близко к золотому сечению (16,39/10,35 = 1,584), погрешность составляет 0,034 (1,618-1,584)

**2.2 Ансамбль Спасо-Мирожского монастыря**

Древнейшие постройки монастыря, кроме собора, не сохранились. В настоящее время ансамбль Мирожского монастыря состоит из: Спасо-Преображенского собора с ансамблем фресковой живописи (XII-нач. XX вв.), Настоятельского корпуса (XVI—XIX вв.), Стефановской церкви (XVII в.), Братского корпуса (кон. XVIII—XIX вв.), братских келий (XVII—XIX вв.), монастырской ограды в 400 м (1799—1805 г.) и здания бани (нач. XIX в.)

Собор выстроен из плинфы и камня до 1156 г. Это крестово-купольный храм, имеющий уникальный для древнерусского искусства архитектурный тип. Центральный объём здания имеет форму равноконечного креста (восточная ветвь его полукруглая, так как заканчивается алтарной апсидой), к которому по углам примыкают низкие компартименты: два прямоугольных с запада и две малые апсиды с востока. Таким образом, первоначально храм имел снаружи чётко выраженную крестообразную форму. В интерьере центральное крестообразное пространство соединялось с угловыми только небольшими проходами. Однако уже в процессе первоначального строительства были добавлены надстройки над западными углами. Позднее храм был перестроен и его форма утратила первоначальный замысел. Архитектурный тип собора послужил образцом для собора Рождества Пресвятой Богородицы Снетогорского монастыря. Храм является одним из лучших примеров русской архитектуры домонгольского периода.

Поработав с фотографиями, я выяснела, что пропорции высот сегодняшнего Спасо-Преображенского храма составляют число 1,666 , очень близкое к числу «фи», т.е. золотому сечению.

**2.3 Ансамбль Снетогорского монастыря: собор Рождества Богородиц.**

Изучим пропорциональный строй собора Рождества Богородицы, построенного в 1310 г. Подкупольный квадрат, имеющий сторону, равной диаметру купола, является "началом" последующих построений и приравнен 6,16 м

Восточная сторона подкупольного квадрата равна 6,28 м, южная – 6,23, западная – 6,24 и северная – 6,19 м. Диаметры купола и барабана главы равны 6,10 - 6,16 м.

Линия, проходящая через центр подкупольного прямоугольника и соединяющая северный вход с южным, делит большой прямоугольник в отношении 2:√5.

Соотношение определяет и прямоугольник, в который вписаны подкупольные столбы Размеры южного и северного нефов приравниваются половине ширины центрального нефа или половине стороны подкупольного квадрата, то же построение малых нефов Можно получить, приравняв их вместе со столбами половине диагонали подкупольного квадрата.

Для того чтобы определить высоту данного собора я провела следующие измерения. По преданию, с помощью этого метода еще Фалес измерил высоту египетских пирамид. В солнечный день можно определить высоту предмета по его тени, руководствуясь следующим правилом: высота измеряемого предмета во столько раз больше высоты известного вам предмета (палки, удочки…), во сколько раз тень от измеряемого предмета больше тени от палки, удочки (Приложение 7.1) Если при измерении окажется, что тень от палки или удочки в 2 раза больше длины палки или удочки, то высота измеряемого предмета будет в 2 раза меньше длины его тени, а если тень от палки или удочки будет равна их длине, высота измеряемого предмета также равна высоте своей тени.

Длина моей палки =1м 20 см, длина ее тени = 2м 40 см. Тень храма = 24 метра, соответственно высота храма = 12 метров.

**2.4 Церковь Михаила и Гавриила Архангелов**

Церковь Михаила Архангела - один из ранних памятников псковской школы зодчества. Несмотря на поздние реконструкции не утратил своего художественного значения. Вместе с колокольней и пристройками к ней создает ансамбль, связанный с объемно-пространственной композицией с башнями и Троицким собором Кремля, образуя неповторимые силуэты центра города.

Сооружен из известняковой плиты, обмазан и побелен. Размеры (согласно Окуличу-Казарину): длина церкви 10 с. 2 арш., наибольшая ширина 12 с. 1 арш., высота — 4 саж. 2 арш. Северный придел во имя Положения Пояса Богородицы, южный упразднен неизвестно.

Пропорции высот церкви по фотографиям составляют 1,64.

**2.5 Церковь Покрова от Пролома**

Храм образован двумя бесстолпными церквями, четверики которых имеют общую стену. Северная церковь освящена в честь Покрова Богородицы, а южная в честь Рождества Богородицы. Церкви имеют по одной апсиде и притвору. Перпендикулярно к средней общей стене между сводами перекрытий расположены перпендикулярные лучковые арочки. Фасады четвериков и притворов лишены декоративного убранства. Главы и апсиды имеют декоративные пояса, образованные бегунцами и поребрика.

В алтарях расположено по оконному проему и по одному щелевому проему в жертвенниках, которые сооружены в нишах северо-восточных углов обеих церквей. Притворы перекрываются коробовыми сводами с распалубками над оконными проемами. Они соединяются дверным проемом расположенным в общей стене. Построен из местной известняковой плиты, обмазан и побелен. Реставрация церкви проведена в 1961—1964 годах по проекту архитектора Смирнова В. П. Были воссозданы две главы и двухпролётная звонница на западной стене

Поработав с фотографиями, я выяснела, что пропорции высот этой церкви полностью совпадает с пропорциями Спасо-Преображенского храма и составляют так же число 1,666 , очень близкое к числу «фи», т.е. золотому сечению.

**2.6 Церковь Косьмы и Дамиана с Примостья**

Четырёхстолпный, трехапсидный (боковые апсиды прямоугольные) храм. Покрытие четверика восьмискатное. Приделы: северный — Св. Митрофания Воронежского (1833 г.), южный — Св. Саввы (1640 г.). Рядом находится отдельно стоящая звонница (пролёты звона утрачены). Постройки окружены невысокой оградой с воротами (два проёма: для прохода и проезда, верх ворот утрачен). Сооружен из известняковой плиты, обмазан и побелен.
Четверик храма — 15×19 м; высота с барабаном и главой около 30 м. Церковь с галереями и притвором 20×20 м. Звонница — 15×18 м; высота 18 м.

Пропорции высот храма по моим подсчетам составляют число 1,607. И как мы видем, разница от золотого сечения составляет всего 0,011.

**2.7 Церковь Георгия со Взвоза**

Церковь Георгия со Ввоза была построена в 1494 году на берегу реки Великой на ввозе — то есть на есть на месте переправы через реку. Сооружена из известняковой плиты, обмазана и побелена, невелика по размеру. Основной объём кубический, покрыт четырёхскатною кровлей. Барабан украшен полукруглыми впадинками, бегунцом и поребриком, а также поясом из изразцов (вероятно, печных), на которых различные изображения: «человека с клинообразною бородою и другого без бороды»; мифологического зверя, птицы, барса. Боковые фасады церкви имеют обычные трехчастные деления. Необычность внутреннего устройства в отсутствии подпружных арок — барабан опирается прямо на коробовые своды, благодаря небольшим размерам четверика . В юго-западном углу храма, на высоте хор, устроена каменная палатка. Подобное же помещение находится в алтаре, над дьяконником. С запада к церкви примыкает невысокий притвор (5 арш. ширины внутри) с крыльцом на скругленных столбах, над которым поставлена двухпролётная звонница. С восточной стороны три апсиды, средняя из которых шире и выше боковых и украшена валиковыми разводами. **(Приложение 8)**
Размеры (по Окуличу-Казарину): высота — 15 саж. 2 арш., длина — от входа на паперть до конца большой абсиды 8 саж. 2 арш. 8 вершк., ширина — от севера к югу 5 саж. Мои результаты измерений пропорций высот храма дают цифру 1,666.

**2.8 Церковь Богоявления со звонницей**

В старину церковь была одной из крупнейших в Запсковье. Сама церковь с приделами скомпонована симметрично, но звонница поставлена так, что общая композиция становится ассиметричной. И выступающая вперед звонница с мощным основанием придает всей церкви новый крупный масштаб.

Архитектурная композиция храма сложная, живописно-асимметричная: одноглавый, трёхапсидный четверик с притвором, галереями, двумя приделами: северного — во имя Трех Святителей и южного — во имя Усекновения главы Иоанна Крестителя. К северо-западному углу примыкает крупная палатка на подклёте с четырёхпролётной звонницей XVI века. **(Приложение 9)** [6] И план церкви и фасад со стороны звонницы – все, казалось бы такое традиционное, но вот в целом - построен уникальный маленький ансамбль. Он запоминается. [7]

**2.9 Церковь Николы со Усохи**

Православный кончанский храм. Церковь была воздвигнута рядом с усохой — высохшим болотом или высохшей речкой. Старинный четырехстолпный храм очень красив и пропорционален. Его основа построена из обтесанных плит на растворе извести. Более поздние кладки сделаны с применением кирпича. В наши дни храм отштукатурен и побелен.

С начала XVI века культурный слой вокруг церкви вырос примерно на 2 м, сделав ее более приземистой. Это значит, что в момент постройки кончанский храм выглядел еще более стройным и производил очень сильное впечатление.

Крупный кубический четверик имеет размеры 20 на 16 м. Аккуратные лопатки разделяют все храмовые фасады на три части. Единственная глава церкви поднимается над землей на 40 м и видна издалека. Ширина с северным притвором — 22 м. Длина с западным притвором и крыльцом — 32 м. Блистательный образец псковской школы 16 века, храм создавался псковичами как градостроительная доминанта на важнейшей Великой улице города(ныне ул. Советская).

Мои результаты измерений пропорций высот этого храма дают цифру 1,735, что больше, чем золотое сечение всего на 0,117

**2.10 Церковь Василия на Горке**.

Церковь находится на Васильевской горке в Среднем городе, неподалеку от Октябрьского проспекта (ныне территория Детского парка) Интерьер храма - четырехстолпный, с повышенными подпружными арками.

Расчеты показывают, что отношение ширины храмовой части к ее высоте до «пояса»

является также функцией Золотого сечения $\frac{7250}{4500} \approx 1{,}611 \approx \varphi{+}1.$

Теперь найдем отношение ширины храма к ее высоте $\frac{7650}{7250} \approx 1{,}055.$

Это отношение хотя и не является золотым, но повторяется не раз в архитектурном строе, следовательно, входит в систему пропорций данного храма.

Мои результаты измерения пропорций высот дали цифру 1,594, также близкую к числу φ

**2.11 Храм Петра и Павла в д. Спицино (классическая псковская архитектурная школа)**

Этим летом мне посчастливилось лучше изучить Псковскую область с группой любителей путешествовать с пользой [7]

И были мы на Гдовской земле! В деревне Спицино построен храм Петра и Павла, это «новодел». И не просто построен, а в соблюдении всех канонов псковской школы зодчества! Псковский архитектор А. Лебедев - автор этого храма - показал, что жива традиция, не умерла, продолжается и развивается! Не все так просто в этом белостенном храме: есть и храмозданная керамическая надпись на барабане, немного сдвинуто от центра крыльцо, есть

и кресты закладные и камни по периметру храма, играет кровля - ступени к Богу, радует глаз наш родной орнамент: поребрик - бегунок - поребрик и двухпролетная звоница!

Настоятель храма, отец Григорий, человек очень солнечный, тонкого вкуса, 20 лет строил этот храм! Он очень рад гостям! Мы специально отправились в это путешествие в сопровождении знатока древнерусского искусства и псковской архитектуры, искусствоведа Тамары Васильевны Шулаковой. Ее восторги и комментарии подтверждают красоту и значимость этого творения! (Приложение 11)

Рекомендую для просмотра вебинар Тамары Васильевны «Шедевры древнего Пскова. Архитектура и живопись. Храмы Юнеско [9]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследовательской работы, мы осуществили поиск и отбор информации о «золотом сечении» и его свойствах, имеющих значение в архитектуре, православном зодчестве, изучили антропометрические меры длины. На основании полученных фактов сделали вывод: что в архитектуре православных храмов Пскова заложена гармоничная система пропорций, соответствующая золотому сечению.

Как заметил великий знаток псковских тайн Юрий Спегальский, псковская архитектура «скульптурна», рукотворно-«небрежна», как эскиз гения; она полна живой игры света и тени.. Созданная из единого материала, по единым принципам красоты, она придала всему городу, а не только храмам в ней, - невиданное единство и цельность, ту гармонию, что позволяет говорить о прекрасном градостроительном ансамбле «Дома Святой Троицы».» Наша гипотезе о том, что «Пропорции различных частей храмов составляет число, очень близкое к золотому сечению» подтвердилась.

Итак, при постройке, как современных зданий, так и зданий прошлых веков необходимы знания геометрии. Архитектурное формообразование с помощью геометрических построений сохраняется во всех случаях. Эта проблема стояла перед зодчими Ярослава Мудрого, не исчезла она и сегодня. Разница заключается лишь в том, происходит ли процесс «размерения пространства» на строительной площадке или перенесен в мастерскую и выполняется на бумаге.

Приемы формообразования, установления оптимальных соотношений частей постройки вырабатывались в течение вековой строительной практики в результате повседневных измерительных и разбивочных операций. Эти приемы построения архитектурной формы основывались на знаниях прикладной геометрии и проверялись опытом многих поколений строителей.

Изучая литературу к данной работе, интересно было узнать, что знания прикладной геометрии использовались на практике не только древними строителями, а также иконописцами, и мозаичистами. На стройке строительную артель сменяли мозаичисты, расчерчивавшие на основании пола геометрическую схему будущего узора, и иконописцы, которые на стенах графили композицию фресок. Древние мастера пользовались геометрическими построениями, вычерчивали квадраты, делали кружалом окружности, делили линии на несколько частей, строили прямые углы, изображая узор орнамента или намечая контуры здания.

Изучая использованную литературу для подготовки данной работы, было приобретено

много интересных знаний из истории архитектуры и геометрии, что еще раз убеждает в многогранности применения этой науки (геометрии) и необходимости ее изучения. Не вызывает сомнения важность применения закономерностей и законов геометрии: золотого сечения, симметрии, свойств квадрата, соотношения пропорциональности в зодчестве различных построек в Древней Руси.

**Список использованной литературы:**

1) Раппопорт П.А. « Древне-Русская архитектура» Стройиздат СПБ отделение 1993 г.
2) БЭКМ – электронная энциклопедия. «Кирилл и Мефодий»
3) Волошинов А. В. «Математика и искусство» 2000 г. «Просвещение»
4) Коробко В.И., Коробко Г.Н.; М., АСВ Издательство, 2002 г. «Золотая пропорция и человек»
5) Коробко В.И.; Москва, Издательство Ассоциации строительных вузов,1998г. «Золотая пропорция и проблемы гармонии систем»
6) Ливио М. , «Число Бога. Золотое сечение – формула мироздания» Золотой фонд науки 2014г
7) Тиц А.А.; М., Стройиздат, 1978 г. «Загадки древнерусского чертежа»
8) А.Таскаев Путеводтель «Псковские святыни»г. Псков, 2009г.
9) *Т.В. Шулакова, Л.Ю. Дудченко «Храмы Пскова»*

**Список использованных интернет –ресурсов:**

[1] Геометрия в архитектуре древнерусского зодчества https://school14-v.ucoz.ru/publ/1-1-0-4
[2] С.В. Заграевский “Методические пробл**емы изучения канона, символики и пропорций в православной архитектуре”** http://rusarch.ru/zagraevsky48.htm
[3] Псковские храмы, Вавилон и другие новички Всемирного наследия Юнеско https://www.bbc.com/russian/features-48901333
[4] Псковские храмы https://tass.ru/v-strane/6664403
[5] Софийский собор.Киевhttps://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80_(%D0%9A%D0%B8%D0%B5%D0%B2)

[6] Памятник архитертуры. Псковские храмы https://old-pskov-today.livejournal.com/679243.html

[7]Спегальский Ю.П Церковь Богоявления с Запсковья

http://spegalsky.narod.ru/biblioteka/ch_bogoiavlenia.html

[8]Интерактивные экскурсии по Псковской области. https://vk.com/pskovsirinoy

[9] Вебинар Т.В.Шулаковской «Шедевры земли Псковскойhttps://www.youtube.com/watch?v=eggpr0metjk&feature=youtu.be

# ПРИЛОЖЕНИЕ

**Приложение 1**

**План основных частей крестово-купольных храмов**

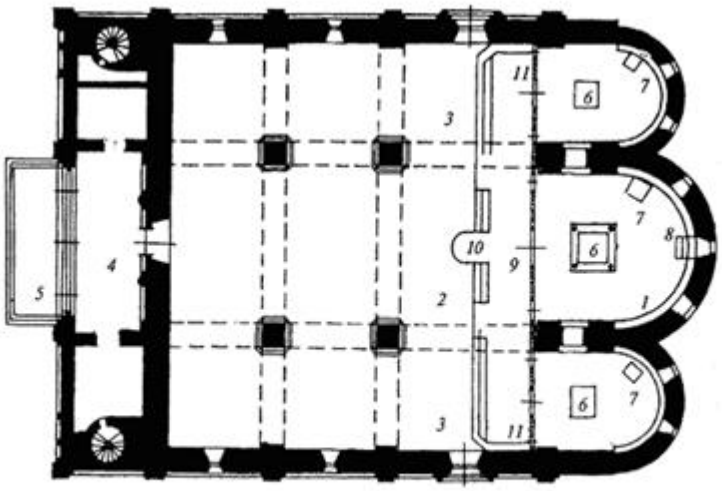
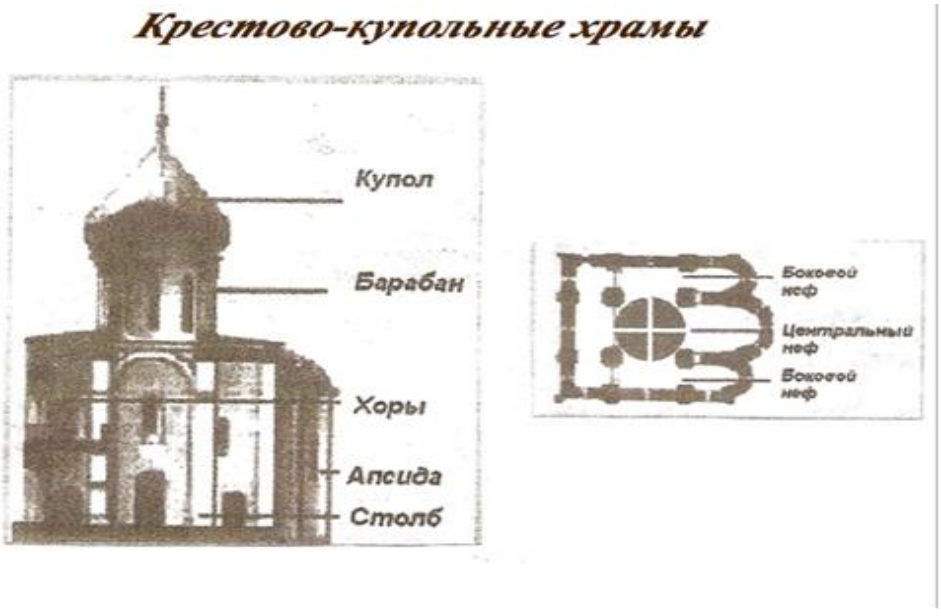


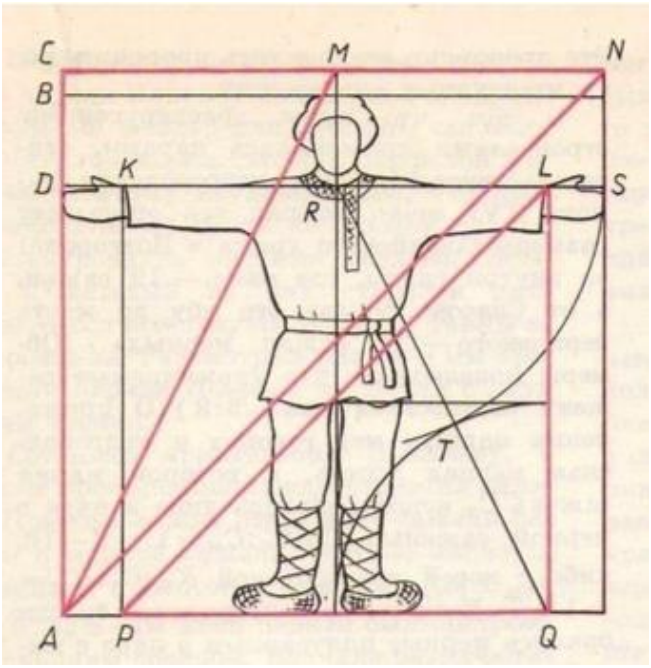

Рис. 1. Основные части храма
*а* - иконостас; *б* - план храма; *1* - алтарь; *2* - средняя часть храма; *3* - боковые приделы; *4* - притвор; *5* - паперть; *6* - престол; *7* - жертвенник; *8* - Горнее место; *9* - солея; *10* - амвон; *11* - место клироса

**Приложение 2**




**Приложение 3**

**Основные древнерусские меры длины и геометрическая взаимосвязь между ними.**




Рост человека: $a = AB$

Мерная сажень: $C_н = AC = CN = 1{,}03a$

Малая (тмутараканская) сажень: $C_т = AD = KL = \frac{5}{6}a = 0{,}833a$

Сажень без чети: $C_ч = AM = \frac{\sqrt{5}}{2}C_м$

Косая новгородская сажень: $K_н = PL = \sqrt{2}C_т$

Косая великая сажень: $K_в = AN = \sqrt{2}C_м$

Соотношения между саженями:

$$\frac{C_т}{K_н} = \frac{C_м}{K_в} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

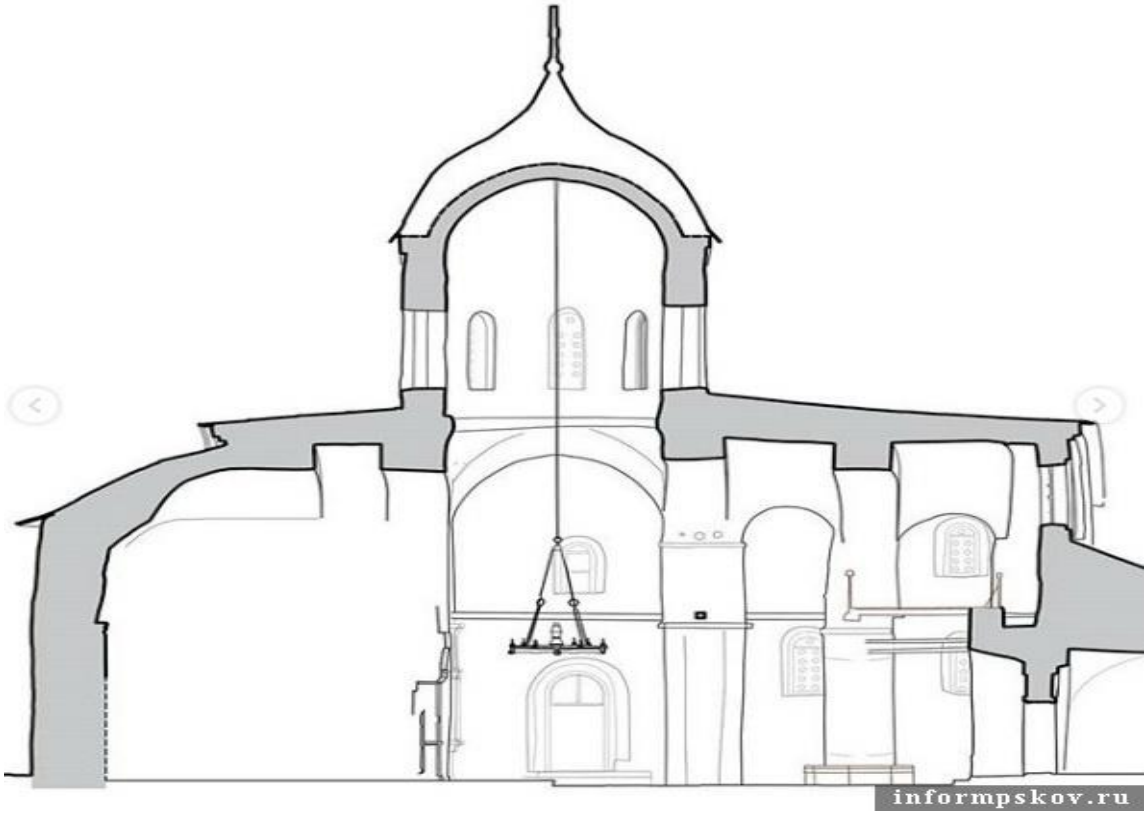
$$\frac{C_т}{C_м} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} \Rightarrow \frac{C_м/2}{C_т} = \frac{RS}{LQ} = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$$ — золотое сечение

$$\frac{C_ч}{C_м} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$ — функция золотого сечения

**Приложение 4**

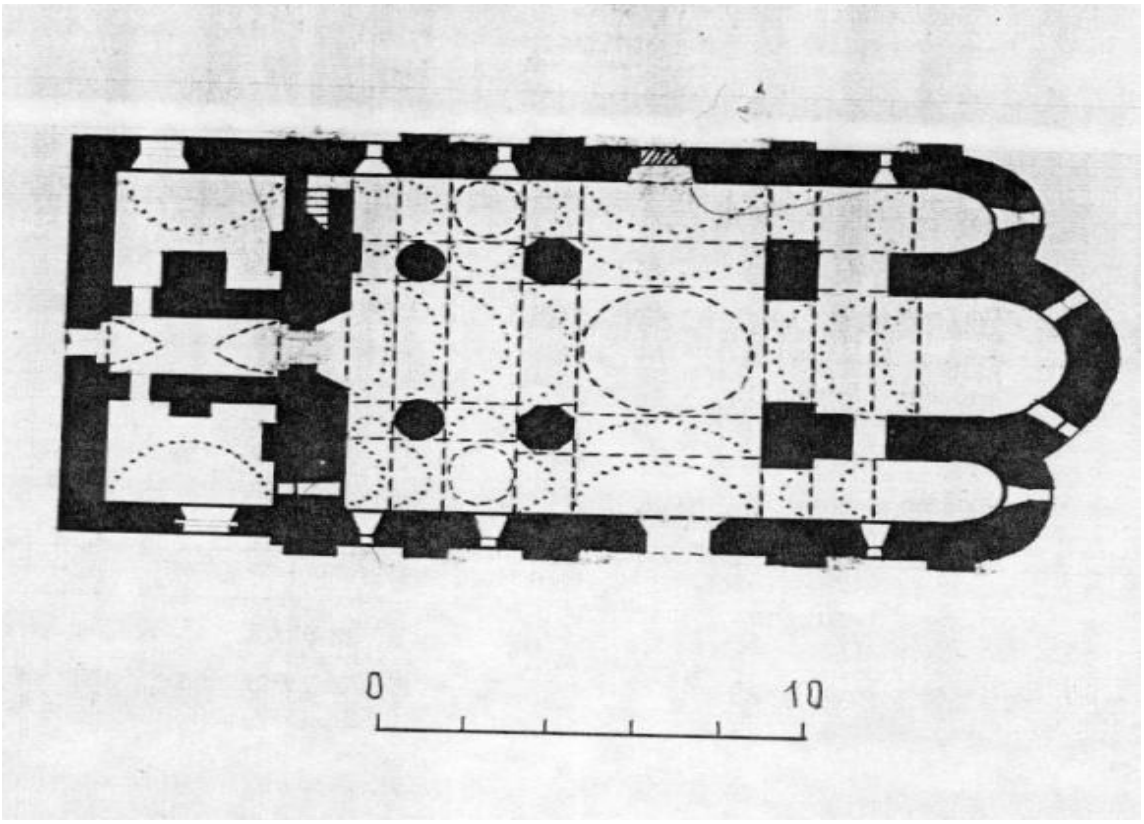
**Собор Иоанна Предтечи**

**Приложение 5**
**Собора Иоанна Предтечи в разрезе**



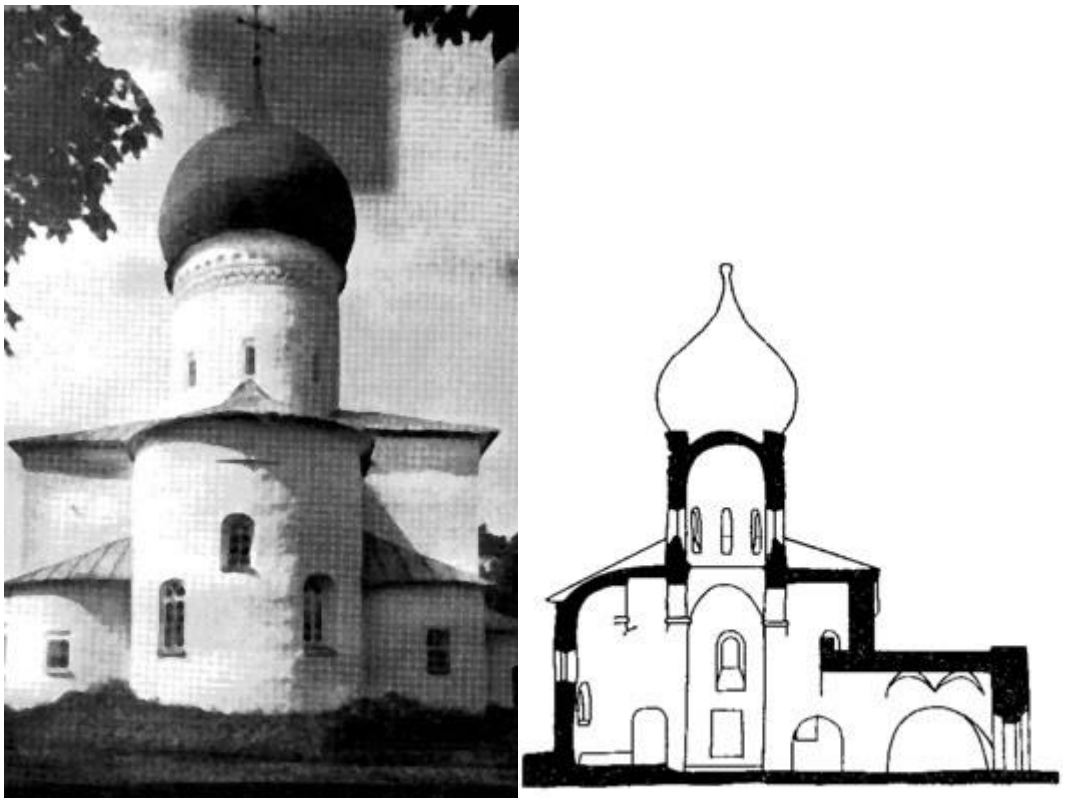

**Приложение 6**

**План Собора Иоанна Предтечи**

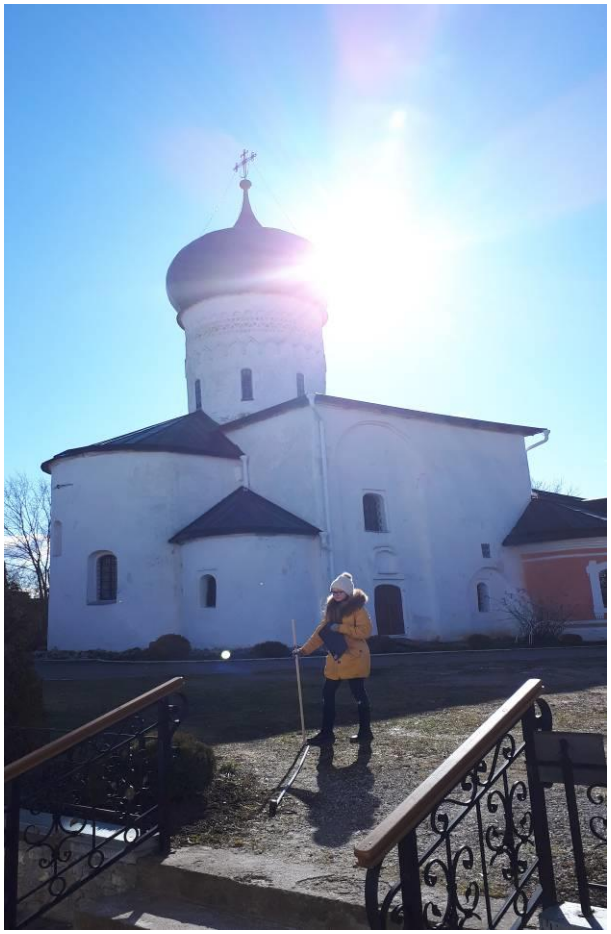


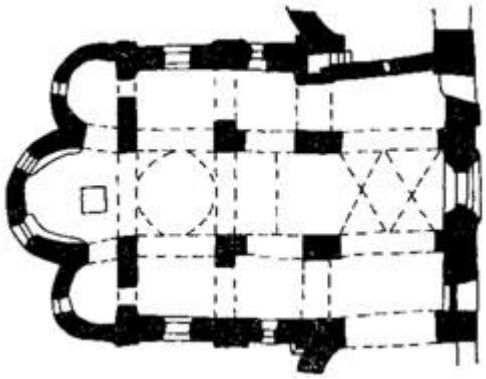

**Приложение 7**

**Псков. Рожденственский собор Снетогорского монастыря. 1310 г. Вид с востока**



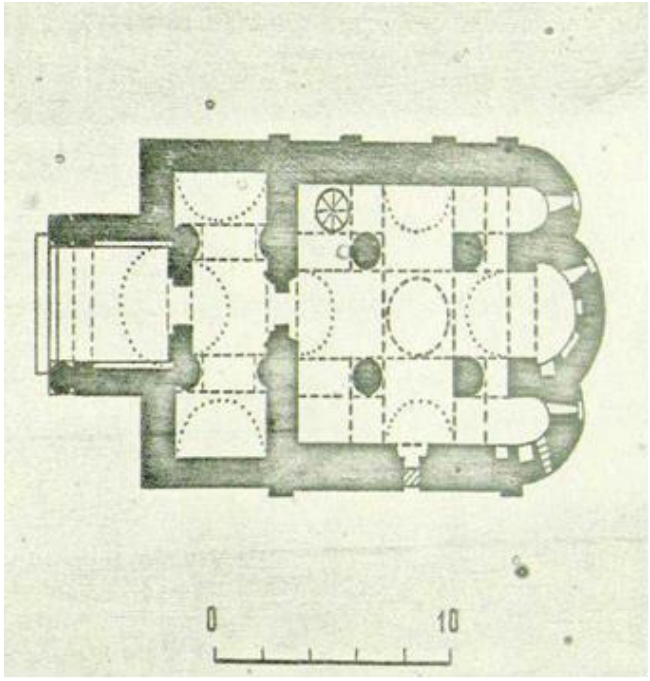
*Псков. Рожденственский собор Снетогорского монастыря. Продольный разрез*
*Приложение7.1*



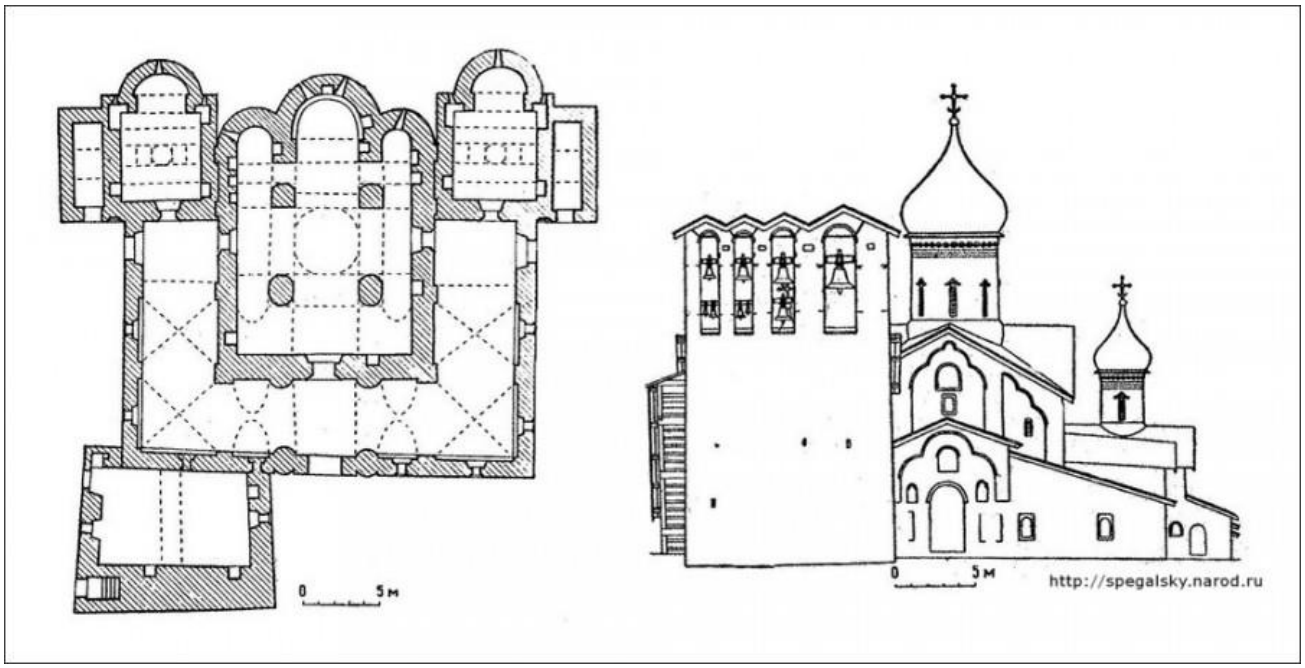


*Псков. Рожденственский собор Снетогорского монастыря. План*

Приложение 8




ПРИЛОЖЕНИЕ 9

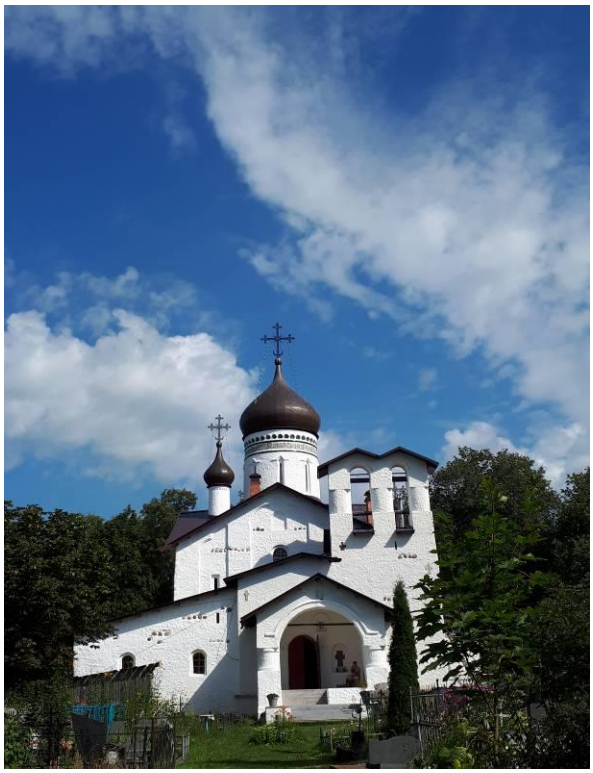
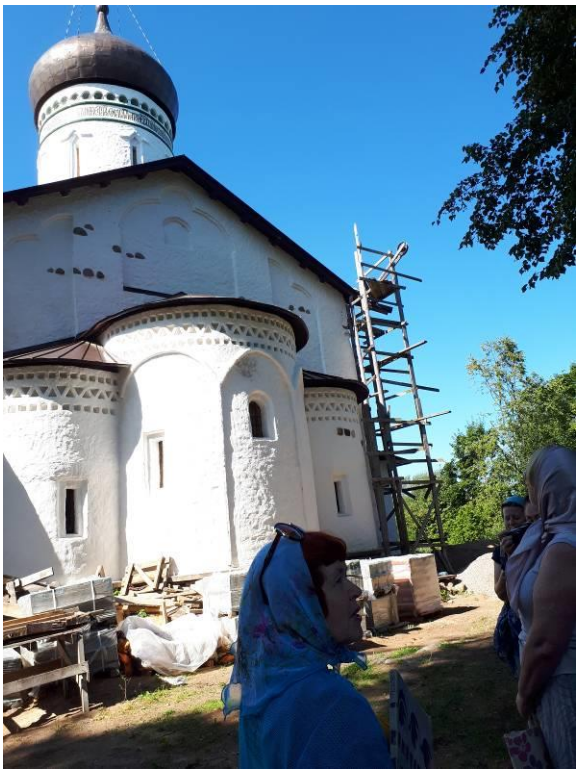



Приложение 9.1

Приложение 10

**Сводная таблица пропорций высот церквей**
**(работа с фотографиями «путеводителя «Псковские святыни» 7 из 10)**

| № п/п | Наименование церкви | Высота от креста | Высота от барабана | Результат | Разница от числа Фи (1,618) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Собор Иоанна Предтечи по фото из интернета (приложение №4) | 8,6 | 5,2 | 1,654 | 0,036 |
| 2 | Спасо-Преображенский собор Мирожского монастыря | 4,5 | 2,7 | 1,666 | 0,048 |
| 3. | Собор Рождества Богородицы (Снятогорский монастырь)по фото прил.№7 | 7,0 | 4,2 | 1,666 | 0,048 |
| 4 | Церковь Михаила Архангела | 4,1 | 2,5 | 1,64 | 0,022 |
| 5 | Церковь Покрова от Пролома | 7 | 4,2 | 1,666 | 0,048 |
| 6 | Церковь Косьмы и Дамиана с Примостья | 4,5 | 2,8 | 1,607 | 0,011 |
| 7 | Церковь Георгия со Взвоза | 11,5 | 6,9 | 1,666 | 0,048 |
| 8 | Церковь Богоявления со звонницы (фото прилож. 9.1 | 9,5 | 5,9 | 1,611 | 0,007 |
| 9 | Церковь Николы со Усохи | 11,8 | 6,8 | 1,735 | 0,117 |
| 10 | Василья на Горке | 11 | 6,9 | 1,594 | 0,024 |

Приложение 11

Храм Петра и Павла в д. Спицино (классическая псковская архитектурная школа)