МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему: **«ПРАВОСЛАВНИЙ ХРАМ ПО ВУЛ. БОРИСПІЛЬСЬКІЙ В М. ЗАПОРІЖЖЯ»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1922-мбг
спеціальності 192 **БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**
освітньо-професійної програми **МІСЬКЕ БУДІВНИЦТВО ТА ГОСПОДАРСТВО**
В. В. КОВАЛЬЧУК

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, к.т.н. Добровольська О.Г.

Рецензент: професор кафедри промислового та цивільного будівництва, д.т.н. В. А. Банах

Запоріжжя
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
«01» 03 2026 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ковальчук Веніаміну Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема роботи** «Православний храм по вул. Бориспільській в м.Запоріжжя»

керівник роботи Добровольська Оксана Григорівна, *доцент кафедри міського будівництва і архітектури, кандидат технічних наук*
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «23» грудня *2025* року № 1932-с

2. **Строк подання студентом роботи** 10.06.2026 р.

3. **Вихідні дані до роботи** Вступ. Місце будівництва та характеристика об'єкту будівництва. Архітектурно-будівельні рішення. Конструктивні-рішення. Об'ємно-планувальні рішення. Інженерне обладнання. Прийоми благоустрою та озеленення. Функціональне зонування території. Інженерна підготовка території. Список літератури.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)**

1. Архітектурно-будівельні рішення.
2. Конструктивні рішення.
3. Інженерна підготовка території.

Список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Фасад 1 - 10, план крокв на відм . 20.400, план даху , схема монолітного перекриття на відм. 0.000
2. Фасад 1 - 10, план крокв на відм . 20.400, план даху , схема монолітного перекриття на відм . 0.000
3. План купола , 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, 7-7, 8-8, П -1, П -2, С -1, С -2, Кр -1, Кр -2, Кр -3, Б -1, Б -2, КП -1, КП -2, КП -3, вузли 1, 2, 3, 4.
4. Планшет.
5. Схема вертикального планування території.
6. Схема благоустрою території.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Добровольська О.Г.,к.т.н., доцент		
2	Добровольська О.Г.,к.т.н., доцент		
3	Добровольська О.Г.,к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Архітектурно-будівельні рішення	5 травня	
2.	Конструктивні рішення	10 травня	
3.	Інженерна підготовка територій	20 травня	
4.	Оформлення і нормоконтроль кваліфікаційної роботи	1 липня	
5.	Рецензування кваліфікаційної роботи	5 липня	
6.	Попередній захист	10 липня	
7.	Захист кваліфікаційної роботи	18 липня	

Студент _____ (підпис) В.В. Ковальчук (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ (підпис) О.Г. Добровольська (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ _____ (підпис) І.В. Гребенюк (ініціали та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП …… 4
1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ …… 5
1.1 Генеральний план …… 5
1.2 Природньо-кліматичні умови району будівництва …….. 7
1.3 Архітектурно-планувальні особливості……. 8
1.4 Об'ємно-планувальне рішення …….. 10
1.5 Конструктивні рішення будівлі храму …….. 14
1.6 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій …….. 17
1.7 Архітектурно-художнє рішення будівлі ……... 19
1.8 Санітарно-технічне обладнання та інженерні системи ……... 21
2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ……. 24
2.1 Розрахунок конструкції купола храма …….. 24
2.2 Збір навантаження на купол ……... 26
2.3 Розрахунок і конструювання купола ……. 29
2.4 Підбір арматури елементів купола …… 35
2.5 Розрахунок стійкості купола …….. 39
3 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЇ ……..... 40
3.1 Розбивочний план, вертикальне планування …… 40
3.2 Техніко – економічні показники …… 41
3.3 Функціональне зонування …….. 42
3.4 Озеленення території, що упорядковується ……. 44
3.5 Малі архітектурні форми …… 46
3.6 Конструкція дорожньо-пішохідної мережі та технологія влаштування покриття……. 48
3.7 Вертикальне планування та організація рельєфу території …… 49
ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ …… 58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ……... 59

ВСТУП

Сучасний розвиток містобудування в Україні передбачає не лише формування комфортного житлового середовища, а й створення духовних осередків, які відіграють важливу роль у суспільному житті населення. Особливого значення набуває будівництво православних храмів як центрів духовності, культурної спадщини та архітектурної виразності міського середовища. Ці споруди формують естетичний образ міста, забезпечують духовні потреби громади та сприяють збереженню національних традицій.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає у необхідності проєктування сучасних культових споруд, які поєднують канонічні принципи православної архітектури з сучасними будівельними технологіями, вимогами енергоефективності, безбар'єрності та безпеки. У сучасних умовах розвитку міської забудови виникає потреба у створенні таких будівель, що гармонійно інтегруються в існуючу інфраструктуру та забезпечують комфортні умови для перебування прихожан.

Об'єктом проєктування є православний храм по вул. Бориспільській у місті Запоріжжя. Проєктована споруда передбачає створення функціонального та архітектурно виразного храму, який відповідатиме сучасним нормативним вимогам, містобудівним умовам та особливостям навколишнього середовища. При розробці проєкту враховано архітектурно-планувальні, конструктивні, інженерно-технічні та естетичні аспекти формування культової споруди.

Проєктування православного храму по вул. Бориспільській у місті Запоріжжі спрямоване на створення комфортного духовного осередку для мешканців району, що поєднуватиме канонічні принципи православної архітектури із сучасними архітектурно-планувальними рішеннями.

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ

1.1 Генеральний план

Місце будівництва православного храму розташоване по вул. Бориспільській у місті Запоріжжя. Ділянка проєктування знаходиться в межах сформованої міської забудови та має зручне транспортне і пішохідне сполучення з прилеглими житловими кварталами. Розташування храму забезпечує комфортний доступ для мешканців району та формує важливий духовний і громадський осередок у структурі міста.

Територія будівництва характеризується відносно спокійним рельєфом, що є сприятливим для розміщення будівлі храму та організації прилеглого благоустрою. Існуюча містобудівна ситуація дозволяє раціонально організувати функціональне зонування території з урахуванням основних підходів до будівлі, під'їздів, пішохідних доріжок, зон відпочинку та озеленення.

Поруч із ділянкою розташовані житлові будинки, громадські об'єкти та елементи транспортної інфраструктури, що забезпечують активне використання храму мешканцями прилеглого району. При виборі місця будівництва враховано санітарно-гігієнічні, протипожежні та містобудівні вимоги, а також нормативні відстані до існуючої забудови й інженерних мереж.

Проєктом передбачено комплексний благоустрій території із влаштуванням тротуарів, озелененням, місцями для короткочасного відпочинку прихожан та організацією безбар'єрного доступу для маломобільних груп населення. Архітектурне рішення храму гармонійно інтегрується в навколишнє міське середовище та формує виразний композиційний акцент забудови району.

Ділянка, відведена під будівництво православного храму, має прямокутну конфігурацію та інтегрована в структуру існуючого кварталу міської забудови. Генеральний план території розроблено на основі актуальної топографічної підоснови в масштабі 1:500, що забезпечує точність проєктних рішень та їх відповідність реальним умовам майданчика.

Проєктована будівля храму включена до складу квартальної забудови в межах міського середовища м.Запоріжжя. Проєктом передбачено впорядкування території з частковим демонтажем існуючих малоцінних або застарілих будівель і споруд, з подальшим зведенням нового сакрального об’єкта та елементів благоустрою.

Розміщення будівлі на ділянці виконано з урахуванням чинних протипожежних, санітарних та містобудівних норм, зокрема необхідних розривів між будівлями, вимог інсоляції та доступності [1– 20]. Прийнята планувальна структура забезпечує раціональну організацію території, її функціональність, а також гармонійне включення храму в існуючу забудову району.

Головний фасад храму орієнтовано на захід, паралельно основній міській магістралі. Таке розташування сприяє формуванню виразного архітектурного акценту в міському середовищі та забезпечує зручне сприйняття будівлі з основних напрямків підходу.

Вся територія будівництва обмежена існуючими транспортними зв’язками та прилеглою забудовою, що визначає компактність і чітку структурованість генерального плану. Особлива увага приділена організації під’їздів, пішохідних шляхів та безпечному розподілу транспортних і пішохідних потоків.

Благоустрій ділянки виконується з урахуванням сучасних принципів ландшафтної організації простору. Значну роль у формуванні середовища відіграють зелені насадження, які виконують як естетичну, так і санітарно-екологічну функцію, що є особливо важливим в умовах підвищеного рівня урбанізованого навантаження та загазованості повітря в місті.

1.2 Природно-кліматичні умови району будівництва

Природно-кліматичні умови району будівництва прийняті відповідно до вимог чинних нормативних документів: ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [10] та ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» [2]. Вихідні розрахункові параметри для проєктування православного храму в місті Запоріжжі враховують кліматичні, геологічні та інженерно-будівельні особливості території будівництва.

Для району будівництва прийняті такі розрахункові характеристики:

– кліматичний район будівництва – м. Запоріжжя;

– розрахункова температура зовнішнього повітря в зимовий період – мінус 23 °С;

– характеристичне значення швидкісного натиску вітру – 0,46 кПа;

– характеристичне значення снігового навантаження – 1,11 кПа;

– сейсмічність будівельного майданчика – 5 балів;

– тип ґрунтів за просадковістю – І тип;

– нормативна глибина промерзання ґрунту – 0,9 м.

Сніговий покрив на території міста Запоріжжя є нестійким та формується переважно в зимовий період. Середня висота снігового покриву становить близько 10–20 см. Відповідно до вимог чинних будівельних норм територія міста належить до ІІІ снігового району України.

Середньорічна кількість атмосферних опадів у Запоріжжі становить приблизно 450–500 мм. Найбільша їх кількість припадає на теплий період року. Опади мають переважно зливовий характер, що враховано при проєктуванні систем поверхневого водовідведення, дренажу та благоустрою території для забезпечення ефективного відведення дощових і талих вод.

Наведені природно-кліматичні показники враховані під час вибору конструктивної схеми будівлі, розрахунку несучих конструкцій, проєктування фундаментів, огороджувальних конструкцій та інженерних

систем. Урахування зазначених параметрів забезпечує надійність, довговічність, енергоефективність і безпечну експлуатацію будівлі храму впродовж усього терміну її служби.

1.3 Архітектурно-планувальні особливості

Православний храм по вул. Бориспільській у місті Запоріжжя запроєктований як сучасна сакральна споруда з урахуванням традицій православного храмобудування, та вимог чинних будівельних норм та особливостей містобудівного середовища. Архітектурно-планувальне рішення будівлі спрямоване на створення комфортного, функціонального та духовно виразного простору для проведення богослужінь і релігійних обрядів.

Об’ємно-просторова композиція храму сформована з урахуванням канонічних принципів православної архітектури. Основний акцент будівлі створюється центральним куполом, який домінує в загальній композиції та підкреслює сакральне призначення споруди. Архітектурний образ храму вирішений у стриманому стилі з використанням традиційних елементів православної архітектури – аркових прорізів, декоративних карнизів, вертикальних з'єднань фасадів та купольних завершень.

Планувальна структура будівлі забезпечує чітке функціональне зонування приміщень. До основних приміщень храму належать:

– притвор;

– молитовний зал для прихожан;

– вівтарна частина;

– солея та амвон;

– допоміжні та технічні приміщення;

– санітарно-побутові приміщення.

Головний вхід до храму орієнтований з урахуванням зручності підходів і організації руху відвідувачів. Планувальне рішення забезпечує зручний розподіл потоків прихожан під час проведення богослужінь та святкових заходів. Внутрішній простір храму організований таким чином, щоб створити комфортні умови перебування та забезпечити добру оглядовість вівтарної частини з основного молитовного залу.

Будівля має складну конфігурацію в плані з граничними габаритними розмірами в осях 36,3 × 29,4 м. Така форма обумовлена архітектурно-художнім виразом храмової архітектури, специфікою влаштування вівтарної апсиди, бічних притворів та інтеграцією допоміжних блоків.

Проєктована споруда має змінну висоту, яка коливається в межах від 17,700 м, рівень карнизів та допоміжних об'ємів, до 33,400 м – найвища точка хреста головного купола. Вертикальна композиція обґрунтована канонічними вимогами до формування силуету православного храму як містобудівної домінанти, а також розрахунками забезпечення необхідного повітряного об'єму та нормативних акустичних параметрів у молитовному залі.

Під час проєктування особливу увагу приділено питанням інклюзивності та безбар’єрності згідно ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд [17]. Передбачено пандуси, зручні пішохідні зв’язки та необхідні умови для доступу маломобільних груп населення відповідно до вимог чинних нормативних документів [17] .

Архітектурно-планувальне рішення храму також враховує природне освітлення внутрішніх приміщень. Система віконних прорізів забезпечує достатнє надходження денного світла до молитовного залу, що сприяє створенню сприятливої духовної атмосфери. Водночас конструктивні та планувальні рішення забезпечують енергоефективність і комфортний мікроклімат у приміщеннях будівлі.

Прилегла територія храму передбачає комплексний благоустрій із влаштуванням пішохідних доріжок, зон відпочинку, озеленення та майданчиків для короткочасного перебування прихожан. Усі архітектурно-

планувальні рішення прийняті з урахуванням гармонійного поєднання будівлі храму з навколишнім міським середовищем.

1.4 Об’ємно-планувальне рішення

Православний храм є специфічною сакральною спорудою, яка призначена для молитовних зборів вірян, здійснення богослужінь та проведення головного християнського таїнства – Євхаристії (Божественної літургії). Особливості архітектурно-планувальної структури будівлі безпосередньо підпорядковані логіці та послідовності літургійного процесу, а також вимогам ергономіки й безпеки перебування людей.

У моєму проєкті прийнята трьохчастинна структура приміщень. Традиційно будівля храму проєктується за тридільною схемою і включає три основні послідовно розташовані зони: притвор (бабинець), середню частину (церковний зал, наву) та вівтар. До загального об'ємно-планувального комплексу може також входити інтегрована (надбудована чи прибудована) дзвіниця.

Висота середньої частини храму (від підлоги до основи підкупольного барабана), як правило, пропорційно відповідає її лінійним розмірам у плані, що обумовлено релігійною символікою та вимогами акустики. При цьому висота бабинця та вівтаря може бути меншою.

Для максимальної ефективності використання площі забудови та розділення потоків відвідувачів, будівля закомпонована у трьох рівнях:

Цокольний (підвальний) поверх виконує роль духовно-просвітницького та господарсько-побутового центру громади. Тут запроєктовано комплекс приміщень для соціальних і навчальних потреб вірян, який включає:

– класи недільної школи для дітей та дорослих;

– гардеробні блоки, санвузли, зокрема, для маломобільних груп населення;

– спеціалізовані місця та комори для зберігання церковного начиння, знарядь обряду та свічного фонду;

– технічні й господарські приміщення: інженерні вузли, вентиляційні камери, електрощитова, що забезпечують автономне функціонування будівлі.

Перший поверх – основний сакральний ярус призначений безпосередньо для здійснення літургійних процесів та масового перебування людей. На цьому рівні розташовані:

– вхідна група: паперть, тамбур та бабинець (притвор), який є акустичним та тепловим шлюзом;

– церковний зал (нава): центральний простір для молитовних зборів парафіян із зонами клиросів;

– вівтарна частина: головна сакральна зона у східній апсиді, що відокремлена іконостасом і доповнена ізольованими приміщеннями ризниці та паламарні.

Другий поверх (антресольний ярус) організований у західній частині нави у вигляді балкона-антресолі. На ньому розміщуються:

– майданчик для церковного хору (хори);

– адміністративні та службові приміщення (кабінет настоятеля, бібліотека або технічні кімнати обслуговування підкупольного простору).

Чиста висота основних приміщень (від підлоги до стелі) становить не менше 3,0 м. У допоміжних приміщеннях, підвальних поверхах та на хорах допускається зниження висоти до 2,5 м.

Загальний будівельний об'єм нави підраховується відповідно до місткості храму і рекомендується в межах 4–7 м³ на одне молитовне місце.

Вхідна група та евакуаційні параметри враховані згідно [6]. Головний вхід до храму організується із західного боку, що символізує рух вірян від темряви до світла (сходу). Додаткові (евакуаційні та службові) входи передбачаються з північного та південного боків.

Дверні та сходові прорізи запроєктовані з шириною полотна головного входу не менше – 1,2 м.

Ширина внутрішніх дверей запроєктована не менше 1,0 м.

Ширина маршів зовнішніх вхідних сходів – не менше 2,2 м.

Вхід у бабинець здійснюється через паперть – відкритий піднятий майданчик. Висота паперті над рівнем загального планування землі повинна становити за проєктом не менше 0,45 м, що захищає внутрішній простір від опадів та бруду. Габарити майданчика паперті мають враховувати специфіку обрядових процесів, зокрема передбачати нормативне місце для розміщення кришок трун та траурних вінків під час чину відспівування.

Об’ємно-планувальна організація церковного залу (нави). Церковний зал є основним простором для перебування парафіян під час служби. Корисна площа нави визначається з розрахунку 0,4–0,5 м² на одну особу залежно від розрахункової місткості храму.

У західній частині залу на антресольному поверсі влаштовуються хори для розміщення церковного співочого колективу.

Сходи, що ведуть на хори та яруси дзвіниці, проєктуються закритими. Їхнє розташування допускається як у просторі бабинця, так і безпосередньо в церковному залі. Мінімальна ширина сходового маршу для цих технологічних проходів становить 0,8 м.

Вівтар – це головна, найвідповідальніша сакральна зона, що розташовується у східній частині храму. Вона візуально та конструктивно піднята над рівнем підлоги нави на одну або кілька сходинок. Мінімальна технологічна глибина вівтарного простору становить 4,0 м.

У геометричному центрі вівтаря встановлюється головна святиня – Престол. Він має квадратну форму в плані з розміром сторони від 0,8 до 1,0 м. Для забезпечення безперешкодного здійснення літургійних обходів духовенством, відстань від Престолу до Царських воріт іконостасу повинна бути не менше 1,3 м, а навколо самого Престолу запроєктований вільний круговий прохід.

У межах вівтарної апсиди або суміжно з нею влаштовуються ізольовані допоміжні кабінети: ризниця для зберігання богослужбового одягу та начиння і паламарня (пастофорій) для підготовчих робіт. Площа кожного з цих приміщень приймається в межах 4–12 м².

Вівтар відокремлюється від нави стіною-іконостасом. В іконостасі обов'язково влаштовуються троє дверей: центральні (двостулкові Царські ворота) та двоє бічних (північні й південні дияконські двері).

Перед іконостасом по всій його довжині облаштовується підвищений майданчик – солея – шириною не менше 1,2 м (на одному рівні з підлогою вівтаря).

Навпроти Царських воріт солея утворює напівкруглий виступ у бік залу – амвон, радіус верхньої сходинки становить 0,5–1,0 м.

З флангових сторін солеї виділяються спеціальні майданчики для читців та хору – клироси з мінімальна ширина робочої зони клиросу – 2,0 м.

При проєктуванні вхідної групи (паперті) та внутрішніх переходів передбачено влаштування пандусів для забезпечення доступу маломобільних груп населення відповідно до вимог сучасного законодавства [17].

У зв'язку з постійним горінням свічок, лампад та використанням ладану, при розробці об'ємно-планувального рішення враховувані зони для інтеграції ефективної природно-примусової припливно-витяжної вентиляції, а також зони безпечного димовидалення у верхніх точках куполів.

Техніко-економічні показники об’ємно-планувального рішення наведені в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники об’ємно-планувального рішення

№	Найменування	Од. виміру	Показник
1	Площа забудови	$м^2$	1710,37
2	Загальна площа	$м^2$	3780,74
3	Корисна площа	$м^2$	3213,67
4	Будівельний об’єм	$м^3$	5131,11

1.5 Конструктивні рішення будівлі храму

Конструктивна схема будівлі храму запроектована за комбінованою системою, яка поєднує поздовжньо-поперечні несучі стіни та внутрішній залізобетонний каркас із сіткою колон 10,8х10,8м у центральній частині споруди. Таке рішення обумовлене необхідністю перекриття значного прогону нави без створення додаткових опор у молитовному залі, що забезпечує візуальну відкритість та функціональність сакрального простору.

Просторова жорсткість, міцність та геометрична незмінність будівлі забезпечуються сумісною роботою вертикальних і горизонтальних елементів, що утворюють єдину конструктивну систему. До її складу входять: фундаменти, колони, балки, несучі стіни, диски перекриттів та опорне монолітне залізобетонне кільце підкупольного барабана.

Обґрунтування та характеристики конструктивних елементів. Залежно від характеру сприйняття навантажень від надземної частини будівлі, запроєктовано два типи фундаментів:

– стрічкові фундаменти влаштовуються під зовнішніми та внутрішніми несучими стінами для рівномірного розподілу лінійних навантажень на основу;

– фундаменти стаканного типу – окремо розташовані підколонники, що сприймають точкові зосереджені навантаження від системи внутрішніх колон, які у свою чергу утримують підкупольну конструкцію (барабан і головну баню).

Просторова жорсткість споруди у вертикальній площині забезпечується перев'язкою та взаємним перетином поздовжніх і поперечних стін.

Стіни зводяться з керамічної повнотілої цегли пластичного пресування об’ємною вагою 1800 кг/м³, що гарантує високу тримку здатність, довговічність та необхідну теплоінерційність будівлі.

Товщина зовнішніх стін становить від 510 до 770 мм, що зумовлено архітектурною пластикою фасаду, наявністю пілястр та теплотехнічними вимогами.

Товщина внутрішніх стін становить 380 мм, що є достатнім для забезпечення міцності та звукоізоляції між приміщеннями.

Горизонтальна жорсткість та перерозподіл зусиль між вертикальними тримкими елементами досягається шляхом влаштування монолітних залізобетонних плит перекриття, які утворюють жорсткий горизонтальний диск.

Прогони монолітних плит варіюються від 4,5 до 6,0 м, що безпосередньо пов'язано зі складною конфігурацією плану будівлі.

Плити спираються по контуру або двома сторонами на зовнішні цегляні стіни, а у внутрішній зоні – на систему залізобетонних балок (ригелів) каркасу.

Особливим елементом тримкого остова є монолітне залізобетонне кільце, розташоване під підкупольним барабаном. Воно виконує роль обв'язувального поясу, який сприймає розпірні зусилля від бані (купола), рівномірно розподіляє крутні та згинальні моменти й передає їх через систему арок та підпружних балок на внутрішні колони і несучі стіни.

Для забезпечення міжповерхового зв'язку та безпечної евакуації людей у будівлі запрєектовані збірні залізобетонні сходи. Конструкція сходів складається з уніфікованих залізобетонних маршів та площадок заводського виготовлення, які спираються на внутрішні несучі стіни сходової клітки.

Ширина сходового маршу становить 1,2 м, що повністю відповідає нормативним вимогам для евакуаційних шляхів у будівлях із масовим перебуванням людей. Висота та ширина сходинок підібрані з урахуванням вимог ергономіки для забезпечення максимальної зручності підйому 150х300мм. Для запобігання ковзанню передбачено влаштування шорсткої поверхні або спеціальних накладок.

Важливим тримким та архітектурно-художнім елементом будівлі є дах, який має комбіновану конструктивну структуру, що поєднує традиційні кроквяні системи та монолітні залізобетонні сакральні об'єми.

На ділянках скатної покрівлі над бабинцем, бічними притворами та вівтарною апсидою тримкий каркас даху проєктується за висячою кроквяною схемою. Основою конструкції є металеві балки покриття, по яких встановлюються кроквяні ноги, система підкосів, стояків та мауерлатів.

По кроквам влаштовується обрешітка, крок і тип якої підбирається відповідно до фінішного покрівельного матеріалу. Усі дерев'яні елементи кроквяної системи в обов'язковому порядку підлягають глибокому антисептуванню та вогнезахисному обробленню (антипіренами) для забезпечення I ступеня вогнестійкості будівлі.

Центральну частину храму перекриває монолітний залізобетонний купол (баня), який є тонкостінною просторовою оболонкою вражаючої жорсткості.

Жорсткість і стійкість купола на чотирьох головних внутрішніх колонах забезпечується влаштуванням залізобетонних підпружних арок, які візуально й конструктивно з'єднують колони між собою та формують підкупольний квадрат.

Для сприйняття значного розпору та гасіння горизонтальних зусиль, проєктом передбачено влаштування двох залізобетонних кілець на різних висотних ярусах. Нижнє кільце розташовується в основі підкупольного барабана (опорне кільце), а верхнє у місці переходу від барабана до безпосереднього звуження купола.

Для сприйняття та перерозподілу значних перекидальних горизонтальних сил застосовано систему монолітних залізобетонних балок. Вони жорстко з'єднують підкупольний опорний контур із зовнішніми масивними несучими стінами, перетворюючи всю верхню частину храму на єдину просторову геометрично незмінну систему.

1.6 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій

Теплотехнічний розрахунок виконаний відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [10]. Метою теплотехнічного розрахунку є визначення необхідної товщини утеплювача для конструкції зовнішньої стіни.

Для району будівництва – м.Запоріжжя за картою температурних зон України [10] приймається II кліматична зона з R_{qmin} = 3,5 м² ·К/Вт.

Розрахункова схема зовнішньоі стіни наведена на рис. 1.1.

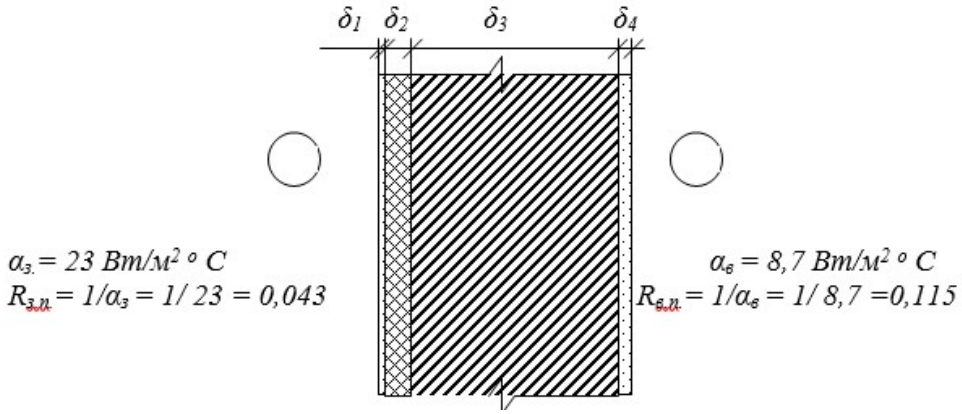


Рисунок 1.1 – Розрахункова схема зовнішнього стіни

Відповідно до чинних нормативних вимог щодо забезпечення енергоефективності будівель, для всіх зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних споруд, а також для внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення з різницею температур повітря, обов'язковою умовою є дотримання нормативного опору теплопередачі. Розрахунок виконується на основі базової умови:

$$R_{\Sigma} \geq R_{q\ min}, \qquad (1.1)$$

де:

R_Σ – приведений опір теплопередачі фрагмента теплоізоляційної оболонки будівлі (непрозорої огороджувальної конструкції), м² ·К/Вт;

Rqmin – мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі огороджувальної конструкції, що встановлюється нормами залежно від температурної зони експлуатації будівлі.

Конструктивні та теплотехнічні характеристики проєктованого стінового огородження наведені нижче в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Теплотехнічні характеристики матеріалів зовнішньої стіни

Назва матеріалу	Товщина δ, м	Щільність γ, кг/м³	Коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м² С)	Ri= δi / λi м² С/Вт
Штукатурка по сітці	0,01	200	0,08	0,13
Утеплювач (пінополістирол)	х	35	0,05	х/0,05
Цегла звичайна на цементно-піщаному розчині	0,77	1800	0,81	0,95
Вапняно-піщаний розчин	0,02	1800	0,93	0,022
Гіпсова фінішна штукатурка	0,006	400	0,15	0,04

Визначаю опір теплопередачі зовнішньої стіни за формулою (1.2):

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_{i\,р}} + \frac{1}{\alpha_з}, \qquad (1.2)$$

де *αв, αз* – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції, Вт/(м^2 ·К), дорівнюють:

$\alpha_в$ = 8,7 Вт/(м^2 ·К), приймаю згідно з [10];

αз = 23 Вт/(м^2 ·К), приймаю згідно з [10];

δi – товщина кожного шару зовнішніх стін, м;

λip – згідно з конструктивного виконання та норм додатку В [10].

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_н} \geq Rq\ min \qquad (1.3)$$

0,115+0,13+R2+0,95+0,22+0,04 +0,043≥3,5

1,498+ R2 ≥3,5 ⇒ R2 ≥3,5-1,498≥2,002

Знаючи потрібний термічний опрі шару утеплювача знаходжу його товщину:

δ_2= R2·λ 2=2,002·0,05

δ_2≥0,1001 м

Приймаємо товщину утеплювача δ_2=0,1 м.

Визначаю фактичний опір теплопередачі стіни:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_н} \qquad (1.4)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,13 + \frac{0,1}{0,033} + 0,95 + 0,022 + 0,04 + \frac{1}{23} = 3,7 м^2 \cdot К / Вт;$$

Умова (1.1) виконується, так як сумарний опір теплопередачі більше ніж мінімально допустимий R_{qmin}= 3,5 м^2·К/Вт.

Висновок: прийнята конструкція стіни відповідає вимогам [10].

1.7 Архітектурно-художнє рішення будівлі

Архітектурно-художній образ храму сформовано на основі переосмислення традицій класичного православного зодчества із застосуванням сучасних пластичних прийомів та оздоблювальних матеріалів. Виразність об’ємно-просторової композиції досягається за рахунок гармонійного поєднання строгих геометричних ліній нави з плавними

криволінійними обрисами вівтарної апсиди, підкупольних арок та сферичних бань. Контраст масштабних площин стін, вертикальних пілястр та глибоких віконних прорізів надає будівлі монументальності, архітектурної своєрідності та виразного сакрального характеру.

Проєктований храм вимагає від будівлі статусу вагомої містобудівної та композиційної домінанти навколишньої забудови. Для успішної інтеграції об'єкта в міське середовище та створення виразного силуету, фасадне рішення базується на використанні шляхетної палітри натуральних відтінків.

В основу концепції колористичного оздоблення закладено три взаємодоповнюючі кольори:

– світло-помаранчевий (пастельно-теракотовий) як базовий тон стінових поверхонь, що символізує тепло, світло та духовну радість;

– золотистий – для покриття куполів, настінних мозаїк та декоративних елементів (символ Божественного світла);

– сірий (графітовий) – як тектонічний акцент для цокольної частини, елементів декору та покрівлі, що візуально заземлює споруду та підкреслює її монументальність.

Оздоблення фасадів виконується в єдиному архітектурному стилі. Поверхні цегляних стін підлягають штукатуренню високоміцними цементно-піщаними розчинами з наступною ретельною затиркою. Фінішне пофарбування здійснюється високоякісними водостійкими кремнійорганічними (силікатними) фарбами. Вони мають високу паропроникність, стійкість до ультрафіолетового випромінювання та агресивного техногенного середовища промислового міста, що гарантує довговічність естетичного вигляду фасадів.

Інтер'єрний простір храму готується під майбутній розпис або декоративне оздоблення. Стіни та склепіння штукатуряться екологічно чистими вапняно-гіпсовими сумішами для створення ідеально гладкої поверхні, після чого фарбуються стійкими до стирання, високоякісними латексними водоемульсійними фарбами світлих тонів.

Архітектурної неповторності та величності фасадам надає влаштування високих арочних вітражних систем. Використання суцільного тонованого та прозорого енергоефективного скла у металопластикових або алюмінієвих профілях дозволяє регулювати рівень природного освітлення всередині наву. Вітражі створюють особливу гру світла в інтер'єрі під час богослужінь та виступають яскравим вечірнім містобудівним акцентом завдяки внутрішньому підсвічуванню.

Покриття скатних дахів допоміжних об'ємів, притворів та апсиди передбачено зі стійких до корозії металопрофілів глибокого сірого кольору. Це створює стриманий і благородний фон, який додатково підкреслює яскравість та величність золочених куполів храму.

1.8 Санітарно-технічне обладнання та інженерні системи

Проєктування санітарно-технічних систем будівлі храму виконано відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди [8], ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди [9], та ДБН В.2.2-9:2018 Громадські будинки та споруди [6].

Інженерні мережі забезпечують необхідний рівень комфорту для вірян та персоналу, підтримання належного мікроклімату, а також дотримання санітарно-гігієнічних та протипожежних норм.

Будівля обладнується системами господарсько-питного водопроводу, гарячого водопостачання, побутової та дощової каналізації.

Джерелом водопостачання є міська централізована мережа. Ввід водопроводу здійснюється в приміщення водомірного вузла, розташованого в цокольному поверсі.

Трубопроводи проєктуються з металопластикових труб, що прокладаються приховано в штрабах стін або в підлозі. Система забезпечує

подачу води до санвузлів, душових кімнат персоналу, трапезної, а також до технологічних точок (для прибирання храму та поливу прилеглої території).

Приготування гарячої води передбачено за децентралізованою схемою – за допомогою ємнісних електричних водонагрівачів, встановлених безпосередньо у місцях водорозбору (у санвузлах та господарських приміщеннях цокольного поверху).

Збирання та відведення стічних вод від санітарних приладів передбачено самопливною системою внутрішньої каналізації з пластикових (ПВХ) труб.

Стічні води скидаються у зовнішню міську мережу каналізації. Для вентиляції системи передбачено виведення каналізаційних стояків вище рівня покрівлі (встановлення флюгарок).

Для утилізації води після обрядових процесів (наприклад, після хрещення або омивання святинь), яку за канонами заборонено скидати в загальну каналізацію, проєктується дренажна система неподалік храму, куди вода відводиться через ізольований технологічний злив не пов'язаний із господарсько-фекальними стоками.

Санітарні вузли групуються переважно на цокольному поверсі для оптимізації трасування інженерних стояків. У приміщеннях санвузлів та побутових кімнат встановлюються сучасні керамічні унітази з компакт-бачками, керамічні умивальники з безконтактними змішувачами (для економії води) та душові піддони (у службових зонах). Один із санвузлів на цокольному поверсі проектується спеціалізованим – для маломобільних груп населення відповідно до [17]. Він обладнується унітазом та умивальником зі спеціальними відкидними та стаціонарними опорними поручнями, тривожною кнопкою та дзеркалом із регулюванням нахилу.

Через специфіку експлуатації: великий об'єм приміщень, нерівномірна відвідуваність, виділення тепла та вологи від людей і свічок мікроклімат храму потребує особливого технічного регулювання. Запроєктована

комбінована система опалення. Основним джерелом є водяне опалення (радіатори), яке підтримує чергову температуру в автоматичному режимі.

У молитовному залі (наві) додатково влаштовується система «тепла підлога». Це дозволяє акумулювати тепло в нижній робочій зоні (на висоті до 2 м від підлоги), де перебувають парафіяни, і мінімізувати непродуктивні втрати тепла у підкупольному просторі.

Для молитовного залу передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням та автоматичним регулюванням кратності повітрообміну залежно від кількості людей.

Організовується подача очищеного та підігрітого повітря в нижню зону, а витяжка – з верхньої зони підкупольного простору. Це необхідно для ефективного видалення продуктів згоряння свічкового воску та ладану, що захищає настінні розписи (ікони) від кіптяви.

Допоміжні приміщення та санвузли обладнуються самостійними системами витяжної вентиляції з природним або механічним спонуканням.

Відповідно до вимог протипожежної безпеки, будівля забезпечується системою внутрішнього протипожежного водопроводу.

У молитовному залі та на шляхах евакуації (в бабинці та коридорах цокольного поверху) встановлюються пожежні шафи (ПШ) з пожежними кранами, рукавами довжиною 20 м та переносними вогнегасниками.

Кількість пожежних кранів та витрата води на внутрішнє пожежогасіння розраховуються відповідно до загального будівельного об'єму споруди.

2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Розрахунок конструкції купола храма

Просторова оболонка купола запроєктована збірною і монтується з криволінійних залізобетонних плит-панелей товщиною 35 мм, які підсилені поздовжніми (меридіональними) ребрами жорсткості для сприйняття зусиль стиснення та зсуву.

Нижнє опорне кільце, що сприймає розпірні навантаження від купола, виконане складеним з окремих збірних залізобетонних балок криволінійного обрису (сегментів), виготовлених із конструкційного важкого бетону високих марок С25/30 з $R_в$ = 17 МПа, $E_в$ = 32500 МПа.

Висота монтажу куполу становить 28,75 м, діаметр куполу 10,8 м, стріла підйому $f = 4{,}55м$.

Для нейтралізації значних розтягувальних і розпірних зусиль, що виникають в основі підкупольного барабана від власної ваги оболонки купола, передбачено влаштування попередньо напруженої конструкції.

Як робоча повздовжня арматура опорного кільця прийнята високоміцна напружена арматура класу Вр1300 із розрахунковим опором розтягування R_s = 1070 МПа.

Робоча напружена арматура концентрується і закладається біля зовнішньої грані (межі) збірного криволінійного опорного кільця. Таке розміщення є найбільш ефективним, оскільки саме на зовнішньому радіусі виникають максимальні розтягувальні напруження (розпір).

Натяг високої міцності арматури Вр1300 здійснюється механічним або електротермічним способом з контролем зусилля натягу, що дозволяє створити в бетоні опорного кільця попереднє стиснення. Це запобігає утворенню тріщин у бетоні під час експлуатації храму.

Особливу увагу приділено забезпеченню нормативного захисного шару бетону для напруженої арматури (не менше 30–40 мм), що захищає її від корозії та впливу високих температур у разі пожежі. Кінці напружених стрижнів надійно затискаються за допомогою спеціальних анкерних пристроїв. Для сприйняття місцевих напружень узонах анкерування додатково встановлюється непряме армування у вигляді зварних сіток.

Для забезпечення проєктної міцності, тріщиностійкості та довговічності просторової тонкостінної оболонки купола, елементи верхнього ярусу та самі блоки покриття запроектовані з високоякісних будівельних матеріалів із чітко визначеними деформаційними характеристиками.

Верхнє збірне залізобетонне кільце, яке формує світловий проріз (або основу для встановлення маківки з хрестом) у вершині купольної оболонки, запроектоване з внутрішнім діаметром d = 2,0 м. Воно виконує роль замикального елемента просторової системи, що працює переважно на стиснення.

Для виготовлення збірних елементів купольної конструкції та верхнього кільця прийнято конструкційний важкий бетон класу за міцністю на стиснення С25/30.

Розрахункові та деформаційні параметри матеріалу становлять:

– розрахунковий опір бетону осьовому стисненню (при розрахунку за граничними станами першої групи): R_B = 14,5 МПа,;

– початковий модуль пружності бетону при стисненні: $E_в$ = 30000 МПа.

Сполучення збірних елементів купола з верхнім опорним кільцем виконується за допомогою зварювання закладних деталей з наступним обов'язковим ін'єктуванням (замонолічуванням) швів безусадковим дрібнозернистим бетоном або цементно-піщаним розчином марки не менше М300 на напружуваному цементі. Це забезпечує монолітність та повну гідроізоляцію верхівки храму.

2.2 Збір навантаження на купол

Збір навантажень на купол є ключовим етапом розрахунку несучих конструкцій храму. Навантаження поділяються на постійні (власна вага конструкцій, ізоляція, покрівля) та тимчасові (сніг, вітер).

Розрахунок ведеться для горизонтальної проєкції купола (для снігу) або для реальної площі поверхні оболонки (для власної ваги) з урахуванням кута нахилу до горизонту у кожній конкретній точці (сегменті).

У табличну форму зведений збор навантажень згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [2].

Збір навантажень наведений в табл. 2.1.

Тимчасові навантаження. Снігове навантаження. Сніг є одним із найкритичніших навантажень для купольних споруд, оскільки через криволінійну форму він розподіляється нерівномірно – здувається вітром з верхівки та накопичується біля опорного кільця.

Розрахункове значення снігового навантаження визначається за формулою:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C; \qquad (2.1)$$

S_0=1,11кПа граничне нормативне значення снігового навантаження для міста Запоріжжя, згідно з ДБН В.1.2-2:2006 [2].

$\gamma_{fm} = 1{,}26 -$ коефіцієнт надійності, в залежності від заданого середнього періоду повторювальності, приймаємоТ=200 років;

С – коефіцієнт що визначається за формулою ДБН

$C = \mu C_e C_{alt} = 0{,}37 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}37$;

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на землі до навантаження на купол. Він залежить від кута нахилу дотичної до поверхні

купола, який визначається за 8.7, 8.8 [2] і становить для даного покриття $\mu = cos1.8\alpha = \cos 1.8 \cdot 78^0 = 0.37$;

C_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі і визначається за 8.9 [2], C_e =1;

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти, що визначається за 8.10 [2],

C_{alt} =1.

$S_m = 1{,}39 \cdot 1{,}26 \cdot 0{,}37 = 0{,}648 кН$

Для куполів також обов'язково розраховується варіант нерівномірного відкладення снігу (коли вітер здуває сніг на один бік), що викликає несиметричний тиск і небезпечні згинальні моменти в тонкій залізобетонній оболонці.

Таблиця 2.1 – Навантаження на 1 м^2 покриття

Вид навантаження	Характеристичне значення, кН	Розрахункове навантаження, кН			
		γ_{fe}	експлуатаційне	γ_{fm}	граничне
Постійне від покриття					
Хрест разом з деталями кріплення	2,75	1	2,75	1,05	2,8
Покрівельний нержавіючий метал покриття	0,08	1	0,08	1,05	0,084
Обрешітка	0,05	1	0,05	1,2	0,055
Навантаження від власної ваги купола	1,5	1	1,5	1,3	1,95
Σ			4,38		4,89
Тимчасові навантаження					
Снігове	1,11		0,14		0,65
Квазіпостійне	0,417		0,098		0,46
Короткотривале	0,973		0,042		0,19
Всього			4,52		5,54

Експлуатаційне розрахункове значення обчислюється за формулою 8.2 [2] :

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C; \qquad (2.2)$$

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним значенням снігового навантаженням, що визначається згідно з [2]

γ_{fe} =0,28 при η=0,5;

$S_e = 0{,}37 \cdot 1{,}11 \cdot 0{,}28 = 0{,}14 кН$

Квазіпостійне розрахункове значення обчислюється за формулою:

$$S_p = \left(0{,}4 S_0 - \overline{S}\right) C; \qquad (2.3)$$

$S_p = (0{,}4 \cdot 1110 - 160) \cdot 0{,}37 = 147 Па = 0{,}147 кН$

Розрахункове значення снігового навантаження, що діє на 1м^2 горизонтальної проєкції покриття купола, становить 1,11 кН/м^2.

Перехід від нормативного значення ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до розрахункового снігового навантаження на купольне покриття здійснюється за допомогою коефіцієнта, який враховує геометрію та кут нахилу дотичної до оболонки у кожній точці розрахункового перерізу.

$$\alpha = \frac{l}{8f}; \qquad (2.4)$$

$\alpha = \dfrac{10{,}8}{8 \cdot 4{,}55} = 0{,}3.$

l=*D*=10,8м;

f=4.55м – стріла підйому;

$c_e = (1.2 - 0.1\vartheta\sqrt{k})(0.8 + 0.002b) = (1.2 - 0.1 \cdot 5 \cdot \sqrt{0.85})(0.8 + 0.002 \cdot 10{,}8) = 0.46$

k=0.85 – для *H*=30м*; B*=*д*=10,8м

Тоді S=S_qαcc=1,39 · 0,6 · 0,46=0,38 кН/м^2

2.3 Розрахунок і конструювання купола

Головним геометричним параметром, що визначає напружено-деформований стан просторової тонкостінної конструкції та характер розподілу внутрішніх зусиль (меридіональних і кільцевих), є радіус кривизни оболонки купола. Оскільки купол храму має сферичну радіус кривизни серединної поверхні оболонки визначає крутизну підйому купола і безпосередньо впливає на величину горизонтального розпору, що передається на опорні кільця.

Цей параметр є базовою величиною для обчислення товщини залізобетонних плит яка в даному проєкті становить 35 мм, а також для визначення геометрії збірних криволінійних елементів та радіуса закруглення сегментів нижнього і верхнього опорних кілець.

Радіус кривизни оболонки купола:

$$r_c = \frac{r_{sr}^2 + f_c^2}{2 f_c}; \qquad (2.5)$$

$$r_c = \frac{5{,}5^2 + 4{,}45^2}{2 \cdot 4{,}55} = 5{,}5 м;$$

$$r_{sr} = \frac{D}{2}; \qquad (2.6)$$

$$r_{sr} = \frac{11{,}0}{2} = 5{,}5 м;$$

Кут нахилу оболонки в зоні обпирання геометрію купольного покриття в плані та по висоті визначає половина центрального кута дуги меридіонального перерізу оболонки, що вимірюється між дотичною до

серединної поверхні на рівні нижнього опорного кільця та вертикальною віссю обертання купола.

Цей кутовий параметр є критично важливим для розрахунку розпірних сил, оскільки він визначає співвідношення між вертикальною опорною реакцією та горизонтальним зусиллям розпору, яке має бути повністю погашене попередньо напруженою арматурою класу Вр1300 у нижньому кільці.

Значення половини центрального кута дуги оболонки в меридіальному напрямку на рівні нижнього опорного кільця і віссю обертання.

$$\sin\varphi = \frac{r_{sr}}{r_c} = \frac{5{,}4}{5{,}5} = 0{,}98м;$$

$$\sin\varphi = \frac{r_{sr}}{r_c} = \frac{5{,}4}{5{,}5} = 0{,}98м;$$

$$\cos\varphi = \sqrt{1 - 0{,}98^2} = 0.2;$$

$$\varphi = 78^0$$

$$\sin\varphi_{er} = \frac{r_{er}}{r_c} = \frac{1}{5{,}5} = 0{,}18м;$$

$$\cos\varphi_{er} = \sqrt{1 - 0{,}18^2} = 0{,}984;$$

$$\varphi_{er} = 10^0$$

З метою визначення чітких геометричних розмірів збірних елементів просторової оболонки, базовими вихідними даними приймаються габаритні параметри нижнього та верхнього опорних кілець згідно з графічними схемами приведеними на рис. 2.1 та рис. 2.2.

Для оптимізації монтажних процесів, уніфікації виробничих форм та забезпечення рівномірного розподілу зусиль, нижній ярус купольного покриття розділяється в радіальному напрямку на 16 ідентичних збірних панелей (плит). Стики між цими панелями орієнтуються за меридіональними лініями оболонки.

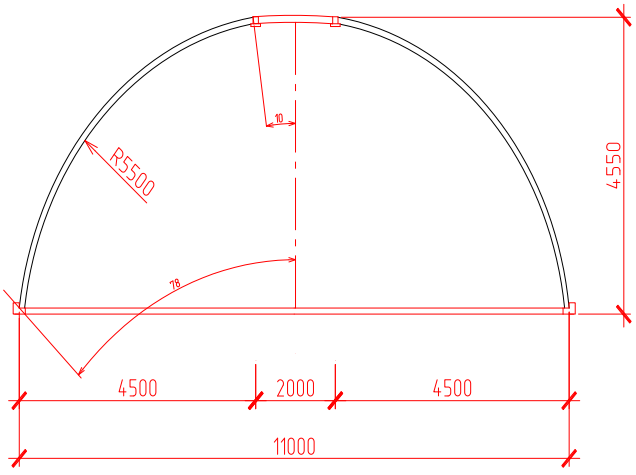


Рисунок 2.1 – До розрахунку купола

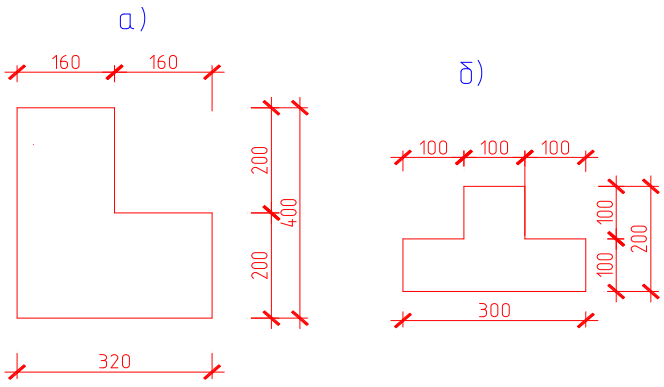


Рисунок 2.2 – Переріз опорних кілець:
а - нижнього; б-верхнього

У тонкостінних купольних оболонках обертання внутрішні зусилля найчастіше визначають за безмоментною теорією, оскільки згинальні моменти в них є мізерно малими на більшій частині поверхні.

Зусилля від симетричного навантаження – меридіональні *N1* та кільцеві *N2* (наведені на одиницю довжини перерізу) обчислюються за такими аналітичними залежностями:

$$N_1 = -gr_c \frac{\cos\varphi_{er} - \cos\varphi}{\sin^2\varphi}; \qquad (2.7)$$

$$N_1 = -3.59 \cdot 5.5 \frac{0.984 - 0.2}{0.98^2} = -16.12 kH / м;$$

$$N_2 = -gr_c \cos\varphi - N_1; \qquad (2.8)$$

$$N_2 = -3,59 \cdot 5,5 \cdot 0,984 + 16,12 = -3,31 kH / м;$$

Те ж, у ліхтарного кільця

$$N_1^1 = 0;$$

$$N_2^1 = gr\varphi_{cr} = -3,59 \cdot 5,5 \cos 10^o = -19,45 kH / м;$$

Зусилля від симетричного снігового навантаження в опорному кільці:

$$N_{1s} = -s \frac{r_c}{2} \left(1 - \frac{\sin^2 \varphi_{er}}{\sin^2 \varphi} \right); \qquad (2.9)$$

$$N_{1s} = -0,38 \cdot \frac{5,5}{2} \left(1 - \frac{0,18^2}{0,98^2} \right) = -1,01 kH / м;$$

$$N_{2s} = -sr_c \left(\cos^2 \varphi + \frac{\sin^2 \varphi_{cr}}{2 \sin \varphi} - \frac{1}{2} \right); \qquad (2.10)$$

$$N_{2s} = -0,38 \cdot 5,5 \cdot \left(0,2^2 - \frac{0,18^2}{2 \cdot 0,98} - \frac{1}{2} \right) = 1,0 kH / м;$$

У ліхтарного кільця

$N_{1s}^1 = 0;$

$$N_{2s}^1 = -sr_c \left(\cos^2 \varphi_{cr} + \frac{\sin^2 \varphi_{cr}}{2 \sin \varphi_{cr}} - \frac{1}{2} \right); \qquad (2.11)$$

$$N_{2s}^{1} = -0{,}38 \cdot 5{,}5 \cdot \left(0{,}984^2 - \frac{0{,}18^2}{2 \cdot 0{,}18} - \frac{1}{2} \right) = -0{,}79 kH / м;$$

Для визначення зусиль від одностороннього (косого) снігового навантаження за безмоментною теорією зазвичай використовують аналітичний метод, заснований на розкладанні навантаження у ряд Фур'є. Односторонній сніг є несиметричним навантаженням, тому, окрім меридіональних N_{1s} та кільцевих N_2 зусиль, в оболонці виникають також зсувні (дотичні) зусилля**.**

Оскільки вершина купола є сингулярною точкою, характер розподілу зусиль у ній має свої геометричні та фізичні особливості.

Характер зусиль у вершині купола при односторонньому сніговому навантаженні інтенсивність снігу плавно змінюється від максимуму з одного боку до нуля (або мінімуму) з іншого. У самій вершині купола діють такі закономірності:

Зусилля від одностороннього снігового навантаження у вершині купола:

$$N_{1s} = N_{1s} = -0{,}5 sr; \qquad (2.12)$$

$$N_{1s} = N_{1s} = -0{,}38 \cdot 5{,}5 \cdot 0{,}5 = -1{,}05 kH / м;$$

Меридіальні зусилля в опорному кільці:

$$N_1 = -1.5 sr \left[\frac{0.29(1 - \cos^3 \varphi)}{\sin^2 \varphi} - 0.167 \sin \varphi \right]; \qquad (2.13)$$

$$N_1 = -1{,}5 \cdot 0{,}38 \cdot 5{,}5 \cdot \left[\frac{0.29 \cdot (1 - 0.2^3)}{0.98^2} - 0.167 \cdot 0.98 \right] = 0{,}4 kH / м;$$

Кільцеві зусилля:

$$N_2 = -1.5 sr \left[\cos\left(\varphi + \frac{\chi}{6} \right) \cos^2 \varphi - \frac{0.29(1 - \cos^3 \varphi)}{\sin^2 \varphi} + 0.167 \sin \varphi \right] \qquad (2.14)$$

$$N_2 = -1{,}5 \cdot 0{,}38 \cdot 5{,}5 \cdot \left[\cos(78^o + 30^o) \cdot 0{,}2^2 - \frac{0{,}29 \cdot (1 - 0{,}2^3)}{0{,}98^2} + 0{,}167 \cdot 0{,}98 \right] = 0{,}43 kH / м;$$

Зусилля від односторонньої снігового навантаження у верхньому кільці:

$$N_1 = -1.5 \cdot 0.38 \cdot 5{,}5 \left(0.29 \cdot \frac{1 - 0.984^3}{0.18^2} - 0.167 \cdot 0.18 \right) = -1{,}23 kH / м;$$

$$N_2 = -1.5 \cdot 0.38 \cdot 5{,}5 \left[\cos(10^o + 30^o) \cdot 0.984 - \frac{0.29(1 - 0.984^3}{0.185^2} + 0.167 \cdot 0.98 \right] = -1{,}62 kH / м;$$

Зусилля в ліхтарному кільці від повного навантаження згідно табл. 2.1.

$$N = -qr \cos\varphi_{lr}; \qquad (2.15)$$

$$N = -5{,}54 \cdot 5{,}5 \cdot 0.984 = -30{,}0 kH / м;$$

Зусилля в опорному кільці від постійного навантаження:

$$N_{sr} = qr^2 ctg\varphi (\cos\varphi_{lr} - \cos\varphi_{sr}); \qquad (2.16)$$

$$N_{sr} = 3{,}59 \cdot 5{,}5^2 ctg 78^o (0.984 - 0.2) = 18{,}1 kH / м;$$

Від симетричного:

$$N_{sr} = sr_c^2 \frac{\sin\varphi_{sr} \cos\varphi_{sr}}{2} \left(1 - \frac{\sin^2 \varphi_{er}}{\sin^2 \varphi_{sr}} \right); \qquad (2.17)$$

$$N_{sr} = 0{,}38 \cdot 5{,}5^2 \frac{0{,}98 \cdot 0{,}2}{2} \left(1 - \frac{0{,}18^2}{0{,}98^2} \right) = 1{,}1 kH / м;$$

Сума зусиль в опорному кільці:

$$N_{sr,tot} = 18{,}1 + 1{,}1 = 19{,}2 kH / м;$$

2.4 Підбір арматури елементів купола

Розрахунок та підбір арматури для оболонки купола виконується відповідно до вимог чинних нормативних документів ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [24] та ДБН В.2.6-98:2009 [25] на основі найнесприятливіших поєднань внутрішніх зусиль – меридіональних, кільцевих та зсувних, отриманих з розрахунку за безмоментною та моментною теоріями.

Арматуру криволінійної плити (оболонки) купола приймають за розрахунком на максимальні діючі зусилля. Оскільки товщина оболонки зазвичай є невеликою, а згинальні моменти на більшій частині поверхні мінімальні, армування призначають переважно для сприйняття осевих зусиль та зсуву.

Арматуру криволінійної плити купола приймаємо з розрахунку на максимальне зусилля.

N_{2max}=-19,45-1,05=-20,5kH – кільцеві зусилля від постійного та одностороннього снігового навантаження у вершині купола.

Оскільки:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{2\max}}{bt} < R_b; \tag{2.18}$$

де b = 100см – смуга 1 м;

t = 3,5 см – товщина полиці плити, то арматуру ставимо конструктивно.

$$\sigma_{\max} = \frac{20{,}5 \cdot 10}{100 \cdot 3.5} = 0{,}59 МПа < R_b = 14.5 МПа$$

Задаємося перетином ребер плити:

$$h_{реб} = \frac{l}{50} l_{пл}; \tag{2.19}$$

$$h_{реб} = \frac{7,66}{50} = 0,153 = 0,2м.$$

Після замонолічування плита покриття працює за балковою схемою та сприймає навантаження від власної ваги конструкції і монтажне навантаження інтенсивністю 0,6 кН/м². У розрахунку розглядається верхня плита, яка має більший розрахунковий проліт (проєкцію), що є найбільш несприятливим випадком для визначення зусиль і деформацій.

Діюче навантаження:

$q=(1,5\cdot 1,1+0,6\cdot 1,3)\cdot 0,95\cdot 0,39=0,9$кН/м;

$q_{max}=(1,5\cdot 1,1+0,6\cdot 1,3)\cdot 0,95\cdot 2,10=4,87$кН/м;

Проліт $l_0 = l\cos 44° = 7,66\cos 44° = 5,51$м.

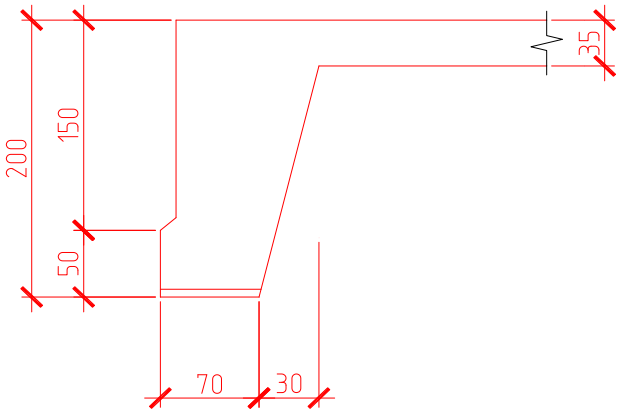


Рисунок 2.3 – Поперечний перетин поздовжнього ребра плити

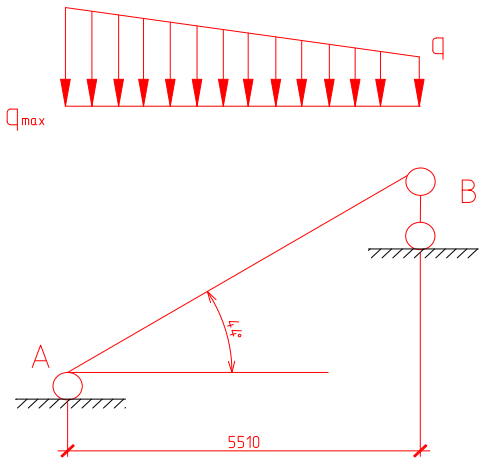


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема плити при розрахунку на монтажні навантаження

Переріз, в якому момент має максимальне значення, знаходимо з умови Q = 0,

$$Q = R_A - qx - \frac{1}{2}(q_{\max} - q)x = 0 \tag{2.20}$$

$$R_A = \frac{q \cdot 5{,}51 \cdot \frac{5{,}51}{2} + (q_{\max} - q) \cdot 5{,}51 \cdot \frac{2}{3} \cdot 5{,}51}{8} = \frac{0.9 \cdot 15{,}18 + 0.5 \cdot (4{,}87 - 0.9) \cdot \frac{60{,}72}{3}}{8} = 6{,}7 кН$$

Звідки,

6,7–0,9x–0,5·(4,87–0,9)

x=0 ix==2,32м.

$$M_{\max} = 6{,}7 \cdot 2{,}32 - \frac{0.9 \cdot 2{,}32^2}{2} - (4{,}87 - 0.9) \cdot \frac{1}{2} \cdot 2{,}32 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2{,}32 = 6{,}0 кНм.$$

Ширина плити в небезпечному перерізі

$$\frac{2{,}1 - 0.39}{2 \cdot 7{,}6} = \frac{z}{2{,}32} звідки > z = 0{,}26м;$$

$$b_{рас} = 0.3 + 2z = 0{,}82м;$$

Розрахункова перетин при розрахунку поздовжніх ребер плити наведений на рис. 2.5.

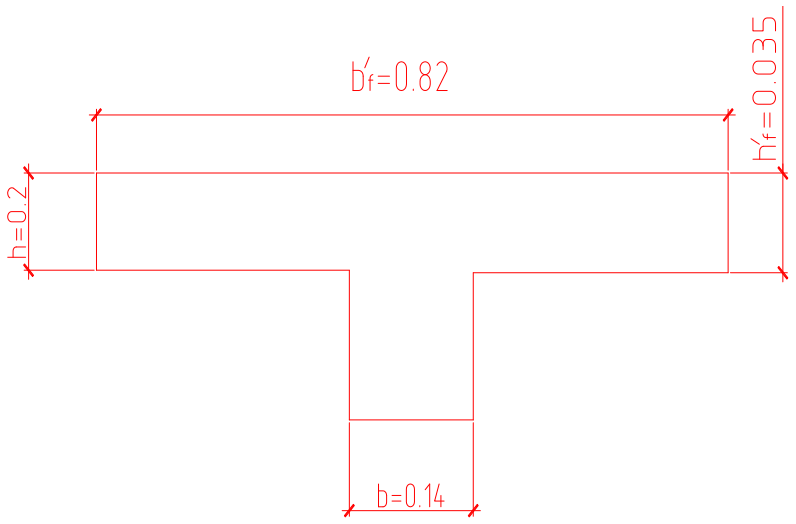


Рисунок 2.5 – Розрахункова перетин при розрахунку поздовжніх ребер плити

Перевіряю умову:

$$M_f = R_B b_f H_f \left(h_0 - \frac{H_f}{2} \right) > M_{\max} \tag{2.21}$$

$$M_f = 14{,}5 \cdot 82 \cdot 3{,}5 \cdot \left(17 - \frac{3{,}5}{2} \right) \cdot 10^{-3} = 63{,}46 кНм > M_{\max} = 6{,}0 кНм$$

$$\alpha_m = \frac{M_{\max}}{R_B b_f^{/} h_0^2}; \tag{2.22}$$

$$\alpha_m = \frac{6{,}0 \cdot 10^3}{14{,}5 \cdot 82 \cdot 17^2} = 0{,}02;$$

$$A_s^{TP} = \frac{R_B b_f^{/} h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s}; \tag{2.23}$$

$$A_s^{TP} = \frac{14{,}5 \cdot 82 \cdot 17 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0{,}02}}{355} = 1{,}15 см^2;$$

Конструктивно приймаємо 2∅12 А400С з $A_s^{табл} = 2{,}262 см^2$.

У верхньому кільці зусилля: $N_{max}=N_{lr}$= 30,0 кН

$$\sigma = \frac{N_{2\max}}{A_B} < R_b \tag{2.24}$$

$$\sigma = \frac{30{,}0 \cdot 10}{400} = 0{,}75 МПа < R_b = 14.5 МПа$$

Площа перерізу верхнього кільця:

$A_в$=30·10+10·10 = 400 см^2.

Арматуру можна призначати конструктивно.

У попередньо-напруженому нижньому опорному кільці

$N_{st,tot}$=19,2кН.

Напружена арматура Вр1300∅5 з R_s=1070 МПа

$$A_s^{TP} = \frac{N}{R_s \gamma_{s3}} = \frac{19{,}2 \cdot 10}{1070 \cdot 1.13} = 0{,}2 м^2;$$

де γ_{s3} = 1,13 – для арматури Вр1300.

Приймаєм конструктивно 12∅5 Вр1300 з $A_s^{табл} = 2.35 м^2$.

2.5 Розрахунок стійкості купола

Критична навантаження на оболонку купола:

$$[q] = \frac{E_{BФ}}{20}\left(\frac{\delta_ф}{r}\right)^2; \qquad (2.25)$$

Ji $A_{пл}$ – момент інерції і площа поперечного перерізу

$$[q] = \frac{6641}{20}\left(\frac{20}{2000}\right)^2 = 0.033 МПа = 33 кПа,$$

$$E_{BФ} = E_B \frac{A_{ПЛ}}{b\delta_ф}; \qquad (2.26)$$

$$E_{BФ} = 3000 \cdot \frac{1220}{20 \cdot 248} = 6641 МПа$$

A=248·3+17·28=1220см²;

S=248·3·18,5+17·28·8,5=17810см²;

y=S/A=17810/1220=14,6 см;

$$J_t = \frac{248 \cdot 3^3}{12} + 248 \cdot 3 \cdot (18.5 - 14.6)^2 + \frac{28 \cdot 17^3}{12} + 28 \cdot 17 \cdot (14.6 - 8.5)^2 = 41050 см^4.$$

$$\delta_ф = \sqrt{\frac{12J}{A_{ПЛ}}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 41050}{1220}} = 20 см;$$

[q]=33кН/м²>q=2,42кН/м². Стійкість оболонки забезпечена.

3 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЇ

3.1 Розбивочний план, вертикальне планування

Розбивочний план та рішення з вертикального планування території розроблені з урахуванням існуючого рельєфу, функціонального зонування ділянки та вимог до організації безпечного і зручного пересування відвідувачів храму.

Проєктом благоустрою території передбачено влаштування основного в'їзду на ділянку з покриттям із асфальтобетону, що забезпечує надійний та довговічний доступ транспортних засобів, у тому числі спеціального обслуговуючого транспорту.

Пішохідна інфраструктура території вирішена з урахуванням комфортного переміщення прихожан. З боку головного фасаду передбачено влаштування тротуарів із дрібнорозмірної тротуарної плитки, що підкреслює парадний характер підходу до храму та забезпечує естетичну виразність благоустрою. Решта пішохідних доріжок, майданчиків відпочинку, а також покриття господарського двору виконуються з асфальтобетону, що відповідає вимогам функціональності та експлуатаційної стійкості.

Вертикальне планування території вирішене з урахуванням організації поверхневого водовідведення, недопущення застою дощових і талих вод, а також забезпечення нормативних ухилів пішохідних і транспортних покриттів. Це сприяє підвищенню довговічності покриттів і комфортності використання території в різні пори року.

Озеленення території є важливою складовою проєктного рішення та спрямоване на формування сприятливого мікроклімату та естетично виразного середовища. Проєктом передбачено влаштування газонів із багаторічних трав, створення квітників, а також висадку декоративних

деревних насаджень, зокрема берези, каштана, клена та інших порід, що добре адаптовані до кліматичних умов району будівництва Запоріжжя.

Загалом прийняті рішення щодо розбивочного плану, вертикального планування та озеленення забезпечують гармонійне поєднання архітектурного об’єкта з навколишнім середовищем, підвищують комфорт перебування на території та формують цілісний благоустрій сакрального комплексу.

3.2 Техніко – економічні показники

Техніко-економічні показники за генеральним планом наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Техніко-економічні показники за генеральним планом

Найменування показників	Одиниця виміру	Кількість
Площа ділянки	м²	15622
Площа забудови	м²	1762,4
Площа озеленення	м²	8514,11
Площа твердого покриття	м²	5345,5
Відсоток забудови	%	11,3
Відсоток озеленення	%	54,5
Відсоток твердого покриття	%	34,2

Розрахунок коефіцієнтів забудови та озеленення: відсоток забудови = площа забудови / площа благоустрою:

– відсоток забудови: (1762,4 /15622)х100% =11,3.

Відсоток озеленення дорівнює: площа озеленення / площа благоустрою:

– відсоток озеленення: (8514,11 / 15622) х100%= 54,5.

3.3 Функціональне зонування

Для забезпечення гармонійного архітектурно-ландшафтного вирішення території проєктом передбачено формування благоустрою та озеленення ділянки шляхом функціонального зонування, використання природних особливостей рельєфу, а також створення декоративних насаджень різного призначення. Ландшафтна організація території спрямована на забезпечення комфортних умов перебування відвідувачів, покращення естетичного сприйняття об’єкта та раціональне використання земельної ділянки.

Ділянка, відведена під розміщення та благоустрій території храмового комплексу, має загальну площу S = 15621,8 м². Площа забудови становить S=1762,4 м². Вільна від забудови територія використовується для організації підходів до будівлі, зон відпочинку, озеленення та обслуговування об’єкта.

З урахуванням функціонального призначення храму та вимог до організації прилеглої території, проєктом передбачено виділення таких функціональних зон:

– центральна вхідна зона з пішохідними підходами, майданчиками для збору відвідувачів та елементами благоустрою;

– зона відпочинку, обладнана місцями для короткочасного перебування, лавами, декоративним озелененням та малими архітектурними формами;

– господарська зона (господарський двір) для забезпечення експлуатаційних потреб храмового комплексу;

– автостоянка для тимчасового зберігання транспортних засобів відвідувачів та обслуговуючого персоналу.

Озеленення території передбачає влаштування газонів, висадження дерев і кущів, створення декоративних композицій та захисних зелених смуг. Таке рішення сприяє покращенню санітарно-гігієнічних умов, формуванню

сприятливого мікроклімату та підвищенню архітектурно-художньої виразності території храмового комплексу.

Відомість житлових і громадських будівель і споруд наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість житлових і громадських будівель і споруд

Номер на плані	Найменування та позначка	Поверховість	Кількість			Площа, м^2				Буд. об`єм, м^3	
			Будівель	Приміщень		Забудови		Заг. що нормується		Будівлі	Всього
				Будівлі	Всього	Будівлі	Всього	Будівлі	Всього		
1	храм		1	210	210	1710,37	1710,37			5131,11	5131,11
2	дзвінниця		1	175	175	1422,18	1422,18			4266,54	4266,54
3	господарська будівля		1	–	–	140.0	140.0			–	–
4	причтовий дім		1	–	–	382.8	382.8			–	–
5	Майданчик для відпочинку дорослого населення	–	6	–	–	280	564			–	–
6	Майданчик для сміття	–	1	–	–	584	1074			–	–
7	Майданчик для тимчасової стоянки автомобілів	–	5	–	–	236	236			–	–
8	криниця	–	1	–	–	231	231			–	–
9	для спалювання записок	–	1	–	–	36	36			–	–
10	туалети для прихожан		2			12.4	12.4				

Центральна вхідна зона запроєктована з боку головного фасаду храму, орієнтованого на міську магістраль, що забезпечує зручний доступ для відвідувачів. Архітектурною домінантою вхідної частини території є дзвіниця, розташована поблизу головного входу. Перед входом до храму передбачено влаштування впорядкованого майданчика, який безпосередньо прилягає до будівлі та слугує місцем збору відвідувачів перед проведенням богослужінь і церковних заходів.

Зона відпочинку організована у декількох частинах території. Вона включає майданчики, розташовані поблизу будівлі храму, а також чотири круглі рекреаційні майданчики, розміщені серед озеленених ділянок. До них прокладено мережу прогулянкових доріжок прямолінійної конфігурації, що

забезпечують зручні пішохідні зв’язки між окремими функціональними зонами. Зелена територія поділяється на дві частини внутрішньою дорогою шириною 6,0 м, яка використовується як для пішохідного руху, так і, за потреби, для проїзду транспорту спеціального та господарського призначення. На розширеній ділянці дороги передбачено розташування криниці як елемента благоустрою та інженерного забезпечення території.

На рекреаційних майданчиках встановлюються лави для відпочинку відвідувачів, що створює комфортні умови для перебування на території храмового комплексу.

Господарська зона призначена для забезпечення експлуатаційних потреб храму та організації під’їзду транспортних засобів. Через цю зону здійснюється доставка необхідного обладнання, господарських матеріалів та вивезення побутових відходів. У межах господарського двору розташовуються господарська будівля, причтовий будинок та санітарно-побутові приміщення.

Решта території навколо храмового комплексу благоустроюється шляхом улаштування пішохідних доріжок, декоративного озеленення, газонів, групових посадок дерев і кущів. Таке рішення забезпечує гармонійне поєднання архітектурного середовища з природним ландшафтом, підвищує естетичну привабливість об’єкта та створює сприятливі умови для відпочинку і перебування відвідувачів.

3.4 Озеленення території, що упорядковується

Для озеленення території проєктом передбачено широкий асортимент деревних, чагарникових і газонних рослин, підібраних з урахуванням їхніх декоративних якостей, біологічних особливостей та здатності адаптуватися до місцевих природно-кліматичних умов.

Під час добору рослин враховувалися кліматичні особливості району будівництва, стійкість до посушливих періодів і низьких температур, а також здатність насаджень виконувати санітарно-гігієнічні функції. Обрані породи характеризуються високими пилозатримувальними, газопоглинальними, киснеутворювальними та фітонцидними властивостями, що сприяє покращенню мікроклімату території. Перевага надана рослинам, які добре пристосовані до місцевих умов зростання та не потребують складного догляду.

Серед листяних дерев для озеленення використовуються клен гостролистий, каштан кінський, липа дрібнолиста та береза повисла. Світлолюбні породи, зокрема клен гостролистий, каштан кінський і береза повисла, розміщуються на відкритих добре освітлених ділянках у вигляді окремих дерев або невеликих декоративних груп.

Із хвойних деревних порід передбачено висадження декоративних форм ялини колючої — Бревера та блакитної. Завдяки своїм декоративним властивостям вони забезпечують виразність ландшафтної композиції протягом усього року, особливо в зимовий період, коли листяні насадження перебувають у стані спокою. Різноманітність відтінків хвої створює додатковий декоративний ефект і підвищує естетичну цінність території.

Серед чагарникових насаджень застосовуються як листяні, так і хвойні види. Для створення квітучих композицій використовується гортензія, а для формування декоративних зелених масивів — ялівець середній, який відзначається високою декоративністю та невибагливістю до умов вирощування.

Ландшафтне вирішення території передбачає розміщення дерев і чагарників у вигляді окремих акцентних посадок та невеликих груп, що дозволяє сформувати мальовничий простір і забезпечити гармонійне поєднання архітектури храмового комплексу з навколишнім природним середовищем.

Для влаштування газонного покриття передбачено використання суміші багаторічних трав, до складу якої входять мітлиця біла – 40 %, вівсяниця червона – 30 % та райграс пасовищний – 30 %. Такий склад забезпечує формування щільного, рівномірного та стійкого трав’яного покриву, який зберігає декоративний вигляд протягом тривалого часу за умови регулярного догляду та скошування на висоту 8–10 см.

Перед улаштуванням газонів передбачається підготовка основи шляхом зняття верхнього шару ґрунту з подальшим влаштуванням родючого шару товщиною 10 см із суміші торфу, дернової землі, піску та комплексних мінеральних і органічних добрив. Це забезпечує сприятливі умови для проростання насіння, розвитку кореневої системи та формування якісного газонного покриву.

3.5 Малі архітектурні форми

Малі архітектурні форми є важливим складовим елементом благоустрою та ландшафтного оформлення території храмового комплексу. Вони доповнюють систему озеленення, сприяють створенню комфортного середовища для відвідувачів і водночас виконують як функціональне, так і декоративне призначення. Завдяки їх використанню забезпечується підвищення естетичної виразності території, зручність її експлуатації та формування цілісного архітектурно-просторового образу.

На території проєктом передбачено встановлення лав для відпочинку, урн для збору сміття, опор зовнішнього освітлення та декоративного огородження. Розміщення малих архітектурних форм виконано з урахуванням функціонального зонування території, напрямків руху відвідувачів та особливостей ландшафтної композиції.

Для виготовлення малих архітектурних форм можуть використовуватися різноманітні матеріали, зокрема дерево, метал, камінь, бетон та їх поєднання. Вибір матеріалів здійснюється з урахуванням їх довговічності, стійкості до атмосферних впливів, експлуатаційної надійності та відповідності загальному архітектурному стилю комплексу.

Лави, розташовані в рекреаційних зонах, запроєктовані комбінованої конструкції. Сидіння та спинки виконуються з деревини, що забезпечує комфорт під час використання, а несучі елементи та опори — з металу, який відзначається високою міцністю та довговічністю. Таке поєднання матеріалів забезпечує не лише надійність конструкції, а й її привабливий зовнішній вигляд.

По периметру території передбачено декоративне огородження висотою 1,5 м, яке виконує одночасно захисну та естетичну функції. Огородження складається з металевих кованих елементів у поєднанні з облицювальною цеглою, що гармонійно поєднується з архітектурою храмового комплексу та підкреслює його архітектурний стиль.

Для забезпечення безпечного та комфортного пересування територією у вечірній та нічний час проєктом передбачено систему зовнішнього освітлення. Освітлення здійснюється за допомогою наземних світильників, установлених на декоративних опорах уздовж основних пішохідних маршрутів, біля входів, зон відпочинку та функціональних майданчиків. Світильники мають металевий корпус із розсіювачами з матового скла, що забезпечують рівномірне м’яке освітлення без утворення різких тіней і сліпучого ефекту.

Як джерела світла доцільно застосовувати сучасні енергоефективні LED-світильники, які характеризуються високою світловіддачею, тривалим терміном служби, низьким енергоспоживанням та мінімальними витратами на експлуатацію. Використання таких освітлювальних приладів сприяє підвищенню енергоефективності об’єкта та забезпечує належний рівень освітленості території відповідно до вимог чинних нормативних документів.

3.6 Конструкція дорожньо-пішохідної мережі та технологія влаштування покриття

Значну частину проєктованої території займають пішохідні доріжки та майданчики різного призначення. У зв'язку з цим їхнє будівництво посідає важливе місце в загальному комплексі робіт із благоустрою та інженерної підготовки території. Особлива увага приділена раціональному вибору матеріалів для дорожнього одягу.

Всі типи покриття запроектовані з урахуванням вимог міцності, довговічності, стійкості до атмосферних впливів і експлуатаційних навантажень. При їх виборі враховувалися функціональне призначення зон, інтенсивність руху, санітарно-гігієнічні норми, вимоги універсального дизайну (забезпечення безбар'єрності для маломобільних груп населення) та естетичні критерії. Колір і фактура матеріалів підібрані так, щоб гармонійно доповнювати навколишній ландшафт та архітектурне середовище.

Для раціонального зонування території проекту прийнято три типи покриття:

Центральна вхідна зона: влаштовується з фігурних елементів мощення (бетонної тротуарної плитки) з різними варіантами розкладки. Для створення виразного візуального акценту обрано плитку теракотового кольору.

Зона відпочинку для забезпечення екологічності та комфорту пішоходів передбачено м'яке піщано-шлакове покриття.

Господарська зона та вимощення навколо будівель для захисту конструкцій від вологи та витримання специфічних навантажень запроектовано надійне асфальтобетонне покриття.

Конструктивне рішення прилеглих вулиць прийнято у відповідності до загальної схеми вулично-дорожньої мережі міста. Дорожнє покриття передбачено з гарячого асфальтобетону, який укладається механізованим способом.

Основою для дорожнього одягу служить шар ущільненого щебеню фракції 40–70 мм завтовшки 15 см, що укладається по стабілізованому та ущільненому піщаному підстилаючому шару (земляному полотну). Така конструкція забезпечує необхідну несну здатність, швидке відведення поверхневих вод та довговічність проїжджої частини.

3.7 Вертикальне планування та організація рельєфу території

Ділянка, відведена під будівництво, за своїми геоморфологічними ознаками характеризується помірним (слабовираженим) рельєфом. Максимальний перепад висот у межах майданчика становить 0,75 м, а середній природний ухил поверхні дорівнює 5,0 ‰, що є сприятливим для містобудівного освоєння. Проєктні рішення з вертикального планування виконуються в ув'язці з існуючими відмітками рельєфу прилеглих територій та вулично-дорожньої мережі для забезпечення плавного сполучення.

Розробка схеми організації рельєфу здійснюється на основі актуальної геодезичної підоснови (топографічного плану в масштабі 1:500). Раціональність проектних рішень безпосередньо залежить від правильного трасування дорожньо-пішохідної мережі, оскільки вона служить основою для організації поверхневого стоку дощових і талих вод (із подальшим відведенням у дощову каналізацію або понижені місця рельєфу), а також від дотримання балансу земляних мас із мінімальним обсягом земляних робіт.

На початковому етапі за існуючими (чорними) горизонталями визначаються напрямки природних ухилів місцевості, після чого опрацьовуються варіанти просторового розміщення («посадки») будівлі та всіх супутніх елементів благоустрою. Після техніко-економічного порівняння варіантів приймається остаточне планувальне рішення генерального плану, яке й стає основою для детального проектування організації рельєфу.

Вертикальне планування ділянки благоустрою виконується методом проектних (червоних) горизонталей. Цей метод є найбільш наочним і раціональним для ландшафтного проектування, оскільки він дає повну і безперервну картину видозміни існуючого рельєфу.

Для побудови схеми виконуються такі інженерні операції:

– розрахунок закладень та градуювання проектних ліній (вулиць, проїздів, майданчиків);

– побудова та ув'язка проєктних горизонталей із кроком 0,1 м;

– висотна прив'язка кутів будівлі (визначення «червоних» відміток чистої підлоги 0.000 та вимощення;

– обчислення робочих відміток – різниці між проєктними та існуючими висотами для подальшого складання картограми земляних робіт.

3.7.1 Вертикальне планування вулиць і доріг

Проєктування елементів вулиць і доріг здійснюється на основі нормативних значень поздовжніх та поперечних ухилів, які забезпечують безпеку руху та ефективне водовідведення.

Поздовжній ухил проїжджої частини вулиць призначається з урахуванням існуючого природного рельєфу місцевості, але суворо в межах гранично допустимих значень для відповідної категорії магістралей. Обмеження максимального поздовжнього ухилу продиктоване вимогами безпеки руху автотранспорту та пішоходів, а його величина безпосередньо залежить від розрахункової швидкості руху на дорозі.

Відповідно до чинних нормативних документів, для міських вулиць місцевого значення (житлових вулиць та пішохідних зон) гранично допустимий поздовжній ухил становить 60‰.

Задля надійної організації поверхневого стоку та запобігання застою дощових і талих вод, мінімальний поздовжній ухил по лотках проїжджої частини приймається не меншим за 5‰ при використанні асфальтобетонного покриття.

Поперечні ухили елементів вулично-дорожньої мережі встановлюються залежно від типу дорожнього одягу та матеріалу покриття:

– для проїжджої частини: оскільки для проектованих вулиць прийнято капітальний (удосконалений) тип покриття з гарячого асфальтобетону, їхній поперечний ухил (при двоскатному або односкатному профілі) становить 20‰,. Це гарантує швидке скидання води до бортового каменю.

– для пішохідних доріжок та тротуарів: поперечний ухил приймається рівним 15‰, що забезпечує ефективне водовідведення без створення перешкод для зручного пересування пішоходів та маломобільних груп населення.

Роботу з геометричного проєктування та висотної організації елементів вулиць починають із визначення існуючих (чорних) відміток землі. Обов'язковому розрахунку підлягають точки перетину осей доріг, місця зламів поздовжнього профілю, а також точки на межах проектованої території. Визначення цих висотних відміток здійснюють за допомогою методу лінійної інтерполяції між суміжними існуючими горизонталями топографічного плану.

Схема послідовності розрахунку наведена на рис. 3.1.

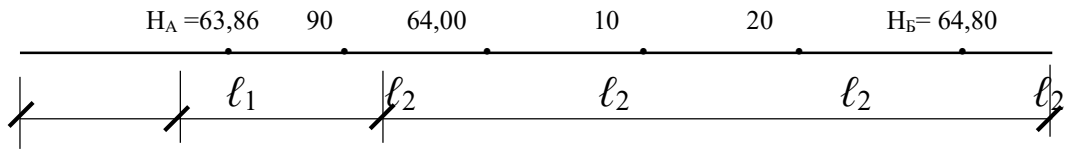


Рисунок 3.1 – Схема послідовності розрахунку

$H_А$ = 63,96 м, приймаю відмітку точки А: $H_А$ = 63,86 м,

$H_Б$ = 64,90 м, приймаю відмітку точки Б: $H_Б$ = 64,80 м,

$H_В$ = 64,65 м, приймаю відмітку точки В: $H_В$ = 64,55 м,

$H_Г$ = 63,68 м, приймаю відмітку точки В: $H_Г$ = 63,58 м.

Виконую розрахунок повздовжніх уклонів по формулі:

$$i = \Delta H / L, \qquad (3.1)$$

де i – повздовжній ухил вулиці;

ΔH – перевищення відміток на розрахунковій ділянці вулиці, м ;

L – довжина розрахункової ділянки вулиці, м:

$i_{АБ}$ = (64,80 – 63,86)/171,70 = 0,00547 = 5,47 ‰,

$i_{БВ}$ = (64,80 – 64,55)/105,20 = 0,00238 < 5,0 ‰,

$i_{АГ}$ = (63,86 – 63,58)/105,20 = 0,00266 < 5,0 ‰,

приймаю ухил 5,0 ‰ та перераховую відмітку точки Г:

$H_Г$ = 63,86 – 105,2·0,005 = 63,33 м.

$i_{ГВ}$ = (64,15– 63,33)/171,70 = 0,00478 < 5,0 ‰.

Приймаю ухил 5,0 ‰ та перераховую відмітку точки В:

$$H_В = 63,33 + 171,7 \cdot 0,005 = 64,19 \text{ м},$$

$i_{БВ}$ = (64,80 – 64,19)/105,20 = 0,0058 = 5,8 ‰, умова виконана.

Виконуємо градуювання для відрізка вулиці А – Б при кроці проєктних горизонталей 0,1 м.

Значення відрізків прямої визначаю за формулою:

ℓ_1 = (63,90 –63,86)/ 0,00547 = 7,31 м,

$\ell_2 = \Delta h / i_{пр}$ = 0,1 /0,00547 = 18,28 м.

де Δh – прийнятий перетин проєктних горизонталей (0,10 м).

На основі визначених проєктних відміток виконується безпосередня побудова проєктних (червоних) горизонталей.

Кут нахилу проєктних горизонталей у плані відносно осі проїжджої частини є змінною величиною, яка цілком залежить від геометричного

співвідношення значень поздовжнього та поперечного ухилів дороги. При двоскатному профілі вулиці горизонталі мають характерний стрілоподібний вигляд, де «вершина» стрілки на осі спрямована в бік підйому рельєфу.

Розрахунок кроку проектних горизонталей (відстані між суміжними горизонталями на плані) виконується за формулою закладення (3.1).

Розрахунок для побудови проектної горизонталі виконуємо по формулі:

$\ell_3 = (i_{поп} \cdot в)/i = (0{,}020 \cdot 4{,}5) / 0{,}00547 = 16{,}45$ м,

де $i_{поп}$ – поперечний ухил вулиці;

$в$ – ширина вулиці ($в = 4{,}5$), м.

Місце виходу горизонталі від лотка наверх бортового каменю при його висоті $h_б = 0{,}10$ м:

$\ell_4 = h_б / i = 0{,}10/0{,}00547 = 18{,}28$ м.

Закладення проєктної горизонталі на парковці:

$\ell_5 = (i_{поп} \cdot в_1)/i = (0{,}020 \cdot 5{,}4) / 0{,}00547 = 19{,}74$ м.

Виконуємо градуювання та розрахунок для побудови проєктної горизонталі для відрізка вулиці Б – В, по аналогії з відрізком А-Б:

$Н_Б = 64{,}80$ м, $Н_В = 64{,}19$ м.

$\ell_1 = (64{,}20 - 64{,}19)/ 0{,}0058 = 1{,}72$ м,

$\ell_2 = 0{,}1 / 0{,}0058 = 17{,}24$ м.

$\ell_3 = (0{,}020 \cdot 2{,}76) / 0{,}0058 = 9{,}52$ м.

Відрізок А-Г:

$Н_А = 63{,}86$ м, $Н_Г = 63{,}33$ м.

$\ell_1 = (63{,}40 - 63{,}33)/ 0{,}005 = 14{,}0$ м,

$\ell_2 = 0{,}1 / 0{,}005 = 20{,}0$ м,

$\ell_3 = (63{,}86 - 63{,}80)/ 0{,}005 = 12{,}0$ м,

$\ell_4 = (0{,}020 \cdot 2{,}60) / 0{,}005 = 10{,}4$ м,

$\ell_5 = h_б / i = 0{,}10/0{,}005 = 20{,}0$ м,

$\ell_6 = (i_{поп} \cdot в_1)/i = (0{,}020 \cdot 5{,}4) / 0{,}005 = 21{,}6$ м.

Відрізок Г-В:

$Н_В = 64{,}19$ м, $Н_Г = 63{,}33$ м.

$\ell_1 = (63,40 – 63,33)/ 0,005 = 14,0$ м,

$\ell_2 = 0,1/0,005 = 20,0$ м,

$\ell_3 = (64,19 – 64,10)/ 0,005 = 18,0$ м,

$\ell_4 = (0,020 \cdot 5,20) /0,005 = 20,8$ м,

$\ell_5 = h_б / i = 0,10/0,005 = 20,0$ м,

$\ell_6 = (i_{поп} \cdot в_1)/i = (0,020 \cdot 5,4) /0,005 = 21,6$ м.

3.7.2 Вертикальне планування територій навколо будинку

Проєктування території навколо будинку виконуємо, починаючи з ділянки господарського двору.

Ділянка 1- 2, при $H_1 = 64,60$ м (проєктна відмітка),

$H_2 = 64,54$ м, $L_{1-2} = 48,4$ м.

$i_{1-2} = (64,60 – 64,54)/48,4 = 0,00124$, цей ухл не є достатнім, тому встановлюю 5‰, тоді

$H_2 = 64,60 – 48,4 \cdot 0,005 = 64,36$ м.

$\ell_1 = (64,40 – 64,36)/0,005 = 8,4$ м,

$\ell_2 = 0,1/0,005 = 20,0$ м,

$\ell_3 = (0,005 \cdot 10,1) /0,005 = 10,1$ м.

Ділянка 1- 3, при H1= 64,60 м (проектна відмітка), L1-3 = 28,0 м. Встановлюємо мінімально допустимий уклон 5‰.

$H3 = 64,60 – 28,0 \cdot 0,00547 = 64,45$ м,

$\ell 1 = (64,50 – 64,45)/0,00547 = 9,14$ м,

$\ell 2 = 0,1/0,00547 = 18,28$ м.

Ділянка 3-4, при H3= 64,48 м (проектна відмітка), L3-4 = 42,30 м. Встановлюємо мінімально допустимий уклон 5‰.

$H4 = 64,48 – 42,30 \cdot 0,005 = 64,27$ м,

$\ell 1 = (64,30 – 64,27)/0,005 = 6,0$ м,

ℓ2 = 0,1/0,005 = 20,0 м,

ℓ3 = (64,45 – 64,40)/0,005 = 10,0 м,

ℓ4 = (0,005·9,90) /0,005 = 9,9 м.

Ділянка 2-5, при H2= 64,36 м (проєктна відмітка).

Для організації стока води розбиваємо її на дві частини 5-5' і 5'-2, довжиною ділянок L2-5' = 39,93 м і L5-5' = 13,96 м.

Встановлюю мінімально допустимий ухил 5‰.

H5' = 64,36 – 39,93·0,005 = 64,11 м,

H5 = 64,11 + 13,96·0,005 = 64,18 м,

ℓ1 = (64,36 – 64,30)/0,005 = 12,0 м,

ℓ2 = 0,1/0,005 = 20,0 м,

ℓ3 = (64,11 – 64,10)/0,005 = 2,0 м,

ℓ4 = (0,005·6,0) /0,005 = 6,0 м.

Ділянка 2-6, при H2= 64,36 м (проєктна відмітка),

L2-6 = 11,0 м.

H6 = 64,36 – 11,0·0,005 = 64,31 м.

Ділянка 6-7-8, при H6= 64,31 м (проєктна відмітка),

L6-7 = 21,0 м.

H7 = 64,31 – 14,0·0,005 = 64,24 м,

H8 = 64,24 + 7,1·0,015 = 64,35 м,

H8' = 64,35 – 7,15·0,005 = 64,31 м,

ℓ1 = (64,31 – 64,30)/0,005 = 2,0 м,

ℓ2 = (64,30 – 64,24)/0,005 = 12,0 м,

ℓ3 = (64,35 – 64,30)/0,015 = 3,33 м,

ℓ4 = (64,31 – 64,30)/0,015 = 0,66 м,

Визначаємо відмітку H9:

H9 = 64,31 – 7,1·0,015 – 0,6·0,015 = 64,20 м.

Ділянка 9-10 при H9= 64,20 м (проєктна відмітка),

L2-6 = 33,40 м.

H10 = 64,20 – 33,40·0,005 = 64,03 м,

ℓ1 = (64,10 – 64,03)/0,005 = 14,0 м,

ℓ2 = 0,1/0,005 = 20,0 м,

ℓ3 = (0,015·2,0) /0,005 = 6,0 м.

Ділянка 10-11 при H10= 64,03 м (проєктна відмітка),

L10-11 = 12,0 м.

H11 = 64,03 – 12,0·0,005 = 63,93 м,

ℓ1 = (64,03 – 64,0)/0,005 = 6,0 м,

ℓ2 = (64,0 – 63,93)/0,005 = 6,0 м.

Ділянка 12-13 при H13= 64,06 м (проєктна відмітка при висоті бордюра 0,15 м),

L12-13 = 24,5 м.

i12-13 = (63,99 – 64,06)/24,5 = 0,00286, що є менше за нормативний, тому розділяю ділянку також на дві частини 12-14 і 13-14.

Приймаю на ділянці 12-14 ухил 5‰ і перерахую відмітку точки 14:

H14 = 63,99 – 15,8·0,005 = 63,91 м,

i13-14 = (64,06 – 63,91)/8,7 = 0,01724,

ℓ1 = (64,06 – 64,0)/0,01724 = 3,48 м,

ℓ2 = (0,015·2,0) /0,01724 = 1,74 м.

Ділянка 14-15 при H14= 63,91 м (проєктна відмітка),

L14-15 = 12,55 м.

H15 = 63,91 – 12,55·0,005 = 63,85 м,

ℓ1 = (63,91 – 63,90)/0,005 = 2,0 м,

ℓ2 = (0,015·2,0) /0,005 = 6,0 м.

Ділянка 11-16 при H11= 63,93 м (проєктна відмітка),

L11-16 = 13,75 м.

H16 = 63,93 – 13,75·0,005 = 63,86 м,

ℓ1 = (63,93 – 63,90)/0,005 = 6,0 м,

ℓ2 = (0,015·2,0) /0,005 = 6,0 м.

по даній схемі розраховую і інші майданчики.

Будівля №4. Розміри в плані разом з вимощенням 15,0 х 32,0 м. Ширина вимощення 1,0 м, поперечний ухил 50‰. Знаходимо значення кутів вимощення:

Н1 = 64,31 – 13,50·0,005 = 64,24 м,

Н4 = 64,35 + 11,35·0,005 = 64,41 м,

Н3 = 64,41 – 15,0·0,005 = 64,33 м,

Н2 = 64,24 – 15,0·0,005 = 64,17 м.

Градуювання сторін вимощення:.

Сторона 1-4:

Н1 = 64,24 м, Н4 = 64,41 м.

ℓ1 = (64,41 – 64,40)/0,005 = 2,0 м,

ℓ2 = 0,1/0,005 = 20,0 м,

ℓ3 = (64,30 – 64,24)/0,005 = 12,0 м.

Сторона 4-3:

Н3 = 64,33 м, Н4 = 64,41 м.

ℓ1 = (64,41 – 64,40)/0,005 = 2,0 м,

ℓ2 = (64,40 – 64,33)/0,005 = 13,0 м.

Сторона 2-3:

Н3 = 64,33 м, Н2 = 64,17 м.

ℓ1 = (64,33 – 64,30)/0,005 = 6,0 м,

ℓ2 = 0,1/0,005 = 20,0 м,

ℓ3 = (64,20 – 64,17)/0,005 = 6,0 м.

Сторона 1-2: Н1 = 64,24 м, Н2 = 64,17 м.

ℓ1 = (64,24 – 64,20)/0,005 = 8,5 м,

ℓ2 = (64,20 – 64,17)/0,005 = 6,5 м.

Закладання на вимощені буде по всіх сторонах однакове:

ℓ1 = (0,05·1,0) /0,005 = 10,0 м.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Запроєктована будівля храму гармонійно поєднує традиційні канони православного храмобудування з сучасними архітектурними тенденціями та вимогами функціональності. Враховано містобудівну ситуацію району по вул. Бориспільській у м. Запоріжжя, створено виразний просторовий акцент. Композиція храму забезпечує чітке зонування внутрішнього простору (притвор, середня частина храму, вівтар) та комфортні умови для перебування парафіян, включаючи вимоги безбар'єрності для маломобільних груп населення.

Покриття храму запроєктоване у вигляді тонкостінної купольної оболонки обертання, що дозволило перекрити значний проліт без влаштування проміжних опор та створити величний внутрішній простір.

Проведено детальний розрахунок елементів купольного покриття. Визначення внутрішніх зусиль: меридіональних, кільцевих та дотичних у тілі купола виконано за безмоментною теорією оболонок. Особливу увагу приділено розрахунку опорного кільця на сприйняття розпору та аналізу «крайового ефекту» в зоні прилягання плити до опори. За результатами розрахунків підібрано оптимальне армування плити купола, опорного кільця та вутів, що гарантує міцність, тріщиностійкість та довговічність споруди під дією нормативних навантажень.

Розроблено схему організації рельєфу ділянки методом проєктних горизонталей із середнім поздовжнім ухилом 5,0 ‰,, що забезпечує ефективне відведення поверхневих вод. Проєктом благоустрою передбачено функціональне зонування території: вхідна зона, зона відпочинку, господарська зона. Підібрано типи покриття дорожньо-пішохідної мережі Запроєктовано сучасну систему підземних інженерних комунікацій та енергоефективне зовнішнє штучне освітлення вулиць та території.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН Б.2.2-12:19. Планування та забудова територій. [Чинний з 2019-10-01 ; на зміну ДБН 2.2-12:2018 "Планування і забудова територій"]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2019. 185 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. : [Чинний від 01.01.2007]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІ проектстальконструкція, 2007. 75 с.
3. ДБН В 1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2017-06-01 : на заміну ДБН В. 1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва"] Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2017. 35 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі.: [Чинний від 01.11.2011]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2011. 123 с.
5. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Зміна № 1. [Чинний від 01.05.2019]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2019. 110 с.
6. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зміна № 1. [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022. 43 с.
7. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність: [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2022. 17 с.
8. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01 ; уведено вперше]. Мінрегіон України, 2013. 172 с.

9. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01 ; уведено вперше]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 134 с.
10. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 01.09.2022 на заміну ДБН В.2.6-31:2016]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2022. 23 с.
11. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. [Чинний від 01.09.2012 р.] Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2012. 50 с.
12. ДБН В.2.5-56-2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2011-10-01 ; на заміну ДБН А.2.5-13-98]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 137 с.
13. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. [Чинний від 01.01.2019]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 36с.
14. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. [Чинний від 01.10.2017]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 35с.
15. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 01.03.2019]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2019. 133 с.
16. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність: [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2022. 17 с.
17. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний з 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 70 с.
18. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до робочої документації. [прийнято та надано чинності]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 55 с.
19. ДБН В.2.6-220:2017 Покриття будівель і споруд. [Чинний від 01.01.2018]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 53 с.

20. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 30.12.2014]. Вид. Міністерство внутрішніх справ (МВС) України, 2014.71с.
21. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 31384-2008, NEQ). Чинний від 01.07.2011]. ДП НДІБК України, 2011. 77 с.
22. ДСТУ 3008-2018 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «Укр НДНЦ», 2016. 31с. (Інформація та документація).
23. Закон України "Про благоустрій населених пунктів" [Електронний ресурс] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-15#Text
24. ДСТУ Б В.2.6-156 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 01.06.2011]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2011. 123 с.
25. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. [Чинний від 24.12.2009]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2020. 70 с.
26. Древаль І.В. Конспект лекцій з дисципліни "Теорія містобудування. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 43 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051571.pdf.
27. Добровольська О. Г. Сучасні водні технології : конспект лекцій для здобувачів ступеня вищ. освіти магістра спец. 192 "Буд-во та цив. інженерія" за освіт. (освіт.-проф.) програмою "Водопостачання та водовідведення" / ЗНУ. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 104 с. URL:http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/2020/0045924.pdf.
28. Бабаєв В. М., Рищенко Т. Д., Завальний О. В., Линник І. Е.,Черноносова Т. О., Ткачук О. А., Гайко Ю. І., Мороз Н.В. Проектування міських територій: підручник у двох частинах. Частина ІІ. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 544 с.