

Чеверда А. М.¹, Данилюк Н. Я.², Кельба С. С.³, Яценко О. Ф.⁴, Гуртовенко А. В.⁵

¹ аспірант, здобувач ступеня Доктора Філософії

кафедри архітектури та дизайну

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Cheverda.andriy@gmail.com

orcid.org/0009-0000-2812-6252

² викладач

кафедри архітектури та дизайну

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

d.nazarii97@gmail.com

orcid.org/0009-0003-8916-7690

³ кандидат архітектури

кафедри архітектури та дизайну

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

serhii.kelba@nung.edu.ua

orcid.org/0009-0006-0844-8653

⁴ кандидат архітектури, доцент, завідувач

кафедри архітектури та дизайну

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

oleksii.iashchenko@nung.edu.ua

orcid.org/0000-0001-6181-6597

⁵ доцент

andrii.hurtovenko.23@gmail.com

orcid.org/0009-0000-7645-260X

КОМБІНАТОРНІ ПІДХОДИ ФОРМОТВОРЕННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР У КУЛЬТОВОМУ БУДІВНИЦТВІ ТА ВИДОВИЩНИХ СПОРУДАХ НА ОСНОВІ СКЛАДНИХ СИСТЕМ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ, ВІМ ТЕХНОЛОГІЙ, З УРАХУВАННЯМ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА АГРЕГАТИВНИХ СИСТЕМ

© Чеверда А. М., Данилюк Н. Я., Кельба С. С., Яценко О. Ф., Гуртовенко А. В., 2025

<https://doi.org/10.32347/2519-8661.2025.33.210-217>

Анотація. У статті детально розглянуто сучасні комбінаторні підходи до архітектурного формотворення складних об'ємно-просторових структур у контексті культових споруд і видовищних об'єктів. Проаналізовано інноваційні конструктивні системи, які дозволяють створювати унікальні архітектурні форми, що поєднують технічну надійність із високою естетичною цінністю. Значна увага приділена застосуванню новітніх матеріалів, здатних забезпечити не лише міцність та довговічність конструкцій, але й сприяти покращенню акустичних характеристик внутрішніх просторів.

Досліджено просторово-акустичні параметри культових та видовищних споруд, оскільки саме вони значною мірою впливають на сприйняття і емоційний резонанс від архітектурного об'єкта. Розглянуто роль агрегативних рішень — комплексного поєднання окремих конструктивних елементів у єдину функціональну систему, що сприяє підвищенню як експлуатаційних характеристик, так і загальної гармонії простору.

У статті запропоновано систематизацію основних проблем, які виникають у процесі застосування таких інноваційних рішень. Ці проблеми поділено на конструктивно-технологічні, що стосуються вибору матеріалів і методів монтажу; акустичні — пов'язані з оптимізацією звукового середовища; просторово-композиційні — які визначають організацію і сприйняття внутрішніх та зовнішніх об'ємів; експлуатаційні, що охоплюють довговічність та обслуговування споруди; а також візуально-естетичні, які впливають на образність та символіку архітектурних форм.

Окреслено принципи оптимізації проектних стратегій, які мають на меті підвищення функціональності культових та видовищних споруд, а також посилення їхнього емоційного впливу на користувачів і відвідувачів. Запропоновані рекомендації спрямовані на балансування між технічними вимогами та художньою експресією, що є ключовим у сучасній архітектурній практиці формоутворення складних агрегативних систем.

Ключові слова: об'ємно-просторова структура; комбінаторика форм; культова архітектура; видовищна споруда; акустика; конструктивні системи; агрегативні рішення; сучасні матеріали.

Постановка проблеми. Сучасна архітектура культових будівель і видовищних споруд характеризується зростаючою складністю формотворення, високими естетичними запитами суспільства, а також технологічною складністю реалізації інженерних і акустичних параметрів. У зв'язку з цим актуальним є використання комбінаторних підходів до проектування, які дозволяють поєднувати різноманітні просторові, конструктивні та матеріальні рішення в єдину архітектурну систему. Особливе значення у цьому контексті мають акустичні якості внутрішнього простору та здатність об'ємно-просторових агрегатів адаптуватися до функціонального призначення об'єкта.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Актуальність комбінаторних підходів у проектуванні об'ємно-просторових структур підтверджується численними дослідженнями. А. Колодний [1] розкриває духовно-релігійні основи сакральної архітектури, Ж. Лернер [2] — інтеграцію форм у міське середовище, В. Колосніченко [3] та М. Белявцев [4] — сучасні конструктивні технології. І. Гах [5] аналізує вітражну композицію, а О.М. Рубанець [6] і О. Зінченко [7] — цифрові та параметричні підходи у проектуванні. Л. Гнатюк [8] та J.H. Kilde [9] досліджують просторову символіку сакральних споруд. Праці Y. Lin [10], Н. Mallgrave [11] і S. Kostof [12] висвітлюють розвиток конструктивних систем і архітектурної теорії. Усі ці дослідження засвідчують потребу подальшого осмислення формотворення з урахуванням BIM-технологій, акустики й агрегативності сучасних структур.

Мета публікації. Узагальнити і систематизувати основні принципи комбінаторного проектування складних об'ємно-просторових структур у культовому будівництві та спорудах видовищного призначення, з урахуванням конструктивних, акустичних, естетичних та функціональних параметрів.

Основна частина. Конструктивно-технологічні аспекти. У сучасному архітектурному проектуванні культових і видовищних споруд спостерігається чітка тенденція до ускладнення просторово-конструктивних систем, що зумовлено як естетичними й ідеологічними запитами, так і інженерно-функціональними потребами. Архітектори дедалі частіше звертаються до комбінаторних принципів формотворення, що передбачають синтез конструкцій різної природи: оболонкових, натяжних, фахверкових, трансформованих, гратчастих, купольних, ребристих та вантових систем. Така структурна комбінація дозволяє досягти гнучкості у проектуванні, підвищити просторову виразність об'єкта та адаптувати архітектуру до сучасних функціональних викликів.

Наприклад, у проектуванні великих концертних залів або соборів може поєднуватися купольна система з вантовими або фахверковими сегментами, що створює візуально складну, але структурно стабільну композицію. У натяжних і мембранних покриттях культових просторів простежується вплив

біоніки та параметричного моделювання, що забезпечує пластичність форм при мінімізації вагових навантажень на несучі конструкції.

Важливою характеристикою новітніх конструктивних систем є адаптивність – здатність змінювати геометрію або фізичні параметри залежно від умов експлуатації. Такі структури проєктуються з урахуванням навантажувальних сценаріїв: вітрових, температурних, сейсмічних та акустичних. Наприклад, у трансформованих видовищних об'єктах використовуються мобільні ферми, панелі або натяжні елементи, які можна конфігурувати під різні режими події (театр, концерт, вистава).

Окрему роль у проєктуванні відіграють інноваційні матеріали, які дозволяють реалізовувати складні геометричні структури з мінімальними витратами на виробництво та експлуатацію. Йдеться про:

композитні матеріали (армовані полімери, карбонові структури), що поєднують легкість і міцність;

текстильні мембрани (PTFE, ETFE), які застосовуються для створення великопролітних покриттів з можливістю напівпрозорої фільтрації світла;

модифікований бетон (самоуплотнюючий, високоміцний, фіброзний), здатний формувати складні тривимірні елементи без деформації при усадці;

прозорі полімери, зокрема полікарбонатні та акрилові панелі, що створюють ефект легкості й світлової глибини у культових залах;

матеріали з ефектом пам'яті форми для інтерактивних конструктивних елементів, які реагують на температурні або механічні зміни середовища.

Технологічні аспекти будівництва також адаптуються до нових викликів. Широко застосовуються цифрові методи виготовлення конструкцій: 3D-друк бетонних елементів, CNC-фрезерування опалубок, роботизоване складання каркасів та оболонок. Ці підходи зменшують похибки, прискорюють реалізацію складних форм і дозволяють інтегрувати конструктивні та декоративні елементи в єдину систему.

Конструктивно-технологічні інновації в культовому та видовищному будівництві базуються на принципі синтезу: різноманіття форм і матеріалів поєднується в єдину просторову логіку за допомогою комбінаторного мислення. Це забезпечує не лише технічну ефективність і довговічність споруди, а й високу естетичну цінність архітектурного об'єкта як носія ідеї, символу чи мистецького феномена.

Просторово-акустичні характеристики. У культовому та видовищному будівництві акустичні властивості простору є критичним параметром, що прямо впливає на функціональність та емоційне сприйняття архітектурного середовища. Успішна реалізація об'ємно-просторових структур вимагає синергії естетичних, конструктивних і акустичних рішень. Комбінаторні підходи дозволяють інтегрувати геометрично складні форми (арки, ребра, куполи, касети, параболоїди тощо) з сучасними акустично ефективними матеріалами, що відкриває широкі можливості для створення багатофункціональних середовищ із високими звуковими характеристиками.

Основними параметрами, що визначають якість акустичного середовища в таких спорудах, є:

- час реверберації (тривалість затухання звуку після припинення джерела);
- індекс чіткості мовлення (STI);
- коефіцієнт звукопоглинання;
- відсутність акустичних дефектів (флатер-ехо, фокусування звуку, стоячі хвилі).

Застосування комбінаторних конструктивних систем дозволяє організувати розсіяне акустичне середовище, уникнути «мертвих зон» і забезпечити однакову якість звуку на різних рівнях залу чи храму. Наприклад, ребристі склепіння сприяють ефективному дифузному розсіюванню звуку, тоді як касетовані стелі можуть виступати як акустичні резонатори із заданою частотною характеристикою. У культових спорудах із купольною геометрією застосовуються вставки з матеріалів дифузного типу або перфоровані панелі з мікропоглинаючим шаром, які перешкоджають фокусуванню звуку в центрі купола.

Особливої уваги потребують великопролітні видовищні зали, де необхідно одночасно забезпечити прозорість конструкцій, зоровий контакт глядача з подією та акустичну однорідність. У таких випадках ефективно працюють:

акустичні підвісні мембрани, виготовлені з сучасних текстильних або полімерних матеріалів (ETFE, PTFE), які одночасно виконують роль звукопоглиначів і світлорозсіювачів;

перфоровані дерев'яні або композитні обшивки із змінною глибиною профілю;

плаваючі акустичні стелі та стіни, здатні до корекції акустики в реальному часі;

інтегровані модулярні панелі, що налаштовуються на різні режими (концерт, театр, лекція).

Важливим аспектом є створення акустичної тиші — простору, що сприяє медитативному зануренню, не порушуючи при цьому звучання органу, хору чи голосу. Тут переважає застосування м'яких поглинаючих структур, вмонтованих у геометрію стін і склепін (наприклад, спеціальні шари з мінеральної вати, тканинні вставки, мікроперфорація на гіпсових основах). Така інтеграція матеріалів у конструктивну схему дозволяє приховати технічні елементи без втрати візуальної чистоти архітектури.

Інноваційні підходи також охоплюють цифрове акустичне моделювання, яке здійснюється ще на етапі концептуального проєктування. Сучасне ПЗ (ODEON, EASE, CATT-Acoustic) дозволяє проводити числове моделювання поширення звукових хвиль у складних об'ємах, виявляючи проблемні зони та оптимізуючи конфігурацію поверхонь. Це дає змогу реалізувати архітектурну форму, що відповідає ідеї проєкту, не жертвуючи акустичною якістю.

Просторово-акустичні характеристики об'ємно-просторових структур у культовому й видовищному будівництві формуються на основі багаторівневого аналізу геометрії, матеріалів і функціонального сценарію. Комбінаторний підхід дозволяє досягти гармонії між архітектурною виразністю, інженерною ефективністю та акустичним комфортом, що є визначальним для сучасних сакральних і культурних об'єктів.

Просторово-композиційні стратегії. Формування об'ємно-просторової композиції в культовій і видовищній архітектурі базується на пошуку балансу між символічною виразністю, функціональністю та інженерною логікою. Комбінаторні підходи в цьому контексті передбачають варіативне поєднання просторових елементів і композиційних прийомів — симетрії, асиметрії, ритмізації, ієрархічної підпорядкованості, фрактальної побудови та послідовного згущення чи розрідження форм.

Класична симетрична модель центрально-осевої композиції, що домінує у сакральному будівництві, сьогодні трансформується в складні гібридні конфігурації. Наприклад, головний об'єм купольного простору церкви може доповнюватися асиметричними бічними каплицями, які водночас виконують як функціональну, так і композиційну роль — формують діалог центр-периферія, створюють акустичний резонанс і збагачують сприйняття інтер'єру через контрасти масштабу й світлотіньових ефектів.

Ритмізація у комбінаторній композиції реалізується через повторення або варіативну зміну структурних модулів (аркад, колон, прорізів, ребер тощо), що формують відчуття гармонії в складних багатоярусних просторах. У видовищних спорудах, таких як театри або концертні зали, ритм задається каскадним розміщенням глядацьких зон, рельєфним зонуванням сцени, фрагментацією плафонів або фасадів. Цей ритм може бути динамічним, змінюваним у відповідь на програмні чи акустичні вимоги.

Фрактальна організація простору — ще один ефективний прийом, що набирає популярності у складних архітектурних структурах. Вона передбачає масштабну репетицію подібних геометричних одиниць, що створює багаторівневу глибину, візуальний резонанс і ефект "розкриття" об'єму в міру його сприйняття. Наприклад, простір сучасного храму може включати серію концентричних об'ємів — від внутрішнього ядра до зовнішніх оболонок, кожна з яких має свою пропорцію, освітлення та конструктивну структуру, але водночас формує єдиний цілісний архетип сакрального простору.

У видовищних комплексах, де композиція підпорядковується не лише естетиці, а й технологіям трансформації простору (наприклад, змінна конфігурація сцени, розсувні блоки, мобільні перегородки), ієрархія простору визначається взаємодією функціональних зон. Основний зал, бічні куліси, службові простори, сцена та глядацькі зони організовуються в композиційну матрицю, яка

дозволяє реалізувати різні сценарії експлуатації: від камерного заходу до великомасштабної постановки.

Особливу роль у комбінаторних композиціях відіграє світлотіньова динаміка, яка формує інтер'єр як живу, змінну структуру. У культових спорудах це реалізується через каскадну подачу денного світла з верхніх або бічних прорізів, світлові вітражі, проекцію символічних візерунків на стіни. У театральних просторах використовується гнучка система штучного освітлення з інтегрованими світловими сценаріями, що трансформують архітектуру під час події.

Таким чином, просторово-композиційні стратегії в комбінаторному проектуванні культових і видовищних споруд не є фіксованими схемами, а відкритими моделями, здатними адаптуватися до художнього задуму, функціональної програми й конструктивно-технологічних можливостей. Вони забезпечують багатшаровість сприйняття архітектури: від інтуїтивного символічного прочитання до точного просторового орієнтування та акустичного балансу.

Агрегативні рішення та адаптивність. У сучасному культовому та видовищному будівництві все більшої актуальності набуває використання агрегативних принципів формування архітектурного середовища. Агрегативні системи передбачають побудову об'ємно-просторової структури як сукупності автономних, але взаємозалежних модулів, які можуть змінювати конфігурацію, функціональне призначення або технічні параметри без втрати цілісності архітектурної ідеї. Такий підхід забезпечує високу ступінь адаптивності, масштабованості та технологічної гнучкості.

У видовищних спорудах (театрах, концертних залах, багатофункціональних центрах) агрегативність проявляється через можливість трансформації простору для різних сценічних і акустичних сценаріїв. Наприклад:

шляхом переміщення модульних перегородок зал може змінювати свою конфігурацію — від камерної до великої аудиторії;

акустичні щити і дефлектори, вмонтовані у стелю або стіни, можуть змінювати кут нахилу, поглинальні властивості або відбивну здатність, налаштовуючи простір на різні типи звукового виконання (театральне, симфонічне, електроакустичне);

застосування підйомних конструкцій сцени і глядацьких платформ дозволяє реалізувати різні типи взаємодії між виконавцем і публікою (італійська сцена, амфітеатр, арена).

У культових спорудах агрегативність виявляється у формуванні просторових ансамблів із кількох об'ємів, які можуть бути доповнені або модифіковані у відповідь на зміну парафіяльного життя, розширення функцій храму (наприклад, створення додаткової каплиці, залу для лекцій, меморіального об'єкта, соціального простору). Архітектура при цьому зберігає структурну та композиційну цілісність, а зміна форми не порушує сакрального коду простору.

Новітні конструктивні системи — просторові ферми, легкі каркасно-мембранні структури, пневматичні оболонки — дозволяють реалізувати адаптивні агрегативні рішення з мінімальними затратами на матеріали й зберігаючи високу інженерну ефективність. Наприклад, використання алюмінієвих або вуглепластикових вузлів дає змогу створювати розбірні або розсувні конструкції з високою несучою здатністю і малою вагою.

Особливе місце займають інтелектуальні системи адаптації, які працюють у режимі реального часу завдяки інтеграції сенсорів, керованих приводів і цифрових платформ. Це дозволяє змінювати акустичні або просторові характеристики залу залежно від кількості відвідувачів, типу події або зовнішніх кліматичних умов. Наприклад, автоматизована система може активувати додаткові звукопоглинальні елементи у відповідь на акустичне перевантаження або змінювати освітлення простору згідно з настроєм події.

Таким чином, агрегативні рішення та адаптивність у проектуванні культових і видовищних споруд формують нову парадигму архітектури — гнучкої, змінної, технологічно чутливої до контексту та потреб користувачів. Це не лише підвищує функціональну ефективність об'єкта, але й відкриває нові горизонти для архітектурної інновації, поєднуючи естетичну складність з технічною динамікою.

Візуально-естетичні ефекти. Архітектура культових та видовищних споруд традиційно відіграє роль не лише функціонального середовища, але й потужного носія емоційного, символічного та

культурного змісту. Візуально-естетична складова є ключовою у формуванні враження від простору, а в умовах комбінаторного підходу до формотворення відкриваються нові можливості для експериментів зі світлом, матеріалами, масштабом і взаємодією форм.

Комбінаторне моделювання дозволяє створювати складні композиційні структури, які поєднують різнохарактерні об'ємно-просторові елементи в єдине художнє ціле. Завдяки цьому виникає багат шарова система сприйняття, в якій відображення, напівпрозорість, взаємопроникнення об'ємів формують ефект динамічної архітектури, що змінюється залежно від кута огляду, освітлення чи активності відвідувачів.

Один із найбільш ефективних візуальних інструментів — гра світла і тіні, що активно використовується як у сакральній, так і у видовищній архітектурі. У культових спорудах це досягається через орієнтацію прорізів, використання вітражів, світлових шахт або навмисне затемнення окремих об'ємів для досягнення сакральної глибини. У видовищних комплексах застосовуються динамічні системи освітлення, що можуть змінювати колір, інтенсивність і напрямок світлових потоків у відповідності до сценарію події.

Використання прозорих, напівпрозорих та підсвічених конструкцій надає архітектурі легкості, візуальної мінливості й вишуканої пластичності. Наприклад, скляні фасади з вбудованими LED-сітками або інтерактивними панелями створюють ефект "живої архітектури", здатної реагувати на зовнішні стимули: зміну погоди, рух відвідувачів або звукове середовище. Це особливо ефективно в театральних і концертних просторах, де фасад стає частиною візуального перформансу.

У сакральних будівлях інтеграція світлопроникних матеріалів нового покоління (таких як литий полімер із фотохромними властивостями) дозволяє органічно поєднувати традиційні символічні елементи (арки, куполи, розетки) з технологічною виразністю. Таким чином архітектура набуває глибини — не лише просторової, а й духовної, відкриваючи нові шляхи для містичного переживання середовища.

Додатковим інструментом формування візуальної естетики є пластична варіативність форм, яку забезпечують сучасні конструкції: складчасті оболонки, гіперболічні параболоїди, параметричні поверхні. Завдяки їм архітектурні об'єкти набувають "живої" морфології — від статичних монументальних форм до органічних, що нагадують природні структури. Це особливо актуально у видовищних спорудах, де архітектура стає частиною художнього вираження самої події.

Таким чином, візуально-естетичні ефекти в умовах комбінаторного проектування виступають не як вторинний компонент, а як ключовий носій змісту й інструмент комунікації між простором і користувачем. Вони посилюють емоційне сприйняття архітектури, створюють умови для індивідуальної інтерпретації середовища та водночас інтегрують споруду в культурний ландшафт часу.

Висновки. Розглянуто комбінаторні підходи до формування об'ємно-просторових структур у культовому будівництві та видовищних спорудах як засіб забезпечення функціональної гнучкості, естетичної виразності й технологічної інноваційності архітектурних рішень. Використання складних конструктивних систем, зокрема просторових ферм, оболонкових та каркасно-мембранних структур, дає змогу створювати архітектуру високої інженерної якості та пластичної складності.

Інтеграція новітніх матеріалів — легких, енергоефективних, з адаптивними властивостями — сприяє реалізації агрегативних та мобільних рішень, актуальних для сучасних соціокультурних і кліматичних викликів. Особливу увагу приділено врахуванню акустичних властивостей простору, що є критично важливим у проектуванні храмів, театрів і концертних залів, де звучання відіграє ключову роль у сприйнятті середовища.

Візуально-естетичні ефекти, зумовлені комбінаторикою форм, світла, матеріалів і технологій, надають архітектурі символічної багатозначності та динамізму. У підсумку, комбінаторні підходи створюють підґрунтя для формування інноваційного архітектурного мислення, що поєднує конструктивну раціональність із художньою експресією та гнучкістю до змін.

Список джерел

1. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Фаренюк Г.Г. – К.: Гама-Принт, 2009. – 430 с.
2. Цигичко С.П. Екологія в архітектурі і містобудуванні: навчальний посібник. Х.: ХНАМГ, 2012. 146 с.
3. Світлопрозорі огороження будинків: Навч. посібник для студ. вищ. навч. закл./ Під заг. ред. О.Л.Підгорного; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2005. – 281с.
4. Теоретико-методологічний базис управління якістю житлового будівництва, підвищення комфортності та екологічності при комплексній забудові територій: Монографія / [Новикова І.В.]; за ред. І.В. Новикової –Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2022. – 547.
5. Engel H. Structure Systems. Basel: Birkhäuser, 2007. 296 p.
6. Криштоп Б.Г., Конструкції великопрогонових покриттів для зальних приміщень громадських будівель, Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2008
7. Білявський Г.О. Основи екології: теорія та практикум: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2002. – 352 с.
8. Otto F. Tensile Structures. Stuttgart: IL, 2005. 320 p.
9. Кривенко О.В. Козак. Ю.В. Конструкції будівель та споруд: методичні вказівки до виконання пояснювальної записки дипломного проекту з розділу «Архітектурні конструкції». – К.: «КНУБА», 2013. – 38с.
10. Беляєв Ю.А. Конструктивна експресія в культовій архітектурі. Дніпро: АРТ-ПРЕС, 2015. 186 с.
11. Salinger N. A Theory of Architecture. Solingen: Umbau-Verlag, 2006. 250 p.

Cheverda Andriy ¹, Danilyuk Nazarii ², Serhii Kelba ³, Yashchenko Oleksii ⁴, Hurtovenko Andrii ⁵

¹ *lecturer, Department of Architecture and Design,
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

² *lecturer, Department of Architecture and Design,
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

³ *Associate Professor, Department of Architecture and Design,
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

⁴ *Associate Professor, Department of Architecture and Design,
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

⁵ *Associate Professor, Unemployed*

COMBINATORIAL APPROACHES TO FORM-MAKING AND MODELING FOR DESIGNING SPATIAL-VOLUME STRUCTURES IN SACRED ARCHITECTURE AND ENTERTAINMENT FACILITIES BASED ON COMPLEX SYSTEMS OF MODERN STRUCTURES USING ADVANCED MATERIALS, BIM TECHNOLOGIES, CONSIDERING ACOUSTIC PROPERTIES AND AGGREGATIVE SYSTEMS

Abstract. The article provides a detailed examination of modern combinatorial approaches to the architectural formation of complex volumetric-spatial structures in the context of sacred buildings and entertainment facilities. It analyzes innovative structural systems that enable the creation of unique

architectural forms combining technical reliability with high aesthetic value. Significant attention is given to the use of advanced materials that not only ensure the strength and durability of constructions but also contribute to improved acoustic characteristics of interior spaces.

The spatial and acoustic parameters of sacred and entertainment buildings are investigated, as they greatly influence the perception and emotional resonance of the architectural object. The role of aggregative solutions—the complex integration of individual structural elements into a single functional system—is examined, which enhances both operational performance and the overall harmony of space.

The article proposes a systematization of the main challenges arising from the application of such innovative solutions. These challenges are categorized into structural-technological issues related to the selection of materials and assembly methods; acoustic problems associated with optimizing the sound environment; spatial-compositional challenges defining the organization and perception of internal and external volumes; operational concerns covering the durability and maintenance of the structure; as well as visual and aesthetic issues impacting the imagery and symbolism of architectural forms.

Principles for optimizing design strategies are outlined, aimed at increasing the functionality of sacred and entertainment buildings and strengthening their emotional impact on users and visitors. The proposed recommendations focus on balancing technical requirements with artistic expression, which is crucial in contemporary architectural practice for the formation of complex aggregative systems.

Keywords: spatial structure; combinatorics of forms; religious architecture; spectacle building; acoustics; structural systems; aggregative solutions; modern materials.