

УДК 514.182

DOI: 10.25140/2411-5363-2021-1(23)-208-214

Марина Барбаш

**ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ АРХІТЕКТУРНИХ ФОРМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ**

*У роботі проаналізовано особливості використання комп'ютерної графіки для побудови класичних архітектурних об'єктів як складових частин карнизів, колон, капітелей та інших елементів ордерів. Проведено аналіз побудови змішаних спряжень. Проаналізовані відмінності принципів побудови спряжень за допомогою креслярських інструментів та з використанням засобів комп'ютерної графіки. Запропонований метод дозволяє значно прискорити розв'язування спеціалізованих задач та практичних питань у галузі архітектурного проектування. Стаття є публікацією науково-методичного характеру.*

**Ключові слова:** архітектурні об'єкти; спряження; архітектурні ордери; поверхня; нарисна геометрія.

*Рис.: 6. Бібл.: 5.*

**Актуальність теми дослідження.** Конструювання поверхонь архітектурних форм, пошук оптимальних форм та конструкцій у дизайні та архітектурі переводить предмет нарисної геометрії у світ комп'ютерного проектування та тривимірного моделювання. Розуміння відмінностей принципів побудови спряжень за допомогою креслярських інструментів та з використанням засобів САД систем і викладання нарисної геометрії з використанням комп'ютерної графіки є одним з ефективних шляхів вивчення дисципліни в сучасних умовах.

**Постановка проблеми.** Етапи засвоєння знань (розуміння, запам'ятовування, застосування знань за правилами та вирішення творчих завдань) фіксуються в певній діяльності: розпізнавання, відтворення, вирішення типових та нетипових задач, які потребують застосування знань у нових умовах. І саме застосування знань у нових умовах є необхідним етапом процесу навчання. Як показала практика, застосування теоретичних знань при виконанні завдань з елементами конструювання викликає значні ускладнення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Види спряжень та правила їх побудови достатньо повно описані в літературі. Знання з цієї теми важливі як для майбутніх інженерів у частині технічного креслення [1] (кресленики важелів, фланців, швелерів, стопорних шайб, спряжених евольвент при побудові профілів зубців коліс зовнішнього зачеплення), так і для архітекторів та дизайнерів при побудові оздоблювальних елементів будівель – архітектурних об'єктів. І якщо з першими трьома етапами засвоєння знань: розумінням, запам'ятовуванням та виконанням одиничних спряжень ситуація менш проблематична, то побудова комплексного об'єкта з великою кількістю спряжень, змішаних спряжень, або об'єкта, який складається із самих лише спряжень, викликає труднощі [2]. Проблема полягає в неможливості розчленування завдання на структурні елементи, які будуються відповідно до вже відомих правил.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Сучасні тенденції застосування систем автоматизованого проектування призвели до необхідності перегляду викладання класичної нарисної геометрії в частині проектування. Гостро стоїть питання вибору методів викладання базових тем: криві лінії, поверхні як основа утворення архітектурних просторових форм, побудова обрису поверхні. Використання систем комп'ютерної графіки має певні особливості та потребує практичних рекомендацій з урахуванням сучасних можливостей у частині вирішення задач практично-прикладного характеру.

**Метою статті** є створення концепції навчання, при якій творчість органічно вписуватиметься в графічну діяльність та розробка методики викладання теми «Спряження» при вивченні пластичних архітектурних елементів, які розрізняють за обрисами поперечного профілю.

**Виклад основного матеріалу.** При вивченні побудови ордеру як складової частини стояково-балкової конструкції будівлі, конструкції об'єктів як складової частини архіте-

ктурного ордеру, орнаментування (геометричного з прямолінійних архітектурних об'єктів та рослинного з криволінійних) базовою темою нарисної геометрії є Спряження. Плавний перехід прямої лінії в пряму, виконаний за допомогою дуги кола певного (заданого) радіуса, спряження двох кіл та плавний перехід прямої в криву представлені на рис. 1.

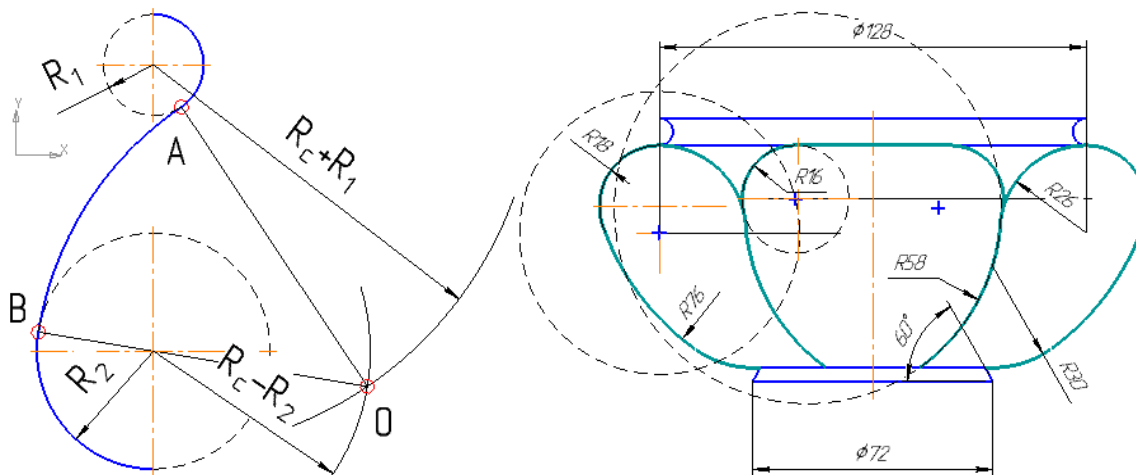


Рис. 1. Побудова спряжень

Дотримання певного алгоритму побудови дозволяє прискорити отримання результуючої кривої та уникнути помилок:

1. Визначити положення центру спряження (найголовніше і найскладніше завдання).
2. Знайти точки спряження (при використанні комп'ютерної графіки ця операція не обов'язкова).
3. Провести дугу спряження заданим радіусом (при виконанні побудов у графічному редакторі визначити, яка крива з фантому побудов шукана).

AutoCAD Architecture дозволяє два варіанти аналогічних побудов: команда СПЛАЙН (неоднорідні раціональні В-сплайни (NURBS) можна задати за допомогою точок-визначників (за замовчуванням) або управляючих вершин, які визначають форму та розташування, та 3D-ПОЛІЛІНІЯ (рис. 2). Залежно від обраного методу додаткові сегменти Сплайну створюються до натискання Enter, замкнені сплайни є періодичними та зберігають неперервність кривизни по контуру. Зміна форми сплайнів 1-го порядку (лінійних), 2-го порядку (квадратичних), 3-го порядку (кубічних), і так далі до 10-го порядку (ПОРЯДОК встановлює ступінь поліному для результуючого сплайну) шляхом переміщення керуючих вершин забезпечує більш точні результати. Точки-визначники служать для внесення невеликих локальних змін для кривої, керуючі вершини дозволяють вносити зміни, що впливають на форму кривої загалом. 3D-ПОЛІЛІНІЯ як зв'язана послідовність сегментів прямих, які є єдиним об'єктом, може бути некомпланарною, але не може включати дугові сегменти. Допуск вказує відстань, на яку сплайн відхилиться від заданих точок-визначників. Значення допуску «0» вимагає, щоб результуючий сплайн проходив безпосередньо через точки-визначники. Початкова і кінцева точки згладжування завжди мають допуск «0». NURBS-поверхні можуть бути створені з ряду 2D об'єктів-кромки (ребер), поліліній, дуг. Однак інструмент «сплайн» – це єдиний об'єкт, що володіє параметрами, сумісними зі створенням NURBS-поверхні. Сплайни не тільки містять криві Безьє, вони ще й визначаються за допомогою керуючих вершин і точок-визначників, які надають різні параметри редагування.

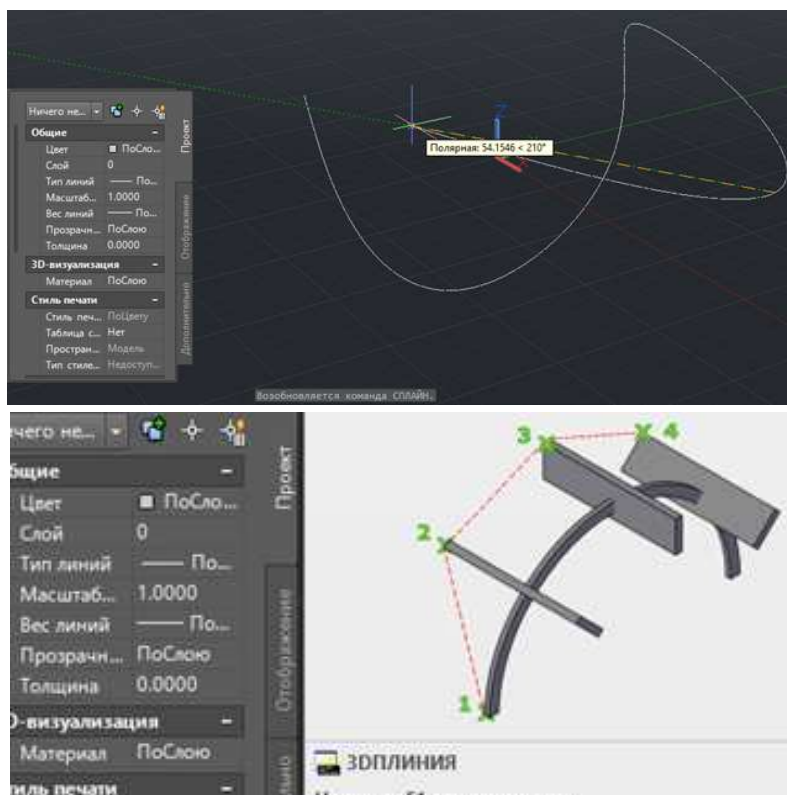


Рис. 2. СПЛАЙН, заданий за допомогою точок-визначників та 3D ПОЛІЛІНІЯ

При викладанні нарисної геометрії майбутнім архітекторам та дизайнерам для кращого засвоєння принципів побудов та розвитку просторового мислення конструкцію архітектурних обломів та фрагментів орнаментів на обломах доцільно наочно показати з обов'язковими тривимірними побудовами в реальному часі (рис. 3). Демонстрація за допомогою CAD систем створення тривимірних декоративних архітектурних елементів із можливістю їх деталізації при вивченні елементів фасаду, які несуть не конструктивну необхідність, а зумовлені художніми вимогами й надають каркасу будівлі характер та красу: лиштви, пілястри, колони (рис. 4), з поясненням можливості отримання повного комплексу проектно-конструкторської документації розширить можливості реалізовувати власні ідеї достатньо простими інтуїтивно зрозумілими інструментами та здатність працювати в дво- та тривимірному просторі.

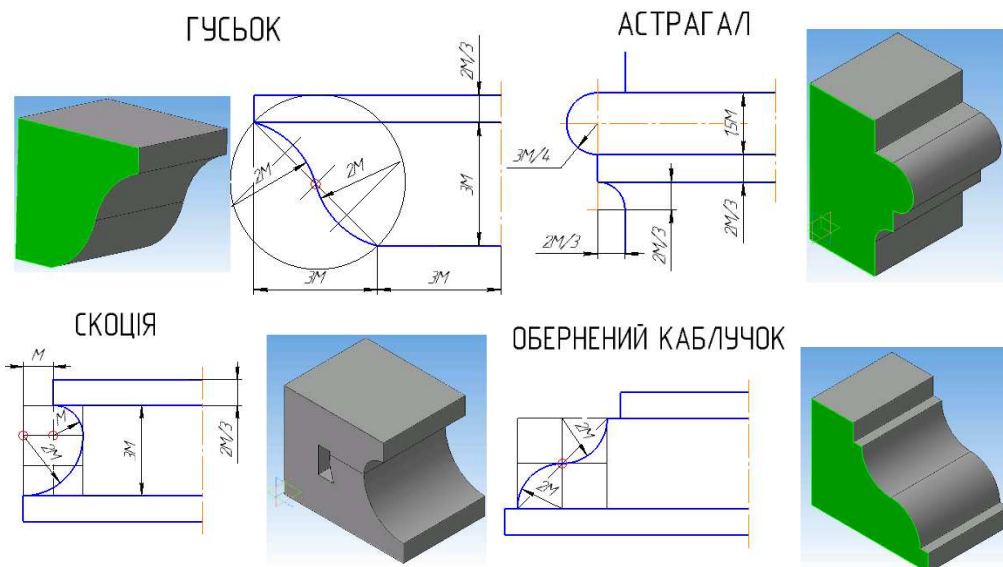
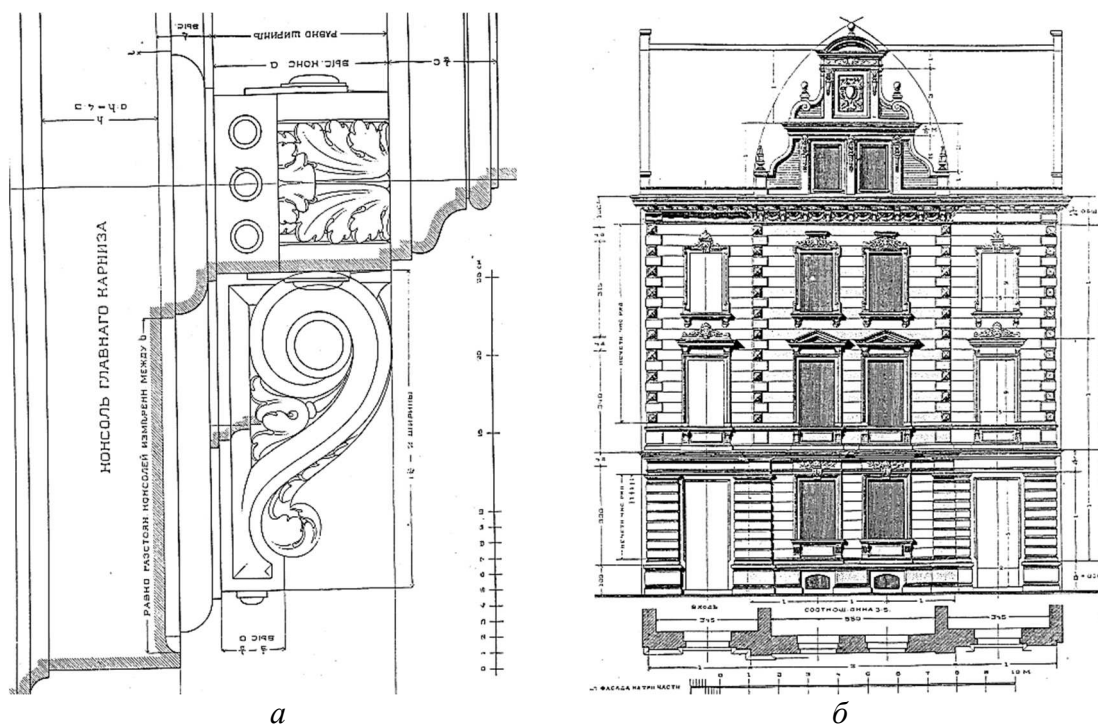


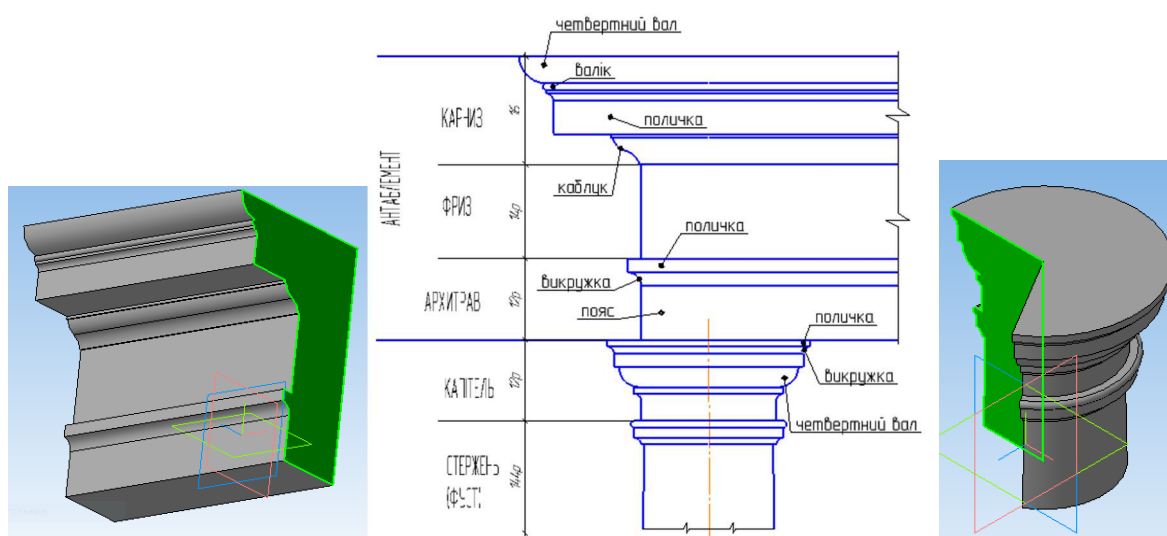
Рис. 3. Елементи оздоблюючи деталей будівлі. Архітектурні обломи



*Рис. 4. Деталі фасадів та їх членування:  
а – консоль головного карнизу; б – житловий будинок  
із середнім виступом і мансардним вікном*

Розумінню композиційних та стилістичних особливостей пам'яток архітектури сприяє засвоєння системи математичних пропорцій античних ордерів (рис. 5): тосканського, доричного, іонічного, коринфського та композитного, заснованій на довільній мірі – модулі (за Джакомо Віньолю) [3; 4]. Зображення п'яти ордерів, виконані в єдиному модулі, зобов'язують скомпонувати всі частини ордеру (антаблемент, капітель, базу, п'єдестал), застосувавши знання з структури, художніх особливостей, пропорційних відмінностей ордерів, правил побудови архітектурно-декоративних елементів (рис. 1), продумати композицію кресленика, масштаб, місце для написів шрифтом Антиква (або вузьким архітектурним шрифтом) та нанесення розмірів в модулях.

ТОСКАНСЬКИЙ ОРДЕР



*Рис. 5. Облони як складові архітектурного ордеру*

Вдосконалення навичок архітектурної графіки передусе освоєнню техніки тональної відтінки як засобу виявлення об'єму предметної форми.

Застосування знань перевіряється при виконанні побудови обрису декоративної вази. Основною проблемою при пошуку центру спряження є неможливість розчленувати заданий контур на окремі елементи і виявити лінії, які потребують спряження вказаним радіусом. Засоби комп'ютерної графіки дозволяють виконати точні побудови на відміну від креслення вручну, де у студента завжди є варіант замінити циркульну криву на лекальну при неможливості знайти центр спряження. Машинні побудови дозволяють побачити також усі можливі варіанти спряження (фантом побудов, рис. 6) для кожного окремого вертикального елемента вази.

Демонстрація побудови тривимірної моделі після завершення виконання спряжень розвиває просторову уяву, формує поняття принципів отримання комп'ютерної моделі тіла обертання через визначення осі та твірної, встановлення різниці між утворенням тіла та поверхні обертання, розуміння поняття каркасу поверхні. Це приводить до кращого розуміння утворення кінематичної поверхні як сукупності послідовних положень лінії (твірної цієї поверхні постійної або змінної форми), яка переміщується в просторі, та поняття порядку алгебраїчної поверхні як кількості точок її перетину прямою або порядку кривої по якій поверхня перетинається площиною. В архітектурно-будівельній практиці форма лінії, яка утворює поверхню, відіграє важливішу роль, ніж кінематичний закон її утворення. При проектуванні поверхні паралельними лініями утворюється проектуючий циліндр, який дотикається до поверхні по контурній лінії, проекція цієї лінії на площину і є обрисом поверхні. Контурні лінії (обрис) різні на фасаді і плані. Тривимірні побудови покажуть зображення двох частин поверхні – видимої та невидимої що унеможливить помилку яка зустрічається при графічній неточності в рішенні задач: якщо хоча б одна проекція точки лежить за межами обрису поверхні – вона даній поверхні не належить.

Перед архітектором та дизайнером завжди стоїть питання композиційного вирішення форми (рис. 6). Це досягається розробкою каркасу поверхні в процесі проектування з використанням математичного апарату або конструюванням каркасу на основі тривимірного моделювання [2] засобами систем автоматизованого проектування.

У ході розвитку творчої графічної діяльності формується творче мислення, формується розуміння, що для архітектури, як і будь-якого мистецтва, не може бути надано остаточних закономірних схем, а наведені в таблицях, наприклад, види загальної розбивки фасадів (горизонтальне та вертикальне членування) – лише відправний пункт при розробці цілого та його частин, лише приклади, при вивченні яких можна з'ясувати принципи застосування архітектури до будівельної справи [5].



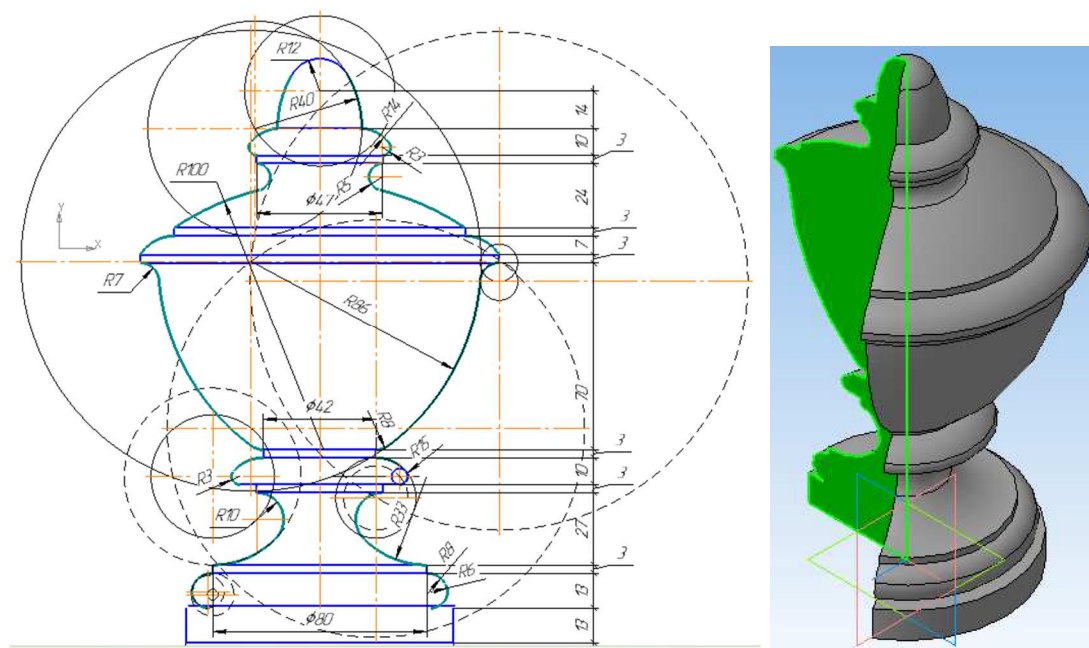


Рис. 6. Пошук форми за допомогою спряжень

**Висновки.** Уміння акуратно, красиво і грамотно креслити пов'язано для архітектора з основою його професійної діяльності – умінням проектувати. Будівля, що споруджується, реставрується або ремонтується не обходиться без детально розробленого креслення, що дає всі необхідні відомості про форму, розміри, матеріали як цілої споруди, так і окремих її частин.

У створенні художнього твору або дизайн-проекту присутні стадії безпосередньо пов'язані з креслярськими роботами. Наприклад, реалістичне зображення перспективи, розмітка декору, побудова архітектурних елементів, або просто визначення масштабу, меж і розмітка аркуша. Навички креслення, розвиток просторового мислення, уяви, виховання професійного смаку нададуть незамінну підтримку, що дозволить майбутнім фахівцям впевненіше почувати себе в роботі і реальніше представляти свої можливості.

Побудова структурно-логічної схеми навчальної дисципліни, оцінка її об'єму, змісту з врахуванням її складності, а також мети підготовки спеціалістів цього профілю та якості дозволить виявити систему змістовних зв'язків між темами та послідовністю занять, доцільно розподілити навчальний матеріал на відповідні розділи, модулі, теми, щоб виключити перевантаження студентів.

Побудова моделі дисципліни та оцінка її інформативної ємності (відбір необхідної кількості ключових понять та визначень) надасть впевненості в достатності відібраних навчальних елементів для досягнення мети підготовки, тобто оцінки формування у студентів вмінь, навичок, значущих професійних якостей та компетенцій. Такий підхід дозволить на науковій основі визначити змістову (інформаційну) складову дисципліни для забезпечення підготовки фахівців відповідно до освітньої програми та вимог стейкхолдерів.

#### Список використаних джерел

1. Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. Москва : Наука, 1981. 344 с.
2. Барбаш М. І. Дослідження поверхні, утвореної за умови заданого розміщення осі пакування відносно розкладника. *Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка»*. 2004. Вип. 76. С. 133-136.
3. Михайленко В. Е., Обухова В. С., Подгорный А. Л. *Формообразование оболочек в архитектуре*. Киев : Будівельник, 1972. 207 с.

4. Бароццио Д. В. Правило пяти ордеров архитектуры / перевод А. Г. Габричевского; комментарий Г. Н. Емельянова. Москва : Архитектура-С, 2005. 168 с.
5. Браузеветтер А. Архитектурные формы гражданских построек. Санкт-Петербург, 1904. 202 с.

### References

1. Gilbert, D. & Kon-Fossen, S. (1981). *Nagliadnaia geometriia [Visual geometry]*. Nauka.
2. Barbash, M. I. (2004). Doslidzhennia poverkhni, utvorenoi za umovy zadanoho rozmishchennia osi pakuvannia vidnosno rozkladnyka [Investigation of the surface formed under the condition of a given placement of the packing axis relative to the expander]. *Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika – Applied geometry and engineering graphics*, 76, pp. 133-136.
3. Mikhailenko, V. E., Obukhova, V. S., Podgornyi, A. L. (1972). *Formoobrazovanie obolochek v arkhitekture [Formation of shells in architecture]*. Budivelnik.
4. Barozzio, D. V. (2005). *Pravilo pyati orderov arkhitektury [The rule of five orders of architecture]*. Architecture-S.
5. Brausevetter, A. (1904). *Arkhitekturnye formy grazhdanskikh postroek [Architectural forms of civil buildings]*.

UDC 514.182

Marina Barbash

## FEATURES OF DESIGNING SURFACES OF ARCHITECTURAL FORMS USING COMPUTER GRAPHICS

*Trends in the development of architectural design are focused on creating new forms using computer-aided design systems and teaching descriptive geometry using computer graphics is one of the effective ways to study the discipline in modern conditions. There is a contradiction between design desires and possibilities of engineering introduction during the decision on forming.*

*The publications on the design of surfaces of technical forms in modern conditions, including the use of computer-aided design systems of light and medium level are considered. Most of the existing literature concerns the classical teaching on descriptive geometry using hand-drawn graphics using drawing tools. Currently, there is a significant number of developments in the application of practical methods of descriptive geometry in the study of on formation for classical manual constructions. The use of computer graphics systems has certain features and requires practical recommendations, taking into account modern capabilities.*

*The research objective of this article is an analysis of the peculiarities of the use of computer graphics to build classical architectural molding as part of cornices, columns, capitals and other elements of orders.*

*The results of CAD use in the design of surfaces of architectural forms and the possibility of their use in descriptive geometry are presented. The analysis of construction of mixed conjugations is carried out. The differences of the principles of conjugation construction with the help of drawing tools and with the use of computer graphics are analyzed.*

*The proposed method allows to significantly accelerate the solution of specialized problems and practical issues in the field of architectural design. The article is a publication of scientific and methodical character.*

**Keywords:** architectural molding; conjugation; architectural orders; surface; descriptive geometry.

*Fig.: 6. References: 5.*

**Барбаш Марина Ігорівна** – старший викладач кафедри технологій зварювання та будівництва, Національний університет «Чернігівська політехніка» (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

**Barbash Marina** – Senior lecturer of welding and construction technology department, Chernihiv Polytechnic National University (95 Shevchenko str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** m\_barbash@ukr.net

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2784-5030>

**ResearcherID:** F-4729-2016