

## **ЗАВДАННЯ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ІНЖЕНЕРНО-ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В КОНЦЕПЦІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІМ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ**

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

*У даній публікації проаналізовано та окреслено комплекс задач, що слід врахувати та впровадити в навчальний процес підготовки студентів напряму «Будівництво та Архітектура» у рамках дисципліни «Нарисна геометрія» та інженерно-графічної підготовки. Це пов'язано з впровадженням ВІМ – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні.*

*Цифровізація проектування, створення та експлуатації об'єктів оточуючого середовища є наразі актуальною проблемою, що дозволить значно підвищити продуктивність та прибутковість будівельної галузі в Україні. Одна з найважливіших умов впровадження ВІМ технології є наявність та підготовка кваліфікованих спеціалістів. Підготовка фахових кадрів є досить складна та пролонгована задача, що базується на нових технологіях навчання та задачах, що відповідають рівню розвитку інформаційних технологій та вимогам сучасних проектних і виробничих технологій або, навіть випереджають їх.*

*Професійна діяльність архітектора (або будівельника) та його навчання передбачає графічну підготовку, яка включає в себе: володіння методами виконання та читання проєкційних креслень, розвинене просторове мислення (вміння аналізувати форму моделі архітектурної споруди, його розміри, розташування в просторі і співвідношення різних елементів об'єкту), а також знання геометричних основ формоутворення в архітектурі та їх застосування в проектуванні.*

*При підготовці фахівців напряму «Будівництво та Архітектура» необхідно впроваджувати інноваційні освітні технології, спрямовані на формування у студентів здатності працювати в команді, компетенцій в області сучасних інформаційних і комунікаційних технологій, а також готовності здійснювати проектування на основі просторового інформаційного моделювання.*

*У статті наведені основні напрями підготовки студентів задля впровадження цифрових технологій у будівництві та архітектурі стосовно дисциплін нарисної геометрії та графічної підготовки.*

*Ключові слова: інформаційне моделювання у будівництві; підготовка кваліфікованих кадрів; нарисна геометрія; інженерно-графічна підготовка архітекторів; параметризація геометричних об'єктів.*

**Постановка проблеми.** Будівництво як галузь економіки бере участь у створенні основних фондів для всього національного господарства. Таким чином, будівельна галузь є однією з ключових будь-якої економіки. За статистичними даними рівень продуктивності праці у будівництві України залишається вкрай низьким у порівнянні з більш розвинутими країнами і становить до 16-18% від рівня цього показника у США і до 30% від рівня країн ЄС [1]. Впровадження цифрових інновацій має сприяти підвищенню продуктивності та прибутковості будівельної галузі в Україні, про що свідчить досвід провідних країн, що є лідерами у впровадженні цифрових технологій. Актуальною проблемою сьогодні є оснащення будівельної галузі технологіями інформаційного моделювання (BIM-технологіями). Для переходу до широкого використання BIM-технологій повинна бути вирішена задача підготовки кадрів з новим мисленням, здатних просувати технології інформаційного моделювання в будівельній індустрії.

**Ціль статті.** Мета даної статті - аналіз можливостей та потреб інформаційних технологій при формуванні геометрично-графічних компетенцій, що відбувається в ході базової графічної підготовки студентів напряму «Будівництво та Архітектура». У цих умовах на перший план висувається завдання пошуку нових технологій навчання та задач, що відповідають рівню розвитку інформаційних технологій та відповідають вимогам сучасних проектних і виробничих технологій або, навіть випереджають їх.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** З ініціативи Асоціації «Український центр сталевих будівництва» технічним комітетом ТК 301 «Металобудівництво» Українського інституту сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського розроблена перша редакція національного стандарту України з управління будівельними проектами з застосуванням BIM [2]. Документ ідентичний до міжнародного стандарту ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modeling (BIM) — Information management using building information modeling — Part 1: Concepts and principles.

Серія стандартів ISO 19650 надає архітекторам, інженерам і будівельникам можливість для більш ефективного планування, проектування та управління будівельними проектами з використанням технології BIM (Building Information Modeling). BIM дозволяє будівельній галузі працювати над спільними національними і глобальними світовими проектами та забезпечує більш чітке і ефективне управління інформацією.

Перша частина серії стандартів ISO 19650 містить:

- терміни та визначення,
- поняття про інформаційні моделі,
- визначення вимог до інформації та інформаційних моделей,
- поняття про цикли доставки інформації,

- опис функції управління проектом і активом,
- опис вимог команди з доставки інформації,
- опис процесу планування доставки інформації,
- опис процесу управління виконанням робіт,
- опис загального середовища даних і документообігу.

За підтримки проекту ЄС «Допомога органам влади України в удосконаленні менеджменту циклом інфраструктурного проекту» групою авторів (Ukrainian BIM Community) розроблена «Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні» [1], що спрямована на аналіз існуючої ситуації, актуальність, доказову базу впровадження BIM та проблеми, що слід вирішити на шляху до цифровізації у будівництві та архітектурі. Безумовно, значна увага приділена саме дефіциту кваліфікованих кадрів та спеціалістів, що можна залучити до підготовки фахівців для роботи в середовищі цифрових технологій.

**Основна частина.** Професійна діяльність архітектора (або будівельника) та його навчання передбачає графічну підготовку, яка включає в себе: володіння методами виконання та читання проекційних креслень, розвинене просторове мислення (вміння аналізувати форму моделі архітектурної споруди, його розміри, розташування в просторі і співвідношення різних елементів об'єкту), а також знання геометричних основ формоутворення в архітектурі та їх застосування в проектуванні [3].

В контексті традиційної архітектурної освіти технічні здібності являють собою ортогональне сприйняття просторової моделі споруди і вміння її перетворювати, тобто створення двомірного зображення по тривимірній моделі і навпаки.

Історично склалося, що нарисна геометрія - це наука про методи побудови зображень і їх практичне застосування. Вона пов'язана з елементами простору: точки, лінії, площини - з яких можуть бути утворені різні просторові форми. Таким чином, результат освоєння курсу нарисної геометрії і графіки студентами свідчить про здатність застосовувати знання геометричного формоутворення для візуалізації просторових об'єктів, передачі особливостей форми і положення в просторі, а також використовувати різні засоби відтворення оточуючого простору, зокрема комп'ютерні технології.

При підготовці фахівців напряму «Будівництво та Архітектура» необхідно впроваджувати інноваційні освітні технології, спрямовані на формування у студентів здатності працювати в команді, компетенцій в сфері сучасних інформаційних і комунікаційних технологій, а також готовності здійснювати проектування на основі просторового інформаційного моделювання. Графічна підготовка є першою дисципліною професійної спрямованості студентів напряму «Будівництво та Архітектура».

В рамках предметної підготовки важливо створити середовище навчання, наближене до професійного, за рахунок практико-орієнтованих навчальних завдань, заснованих на методі проектів, які виконують студенти в ході самостійної роботи.

Метод проектів був розроблений на початку ХХ століття в США американським філософом і педагогом Дж. Дьюї, а також його учнем В.Х. Кілпатрік [4]. Дьюї Дж. пропонував будувати навчання на активній основі, через доцільну діяльність учня. Це потребує обирати проблему з реального життя, що знайома і значуща для учня, задля вирішення якої йому необхідно докласти отримані знання, нові знання, які ще належить придбати.

Майбутні фахівці після закінчення навчання повинні володіти не тільки навичками роботи в сучасних програмних продуктах, але і мати досвід спільної роботи в команді фахівців, якісно вибудовувати міждисциплінарну взаємодію і застосовувати різні методики пошуку проектних рішень. Вони повинні вміти інтегрувати проектні ідеї учасників процесу в єдине архітектурно-інженерне рішення, координувати інформацію про проект в єдиному ресурсі, вміти демонструвати і раціонально аргументувати своє проектне рішення.

Організація навчання у вигляді ділової гри «Комплексне проектування в цифровому середовищі» дає найбільш ефективний результат, що наближений до реального проектування.

Для усунення розриву між практикою будівельної освіти і реальною діяльністю необхідно впроваджувати інноваційні освітні технології, спрямовані на формування у студентів здатності працювати в команді, компетенцій в сфері сучасних інформаційних і комунікаційних технологій, а також готовності здійснювати проектування на основі просторового моделювання. В рамках предметного навчання необхідно забезпечити єдність як фундаментальних (узагальнених, теоретичних), так і спеціальних знань, що відповідають профілю напряму підготовки. Така побудова програми навчання сприяє адаптації та конкретизації предметних компетенцій в напрямку, необхідному саме для даної спеціальності.

Багато з технологій «докомп'ютерного» проектування у будівництві, що існують вже кілька сотень років, успішно адаптувалися до нинішніх умов і активно використовуються в сучасній проектній практиці нарівні з комп'ютерними технологіями, або є їх теоретичною основою. Інноваційним моментом при розробці індивідуальних завдань є можливість виконання графічних робіт в форматі 3D з використанням комп'ютерних технологій.

В останні десятиліття інформаційні технології принципово змінили проектно-конструкторську діяльність і внесли значні корективи в розробку проектно-конструкторської документації. Натомість паперовим кресленням і традиційній формі конструкторської документації з'явився електронний формат подання - електронні креслення і 3D-моделі. На зміну

технологіям двовимірних побудов в графічних редакторах прийшли технології геометричного тривимірного моделювання. Введено стандарти на електронні моделі [6]. Електронні прототипи і 3D-друк сприяють поширенню технологій швидкого копіювання об'єктів. Традиційно базова графічна підготовка студентів, яка здійснюється на молодших курсах, полягала в послідовному вивченні розділів нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки. Сьогодні актуальним стає застосування інтеграційного підходу, при цьому істотно змінюється роль комп'ютерної графіки. Вона стає не тільки предметом вивчення, а й засобом навчання. Нарисна геометрія в поєднанні з комп'ютерною графікою є ефективним механізмом розвитку просторового мислення в учнів. Зростає роль інструментальної підготовки студентів до широкого використання САД-систем при вирішенні навчальних завдань і виконанні проектних завдань, що відповідає сучасним вимогам до професійної діяльності інженера або архітектора-проектувальника. Методи, які використовуються в роботі, - системний аналіз, узагальнення, моделювання. Ядром моделі геометрографічної підготовки студентів інноваційної спрямованості є використання широкого спектру можливостей комп'ютерних технологій.

Інформаційне моделювання будівлі - це підхід до зведення, оснащення, забезпечення експлуатації та ремонту будівлі (тобто управління повним життєвим циклом об'єкту), який передбачає збір і комплексну обробку в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками, коли будівля і все, що має до нього відношення, розглядаються як єдиний об'єкт. Тобто Будівельна Інформаційна Модель – це в повному сенсі багатовимірна параметрична модель об'єкту.

Тривимірна модель будівлі або іншого будівельного об'єкту пов'язана з інформаційною базою даних, в якій кожному елементу моделі можна привласнити атрибути - параметри. Будівельний об'єкт проектується як єдине ціле. І зміна будь-якого одного з його параметрів тягне за собою автоматичну зміну інших пов'язаних з ним параметрів і об'єктів, аж до креслень, візуалізацій, тощо.

Тобто інформаційне моделювання споруд (BIM) - це технологія, яка дозволяє створювати віртуальну модель будівлі в цифровому вигляді, яка містить не тільки геометричну інформацію про об'єкти, але і всі інші необхідні проектні дані. Результатом інформаційного моделювання будівлі є комплексна комп'ютерна модель - база даних, що описує як сам об'єкт, так і процес його будівництва, що дозволяє в будь-який момент часу отримувати актуальну проектну документацію, забезпечує підвищення рівня узгодженості будівельної документації, забезпечує доступність інформації, наочність при проектуванні, дає можливість більш ретельного аналізу і контролю. Актуальна інформація отримується шляхом проєкціювання інформаційної моделі на систему координат певного

користувача [5]. Використання BIM-технології гарантує цілісність даних, що визначаються керуючими параметрами. Основою управління інформаційною моделлю є її параметризація.

BIM має дві головні переваги перед CAD:

- Моделі і об'єкти управління BIM - це не просто графічні об'єкти, але й інформація, що дозволяє автоматично створювати креслення і звіти, виконувати аналіз проекту, моделювати графік виконання робіт, експлуатацію об'єктів, тощо. Це надає колективу архітекторів та будівельників необмежені можливості для прийняття найкращого рішення з урахуванням всіх наявних даних.
- BIM підтримує розподілені віддалені групи, тому люди, інструменти та завдання можуть ефективно і спільно використовувати цю інформацію протягом усього життєвого циклу будівлі, що виключає надмірність, повторне введення і втрату даних або помилки при їх передачі та перетворенні.

Також слід розуміти, що впровадження BIM-технологій вимагає від користувача досвіду розуміння та роботи з віртуальними тривимірними об'єктами, тобто просторове мислення.

Таким чином можна виділити основні напрями підготовки студентів та наукових досліджень задля впровадження цифрових технологій у будівництві та архітектурі стосовно дисциплін нарисної геометрії та графічної підготовки:

- Основи теорії параметризації геометричних об'єктів;
- Засоби параметризації даних нецифрової природи;
- Методи моделювання віртуальних геометричних форм;
- Методи 3D відображення оточуючого геометричного простору;
- Метод проектів в організації комплексного проектування в цифровому середовищі;
- Розвиток просторового мислення (вміння аналізувати форму моделі архітектурної споруди, його розміри, розташування в просторі і співвідношення різних елементів об'єкта);
- Засоби візуалізації інформаційних цифрових даних багатовимірних моделей;
- Методи проєкціювання інформаційних моделей в координатній системі користувача;
- Методи аналізу візуальних проєкцій інформаційних моделей та управління багатовимірними моделями даних;
- Аналіз нормативної бази стандартів та застарілих вимог до оформлення проектної документації у будівництві;
- Вивчення актуальних нормативних стандартів, що створюють умови задля коректного взаємообміну інформацією між суб'єктами будівництва та архітектури.

**Висновки та перспективи.** В процесі впровадження BIM-дисциплін у навчальний процес виникає ряд труднощів.

По-перше, далеко не всі вузи мають в своєму штаті викладачів, які мають відповідну кваліфікацію в області BIM-технологій. Найчастіше цю кваліфікацію мають архітектори, конструктори, інженери, які вже запровадили та використовують в роботі технологію інформаційного моделювання будівель.

Інша проблема пов'язана з вбудовування BIM-дисциплін в існуючі навчальні програми. Тут треба враховувати професійну спрямованість, міждисциплінарні зв'язки, поточний рівень підготовки студентів і матеріально технічну базу. Необхідно відкоригувати навчальні плани і робочі програми, накопичити певний досвід BIM-моделювання. Розробити методику викладання, підготувати методичну літературу, створити електронні ресурси, підготувати матеріали для поточного контролю.

### Література

1. Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. Ukrainian BIM Community. BIM-UABTG-Concept-ZZ-012720.pdf.
2. ISO 19650-2:2018, IDT. Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 2. Етап будівництво (*проект, перша редакція*).
3. Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Стратегическое практическое применение модифицированного проектно-аналогового метода обучения начертательной геометрии и графике студентов-архитекторов / *Современные наукоемкие технологии*. 2016. № 9-2. С. 279-282. URL: <https://www.top-technologies.ru/ru/issue/view?id=565>.
4. Блакова О.А., Нечаєнко Г.П. Метод проектів у навчанні інформаційних технологій. Випуск VIII. КМІ:2013. С.46-50. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/jspui/handle/0564/746>.
5. Иванова Л.С. Геометричні моделі багатовимірних баз даних / *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ : КДТУБА, 2020. Вип.97. С. 51-59. URL: <http://ageg.knuba.edu.ua/article/view/195225>.
6. ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.052-2006, IDT)

### **ЗАДАЧИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В КОНЦЕПЦИИ ВНЕДРЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Л. С. Иванова*

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

В данной публикации проанализирован и обозначен комплекс задач, которые следует учесть и внедрить в учебный процесс подготовки студентов направления «Строительство и Архитектура» в рамках дисциплины «Начертательная геометрия» и инженерно-графической подготовки. Это связано с внедрением BIM - Строительного Информационного Моделирования в Украине.

Цифровизация проектирования, создания и эксплуатации объектов окружающей среды является на данный момент актуальной проблемой, которая позволит значительно повысить производительность и прибыльность строительной отрасли в Украине. Одно из важнейших условий внедрения BIM технологии является наличие и подготовка квалифицированных специалистов. Подготовка профессиональных кадров достаточно сложная и пролонгированная задача, основанная на новых технологиях обучения и задачах, соответствующих уровню развития информационных технологий и требованиям современных проектных и производственных технологий или, даже опережают их.

Профессиональная деятельность архитектора (или строителя) и его обучения предполагает графическую подготовку, которая включает в себя: владение методами выполнения и чтения проекционных чертежей, развитое пространственное мышление (умение анализировать форму модели архитектурного сооружения, его размеры, расположение в пространстве и соотношение различных элементов объекта), а также знания геометрических основ формообразования в архитектуре и их применение в проектировании.

При подготовке специалистов направления «Строительство и Архитектура» необходимо внедрять инновационные образовательные технологии, направленные на формирование у студентов способности работать в команде, компетенций в области современных информационных и коммуникационных технологий, а также готовности осуществлять проектирование на основе пространственного информационного моделирования.

В статье приведены основные направления подготовки студентов для внедрения цифровых технологий в строительстве и архитектуре относительно дисциплин начертательной геометрии и графической подготовки.

*Ключевые слова: информационное моделирование в строительстве; подготовка квалифицированных кадров; начертательная геометрия; инженерно-графическая подготовка архитекторов; параметризация геометрических объектов.*



# TASKS OF DESCRIPTIVE GEOMETRY AND ENGINEERING-GRAPHIC TRAINING OF SPECIALISTS IN THE CONCEPT OF INTRODUCING BIM TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION

*Larysa Ivanova*

*Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine*

*This publication has analyzed and outlined a set of tasks that must be included and implemented in the educational process of preparing students for the “Construction and Architecture” direction within the framework of the “Descriptive Geometry” discipline and engineering and graphic training. This is due to the introduction of BIM - Building Information Modeling in Ukraine.*

*Digitalization of the design, creation and operation of environmental facilities is currently an urgent problem, which will significantly increase the productivity and profitability of the construction industry in Ukraine. One of the most important conditions for the introduction of BIM technology is the availability and training of qualified specialists. The training of professionals is quite difficult and prolonged task, based on new technologies and learning objectives appropriate to the level of development of information technologies and the requirements of modern design and manufacturing technologies, or even ahead of them.*

*The professional activity of an architect (or builder) and his training involves graphic preparation, which includes: knowledge of the methods for performing and reading projection drawings, developed spatial thinking (the ability to analyze the shape of a model of an architectural structure, its size, spatial position and the ratio of various elements of an object). In addition, knowledge of the geometric foundations of shaping in architecture and their application in design.*

*When training specialists in the «Construction and Architecture» direction, it is necessary to introduce innovative educational technologies aimed at developing students' ability to work in a team, competencies in the field of modern information and communication technologies, as well as their readiness to carry out design based on spatial information modeling.*

*The article describes the main directions of preparing students for the introduction of digital technologies in construction and architecture regarding the disciplines of descriptive geometry and graphic preparation.*

*Keywords: information modeling in construction; training of qualified personnel; descriptive geometry; engineering and graphic training of architects; parameterization of geometric objects.*