

Т.Н. Гальчук

Луцький національний технічний університет

## ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА

*У статті розглянуто використання будівельних 3D САПР під час планування та розміщення обладнання у виробничих підрозділах машинобудівного виробництва. Використання 3D-моделювання для проектування сучасного машинобудівного виробництва дає повніше уявлення про розташування об'єктів проектування. Використання автоматизації виробничих об'єктів забезпечує перехід від традиційного проектування до методів моделювання проектних процедур, зокрема з використанням автоматичних імітаційних моделей. Використання засобів САПР на етапі проектування виробничого підрозділу машинобудівного виробництва значно скорочує час проектування. Виконання 3D моделі виробничих підрозділів дає зображення реальної інформації щодо планування виробничих приміщень, яке відповідає всім вимогам проектування сучасного машинобудівного виробництва. Таким чином, запровадження інноваційних комп'ютерних технологій проектування сучасного машинобудівного виробництва дозволяє підвищити технічну підготовку планових рішень.*

*Ключові слова:* Виробничі приміщення, планування, автоматизоване проектування, обладнання, проект

T. Halchuk

## USE OF AUTOMATED DESIGN SYSTEMS FOR PLANNING SUBDIVISIONS OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

*The article considers the use of construction 3D CAD in the planning and location of equipment in production units of machine-building production. The use of 3D modeling to design units of modern machine-building production gives a more complete picture of the location of design objects. The use of automation of production facilities provides a transition from traditional design to methods of modeling design procedures, including the use of automatic simulation models. The use of CAD tools at the design stage of the production unit of machine-building production significantly reduces the design time. In this regard, it is important to use in the educational process of computer programs for the development of plans for production facilities. Execution of the 3D model of production divisions, gives the image of the real information on planning of production rooms meeting all requirements of designing of modern machine-building production. Thus, the introduction of innovative computer technologies for the design a modern machine-building production unit makes it possible to improve the technical preparation of planned solutions.*

*Keywords:* Industrials premises, planning, computer-aided design, equipment, project

**Постановка проблеми.** Все зростаючі вимоги до якості розроблених проектів і скорочення термінів виконання проектних робіт приводять до необхідності постійно вдосконалювати проектний процес. Тому прийняти більш ефективне рішення під час розробки об'єкта проектування найкраще за допомогою САПР [1]. Рівень ефективності виконання проектних рішень оцінюється через техніко-економічні показники, аналіз яких виявляє фактори впливу на процес проектування. Таким чином створюється зворотній зв'язок, який дозволяє постійно вдосконалювати систему, вказуючи взаємодію між її складовими компонентами, з метою досягнення потрібного ефекту.

Під час проектування дільниць і цехів на САПР покладаються завдання: визначення загальної трудомісткості за типами обладнання для заданої програми випуску; визначення кількості обладнання, основних і допоміжних робітників; визначення виробничих та допоміжних площ; вибір оптимальних компоновки цеху і розміщення обладнання; визначення кількості транспортних і складських засобів, ріжучих та допоміжних інструментів, контрольно-вимірювальних засобів та ін.; визначення техніко-економічних показників проекту [2].

Вирішувати вказані задачі можна шляхом створення уніфікованих технологічних модулів і системного підходу до проектування однорідних виробництв. Відмінна риса САПР – єдність інформаційних потоків як системно-організуючого фактора на всіх етапах розробки проекту [3]. Використання засобів САПР на стадії проектування виробничого підрозділу машинобудівного виробництва значно скорочує терміни проектування. У зв'язку з цим є актуальним використання в навчальному процесі комп'ютерних програм для розробки планів цехів та дільниць.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розповсюдження систем САПР, що працюють на найрізноманітніших платформах сприяло глобальній співпраці, а також одночасному підходу до проектування та виробництва. САПР/CAD успішно використовуються в спеціалізованих проектних організаціях [4]. І в найближчій перспективі комп'ютерне моделювання замінить фізичне. Під час проектування підрозділів промислових підприємств, сучасні САПР/CAD

дозволяють реалізувати у віртуальному (3D) просторі загальні етапи робіт такі, як проектування виробничих приміщень, компонування технологічного обладнання тощо. При чому сучасні системи тримірному твердотільного проектування дають можливість створювати деталізовані 3D моделі окремих одиниць техніки та виробництва в цілому. Тому необхідно інтегрувати використання ефективних методик сучасних CAD-систем в навчальний процес для викладання дисциплін під час підготовки фахівців з механічної інженерії [5].

**Мета роботи** - запровадження 3D моделювання для проектування підрозділів сучасного машинобудівного виробництва для більш повного уявлення про розташування об'єктів проектування.

**Виклад основного матеріалу.** Заклади вищої освіти, які займаються підготовкою інженерних кадрів все більше інтегрують різні програмні продукти у навчальний процес, що передбачає розробку ефективних методик їх використання [6]. Для побудови 3D моделей існує достатньо програм які дають нам таку можливість, а саме КОМПАС 3D, PTC Creo, CATIA, AutoCAD та Solid Works тощо. Кожен робить свій вибір на користь певної системи.

Проектування підрозділу машинобудівного виробництва розпочинається із визначення сітки колон та габаритних розмірів будівлі. Виходячи з вимог організації технологічного процесу та врахуванням протипожежних, санітарних вимог визначається раціональне розташування цехів, дільниць тощо. На компонувавальному плані вказуються габаритні розміри будівлі, величина кроку колон та прольотів, а також сітка по колонам для прив'язки виробничих підрозділів. На кресленні планування виробничого корпусу зображують виробничі, побутові та складські приміщення з умовним зображенням стін та перетинок, дверних та віконних проїомів, колон сходів і т.д. Також вказуються транспортні засоби такі, як конвеєри (на потокових лініях), піднімально-транспортне обладнання (мостові крани, кран-балки). Особлива увага надається відстаням між технологічним обладнанням, між обладнанням та стінами будівлі, між обладнанням та проїздами у цехах [7, 8].

Для побудови моделі виробничого підрозділу, наприклад, використовують AutoCAD Factory Design Utilities. Програма містить засоби розробки і оптимізоване середовище для створення компоновок 2D-планування та Factory2D-компоновки – модель приміщення дільниці, цеху, складу тощо. Розмір і складність можуть змінюватися від одного виробничого модуля до цілого підприємства. Програма дає можливість перевірити наявність перетинів або провести планування підключення обладнання до електромережі, інформаційних каналів, мережі подачі стисненого повітря, масла та інших ресурсів [9].

Можна створити планування як окремих фрагментів обладнання, так і розробити шляхи маршрутизації для кожної одиниці виробів, що виготовляються. Встановлені додаткові пакети розширень використовуються для аналізу компоновки, формування звіту і автоматичного заповнення компоновок Factory 3D-компонентами в Inventor Factory.

Робочі процеси обміну даними між програмами AutoCAD Factory дозволяють створювати асоціативний зв'язок між 2D-креслення AutoCAD і 3D-компонуванням в Inventor Factory і Navisworks Factory. Вбудована бібліотека компонентів містить моделі стандартних компонентів Factory (конвеєри, повітроводи, стіни та інші елементи). Також можна використовувати файли деталей і зборок Inventor або імпортовані моделі [9].

Компонування Factory Design можна змінювати за допомогою API (інтерфейс прикладного програмування). Вбудований в САПР API Factory Design забезпечує програмний доступ до компонування Factory Design і можливість здійснення операцій з ними. API Factory Design дозволяє інтегрувати компонування Factory з іншими комп'ютерними системами [9].

В результаті роботи з елементами пакету AutoCAD Factory Design Utilities, можна спроектувати 3D модель виробничого підрозділу дільниці (рис. 1) та лінії (рис. 2), цеху (рис. 4).

Під час проектування виробничий підрозділ розглядається і як логістична система. Для проектування якої використовується метод математичного моделювання – імітаційне моделювання. Суть методу полягає у заміні реальної системи цифровою моделлю та моделюванню на ній процесів функціонування реальної виробничої системи (рис. 3). Для цього необхідні такі вхідні дані: номенклатура виробів, елементи технологічної, транспортної та складської системи, рух матеріальних потоків та графік роботи підрозділу.

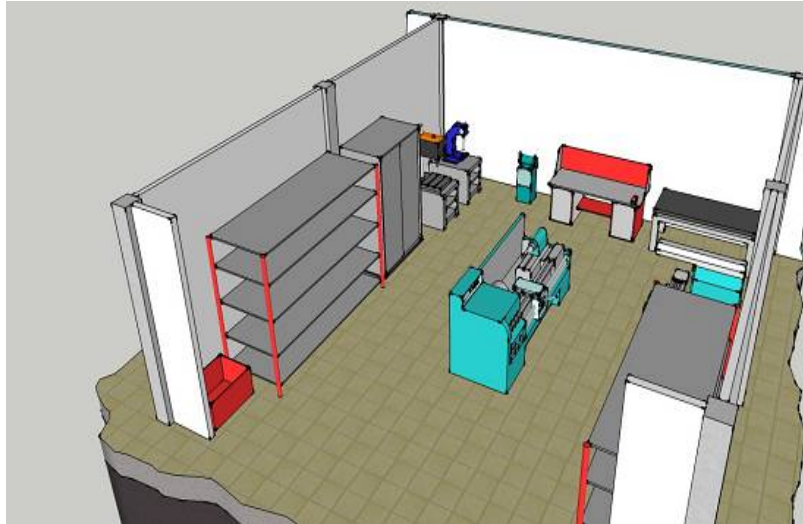


Рис. 1. 3D модель виробничого приміщення дільниці

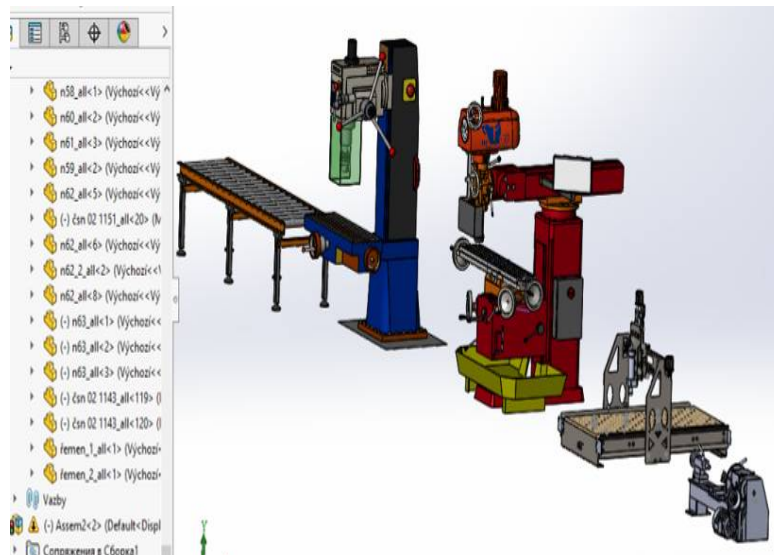


Рис. 2. 3D модель виробничої лінії

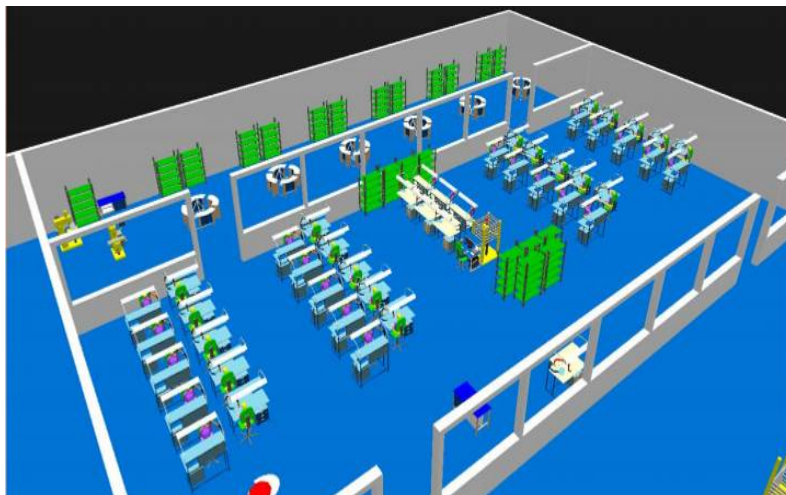


Рис. 3. 3D модель виробничого приміщення механічного цеху

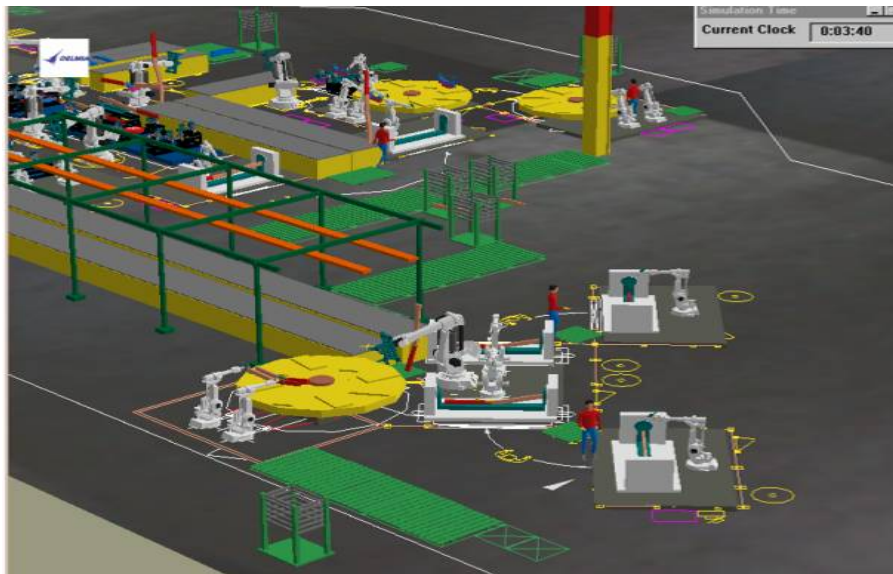


Рис. 4. Імітаційне моделювання виробничої логістичної моделі

**Висновки.** Таким чином розробка планування виробничих приміщень за допомогою САПР здійснюється шляхом вдосконалення методологічних і організаційних основ проектування і ефективного впровадження засобів обчислювальної техніки. При цьому автоматизація забезпечує перехід від традиційного проектування до методів моделювання проектних процедур, передбачає здійснення неперервних процесів розробки комплексних рішень, з використанням автоматичних імітаційних моделей проектування.

Виконання 3D моделі виробничих підрозділів, дає зображення реальної інформації з планування виробничих приміщень, що відповідають всім вимогам проектування. Впровадження сучасних інноваційних комп'ютерних технологій для проектування виробничих підрозділів сучасного машинобудівного виробництва дозволяє підвищити технічну підготовку планувальних рішень.

#### Список використаних джерел

1. Божко Т.Є., Гальчук Т. Н. Застосування засобів САПР в машинобудуванні / Т. Н. Гальчук, Т.Є. Божко // «Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів: [матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції ТК-2016]. – 26.05–28.05.2016 р. – Україна, Луцьк - ст. 24-25.
2. Манько Т.А. Технологічні аспекти створення елементів гнучких виробничих систем [Текст]: навч. посіб./ Т.А. Манько, Ю.В. Ткачов. – Д.: РВВ ДНУ, 2010. – 168 с.
3. Жеков. К. САЕ-системы в XXI веке/ К. Жеков //САПР и графика.– 2000, №2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sapr.ru/archive.aspx>
4. Gopinath Chintala. Trends in CAD/CAM/ To Capture Global Markets. – LAP Lambert Academic, 2011. – 208 p.
5. Божко Т.Є. Гальчук Т.Н., Рудь В.Д. Впровадження новітніх інформаційних технологій навчання в Луцькому національному технічному університеті / Т.Є. Божко, Т. Н. Гальчук, В.Д. Рудь.- Актуальные проблемы экономики, № 3. – 2015. – С.467 – 472.
6. Божко Т.Є., Гальчук Т.Н., Сичук В.А.. Впровадження засобів САПР у навчальному процесі в Луцькому національному технічному університеті / Т.Є. Божко, Т.Н. Гальчук, В.А. Сичук // Наукові нотатки, №54. – Луцьк. – ННВ ЛНТУ, 2016. – С.21 – 24.
7. Джур. Є.О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина: навч. посіб. /Є.О. Джур, О.В. Бондаренко. – Д.: “Інновація”, 2011. – 109 с.
8. Вимоги до розміщення виробничого обладнання і організація робочих місць [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://do.gendocs.ru/docs/index-24983.html?page=7>.
9. Factory design software to plan, design, and install an efficient factory layout. Autodesk [Електронний ресурс]: web-site. [URL:https://www.autodesk.com/products/factory-design-utilities/overview](https://www.autodesk.com/products/factory-design-utilities/overview)