

УДК 004.94

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРИБОРІВ СПЕЦІАЛЬНОГО МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Сліпченко В.Г., д.т.н.,

Полягушко Л.Г.<sup>1</sup>

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)*

*У роботі описується система автоматизованого проектування конструкцій корпусів спеціальних медичних пристроїв – гіпоксикаторів. Отримані 3D моделі та креслення корпусів блоку управління та дихального контуру приладу для різних комплектацій. По результатам проектування створено екземпляри конструкцій, що пройшли дослідження та отримали методичні рекомендації до застосування в медичній практиці.*

**Ключові слова:** *система автоматизованого проектування, конструкція корпусу, гіпоксикатор, гіпокситерапія.*

**Постановка проблеми.** У зв'язку з широким використанням в спортивній та медичній практиці немедикаментозного методу підвищення адаптаційних властивостей організму до негативних збудників навколишнього середовища – інтервальних нормобаричних гіпоксичних тренувань, актуальною задачею є розробка спеціальних приборів – гіпоксикаторів [1]. Для скорочення терміну виробництва, зменшення затрат та підвищення якості пристроїв пропонується система автоматизованого проектування конструкції корпусів гіпоксикаторів. Ця система дозволяє створювати різноманітні конфігурації для різних типів користувачів, яких можна класифікувати за такими критеріями: вік, фізична підготовка та захворювання пацієнтів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Виходячи з аналізу існуючих систем автоматизованого проектування, на сьогодні існує безліч прикладів реалізації спеціалізованих САПР медичного спрямування, але вони всі направлені на створення протезів кінцівок [2], зубів [3], атласів тіла [4] тощо, а для проектування медичних приладів використовуються такі системи як, SolidWorks, ANSYS, КОСМОС-3D, що призначені для інших цілей і у них відсутній набір деталей та компонентів для проектування та аналізу медичного обладнання.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є системи

---

<sup>1</sup> Науковий керівник – д.т.н., професор Сліпченко В.Г.

автоматизованого проектування конструкції корпусів гіпоксикатора, що складається зі спеціалізованих блоків: дихальної камери і блоку управління.

**Основна частина.** Система автоматизованого проектування корпусів гіпоксикатора призначена для автоматизації процесу побудови геометричних моделей різних видів корпусів пристрою та оптимізації їх конструкції за різними критеріями.

Структурна схема системи автоматизованого проектування зображено на рисунку 1.

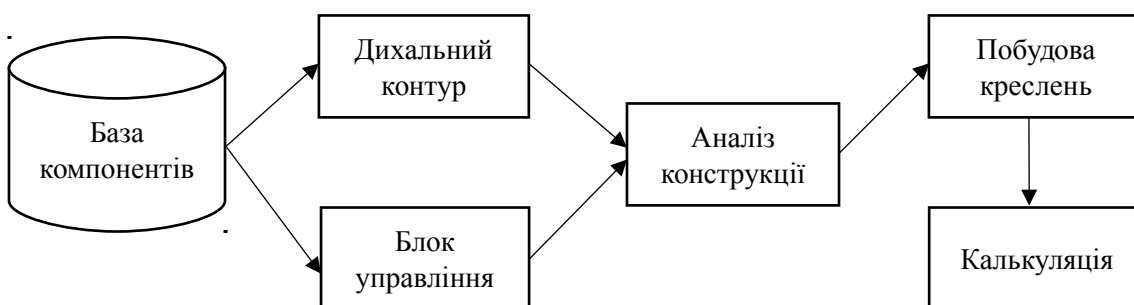


Рис. 1. Структурна схема САПР

Підсистема «База компонентів/інструментів» призначена для зберігання та актуалізації бази компонентів/інструментів необхідних для проектування блоку управління та дихального контуру.

Підсистема «Дихальний контур» призначена для проектування конструкції дихального контуру пристрою, що ділиться на дихальну камеру та систему подачі пацієнтові газової гіпоксичної суміші. Ця підсистема виконує такі задачі: побудова системи подачі газової суміші пацієнтові відповідно до заданих умов, побудова картриджа поглинача вуглекислого газу відповідно до заданих умов (розрахунок необхідної кількості поглинача вуглекислого газу), побудова дихальної камери відповідно до заданих умов, оптимізація корпусу дихальної камери під різні види матеріалів (пластик/метал), збереження моделі на диск.

Підсистема «Блок управління» призначена для проектування конструкції корпусу блоку управління пристрою, що складається з плат, мікроконтролера та вимірювальних пристроїв. Ця підсистема виконує такі задачі: завантаження електронних схем мікроконтролеру та плат і побудова їх тривимірних моделей, оптимальне розміщення компонентів блоку управління відповідно до заданих умов (мінімальний розмір чи розмір відповідного типу), оптимізація корпусу блоку під різні види матеріалів (пластик/метал), побудова тривимірної моделі блоку управління, збереження моделі на диск.

Підсистема «Аналіз конструкції» призначена для аналізу

конструкції блоку управління та дихального контуру. Ця підсистема виконує наступні задачі: аналіз конструкції на стійкість та обрахунок розмірів і об'ємів контуру, визначення оптимального розміру резервної ємності для однієї процедури, аналіз та розрахунки параметрів для картриджа поглинача вуглекислого газу в залежності від фізіологічних параметрів пацієнта.

Підсистема «Побудова креслень» призначена для побудови збірних та подетальних креслень різних блоків пристрою відповідно до вимог ДСТУ, створення специфікації для креслень корпусу блока управління відповідно до вимог ДСТУ та збереження на диск та друк вихідних креслень.

Підсистема «Калькуляція» призначена для розрахунку собівартості отриманої моделі пристрою за відповідною інформацією у базі даних.

Приклади побудови тривимірних моделей корпусів блока управління та дихальної камери зображено на рисунках 2 і 3 відповідно.

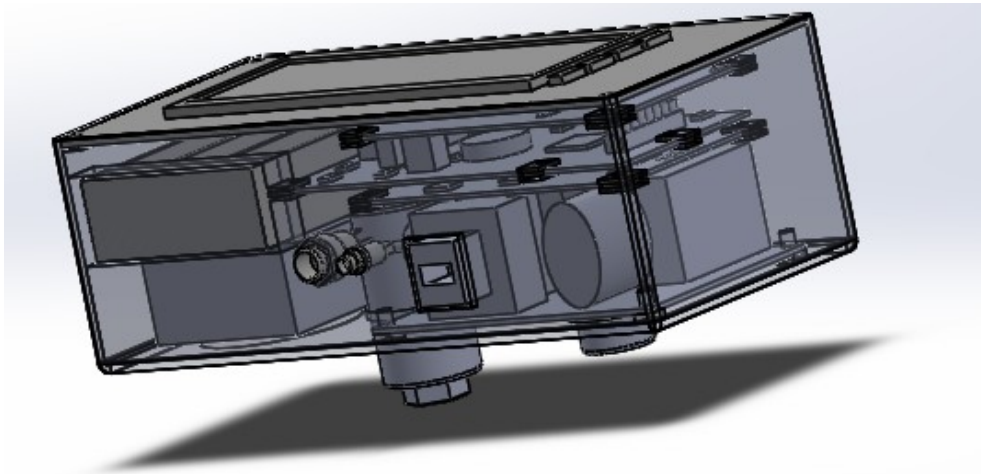


Рис. 2. Приклад 3D модель блока управління

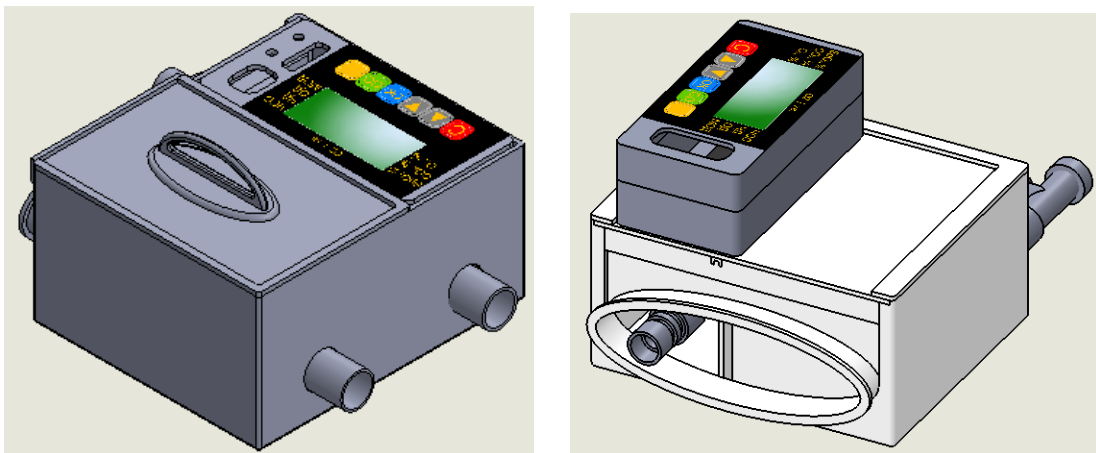


Рис. 3. Приклади 3D модель дихальної камери

Приклад збірного креслення корпусу блока управління з пластика представлено на рис. 4.

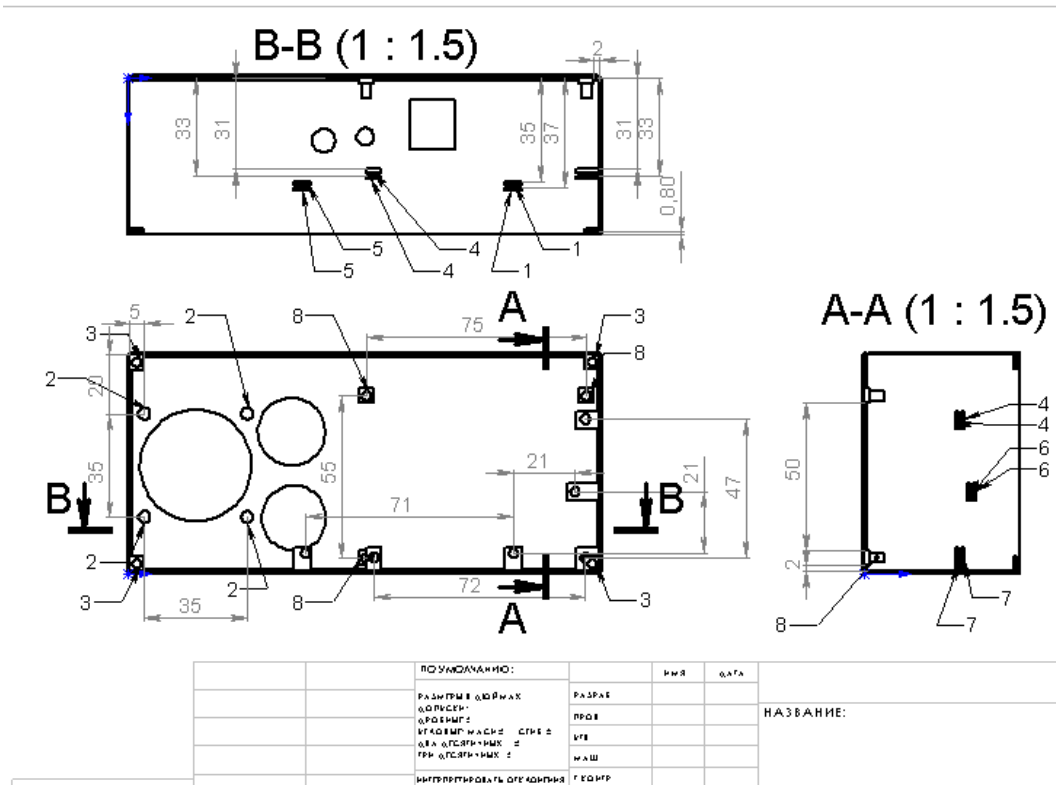


Рис. 4. Приклад збірного креслення корпусу блока управління

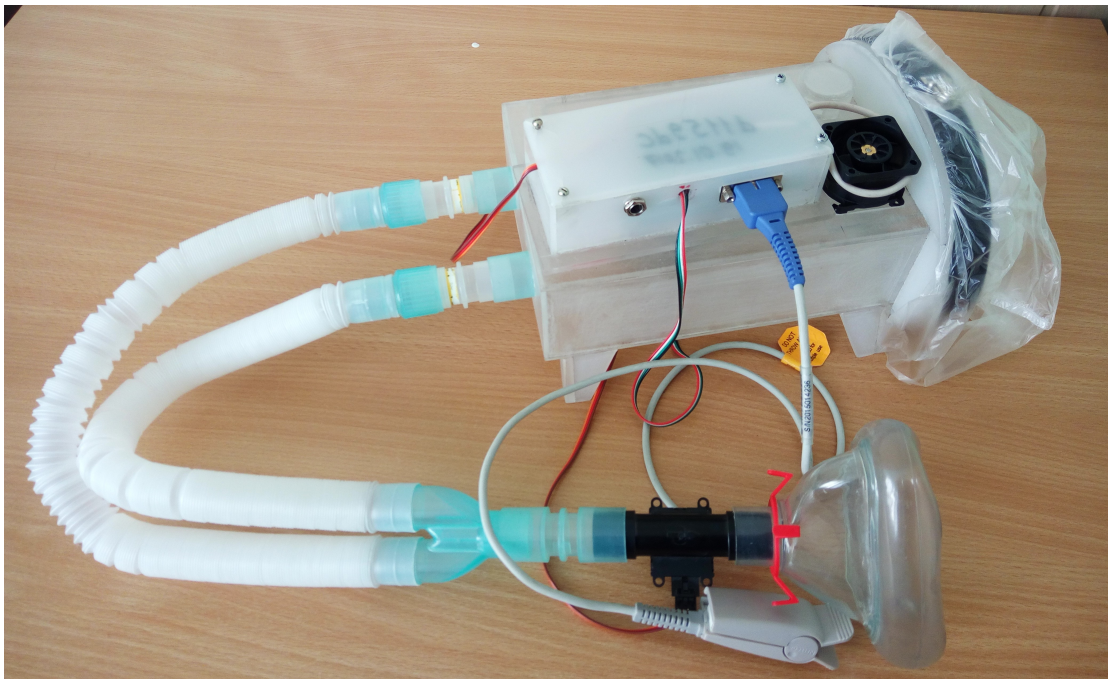


Рис. 5. Зовнішній вигляд

По результатам проектування створено екземпляри (рис. 5)

конструкції гіпоксикатора (автоматизованого програмно-апаратного комплексу для проведення гіпокситерапії [5]) для різних вікових груп, які пройшли клінічні дослідження та рекомендовано до використання в медичній практиці [6].

**Висновки.** Запропонована система проектування АПАК для гіпокситерапії дозволила скоротити час та грошові витрати на виготовленні різних моделей конструкції комплексу. Також ця система може використовуватися для проектування дихальних пристроїв різного призначення. Подальші роботи у цьому напрямку будуть спрямовані на розширення функцій аналізу конструкцій та розширення бази компонентів новими моделями вимірювальних пристроїв.

#### *Література*

1. Гіпоксія як метод підвищення адаптаційної здатності організму / О.В.Коркушко та ін.; за заг. ред. О.В. Коркушко, В.Г. Сліпченко. – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 482 с.
2. Eltorai A.E. Three-Dimensional Printing in Orthopedic Surgery / A.E.Eltorai, E. Nguyen, A. H. Daniels // Orthopedics. – 2015. – Nov. № 38 (11). – P. 684-687. doi: 10.3928/01477447-20151016-05.
3. Bertolini Mde M. The use of CAD/CAM technology to fabricate a custom ceramic implant abutment: a clinical report / M. Bertolini Mde, J. Kempen, E.J. Lourenço, M. Telles Dde // J Prosthet Dent. – 2014. – № 111(5). – P. 362-366. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.08.016.
4. Гвоздев В.Е. Анализ технологии трехмерного анатомического атласа / В.Е. Гвоздев, Р.В. Насыров, И.С. Тиунов // Технические науки. Фундаментальные исследования. – 2012. – №9. – С. 370-374.
5. Slipchenko V. Development of hardware and software of the complex for hypoxytherapy / V. Slipchenko, L. Poliagushko, V. Kotunov // Technology audit and production reserves. – 2018. – № 2/2(40). – P.22-28. doi: 10.15587/2312-8372.2018.128802.
6. Застосування інтервальних нормобаричних гіпоксичних тренувань у хворих похилого віку з хронічним обструктивним захворюванням легень / Е.О. Асанов, В.Г. Сліпченко, Л.Г.Полягушко та ін. – Київ : Політехніка, 2017. – 28 с.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТИВАННЯ**

## УСТРОЙСТВА СПЕЦИАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Слипченко В.Г., Полягушко Л.Г.

*В работе описывается система автоматизированного проектирования конструкций корпусов специальных медицинских устройств – гипоксикаторов. Полученные 3D модели и чертежи корпусов блока управления и дыхательного контура прибора для различных комплектаций. По результатам проектирования созданы экземпляры конструкций, которые прошли исследования и получили методические рекомендации к применению в медицинской практике.*

*Ключевые слова: система автоматизированного проектирования, конструкция корпуса, гипоксикатор, гипокситерапия.*

## SYSTEM OF AUTOMATED DESIGN OF THE SPECIAL MEDICAL DEVICE

Slipchenko V., Poliagushko L.

*This paper describes the system of automated design of structures for special medical devices - hypoxycators. Obtained 3D models and drawings of the control unit and the respiratory contour of the device for various types of equipment. According to the results of the design, specimens have created that have studied and received methodical recommendations for use in medical practice.*

*Key words: computer-aided design, structure, hypoxycator, hypoxic therapy.*