

конкретний стан, а й передумови що його створюють та прогнозовані перспективи розвитку. Спостерігаємо також тенденції до поєднання цих розумінь в одній категорії.

#### **Список використаних літератури**

1. Баланда А. Безпека як соціальний феномен: дискурс людського розвитку // Україна: аспекти праці. 2007. № 1. С. 25–29.
2. Бодрук О. Структура воєнної безпеки: національний та міжнародний аспект. Київ: Національний ін-т проблем міжнародної безпеки, 2001. 299 с.
3. Омелянович Л.О. Економічна безпека торговельного підприємства. Донецьк: ДонДУЕТ, 2005. 195 с.
4. Шкарлет С.М. Економічна безпека підприємства: інноваційний аспект. Київ: НАУ, 2007. 436 с.
5. Щербина В.М. Інформаційне забезпечення економічної безпеки підприємств і установ // Актуальні проблеми економіки. 2006 № 10 (64). С. 220–225.

### **ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З 3D ПРИНТЕРОМ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ**

*Нагорна Н.О.  
м. Полтава*

Виходячи з досвіду ХХІ століття, кожні кілька десятиліть з'являються нові навички і знання, необхідні для повсякденного використання. Зараз таким навиком стає одне з найцікавіших напрямків розвитку оточуючих нас технологій – 3D-друк.

3D друк – це автоматичне створення об'ємного фізичного предмета з використанням тривимірної комп'ютерної моделі. Принцип створення досить простий: спочатку готується файл для друку за допомогою будь-якої системи автоматизації проектування (САПР). Після створення файл відправляється на 3D-принтер, де він вже перетворюється на остаточний виріб.

Говорячи про розміри вихідних моделей, то більшість сучасних побутових принтерів можуть друкувати предмет з габаритами в середньому 20 куб. см.

В даний час, крім пластика, існує ряд матеріалів для роздрукування моделі, але для цього потрібні принтери, ціна і умови експлуатації яких виходять за рамки побутового домашнього використання. Це вироби з нержавіючої сталі, сталі з бронзою, алюмінію, кераміки, дерева, текстильних волокон і навіть харчових інгредієнтів.

Сфера освіти, наслідуючи тенденції заходу, переживає період відходу від старої школи. Цей перехід спрямований, в першу чергу, на розвиток творчих і винахідницьких здібностей.

3D-принтер дає студентам можливість на заняттях з основ проектування і моделювання розробляти дизайн предметів, які неможливо зробити навіть за допомогою 4-осьових фрезерних верстатів. Наприклад, багаточарові об'єкти або складні отвори.

Майже все, що можна намалювати на комп'ютері в 3D-програмі, може бути втілено в життя. Студенти можуть розробляти деталі, друкувати, тестувати і оцінювати їх. Застосування 3D-технологій неминуче веде до збільшення частки інновацій в студентських проектах.

Для кращого засвоєння матеріалу, можна підвищити залученість студентів в навчання зробивши груповий проект. В результаті чого студенти навчаться не тільки моделюванню, створенню конструкцій і підготовці макета до друку, в проекті також мотивується робота однією командою. Кожен учасник усвідомлює важливість виконання своєї частини завдання, від якої залежить доля всього проекту.

На сьогодні назріває необхідність у створенні спеціальних навчальних класів, навіть, можна сказати, лабораторій основ проектування і моделювання, де студенти могли б освоювати сучасне обладнання, вчитися його використовувати в своїй професії, розуміти, де потрібно застосовувати автоматизацію, а де простіше зробити традиційним ручним способом. Це в свою чергу створює необхідність у розробці техніки безпеки, зокрема, при роботі з 3D-принтером.

Так, на початку лютого 2017 р. в США сталася велика трагедія – в своєму будинку за нез'ясованих обставин загинула молода сім'я і домашні тварини. І першим підозрюваним був названий 3D-принтер. Нібито, чадний газ, що виділявся при 3D-друку, міг викликати отруєння людей і їх вихованців. Поки поліцейські не можуть достовірно встановити джерело витоку газу і причини трагедії, проте не зайвим буде розглянути які потенційні небезпеки підстерігають при роботі з 3D-принтером.

#### *Отримання опіків*

Потрібно пам'ятати, що принцип роботи 3D-принтера заснований на плавленні пластикової нитки. Таким чином, нагріваючись, пристрої становлять велику небезпеку при дотику. Як правило, температура екструдера працюючого приладу може варіюватися від 170 до 300°C. Конкретний показник залежить від типу матеріалу і моделі принтеру.

Температура плавлення філаменту, який використовується в принтерах, цілком достатня для отримання опіку. Для ABS пластику вона становить близько 210-270°C, для PLA – 180-190°C. Цього вистачить, щоб отримати болючі ушкодження при контакті як з самим матеріалом, так і нагріваючими елементами принтера: столом і соплом екструдера.

При друці PLA пластика цей ризик нижче, оскільки не нагріває стіл але працювати з ABS, то потрібно бути максимально обережними і не торкатися до гарячих елементів. Ризик отримання травми прямо пропорційний площі нагріваючої поверхні. Температуру слід перевіряти тільки за показаннями датчиків, які мають відображатися при друці або на дисплеї пристрою але категорично не рукою або підручними засобами [1].

У тих ситуаціях, коли потрібен безпосередній контакт з неостиглими поверхнями, наприклад, при прочищенні сопла, необхідно користуватися спеціальними інструментами та засобами індивідуального захисту рук.

#### *Електротравми*

Як і будь-який пристрій, що працює від мережі, 3D-принтер може завдати людині електротравму. При правильній експлуатації приладу цього не станеться. Навіть в разі порушення заземлення напруга в відкритих частинах 3D-принтера зазвичай не перевищить 12-24В, що вважається безпечним і завдасть лише легкий шок.

Однак при розборі корпусу пристрою для ремонту, заміни деталі або очищення від пластика можливість отримати удар струму напругою 220В зростає у рази.

Потрібно пам'ятати про те, що будь-який електроприлад перед обслуговуванням обов'язково повинен бути відключений від мережі. Деякі принтери мають зовнішній, а не внутрішній трансформатор, однак це не повинно стати причиною забути про безпеку і залишити вилку в розетці.

Також не можна не згадати про ризики короткого замикання. Імовірність такої ситуації в 3D-принтері, як і в будь-якому іншому побутовому приладі, невелика.

Але, тим не менш, на ринку представлені як 3D-принтери з підвищеним ступенем безпеки і, скажімо так, звичайні. У таких пристроях, як правило, є два нагрівальних елементи: це екструдер і підігрівальна платформа або просто стіл. Температура цих вузлів може доходити до 310°C (екструдер) і 110°C – стіл.

Щоб уникнути опіків під час друку принтер повинен бути обов'язково з закритими стінками. Наявність дисплея і світлової індикації допоможуть зрозуміти,

навіть при вже непрацюючому принтері, яка температура його нагрівальних елементів в даний момент.

Екструдер – це найгарячіша частина, працювати з ним необхідно максимально акуратно. Для зняття залишків пластику з екструдера потрібно обов'язково використовувати спеціальний інструмент.

Що стосується електричної частини, тут теж є на що звернути увагу у 3D-принтері. Всі дроти і місця з'єднань повинні бути ізольовані, а найкраще, заховані в корпусі принтера. Будь-які відкриті з'єднання, контакти, дроти, плати при випадковому замиканні здатні як мінімум вивести з ладу техніку, в гіршому – завдати шкоди здоров'ю [3].

#### *Небезпека пожежі*

Відкритий корпус принтера також може стати причиною пожежі матеріалів, що лежать поблизу від принтера. Папір і горючі рідини, що мають низьку температуру займання, краще тримати подалі від працюючого принтера, тим більше, якщо він відкритого типу.

Ще однією проблемою може бути перегрів екструдера. Наприклад, температура займання PLA пластика складає близько 388°C. Чисто теоретично, може статися, що зламаний датчик температури принтера послужить причиною самозаймання матеріалу. Якщо принтер до того ж має фанерний або пластиковий корпус, це автоматично перетворює його в паливо для виниклого вогнища.

Тому в приміщеннях, де проводиться друк, рекомендується встановити пожежну сигналізацію, а під рукою завжди мати вогнегасник. Також не можна надовго залишати на самоті працюючий пристрій. Зрозуміло, що неможливо постійно спостерігати за друком протягом декількох годин, однак краще час від часу контролювати роботу принтера.

#### *Рухомі деталі*

3D-принтери мають дуже багато рухомих частин. Це двигуни, шківи, різьбові стрижні, каретка і вентилятори. Все це може з легкістю схопити за виступаючу частину тіла і заподіяти багато неприємностей.

Потрібно не допускати контакт з рухомими частинами принтера під час його роботи! Не лізти всередину і не намагатися самостійно підправити сповзаючий об'єкт або підштовхнути каретку вручну.

Якщо 3D-принтер відкритого типу, то працювати з ним необхідно в щільно прилягаючому одязі, а також стежити за своєю зачіскою, щоб мінімізувати ризик намотування тканини і волосся на рухомі деталі. Також варто заздалегідь подбати про місце розташування катушки з витратним матеріалом, щоб в подальшому нитка не зачепилася за сторонні предмети і не звалила принтер на підлогу [1].

Якщо ж у пристрій все ж таки потрапили одяг або волосся, слід негайно вимкнути принтер і вручну перемістити каретку до повного звільнення.

#### *Шкідливі випари*

При плавленні частина полімеру неминуче переходить в газоподібний стан і змішується з повітрям. Вид вихідної речовини залежить від пластику. З огляду на те, що для виготовлення PLA застосовуються природні компоненти, вважається, що він біосумісний і безпечний для людини при плавленні. Але насправді, лабораторних досліджень, які підтверджують цей факт, практично немає.

ABS-пластик є матеріалом на основі нафтопродуктів, що вже має на увазі підвищену токсичність при нагріванні.

Ще однією небезпекою є розпад частини пластику на отруйні складові при нагріванні і плавленні.

Наступний фактор ризику пов'язаний з наночастинками діаметром менше 1 мікрона, які у великій кількості виділяються при 3D-друці. Ці частинки можуть

проникати безпосередньо в легені і епідерміс, викликаючи різні розлади органів дихання і алергічні реакції.

В ході випробувань, проведених італійськими вченими Фабріціо Мерло і Стефано Маццони, з'ясувалося, що час, протягом якого вміст наночастинок в повітрі повертається до звичайного рівня, становить від 10 до 30 хвилин після закінчення процесу 3D-друку.

Також вчені радять працювати в добре провітрюваних приміщеннях: ідеально використовувати систему вентиляції, яка здатна тричі на годину міняти весь об'єм повітря в кімнаті. Це означає, що для приміщення об'ємом 100м<sup>3</sup> потрібна система вентиляції, що здатна обробити 300м<sup>3</sup> повітря в годину.

*Інші речовини і домішки, які вивільняються при використанні пластику*

Результати дослідження, вже згаданих раніше Фабріціо Мерло і Стефано Маццони, показали, що в ході плавлення і змішування пластику виділяються випари багатьох токсичних речовин, серед яких, наприклад, аміак, фенол і бензол.

Наявність конкретних речовин залежить від нитки, а точніше – від полімеру, з якого вона складається [2].

Отже, можемо виділити наступні правила для убезпечення себе від шкідливого впливу парів пластику:

1. Використовувати систему вентиляції.
2. Звертати увагу на запахи. Сильний запах свідчить про підвищення концентрації активної речовини.
3. Працювати з пристроєм в закритому корпусі.
4. Купувати витратні матеріали у перевірених виробників. Якісний витратний матеріал має сертифікати або декларації відповідності.
5. Бути обережними і дотримуватися вимог безпеки при роботі з 3D-обладнанням.

На закінчення відзначимо, що 3D-принтер як і будь-який пристрій може призвести до травмування. Але це не є приводом відмовитися від його застосування але є причиною задуматися над технікою безпеки. Зокрема, з увагою поставитися до організації робочого місця, вивчити керівництво з експлуатації та дотримуватися елементарної техніки безпеки.

#### Список використаних літератури

1. Потенциальные опасности 3d-принтера. Часть 1. URL:<http://www.3dpulse.ru/news/interesnoe-o-3d/potentsialnye-opasnosti-3d-printera-chast-1/>
2. Потенциальные опасности 3d-принтера. Часть 2. Расходные материалы. URL:<http://www.3dpulse.ru/news/rashodnye-materialy/potentsialnye-opasnosti-3d-printera-chast-2-rashodnye-materialy/>
3. Требования техники безопасности при проведении демонстрационного экзамена по направлению «Прототипирование». URL:<https://vg.mskobr.ru/files/2018.pdf>

## ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ

*Іщенко А.В.  
м. Полтава*

**Анотація.** У статті розглядаються складові проблеми комп'ютеризації, специфіка впливу комп'ютера на здоров'я студента. Виявлено основні нездужання, пов'язані з працею за комп'ютером, причини захворювань, нездужань, алергічних