

УДК 681.03.69

**В.В. Васильків, докт. техн. наук, А.В. Бараболюк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **МОНІТОРИНГ РИНКУ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПОШАРОВОГО СИНТЕЗУ**

**V. Vasylykiv, Doctor of Engineering Science, A. Barabolyuk**

### **MONITORING OF THE MARKET OF SOFTWARE PRODUCTS FOR THE REALIZATION OF THE LAYER-BY-LAYER SYNTHESIS PROCESSES**

У сучасному машинобудуванні однією із новітніх високоефективних технологій виробництва складних виробів є пошаровий синтез. У його структурі лівову частку займають способи 3D-друку [1-3]. Можна виділити такі основні елементи реалізації такої технології:

- створення за допомогою системи тривимірного геометричного моделювання віртуальної моделі об'ємного виробу та її збереження в вигляді STL- або OBJ-файлу;

- імпорт STL файлу в програму-слайсер (ПС), що пошарово перетворює віртуальну тривимірну модель на машинний код (G-code), який дозволяє адитивному автоматизованому пристрою виготовити деталь зі спеціалізованого матеріалу. Функціонал таких програм дозволяє розбити 3D модель на тисячі плоских шарів 2D, які будуть послідовно відтворюватися на принтері. Слайсери поділяють на два основні види: універсальні та спеціалізовані (корпоративні). Зазвичай спеціалізовані «заточені» під одну технологію, торгову марку або модельну лінійку принтерів. Універсальні мають велику варіативність у налаштуваннях та розраховані на широкий спектр сумісних пристроїв. Слайсери поставляються в комплекті із 3D принтерами;

- імпорт даних в хост 3D принтера, який забезпечує зв'язок між комп'ютером та принтером. Він дозволяє отримувати інформацію для друку, а також змінювати параметри роботи пристрою у режимі реального часу через ПК. Часто ПС і хост об'єднані в одне програмне забезпечення для 3D друку, яке постачається виробником принтера.

З 2012 р. бачимо різке зростання попиту на 3D принтери. З 2015 року динаміка їх популярності зберігається на постійному рівні. За темпами впровадження таких технологій лідирують Норвегія, Нідерланди, Бельгія, Швеція, Німеччина, Великобританія, США, Індія. Серед країн пострадянського простору першість займають такі країни як Росія, Білорусія, Україна, Казахстан, Узбекистан, Молдова. Розглянемо основні ПС.

В Україні використання програмного продукту-слайсера Cura зафіксовано з 2011р., зростання стабільного інтересу до програми з - 2014 р. позаяк у світі інтерес до програми протягом розглядуваного періоду стійкий. В останні роки помітне зростання обсягів використання з різкими перепадами, що пояснюється насиченням ринку. Але інтерес до програми все ж залишається стійким. Популярність ПС Cura пов'язана насамперед із масовим поширенням бюджетних китайських 3D-принтерів, більшість виробників яких скористалися можливістю її безкоштовного використання. Популярні версії 4.8 і 4.9. Україна на поточний рік перебуває на 54-ому місці у світі за рівнем впровадження згаданої програми (у першу трійку увійшли Німеччина, Австрія та Швейцарія, в останню – Індонезія, Індія, Саудівська Аравія). Програмний продукт PrusaSlicer набув помітного поширення у світі з 2018 року, в Україні - з 2020 р. за обсягом його використання Україна займає 29 місце у світі. У першій п'ятірці Чехія, Німеччина, Данія, Австрія, Швейцарія. З 2014 року набуває усе ширшого поширення ПС 3DPrinterOS. Лідером з її використання є США. В Україні інтересу до такого програмного продукту не виявлено. Це зумовлено обмеженістю безплатних функцій програми. Багатофункціональність роботи програми забезпечується за умови додаткової оплати їх вартості. У той час як на ринку існує безліч безкоштовних програм. Тому спостерігається тенденція до спадання інтересу до такої ПС. З 2007 року зростає інтерес до ПС IdeaMaker. Лідерами за обсягами використання такої програми є Франція, Німеччина, Італія, Польща, Бельгія, Нідерланди, США. Через наявність альтернативних програм, в Україні помітного інтересу до такого програмного

забезпечення не виявлено. З 2011 р. у світі почав набувати популярність ПС KISSlicer. Лідерами з його використання є Тайвань, Росія, Польща, Німеччина, Італія, Іспанія, Японія, США. У 2014р. виявлено пік, а далі спостерігаємо значне зниження інтересу до такої програми. Це зумовлено складністю інтерфейсу та необхідністю плати за повнофункціональний варіант такої програми. Через це в Україні помітний інтерес до такого програмного продукту також не виявлений. До ПС Repetier-Host виявляють інтерес в таких країнах як Японія, Тайвань, Франція, Німеччина, США. В останні 2 роки спостерігається спадання популярності такого програмного продукту. В Україні дану програму використовують в обмеженій кількості, незважаючи на її універсальність. Виявлено стійкий інтерес до програмного продукту OctoPrint, який є не тільки ПС, а й веб-інтерфейсом для 3D-принтера. У плані його використання лідерами є такі країни як Чехія, Німеччина, Словенія, Австрія. В Україні така програма з 2016 р. здобуває усе більшу популярність (наша держава перебуває на 37 місці у світі). В Україні з 2013 р. відмічене використання ПС Slic3r, у світі - з 2010 р. Однак на даний час спостерігається спадання інтересу до цієї програми. Все ж Україна займає 31 місце за рівнем популярності такої програми в світі. Значним поширенням відзначається ПС AstroPrint. Це хмарна платформа, побудована за тією ж концепцією, що і 3DPrinterOS та OctoPrint. Його використовують понад 85 тисяч осіб у більш ніж 130 країнах. Лідерами за обсягами її використання є Німеччина, США, Канада, Нідерланди, Італія, Іспанія, Великобританія і Франція. Однак ця програма в Україні не набула широко використання. Незважаючи на велику вартість, у світі зростаючою популярністю відзначається ПС Simplify3D. Лідерами за використанням такої програми є Чехія, Данія, Німеччина, Швейцарія, Корея. В Україні також спостерігаємо зростання обсягів її впровадження (наша держава займає 30 місце за рівнем інтересу до такого програмного продукту). Не виявлено значного інтересу до ПС IceSL, незважаючи на те що це не просто програмне забезпечення для “нарізки”, а інструмент для тривимірного моделювання, створений за допомогою скриптів Lua. Її використовують переважно в Франції, Німеччині, США та Італії. Помітною є спадання популярності ПС MatterControl. Однак лідерами з її впровадження все ж залишаються такі країни як США, Канада, Німеччина, Франція, Великобританія та Мексика. Програмний продукт Z-Suite найбільше використовують у Польщі. В Україні інтересу до згаданих останніх трьох ПС не виявлено. У світі спостерігається тенденція спадання інтересу до ПС Netfabb. Проте варто відзначити, що незважаючи на велику вартість, в Україні (країна займає 21 місце у світі за рівнем популярності цієї програми) помітний стабільний інтерес до цієї програми, яка рекомендована для використання в наукових дослідженнях.

### Література:

1. Васильків В.В. К вопросу классификации технологий изготовления изделий методом послойного синтеза / Современные проблемы машиноведения: тезисы докладов X Междунар. научно-техн. конф. / Под общ. ред. проф. Тимошина С.И. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2014. – С. 103-104.
2. Васильків В.В. Применение технологий послойного синтеза при изготовлении винтовых и шнековых заготовок / В.Васильків // Сб. тр. Междунар. научно-техн. конф. "Актуальные проблемы современного машиностроения". – Томск: Изд.-во ТПУ – 2014. – С. 278 - 284.
3. Васильків, В.В. Розвиток науково-прикладних основ розроблення технологій виробництва гвинтових і шнекових заготовок з використанням уніфікації: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.02.08 / Василь Васильович Васильків; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів, 2015. – 312 с.