

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЯТА ЗА 3D ПРИНТИРАНЕ В ОБУЧЕНИЕТО

Ася Асенова, Юлий Афзали

### APPLICATION OF TECHNOLOGY FOR 3D PRINTING IN EDUCATION

Asya Asenova, July Afzali

**Резюме:** Въпреки, че 3D принтирането е създадено преди повече от тридесет години, в днешно време се намират все повече приложения на този вид отпечатване на реални обекти. Една от главните области на нарастващ интерес към триизмерния печат е в областта на образованието и неговото приложение в различни учебни дисциплини и с различни възрастови групи. Имплементирането на технологията в обучението осигурява конструктивистки подход, т.е. човек активно изгражда това, което знае, а не го получава пасивно.

**Ключови думи:** 3D принтер, компютърно подпомогнат дизайн, технологии в обучението.

**Abstract:** Although 3D printing was created more than thirty years ago, there are nowadays more and more applications of this type of real-world printing. One of the main areas of increasing interest in 3D printing is in the field of education and its application in various subjects and with different age groups. The implementation of technology in training provides a constructivist approach, i.e. a person actively builds what they know and does not receive knowledge passively.

**Keywords:** 3D printing, computer-aided design, technology in education.

#### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Адаптирането на образованието към информационния век не се изразява с едно просто действие за осъвременяване на учебното пространство, а налага пълна промяна на съдържанието, методите и целите на образователната система. То се изразява в цялостна образователна реформа, включително и в промяна на човешкото мислене. [2,4,5,10] Днес сме свидетели на разнопосочното приложение на една революционна, нововъзникваща технология на 3D принтерите. Една от главните области на нарастващия интерес към триизмерното печатане е в областта на образованието и неговото приложение в различни учебни дисциплини и с различни възрастови групи. Това поставя необходимостта от детайлен анализ на някои аспекти свързани с технологичните предизвикателства и педагогическите подходи при имплементирането на 3D принтерите в обучението. Съвременните педагогически изследвания доказват ефективността от приложението на конструктивизма като теоретична рамка за създаване на експериментален образователен сценарий, фокусиран върху 3D дизайна и печата [6,7,8,9].

#### 2. АНАЛИЗ

- **Кога възниква идеята за 3D принтирането?**

Едно от първите свидетелства за откриване на триизмерния печат е през 1981 г. и е дело на Hideo Kodama от държавния индустриален институт в Нагоя (Япония). Той успешно синтезира два метода за построяване на пластмасови триизмерни модели чрез добавяне на материал и втвърдяване чрез ултравиолетова светлина. По-късно през юли 1984г. Френски екип, начело с Alain Le Méhauté, патентоват стереолитографичен процес за изработка на триизмерни обекти. Френските инвеститори изоставят проекта с мотиви за липса на бизнес перспективи. Три седмици по-късно след датата на патента на френския екип, Чък Хъл (Chuck W. Hull) патентова своя идея на стереолитографията - процес,

описан като „система за генериране на триизмерни обекти чрез създаването на модел с напречно сечение на обекта, който ще се формира“. Негов принос е цифровият компютърен формат STL, който описва стратегиите за цифрово нарязване и запълване на обект, създаден с програмни продукти. Повечето съвременни апарати за триизмерен печат разчитат на FDM (fused deposition modeling) технология за изграждане на обекти, създадена през 1988г. от Скот Кръмп (Scott Crump) и комерсиализирана от неговата компания Stratasys през 1992г. За първи път терминът 3D принтиране е въведен от MIT (Масачузетски технологичен институт в САЩ) през 1993 г. отнасящ се за прахово наслявяване чрез обикновени мастилено струйни глави. [9,12,13]

- **Областите на приложение на 3D принтерите**

Броят на приложенията за 3D принтери се увеличава с всяка година. 3D принтерите използват за печат различни материали като пластмаса, метал, имитация на стъкло, титан, сребро или злато, био тъкани, дори и шоколад. Екипът от учени в университета на Южна Калифорния разработи метод за създаване на къщи чрез 3D технологията[14]. Учени от Вашингтонския университет вече отпечатват заместващи кости за пациенти, които имат нужда от ортопедични или дентални процедури. Отпечатването на десерти има огромно значение за хранителната индустрия. В момента учени от различни лаборатории по света също търсят най-подходящият начин 3D принтерът да анализира различните физически и здравни параметри на човек, за да може сам да определя хранителните потребности на различните хора. В обозримото бъдеще скенер ще взема точните пропорции на човешкото тяло и ще отпечатва дрехи не само според предпочитанията на клиента, но и с точни индивидуални размери [12,13].



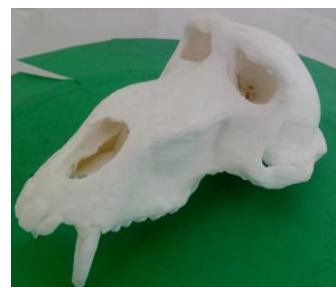
Фиг.1. Статуетка на Васил Левски.



Фиг. 2. Череп след 3D моделиране.



Фиг. 3. Октопод след 3D моделиране.



Фиг. 4 Череп на маймуна след 3D моделиране.

Учените все още търсят нови приложения за триизмерните принтери. На фиг. 5 сме представили само някои области на приложение на тази технология.



Фиг. 5 Области на приложение на 3D принтерите.

#### • Механизъм на 3D принтирането

3D принтирането е кумулативен (добавъчен) процес, при който се натрупват слой след слой, за да се образуват различни обекти. Тази технология е напълно противоположна на традиционния изваждащ процес, т.е. фокусирането върху изрязването или пробиването на част от материал, за да се получи част на по-голям обект. Елементите, които не могат да се отпечата триизмерно, се наричат „витамини“. 3D принтирането се състои от три основни стъпки - моделиране (като това, което се прави със CAD софтуер), отпечатване (структурирането на слоевете от течност, прахови частици, хартия и т.н.) и апретура (полиране и добавяне на цвят). Сред най-често използваните материали в триизмерното принтиране са полилактидна киселина (PLA; вид полиестер, който е биоразградим и биоактивен при нагряване. Произвежда се от био продукти, например захарна тръстика или стеблото на царевицата), акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS; термопласт, от който се правят кофичките за кисело мляко и детските конструктори), евтектични метали, порцелан, гума, хартия, сребро, стомана, алуминий, титаниеви сплави и дори злато [8, 9].

#### • Аспекти на 3D принтирането в обучението

Приложението на съвременни технологии в обучението (в т.ч. и 3D принтерите) е пряко свързано с формирането на нова култура на учене и преподаване, провокирана от промяна в традиционните дидактически подходи, отреждащи предимно пасивна роля на учащите се. Необходимостта от нова образователна парадигма, съвместяваща традиционни методи и дигитални технологии е предизвикателство, което е свързано и с

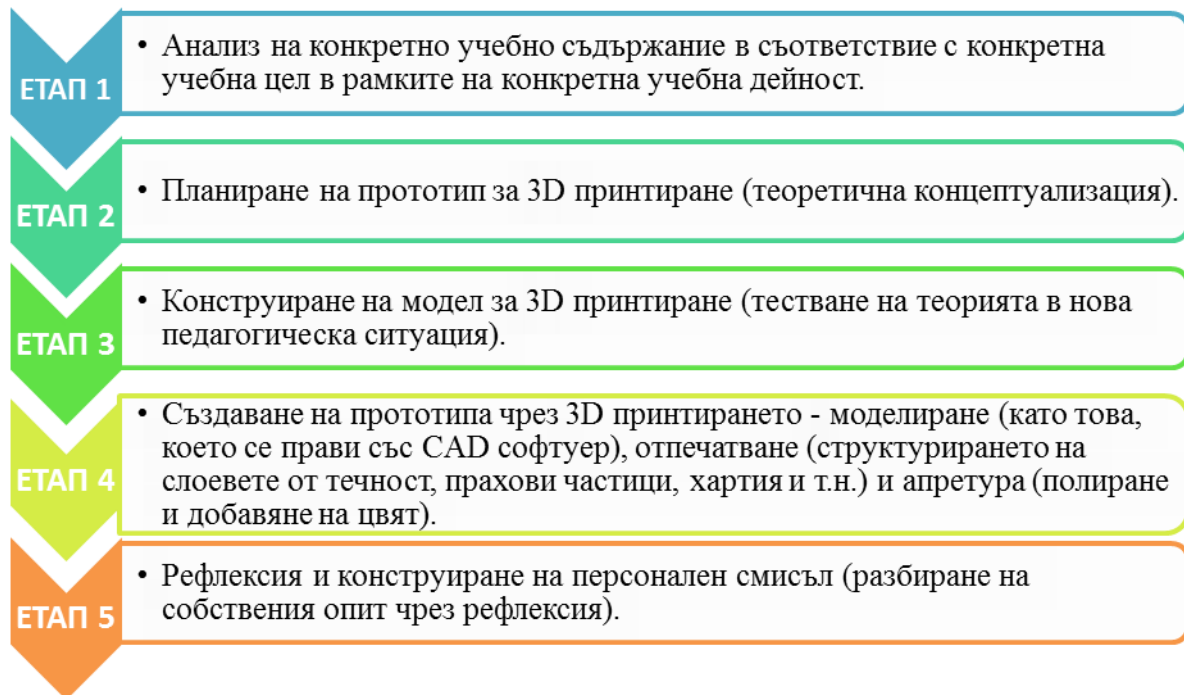
факта, че във всяка предметна област са налице разнообразни подходи за концептуализация и интерпретация на съставлящите я феномени и обекти на изследване.

Редица съвременни изследвания доказват положителният ефект от интегрирането на 3D технологията за печат в образователния процес, чрез която се развива въображението на учениците и възможността да моделират и създадат реални 3D проекти [6, 7, 8]. Приложението на тази технология в процеса на обучение има два аспекта, а именно избор на специфичен контент, в рамките на който ще се прилага и избор на адекватни педагогическите методи, чрез които ще се въведе 3D принтирането.

Конструктивизмът е едно от най-влиятелните съвременни интегрални направления при изследването и обяснението на процеса учене, който е обвързан с идеята, че учещият конструира собствените си знания в процеса на ученето, конструира значения, смисъл, учейки. В основата е тезата, че човек активно изгражда това, което знае, а не го получава пасивно. Знанията се конструират от учещите се, когато са включени в процес на активно учене, споделят постигнатото и пътя си до него с другите, обясняват нещата, които са разбрали. В този смисъл имплементирането на технологията за 3D принтирането в обучението осигурява възможност за реализиране на учебен процес изцяло подчинен на конструктивисткия подход. В най-общ план подходът се базира на цикъла на Колб, който включва следните стъпки: конкретен опит, наблюдение и рефлексия на този опит, формиране на възгледи и обобщения /теоретична концептуализация/, тестване на теорията в нови практически ситуации. Според Колб ако този цикъл е ефективен, обучителните дейности трябва да ангажират когнитивните, афективните и поведенските измерения на процеса на обучение. Когнитивното учене позволява разбиране на опита чрез рефлексия. Рефлексията е свързана с афективните измерения на учебния процес: възприятие, оценка, преоценка и може да повлияе при приложение на наученото в бъдещи действия, т.е. в поведението [11].

### **3. ИЗВОДИ**

Независимо от изборът на конкретно учебно съдържание при имплементирането на 3D принтирането в час, обучаемите преминават през няколко етапа, които са в съответствие с етапите от цикъла на Колб и които условно ще наречем: етап на анализ на конкретно учебно съдържание, етап на планиране на прототипа, етап на конструиране на модел, етап на създаване на прототипа чрез 3D принтера и етап на рефлексия (фиг. 6). В рамките на този процес учащите се постигат увеличаващ се контрол над информацията, обработват я, извличат същественото, включват я в системата на наличния си опит.



Фиг. 6 Експериментален образователен сценарии за интегриране на 3D принтера в концепцията за „учене чрез правене“

В рамките на часовете по биология, на учениците може да се постави задача да конструират процеса свързан с механизма на ензимното действие чрез създаването на прототип за 3D принтер. Следвайки посочените етапи, учениците ще трябва да анализират конкретното учебно съдържание свързано със строежа на ензимите и механизмът на ензимното действие. На следващите етапи обучаемите планират и създават модел на процеса, който ще подлежи на 3D принтиране. Следва създаването на отделните елементи свързани с механизма на ензимното действие (субстрат (S), продукт (P), ензимно-субстратен комплекс (ES), ензимно-продуктен комплекс (EP)) чрез 3D принтера. Последният етап от процеса изисква от учениците да моделират и обяснят механизма на ензимното действие с помощта на 3D принтираните елементи. Триизмерният печат има редица предимства на приложение в различни учебни предмети, от информационните технологии до физика и дори при изграждането на биологични или географски модели. Въпреки това появата на прости софтуерни пакети и наличието на онлайн уроци значително подобриха достъпността до технологията.

Въз основа на направеният анализ по отношение приложимостта на 3D принтерите в образованието, логично следва и заключението, че те имат потенциал да се превърнат в широко използван образователен инструмент през следващите години.

#### ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ:

- [1]. ЙОТОВСКА, Камелия. Сравнителен анализ на теоретико-приложни модели за дизайн на университетски курс за електронно обучение. *Педагогика* [онлайн]. 2016, год. 88(1), с.71-79. [прегледан 4 февруари 2018]. Central and Eastern European Online Library. eISSN 1314-8540. Достъпен на: <https://www.ceeol.com> ; Yotovska, K. Sravnitelnen analiz na teoretiko-prilozhni modeli za dizayn na universitetski kurs za elektronno obuchenie, *Pedagogika*, 2016, 88 (1), 71-79.
- [2]. ЙОТОВСКА, Камелия и Ася АСЕНОВА. Европейска политика в сферата на интегрирането на технологиите във висшето образование. В: *Електронното обучение във висшето училище: шеста*

национална конференция, 2-5 юни 2016, Китен, България: сборник научни доклади. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, 2016, с. 101-109. ISBN 978-954-07-4114-7. ; Yotovska, K., Asenova A. Evropeyska politika v sferata na integrirano na tehnologiite vav vissheto obrazovanie. *Shesta natsionalna konferentsia: Elektronnoto obuchenie vav visshite uchilishta*, Sbornik nauchni dokladi, 2-5 juni, 2016, Kiten, 101-109.

[3]. НЕЧЕВА, Виктория Георгиева. *Формиране на специфично-предметни умения по хистология чрез включване на електронно обучение. Автореферат на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“*. София: Софийски университет „Св. Климент Охридски“, 2016.; Necheva, V. *Formirane na spetsifichno-predmetni umenia po histologia chrez vklyuchvane na elektronno obuchenie*. Avtoreferat, disertatsia za stепен doktor – 1.3. Metodika na obuchenieto po biologia, 2014.

[4]. НЕЧЕВА, Виктория Георгиева. Използване на ИКТ при преподаването на биология в третото ниво на програмата международен бакалавреат (IB diploma programme) в България. В: *Електронно, дистанционно... или обучението на 21-ви век: Сборник научни доклади от международна конференция 6-8 април 2011, София, България*. София: Деметра, 2011, с. 430-436. ISBN 978-954-9526-75-2. Necheva, V. *Izpolzване na IKT pri преподаването na biologia v tretoto nivo na programata mezhdunaroden bakalaureat (IB diploma programme) v Bulgaria. Mezhdunarodna konferentsia „Elektronno, distantsionno ... ili obuchenieto na 21 vek“*, Sofia: SU „Sv. Kliment Ohridski“, april 2011.

[5]. УЗУНОВ, Благой А. и Майя П. СТОЙНЕВА-ГЕРТНЕР, Изследване на усвояването на специфични български и латински термини в контекста на уеббазираното обучение. В: *Лингвистиката: История, предизвикателства, перспективи: Сборник в чест на 80-годишнината на проф. д-р Иван Кочев*. Благоевград: Университетско издателство „Неофит Рилски“, 2015, с. 384-389. ISBN 978-954-00-0044-2.; Uzunov, V.A., M.P. Stoyneva-Gertner. *Izsledvane na usvoyavaneto na spetsifichni balgarski i latinski termini v konteksta na uebbaziranoto obuchenie*. V: *Lingvistikata: istoria, predizvikatelstva, perspektivi*, Blagoevgrad: Universitetsko izdatelstvo „Neofit Rilski“, 2015, 384-389, ISBN: 978-954-00-0044-2.

[6]. BERGMANN, Christian and Marcus LINDER. 3D printing of bone substitute implants using calcium phosphate and bioactive glasses. *Journal of the European ceramic society* [online]. 2010, vol. 30(12), pp. 2563–2567 [viewed 7 February 2018]. ScienceDirect. ISSN 0955-2219. Available from: <https://www.sciencedirect.com>

[7]. CHLEBUS, Eduard. *Innowacyjne technologie rapidprototyping – rapidtooling w rozwoju produktu*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2003. ISBN 978-8370-85747-9.

[8]. GRIFFIN, Matt. Ultimate 3D printer buyer's guide make. In: *3D Printer Buyer's Guide*. O'Reilly, INC., USA, 2012, pp. 38–41.

[9]. KODAMA, Hideo. A scheme for three-dimensional display by automatic fabrication of three-dimensional model. *IEICE Transactions on Electronics (Japanese Edition)* [online]. 1981, vol. J64-C(4), pp. 237–241 [viewed 23 february 2018 ]. J-STAGE. ISSN 1745-1353. Available from: <https://www.jstage.jst.go.jp>

[10]. KREMENSKA, Anelly and Petya YANEVA. Effective use of innovation and technology in higher education. *Educational alternatives* [online]. 2017, vol. 15, pp. 316-329 [viewed 23 February 2018 ]. International scientific publications. ISSN 1314-7277. Available from: <https://www.scientific-publications.net>

[11]. KOLB, David A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.

[12]. MOUSSION, Alexandre. Interview d'Alain le Mehaute-l'un des peres de l'impression 3D. *Invention – Europe* [online]. 17.09.2014 [viewed 07 February 2018]. Available from: <https://invention-europe.com>

[13]. SOLDATOV, Alexander. 3D-printers in education. In: *Sbornik příspěvků z mezinárodní studentské odborné Konference Olympiáda techniky Plzeň 2015*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2015, pp. 65-67. ISBN 978-80-261-0519-0.

[14]. *3D Printing Industry* [online]. [viewed 01 March 2018]. Available from: <https://3dprintingindustry.com>

#### Информация за авторите:

Доц. д-р Ася Асенова, Катедра „Методика на обучението по биология“ при факултет Биологически на СУ „Св. Кл.Охридски“, бул. Драган Цанков №8, Тел.: 02 8167202, e-mail: [asya\\_asenova@yahoo.com](mailto:asya_asenova@yahoo.com)

Маг. инж. Юлий Афзали, Катедра "Електроизмервателна техника", Факултет Автоматика, Технически университет - София, България, mail: [julius@tu-sofia.bg](mailto:julius@tu-sofia.bg)

#### Contacts:

Assoc. Prof. Asya Asenova, PhD, Sofia University, Department Methodology of Biology Education, Sofia, 8 Dragan Tzankov Blvd., Tel.: 359 2 8167202, e-mail: [asya\\_asenova@yahoo.com](mailto:asya_asenova@yahoo.com)

Assist. Prof. Julii Afzali, Technical University Sofia, Faculty Automatics, Department Electrical measuring equipment, Sofia, e-mail: [julius@tu-sofia.bg](mailto:julius@tu-sofia.bg)

Дата на постъпване на ръкописа (Date of receipt of the manuscript): 03.02.2018

Дата на приемане за публикуване (Date of adoption for publication): 13.03.2018