

# **3D СКАНИРАНЕ – ПРОМИШЛЕНО ИЗПОЛЗВАНЕ И ПРИЛАГАНЕ В ОБРАЗОВАТЕЛНИЯ ПРОЦЕС НА БЪДЕЩИ ИНЖЕНЕРИ**

*инж. Андрей Дуницов, гл. ас. инж. Екатерина Минев*

[a.dunitsov@grema3d.com](mailto:a.dunitsov@grema3d.com), [eminev@uni-ruse.bg](mailto:eminev@uni-ruse.bg)

**Great Master ltd., ПУ „А. Кънчев“  
9 Slav str., Ruse, 7008  
BULGARIA**

*Ключови думи: 3D сканиране, 3D принтиране, образование*

*В доклада се разглеждат принципите и методите на 3D сканирането, неговите предимства и възможни приложения в етапа на проектиране, производство и контрол. Дават се редица примери от практиката в реални промишлени условия. По-специално внимание се отделя на някои модели и особеностите на тяхното използване. Споделя се опита на фирма Great Master ltd. в областта на 3D сканирането и 3D принтирането. На тази база се обсъждат необходимостта и възможностите за обучение на инженерни кадри в разглежданата област, както и свързването на 3D сканирането с 3D принтирането в сферата на образованието в различни специалности и направления.*

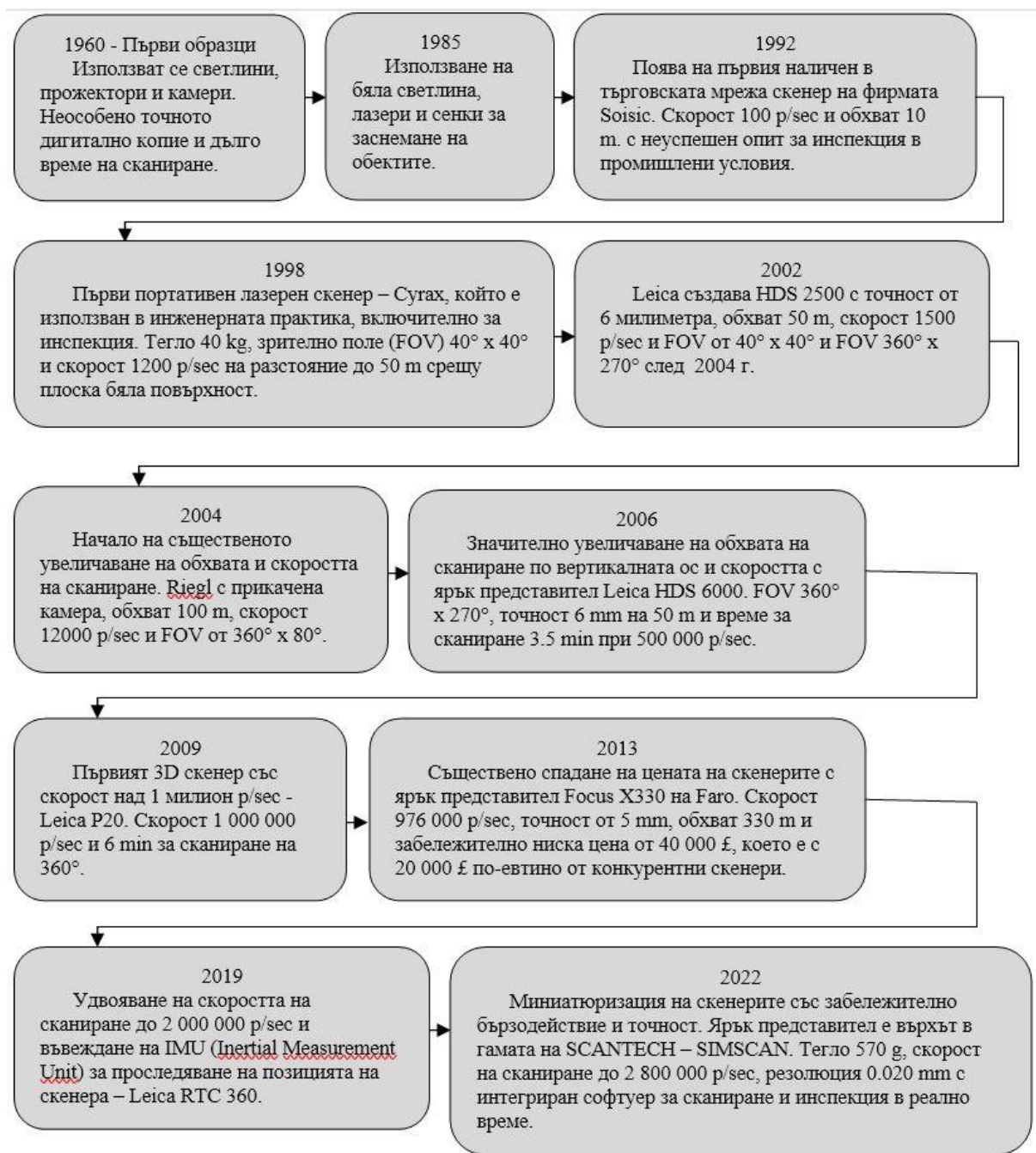
## **КРАТЪК ИСТОРИЧЕСКИ ПРЕГЛЕД НА РАЗВИТИЕТО НА 3D СКЕНЕРИТЕ**

3D лазерно сканиране или 3D обектно сканиране е контролираното управление на светлинни лъчи, последвано от измерване на разстояния във всяка посока на насочване с цел бърза цифровизация на формите и размерите на обекти, сгради и пейзажи [1]. Началото в тази област започва през втората половина на 20-ти век като първата технология за 3D лазерно сканиране е създадена през 60-те години. Развитие на разглежданата технология е показано на фиг. 1 според данните от [2].

Усъвършенстването на технологиите за 3D сканиране изпреварва дори това на компютърните технологии, което се дължи основно на трудността за обработка на големия обем данни от сканирането. Спънката е преодоляна след 2002 г., а след 2019 г. с намаляване на цената, настъпва едно по-широко разпространение на 3D сканирането.

## **ВИДОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗА 3D СКАНИРАНЕ**

В настоящия доклад ще бъдат споменати накратко три от разпространените технологии използвани за 3D сканиране



Фиг. 1. Времева линия в развитието на 3D скенерите.

### Фотограмметрия [7]

За този метод е необходимо да се направят множество фотографски снимки на обекта от различни гледни точки. На следващ етап специализиран софтуер анализира всички тези снимки, като търси характерни точки от обекта и определя къде са тези точки във всяко изображение. Чрез този анализ се генерира облак от точки, който по-късно може да бъде преобразуван в мрежа свързана със сканирания обект.

Същественото в този метод на 3D сканиране е, че за да може да бъде конвертиран в 3D модел, са необходими само снимки на обекта. По този начин могат да се сканират много големи обекти като статуи, сгради или географски обекти с помощта на летателни апарати с камера – фиг. 2. Методът е известен като въздушна фотограмметрия и се използва широко в строителната индустрия и машиностроенето. При този метод отпада необходимостта от 3D скенер.



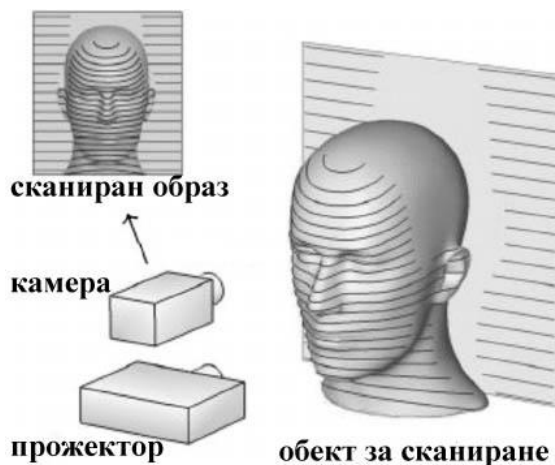
Фиг. 2. Сцена на въздушно заснемане с цел последваща фотограметрия [7].

**Предимства:** сравнително евтина технология; възможност за сканиране на големи обекти; добро възпроизвеждане на текстурата на обекта; възможност за анализиране на земната повърхност; добра точност.

**Недостатъци:** сравнително трудна за осъществяване, поради липса на специализиран скенер; изисква специализиран софтуер и достатъчно мощна компютърна техника за обработка на данните.

#### *3D сканиране с използване на структурирана светлина*

При метода за сканиране с използване на структурирана светлина се проектират структурирани модели на светлина върху обекта. Такива могат да бъдат паралелни мрежи или други геометрични форми. Тези модели се деформират, когато се проектират върху фигурата, която сканираме в зависимост от нейната форма и размери. Чрез анализиране на тези деформации с помощта на една или повече снимки може да се реконструира самия обект, който ги е причинил. По този начин се генерира 3D модел, който е копие на оригинала – фиг. 3 [7]. Тази технология, използваща проектор за прожектиране на светлинните структури върху обекта, изисква слаба околна светлина или пълна тъмнина, което затруднява сканирането на големи обекти.



Фиг. 3. Схема на сканиране със структурирана светлина [7].

**Предимства:** получаване на добри резултати при използване на подходящи промишлени скенери; получаване на модели с висока точност.

**Недостатъци:** не може да се използва при ярка околна светлина; необходимост от контрол върху околната светлина; не могат да се сканират много големи обекти, обекти с отблясъци, черни (тъмни) повърхнини, скъпо оборудване – скенери.

### Сканиране чрез лазерни емитери [7]

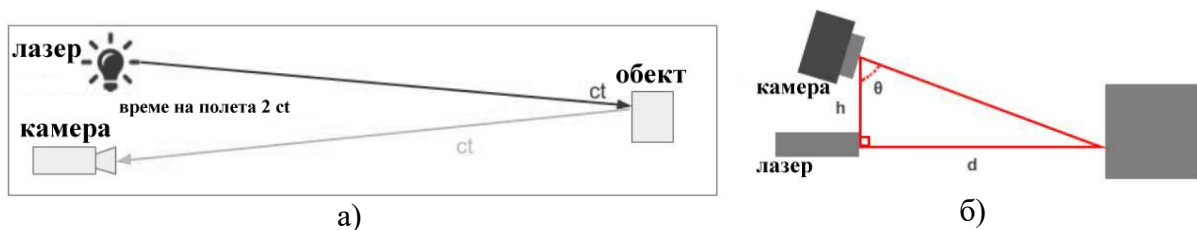
Съществуват две основни технологии в 3D сканирането с помощта на лазери - фиг. 4 [7]:

а) технология основана на измерване на времето за пристигане на отразената от обекта светлина;

б) технология основана на триангулацията.

При технологията за време на полета, лазер се насочва към обекта, а приемник в самия скенер измерва колко време е необходимо на светлината да се отрази и да се върне. Познавайки скоростта на лазера и с необходимите изчисления, може да се определи разстоянието, на което се намира дадена точка. Измерването се повтаря за много точки с цел получаване на триизмерна карта на разстоянията от скенера до тях.

Методът основан на триангулацията използва лазер и приемник за измерване на разстоянието чрез тригонометрични изчисления.



Фиг. 4. Измерване по време а) и чрез триангулация б) [7].

**Предимства:** не се влияе от ярка околна светлина и отблясъци; универсална технология; възможност както за сканиране, така и за измерване на разстояния; възможност за сканиране с много ниска резолюция при висока скорост и измерване само на отделни точки.

**Недостатъци:** по-малка точност в сравнение със структурираната светлина и възможност за грешки; скъпо оборудване – скенери.

## ОБЛАСТИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ НА 3D СКЕНЕРИТЕ

Следва да се отбележи устойчивото възходящото развитие на технологиите за 3D сканиране - фиг. 5 [3]. Оценката на общия размер на пазара за 3D сканиране предвижда растеж от 3.72 през 2020 г. на 16.66 милиарда USD през 2030 г. [4].

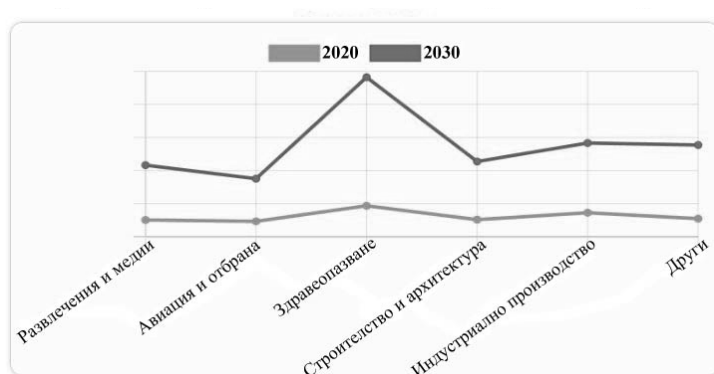
### Приложение в индустрията [5]

В автомобилостроенето чрез 3D сканиране се постига свързването на конструиране, производство и контрол. Това води до оптимални резултати и хармонизиране на естетиката с функционалността.

Най-често срещаните практики използващи 3D сканиране в общото машиностроене са свързани с инспекция, ремонт, конструиране, създаване на бази от данни, реверсивно инженерство, поддръжка, автоматизирано измерване, безразрушителен контрол и др. – фиг. 6.

### Приложение в здравеопазването

Технологията за 3D сканиране се прилага широко в естетическата медицина и хирургията, създаване на медицинско оборудване, биомедицинско инженерство, ортопедична хирургия, дигитална стоматология и др. В съчетание с 3D принтирането се постигат интегрирани 3D решения за персонализиране на медицински консумативи, протези, ортопедични скоби и др. 3D сканирането може да се използва и при оценка на заболяване, изследвания и клинично обучение. Тук предвижданията са за значително нарастване на 3D сканирането (фиг. 5).



Фиг. 5 Сравнение и нарастване по области на пазара за 3D сканиране.



Фиг. 6. Инспекция формата и размерите чрез 3D сканиране.

#### *В енергетиката*

Оборудването в енергетиката обикновено е с големи размери и извити повърхнини. Измерването и контрола на подобни повърхнини с традиционните методи не отговарят на съвременните изисквания. 3D сканирането в тази област осигурява висока прецизност, скорост и адаптивност към околната среда.

#### *За виртуална реалност (VR)*

VR се явява съвременен подход в интерфейса човек-машина. Това включва симулация в реално време и взаимодействие чрез различни сензорни канали. Чрез 3D лазерно сканиране се намалява сложността на 3D моделирането. Полученият облак от точки за обекта се преобразува в цифрови модели с висока разделителна способност. За целта се прилагат ръчни 3D скенери с висока скорост и прецизност в реално време.

#### *Археология и изкуство*

3D дигитализацията се използва все повече за защита и реставрация на културни ценности и изграждане на цифрови музеи. Достъпното цветно сканиране се използва в областта на живописата и скулптурата. Чрез него се извършва гладко 3D сканиране без маркери и се генерират реалистични 3D цветни модели с висока точност.

#### *Игри и забавления*

3D сканирането намалява разходите за разработване на игри и производството на 3D филми. Чрез специализирани софтуери и 3D скенери, разработчиците на игри и анимации могат да възпроизведат обекти и герои от реалния свят.

#### *Строителство и архитектура*

Тук приложенията са многобройни, като някои от тях са документиране на исторически места, моделиране на строителни площадки, инспекция и качествен контрол на сгради, наблюдение на деформации и поведение на сгради и съоръжения при натоварване, включително екстремни състояния след земетресение или пожар.

#### *Използване от органите на реда*

3D сканирането се прилага за обследване на местопрестъпленията, балистични експертизи, анализ на петна, аварии, военни разрушения, катастрофи и др.

#### *Реверсивно инженерство*

Създаването на дигитален обем CAD модел на съществуващо физическо тяло е широко използвана практика, която значително се облекчава чрез прилагането на 3D сканиране и съпътстващи специализирани софтуери.

#### *Други област [6]*

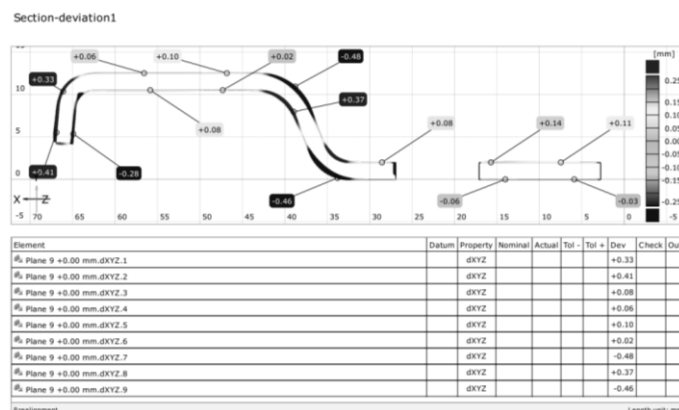
Бизнеса с недвижими имоти, виртуален туризъм, заобикаляне на разходите за доставка и мита за внос/износ чрез дигитално „телепортиране“ на обекти и др.

### **ПРИЛАГАНЕ НА 3D СКАНИРАНЕ В ОБРАЗОВАТЕЛНИЯ ПРОЦЕС**

Идеята и технологиите за 3D сканиране предлагат разнообразни възможности за използване в различни области и нива на образованието. Интердисциплинарната същност на технологията може да се използва за обучение по физика, математика, информатика, всички инженерни области, в изкуствата и др. Обхватът на обучението може да бъде от задълбочен специализиран курс, който дава на студентите необходимата математика, софтуер и практически подробности, за да използват системите проектор-камера и да изградят собствен настолен 3D скенер [8] до използването на 3D скенерите като помощно средство в съответната област.

В Русенския университет съществуват редица дисциплини, в учебните програми на които, е застъпено прилагането на 3D технологиите. Някои от тези дисциплини са Технология на материалите, Технология на леярското производство, Информатика и др. Използването на 3D технологиите в катедра Материалознание и технологии намира място във всички активни форми на обучение - дипломно проектиране, студентски разработки свързани с изследователската и приложна дейност, кръжочната работа, обучение на докторанти [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Съществена перспектива за обучение по нови 3D технологии открива сътрудничеството с фирми и предприятия от промишлеността. Една от формите на обучение се явява лекции с приложно демонстративен характер, на които студентите имат възможност да се запознаят с най-новите системи за 3D принтиране и сканиране. Пример в това отношение е партньорството с фирма Грейт Мастър ЕООД. Такова сътрудничество се налага и от обстоятелството за възникващото търсене на инженери, които са запознати с 3D сканирането, особено в използването му за инспекция и контрол на качеството. На фиг. 7 е показан част от автоматизирано издаден протокол от инспекция, получен след сканиране със скенер KSCAN-Magic на фирмата SCANTECH.



Фиг. 7. Протокол след инспекция със скенер KSCAN-Magic SCANTECH.

## ИЗВОДИ

Ръстът в използването на 3D сканирането изисква подготовка на квалифицирани кадри за неговото многообразно приложение в различните области.

Поради уникалността и високата цена на оборудването, това ефективно може да се извърши със съдействието на фирми от промишлеността, които разполагат с подходящите за целта уреди и опит.

Формите на обучение на студентите могат да бъдат различни но най-подходящи се явяват активните като дипломно и курсово проектиране, кръжочна работа и стажове.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Edl M. и др. 3D Laser Scanners: History and Application. International Scientific Journal about Simulation. Volume: 4, 2018, Issue: 4, Pages: 1-5. ISSN 1339-9640.
- [2] <https://scantech-international.com/blog/timeline-of-3d-laser-scanners> (посетен на 02.10.2022)
- [3] <https://www.alliedmarketresearch.com/3D-scanning-market> (посетен на 03.10.2022).
- [4] <https://www.businesswire.com/news/home/20220509005444/en/> (посетен на 03.10.2022).
- [5] <https://www.3d-scantech.com/application/> (посетен на 03.10.2022).
- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_scanning#Applications](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanning#Applications) (посетен на 04.10.2022).
- [7] <https://bitfab.io/blog/types-of-3d-scanning/> (посетен на 04.10.2022).
- [8] <http://mesh.brown.edu/desktop3dscan/> (посетен на 04.10.2022).
- [9] Yankov E. и др. Determining the optimum inclination for 3d printing - a case of rapid prototyping parts of a shell eco-marathon car. Mechanical Engineering and Machine-building Technologies, 2019, ISBN: 2603-41.
- [10] Minev R. И др. Capability of Desktop 3D Printers to Produce Mezo-micro Features for Bio Implantable Meshes. WCMNM 2018 the World Congress on Micro and Nano Manufacturing, ISBN: 13-981-11-2728-1.
- [11] Ilieva M. и др. Dissolution and mechanical properties of 3d printed polylactic acid for bio-implants, Mechanical Engineering and Machine-building Technologies, ISBN: 2603-41.
- [12] Minev R. и др. Investigation of Samples Accuracy to Model the Processes in 3D Printing, MATHMODEL 2017, Borovets.
- [13] Minev E. и др. Investigation and Methods to Reduce Curling in 3D Printing, 56th Science Conference of Ruse University, Bulgaria, 2017.
- [14] Дуницов А. и др. RepRap проект- особености, осъществяване и възможности за използване в обучението на студенти и в практиката, Студентска Научна Конференция, РУ „А. Кънчев“, 2014.

## 3D SCANNING - INDUSTRIAL USE AND APPLICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF FUTURE ENGINEERS

eng. Andrey Dunitsov, gl. As. eng. Ekaterin Minev

*Great Master ltd.  
9 Slav str., Ruse 7008, Bulgaria*

*Keywords: 3D scanning, 3D printing, education*

*The paper examines the principles and methods of 3D scanning, its advantages and possible applications in the design stage, production and quality control. A number of*

*examples from practice in real industrial applications are given. The experience of the company Great Master ltd is shared in the area of 3D scanning and 3D printing. On that basis, some examples and discussions regarding need and opportunities for education of future engineers are given. Linking 3D scanning and 3D printing is also discussed in the field of high education in various specific subjects.*