

## ANALYSING THE IMPACT OF THE INTRODUCTION OF A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT FOR MEASURING 3D INSTRUMENTS TO MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS<sup>10</sup>

---

**Vasil Kozov, PhD student**

Department of Computer Systems and Technologies,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: +359 878 35 22 80  
E-mail: [vkozov@uni-ruse.bg](mailto:vkozov@uni-ruse.bg)

**Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD**

Department of Computer Systems and Technologies,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: +359 82 888 855  
E-mail: [giivanova@uni-ruse.bg](mailto:giivanova@uni-ruse.bg)

**Assoc. Prof. Aleksandar Ivanov, PhD**

Department of Machine Tools and Manufacturing,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: +359 82 888 714  
E-mail: [akivanov@uni-ruse.bg](mailto:akivanov@uni-ruse.bg)

***Abstract:** The paper describes and reviews the criteria for evaluating statistical data in the field of education. It contextualises the need for an educational and training tool on the subject of cutting tools, evaluating the influence of a virtual classroom web application, which allows the manipulation and workshop research of 3D tools for Mechanical Engineering. A description of the methodology for evaluating the data and its presentation is provided. The instrument used for formulating the basis of the research is shown and evaluated. An empirical analysis of the experimental data is made and presented. The results of the experiment are systematically ordered and analysed, and appropriate conclusions are derived about the viability of the usage of such a tool for the purpose of improving the education of students in this particular speciality.*

***Keywords:** 3D objects, Educational tools, Web application, Data analysis*

***JEL Codes:** L86, I21*

### ВЪВЕДЕНИЕ

По дисциплината „Режещи инструменти“ (Ivanova, G., A. Ivanov, 2011) студентите биват обучавани на работа с голям набор от инструменти както теоретично, така и практически. С цел подпомагане на обучението и повишаване на мотивацията на студентите да се запознаят с техническата спецификация и с работата на този инструментариум, е разработено уеб приложение, което визуализира дадените обекти за изучаване като тримерни изображения, подлежащи на манипулация от студентите. За да могат да бъдат обучени коректно, студентите получават възможност да прочетат теоретичната част на дадено упражнение, след което отговарят на кратък въпросник, под формата на тест, след чието успешно преминаване те получават достъп до измерване на тримерното отражение на реален обект. Измерването протича на различни етапи, наречени „стъпки“ на упражнението. Всяка една „стъпка“ съдържа в себе си формула за изчисление на параметър на даден инструмент, или самия обект, върху който е поставен измервателен уред, който дава показание, до което студентите достигат и отбелязват. Самото обучение се съставлява в това студента да се

---

<sup>10</sup> Докладът е представен на сесия FRI-ONLINE-1-CCT1 на 13 ноември 2020 г. с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ОТ ВЪВЕЖДАНЕТО НА ВИРТУАЛНА УЧЕБНА СРЕДА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА 3D ИНСТРУМЕНТИ ЗА СТУДЕНТИ ОТ МАШИННО ИНЖЕНЕРСТВО

ориентира сам в манипулацията на тримерните обекти така, че да може да вземе правилната стойност за конкретното измерване в дадена стъпка, което само по себе си предполага развиване на знанията за работа с дадения измервателен уред, както и прилагане на знанията от теоретичната постановка за самия измерван обект, (Aliev, Y., 2017). След приключване на всички стъпки от упражнението, се генерира доклад, който бива изпратен на преподавателя на студента по това упражнение.

Целта на този доклад е използването на емпиричен метод на изследването, който да покаже влиянието на този програмен продукт върху обучаемите, чрез анализ на техните академични резултати по дисциплината, както и промяната в мотивацията на студентите с течение на времето и итеративната промяна на инструмента, базирана на потребителска обратна връзка.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Обектът на емпиричното изследване е автоматизиране и подпомагане на процеса по обучение на машинни инженери по дисциплината „Режещи инструменти“, чрез използването на помощен инструмент за визуализация на тримерни обекти, представляващи точно отражение на реални режещи инструменти и измерващи уреди, използвани в упражненията по дисциплината.

Предметът на емпиричното изследване е установяване на повишението на академичните знания на студентите, използващи програмното приложение за допълване на работата в упражненията за дисциплината.

Емпиричното изследване е проведено във времеви диапазон от 2015-2020г. над студенти от редовна и задочна форма на обучение в Русенски университет „Ангел Кънчев“, изучаващи учебен план по специалността Машинно инженерство за гореупоменатия период.

При изпълняването на предмета на емпиричното изследване, са проучени:

1. Мненията на потребителите на системата относно удобството и яснотата на представяне на данните при нейната употреба, филтриране и прилагане на резултатите от обратната връзка при разработката на допълнителни функционалности, итеративно променящи изискванията към представянето на данните в приложението. Използван е анонимен метод за събиране на данни – анкета.
2. Данните за окончателните резултати на студентите по дисциплината „Режещи инструменти“ от зададения период на времеви диапазон на изследването, разделени на изследвани и контролни групи, показващи разликата в резултатите между обучавани, използвали инструмента и такива, които са напълно обучени по традиционната методология за обучение по дисциплината, без да се използва допълнителния инструментариум за обучение с 3D обекти. Използвани са заявки към бази от данни, съдържащи информация за студентското състояние и академичните постижения на студентите.

Данните за контролните групи са филтрирани и представени в обобщен вид, като на тяхна база е направен анализ на тенденциите при студентските резултати, както за прякото, така и за косвеното влияние на програмния инструмент към академичния резултат на изследваните студенти. Направен е анализ и на промените в настроението на потребителите към системата във времето и корелацията между настроение и постижения.

Трябва да се вземе предвид, че в резултатите на изследването при извличането на данни за студентски резултати по предмета са пропуснати студентите, чието академично следване е било прекъснато преди да се явят на изпит, както и тези, които не са се явили на изпит по дисциплината към момента на правене на проучването.

Анализ на резултатите на студентите след преминаване на изпит по дисциплината „Режещи инструменти“ – на Диаграма 1 са представени средноаритметично резултатите в шестобална система. Средният успех варира с горна граница 5 и долна граница 3, показващ променливи показания за оценката на дейността на студентите по изучавания предмет.



Диаграма 1. Среден успех на студентите от специалност Машинно инженерство. Периодите са отбелязани във формат 20XX-20XY-Z, като Z може да приеме стойности: 1 - зимен семестър или 2 - летен семестър за съответната учебна година.

Средният успех по периоди на студентите се използва за сравнителен показател, показващ тенденциите в представянето на студентите във времето. Взема се предвид факта, че поради разнообразието от личности и характери, е трудно да бъде оценено влиянието на инструмента само по този показател, по тази причина се използва разделението на контролна и изследвана група за всеки един семестър, в който е изучавана дисциплината – Диаграма 2.



Диаграма 2. Сравнение на средния успех на студентите от контролни и изследвани групи по специалност Машинно инженерство. Периодите са отбелязани във формат 20XX-20XY-Z, като Z може да приеме стойности: 1 - зимен семестър или 2 - летен семестър за съответната учебна година.

След оценка на резултатите е установено, че средния успех на студентите от изследваните групи е по-добър от този на контролните групи в 64% от семестрите, докато в останалите 36% средният им успех не се различава. Факт е, че няма семестри, в които успехът на студентите от контролната група надвишава този на изследваната.

Теоретичните резултати, оценяващи влиянието на обекта на изследването, отъждествяващи хипотезата предполагаща позитивното въздействие на програмния инструмент, се проверяват чрез наблюденията над резултатите и създаване на теории, обясняващи реалните данни. В случая при ежегодното получаване на данни, запазващи еднофакторния дисперсионен анализ, съществуващата хипотеза бива доказана многократно, затвърждаваща нейната окончателност за изследвания диапазон от време.

С цел добиване на реална преценка за състоянието на системата и необходимостта от обновяване и доразвиване на компонентите ѝ, е избрана методиката на емпиричното изследване на Фигура 1, като конкретната имплементация е измерването на отношението на потребители към даден казус чрез анкетно проучване, насочено към обучаваните от системата. Процеса на наблюдение от страна на експертите в лицето на преподавателите по дисциплината помага за:

**Дефиниране на проблема** – необходимост от помощен инструмент по дисциплината, който да спомага дигитализирането на информацията и повишение на мотивацията на студентите.

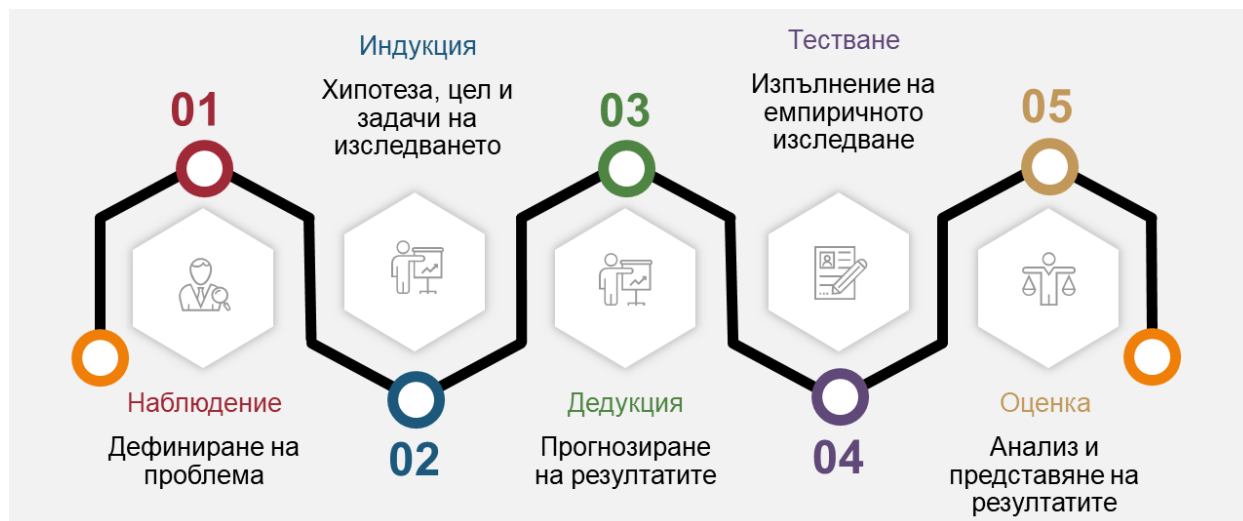
**Формира се хипотезата**, че такъв инструмент ще помогне за въвличането на студентите в учебния процес и по-пълното ангажиране на вниманието им към лабораторните упражнения.

**Направена е дедукция**, че въвеждането на модерен инструмент, развиващ знанията им за употребата на CAD инструменти и манипулацията на 3D обекти ще има позитивно въздействие върху обучаемите и ще помогне за решаването на проблема.

**Провеждането на експеримента** се извършва в проучване на мнението на потребителите след въвеждането на инструмента в техния учебен процес, както и в измерването на техния среден успех чрез сравнението на контролни и изследвани групи.

**Оценката на изследването** и дали то е спомогнало за решаването на проблема се състои в анализирането на получените резултати и съпоставката на оценката на потребителите през годините относно влиянието на инструмента над тяхната мотивация.

Агрегираните резултати от изследването към 2018г. могат да бъдат разгледани на Диаграма 3.



Фигура 6. Методика за извършване на емпирично изследване

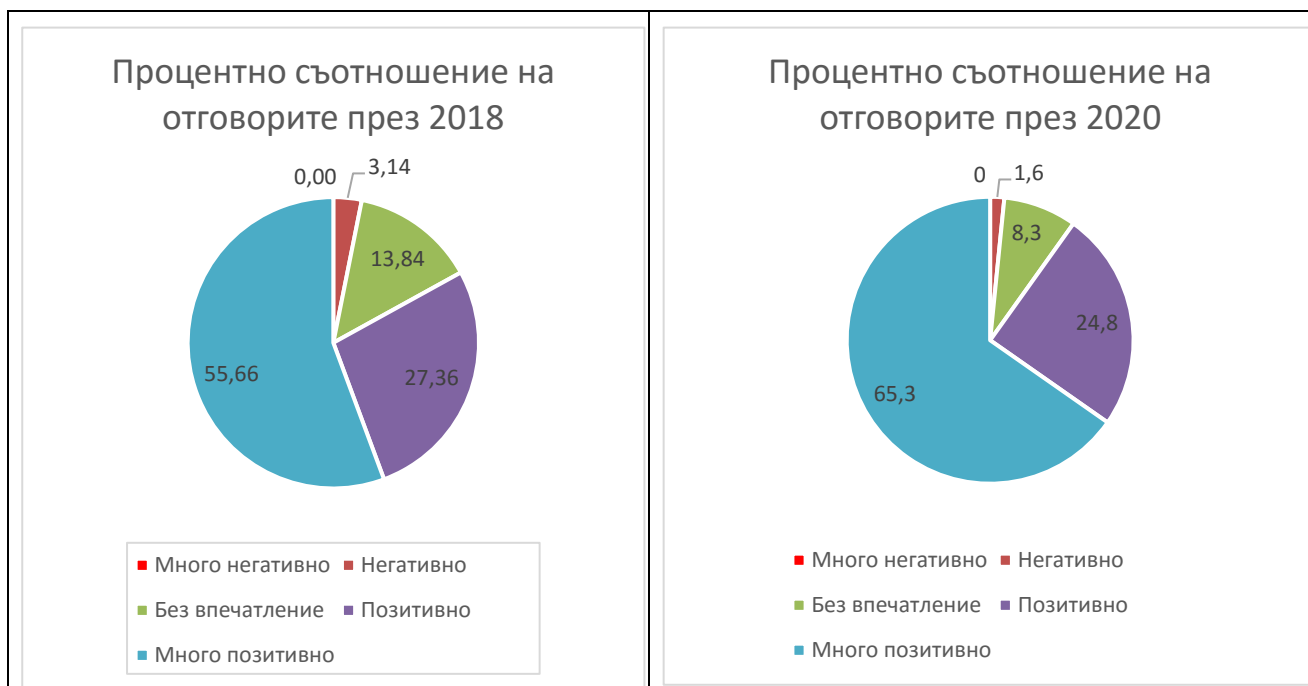


Диаграма 3. Агрегирани резултати от анкетата, проучваща мнението на потребителите на системата и какво отношение имат те към нея. (2018)

Наблюденията над студентите, техните мнения за системата и работата с нея, водят до потвърждаване на хипотезата, че системата е полезна и мотивираща в обучението им, както и че тя може да бъде подобрена чрез различните ѝ компоненти. След циклична промяна на елементите на системата е забелязан позитивен ефект върху отношението на потребителите към отделните ѝ компоненти. Оценката на този факт, установен чрез анкетното проучване (Диаграма 4, Диаграма 5) и разговори с потребители на приложението, под формата на кратки неформални интервюта, води до заключението, че хипотезата е вярна и инструмента действително има мотивиращо и повишаващо интереса въздействие върху студентите.



Диаграма 4. Агрегирани резултати от анкетата, проучваща мнението на потребителите на системата и какво отношение имат те към нея. (2020)



Диаграма 5. Процентно съотношение на отговорите, сравнени в различните години, в които е провеждана анкетата

Проведен е избор на научен метод и подход за оценяване на научното изследване чрез съпоставка на различните характеристики на типовете подходи в зависимост от изследвания обект на експерименталното изследване. При класифицирането на обекта на изследването като обект с един входен фактор, в случая оценка на отношението на студентското мнение за програмата към средния им успех в различните семестри, е избран за анализ еднофакторен дисперсионен анализ.

За конкретното емпирично изследване стойността на параметъра  $Y$  се формира чрез сумата на смущаващите фактори и управляемия фактор:

$$Y = \eta(x) + \varepsilon,$$

където:

$\eta(x)$  е зависимост на фактора  $x$ , представена с функция,

$\varepsilon$  е сумата от влиянието, което неуправляемите фактори ( $w_1, w_2, \dots, w_q$ ) упражняват върху процеса.

За всеки  $j$ -ти опит, ако се вземе условието, че  $x = x_j$ , то равенството приема вида:

$$Y = \eta(x_j) + \varepsilon_j, j = 1, 2, \dots, N.$$

В случая, смущаващото въздействие  $\varepsilon$ , е постоянна величина и може да се отнесе към функцията  $\eta(x)$ , което позволява тя да бъде разгледана като случайна величина със стойност 0 и константна дисперсия  $\sigma^2(\varepsilon)$ , като за стойност на параметъра  $Y$  остава само функцията :

$$E[Y|x] = \eta(x)$$

Това уравнение се нарича уравнение на регресия, а  $\eta(x)$  е функция на регресия.

Вземайки предвид дотук описаните зависимости, се преминава към конкретното описание на използвания еднофакторен дисперсионен анализ, дефиниран от Р. Фишер. При този метод се изучават причините, предизвикващи изменението на параметъра  $Y$  и разбиването на изменението на две съставни части – промени, предизвикани от случайни фактори и промени, предизвикани от изменението на фактора  $A$ . Те помагат за сравнение, използвайки критерия на Фишер, където се изчислява дали фактора  $A$  влияе съществено върху параметъра  $Y$  или не. Стига се до зависимостта:

$$y_{ij} = E[Y] + a_i + \varepsilon_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n_i,$$

където:

$m$  е броят на нивата на фактора  $A$ ;

$n_i$  – броят на паралелните (повторни) опити при  $i$ -тото ниво на фактора  $A$ ;

$E[Y]$  – общата средна стойност на параметъра  $Y$ ;

$a_i = E[Y] - E[Y/A_i]$  – ефектът, обусловен от  $i$ -тото ниво на фактора  $A$ ;

$E[Y/A]$  – условната средна стойност на параметъра  $Y$  при  $i$ -тото ниво на фактора  $A$ ;

$\varepsilon_{ij}$  - случайната грешка на параметъра  $Y$  в  $j$ -тото повторение на опита при  $i$ -тото ниво на фактора  $A$ .

Опитната стойност на критерия на Фишер се изчислява с изпълнение на равенството:

$$F = S_A^2 / S_E^2,$$

където  $S_A$ , е сумата от квадратите на отклонението спрямо възприетата обща стойност, т.е. тази сума отчита влиянието на фактора  $A$  върху параметъра  $Y$ .

$S_E$  – сумата от квадратите на отклоненията, която характеризира влиянието на неотчетените и неуправляемите фактори върху параметъра  $Y$ .

При позитивния резултат от прилагането на дисперсионен анализ за оценка на експеримента и факторите, които влияят неговите резултати, както и от данните на анкетирането може да се направи сравнението, показано на Диаграма 5, където се вижда разликата в общия брой позитивни отговори – почти двойно намаляване на негативните и неутралните отговори, докато се отбелязва ръст от ~20% на най-позитивните отговори.

Инструментите, използвани за добиване на данни за резултатите по дисциплината и обратната връзка на потребителите са SQL Server Management studio, Google Analytics, Google Forms и Microsoft Excel. За анализ на резултатите и чертане на графики и диаграми, са използвани лицензираните от Microsoft продукти на Office 365.

## ИЗВОДИ

Анализът на резултатите на студентите безспорно показва позитивното влияние, което инструментът оставя у тях. Сравнението между представянето на контролната група и това на изследваната води до извода, че студентите, обучавани с инструмента повишават както своята мотивация за постигане на по-високи академични резултати, така и своя интерес към задълбочаване на знанията си по дисциплината. Множество изследвания показват, че един от най-трудните за завишаване компоненти от обучението на кадри във висшите учебни заведения е именно мотивацията за изучаване и усвояване на сложни теоретични и практически знания. Именно поради влиянието на инструмента върху желанието на студентите за самоподобрене и придобиване на нови знания в технологичната област, може да се направи извода, че приложението за обучение има ползотворно въздействие за обучаваните за този учебен план.

Анализът на отзивите на студентите за системата показва повишаването на адекватността на приложението спрямо изпълняване на целите на конкретното упражнение, както и влиянието над подобряването на системата благодарение на критичните първоначални оценки. Разпределението на анкетните оценки води до извода, че с течение на времето участието на приложението като допълващ елемент от упражненията по дисциплината обосновава като адекватно решението то да бъде добавено като спомагателен инструмент.

## REFERENCES

Kirsty Kitto, Cameron Williams & Lyn Alderman (2019), Beyond Average: Contemporary statistical techniques for analysing student evaluations of teaching, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44:3, 338-360

Smallhorn, M. (2017). The flipped classroom: A learning model to increase student engagement not academic achievement. *Student Success*, 8(2), 43-53.

Blaine, A. M. (2019). Interaction and presence in the virtual classroom: An analysis of the perceptions of students and teachers in online and blended Advanced Placement courses. *Computers & Education*, 132, 31-43.

Conrad, M. O. (2020). Online Design Critiques Encourage Student Interaction in the Virtual Classroom. *Biomedical Engineering Education*, 1-5.

Liangliang, Y. (2019). Teaching Reform of Engineering Drawing and CAD Based on Classroom Teaching, Virtual Simulation and Engineering Practice. *China Modern Educational Equipment*, (1), 21.

Nasralden, A., & El-sherbeny, M. (2019). The Impact of Virtual Classroom Template on the Development of Cognitive Skills, Infographic Production Quality and Usability. *International Journal for Research in Education*, 43(3), 291-325.

Syed, Z. A., Trabookis, Z., Bertrand, J., Chalil Madathil, K., Hartley, R. S., Frady, K. K., ... & Gramopadhye, A. K. (2019). Evaluation of virtual reality based learning materials as a supplement to the undergraduate mechanical engineering laboratory experience. *International journal of engineering education*, 35(3).

Syed, Z. A., Wang, T., Frady, K. K., Madathil, K. C., Bertrand, J., Hartley, R. S., ... & Gramopadhye, A. (2017, June). Use of virtual reality tools in an undergraduate mechanical engineering manufacturing course. In *2017 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition Proceedings* (pp. 25-28).

Papanikolaou, S. (2020, June) E-Learning And Assessment in the Cloud: Engineering Courses. *Asree's Virtual Conference* (Paper ID #30360)

Ivanova, G., & Ivanov, A. (2011). 3D Virtual Training Laboratory in Cutting Tools. In *International Conference on e-Learning and the Knowledge Society-e-Learning* (Vol. 11, pp. 153-158).

Aliev, Y., Kozov, V., Ivanova, G., & Ivanov, A. (2017). 3D augmented reality software solution for mechanical engineering education. In *Proceedings of the 18th International Conference on Computer Systems and Technologies* (pp. 318-325).