

## ИНЖЕНЕРНА ГРАФИКА В РАЗЛИЧНИ ЕТАПИ НА ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРОДУКТ

гл. ас. д-р Валентина Хараланова  
Русенски университет „Ангел Кънчев”

## ENGINEERING GRAPHICS AT DIFFERENT STAGES OF PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT

Senior assistant, Valentina Haralanova, PhD  
University of Ruse „Angel Kanchev”

**Анотация:** В представения доклад се проследява вида, ролята и приложението на графичната комуникация в различни етапи на проектиране на продукта. Особено важно е, в процеса на обучение на бъдещи инженери-конструктори те да получат знания и умения не само по техническо чертане, но и необходимата информация относно различните методи за визуализация и инженерна графика и как да ги подбират и прилагат в работата си като конструктори, проектанти, дизайнери на нови продукти или дори като изобретатели.

**Ключови думи:** инженерна графика, проектиране на нови продукти, висше инженерно образование.

**Abstract:** In the presented report is tracked the kind, the role and application of graphical communication in various stages of development and design of a product. Especially important is that in the process of training the future engineers-constructors gain knowledge and skills not only in technical drawing, but also the necessary information on the different methods of visualization and engineering graphics and how to apply them in their work as designers of the new products or even inventors.

**Keywords:** engineering graphics, design of new products, higher engineering education.

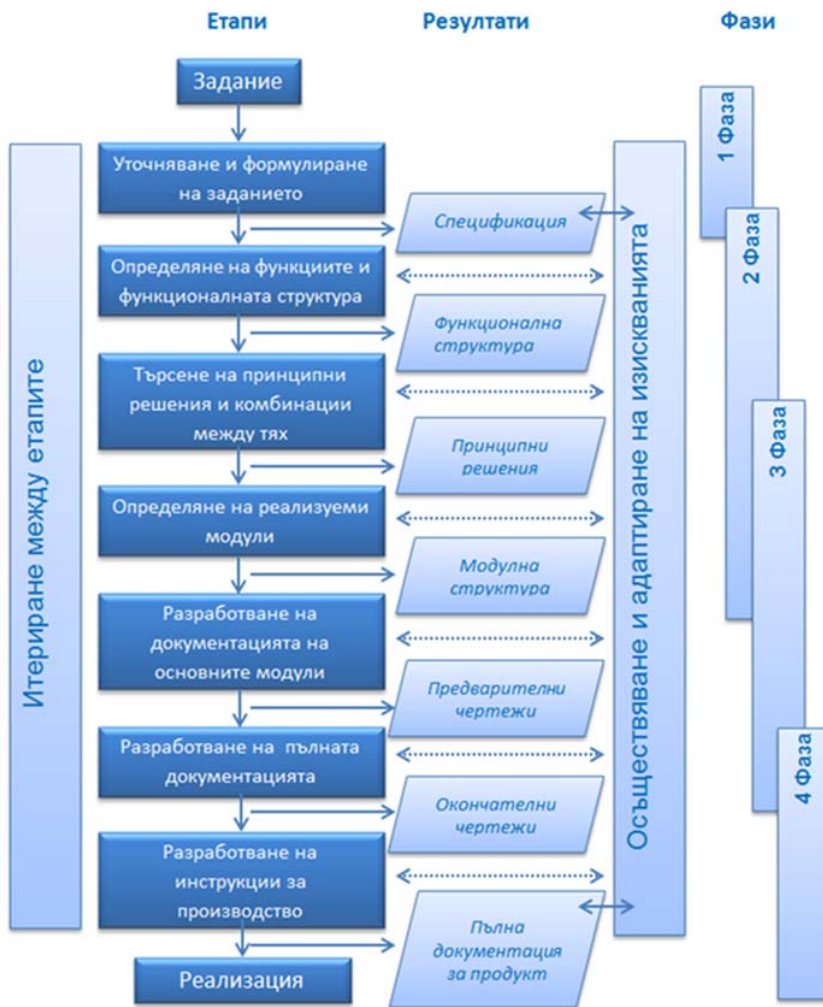
### Увод

*"A picture is worth a thousand words"*  
Arthur Brisbane, 1911

Инженерната графика е средство за комуникация, разбираемо за хората, независимо от техния говорим език. Тя е универсален език, който позволява на инженерите и дизайнерите по целия свят, като следват стандартните изисквания за изпълнение, да обменят и изясняват идеи и концепции и да представят проекти.

Графичното представяне на обектите се е развило в две отделни направления – художествено и техническо. В исторически план хората са използвали артистичната графика за представяне на естетични и абстрактни идеи. Рисунки, картини дори скулптури са основен източник на информация, достъпна и разбираема за всеки. Техническата графика се открива още в най-ранните свидетелства за човешката дейност, представяйки опити за планове и скици на обекти за строеж или изработване. Чрез

естетичния дизайн се представя личността и културата на автора, докато чрез инженерната графика се предоставя повече информация за функционалните характеристики на продукта. Художествената и техническата графика могат да се допълват при създаването на продукт, който да задоволява както естетични критерии така и да изпълнява специфични функционални изисквания.



Фиг. 1. Модел на процеса на проектиране на продукт според Пал и Байтц [2]

Днес инженерите използват различни методи за графична комуникация – от скициране до използването на компютърни програми за изпълнение на технически чертежи. Всеки един от тези методи има своето приложение в различните етапи на процеса на конструиране и проектиране на технически системи и продукти. Инженерната графика има три основни предназначения в процеса на проектиране като следва: визуализация, комуникация и документация.

### Етапи и резултати в процеса на проектиране

Процесът на проектиране се състои от последователни етапи и стъпки. В различните етапи са приложими различни методи за визуализация, графична комуникация и представяне на резултата.

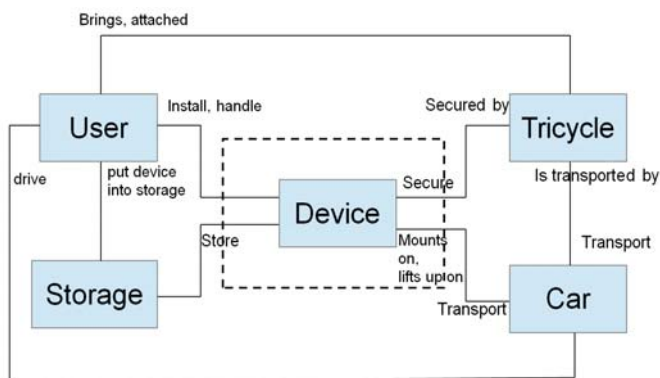
На фигура 1. е представен модел, показващ основните етапи на процеса на проектиране, както и изходящите резултати от всеки един етап.

Първата фаза включва изясняване на проблема и уточняване на заданието. Всеки проект започва с идея. За да бъде тази идея ясна и за по-добра комуникация между членовете на проектния колектив още в тези първи стъпки трябва да се започне с визуализиране. Дори и съвсем непретенциозна рисунка на този етап може да спомогне за еднозначното разбиране на проблема и може да породи вдъхновение у конструкторите за намиране на най-доброто решение. Всеки един проект, особено такъв, по който работят големи колективи, трябва да започне с идейна скица или рисунка, която да представи първоначалната идея. (Фиг. 2)



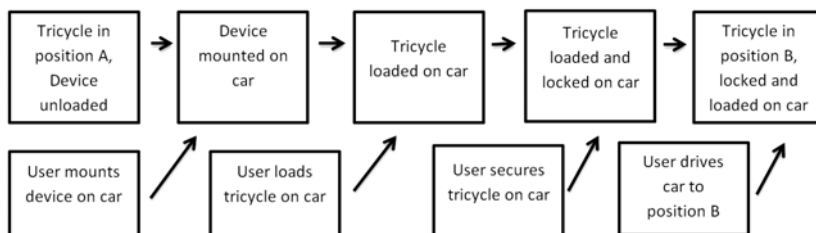
**Фиг. 2.** Актуално състояние и идейна скица на проектираната система (ползван е материал от студентски курсов проект „Development of a tricycle transporting mean for sedan cars“, 2013)

Такава рисунка би спомогнала също така да се онагледят контекста на проектираната система. От правилния анализ на контекста на системата могат да се дефинират елементи-вътрешни за проектираната система, които ще бъдат обект на проектиране, елементи-външни за системата, които си взаимодействат с нея и биха повлияли на нейната работа, както и елементи, които не влияят на работата на системата. В контекстната диаграма на фигура 3. могат да се проследят връзките между тези елементи които да се изразят с прости изречения. [3]



**Фиг. 3.** Диаграма на контекста на проектираната система (ползван е материал от студентски курсов проект „Development of a tricycle transporting mean for sedan cars“, 2013)


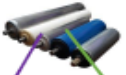





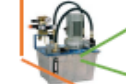
















Следващата стъпка в процеса на проектиране е построяване на функционалната структура на системата, което най-често се извършва чрез анализ и разлагане на основната функция на под-функции. Тук процеса протичащ в системата може да се онагледява чрез използването на диаграма на функционалния поток. (Фиг. 4)



**Фиг. 4.** Диаграма на функционалния поток (ползван е материал от студентски курсов проект „Development of a tricycle transporting mean for sedan cars“, 2013)

За откриване на принципни решения е подходящо да се използва друга графика – класификационното дърво на идеите. То дава възможност най-пълно да се обхванат и изследват пространството на проектите възможности.

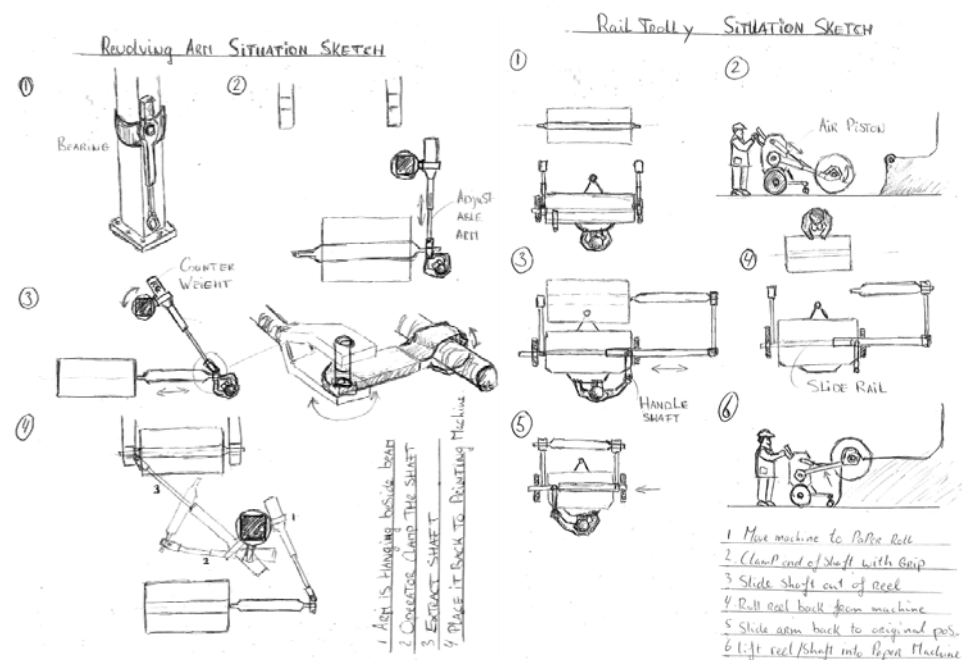
Когато потенциално най-добрите решения за носителите на под-функциите са избрани, то вариантите комбинации между тях за изграждане концепции на проектираната система се визуализират по добър начин, чрез използване на морфологична матрица. (Фиг. 5)

Function \ Option number	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Movable	 Wheels	 Rollers	 Crawler tracks	 Levitation
Vertical lifting	 Cylinder	 Spindle	 Telescopic	
Lifting power unit	 Hydraulic	 Pneumatic	 Manual	 Electrical
Stabilizing	 Gyroscope	 Wheel locks	 Brakes	 Side sponsons
Storable	 Telescopic	 Folding	 Demountable	
Clamping	 Claws	 Lashing	 Shape	
Control movement	 Manual	 Electrical	 Stroke engine	

Фиг. 5. Морфологична матрица (ползван е материал от студентски дипломен проект „Development of universal caravan lifting device“, 2015)

Морфологичната матрица дава възможност за онагледяване на пътя на комбиниране на концептуалните фрагменти, като всяка комбинация е изобразена в различен цвят.

След построяване на отделните концептуални решения най-добрия начин да се имплементира идеята за проектираната система е да се изпълнят скици на различните вариантни решения, включващи и подробно описание. (Фиг. 6)



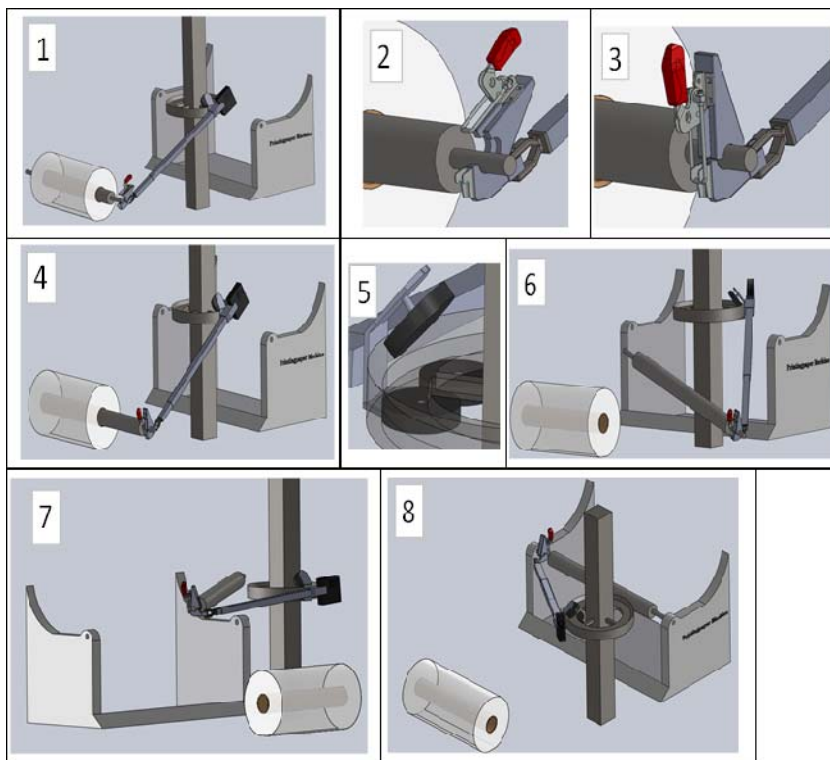
Фиг. 6. Скици на част от предложените концепции (ползван е материал от студентски курсов проект „Handling of reel shafts in a paper printing press“, 2012)

Метода на Пюх, който представлява компромисен анализ и сравнение на различните концепции отчитайки, основните атрибути на всяка от тях се прилага за избор на най-обещаващото решение.

В края на трета фаза идва време за прилагане на 3D CAD системи, за моделиране на варианта, който ще бъде детайлно разработван. След като се развие достатъчно структурата на системата, то 3D визуализация се прилага и за отделните суб-системи. Тези модели могат да се използват както за предварителна симулация и силов анализ на проектираната система, така и за предварителен избор на материалите и ориентировъчно определяне на финансовата стойност на продукта. [1,5]

Пример за 3D визуализиране на проектираната система може да се видят на фигура 7.

Четвъртата фаза включва детайлно проектиране на системата, когато се определят размерите, допуските и качеството на повърхнините на елементите включени в системата.



Фиг. 7. 3D Визуализация на избраната система (ползван е материал от студентски курсов проект „Handling of reel shafts in a paper printing press“, 2012)

Тогава се разработват работните чертежи на детайлите, както и сборните чертежи с различно предназначение. Особено важно е да се следват стриктно действащите стандарти за изпълнение на техническите чертежи, за да се осигури универсалността им и информацията, която те носят да е еднозначно разбираема за всеки, който я прочита.

При валидиране и тествани на проектираната система все повече се налага 3D принтирането, вместо изработването на пълен или частичен прототип.

#### Заклучение

От направения кратък и в известен смисъл непълен преглед на съвременния процес на проектиране на нов обект, може да се направи заключението, че към инженерите днес се налагат много високи изисквания за познание на инженерната графика в цялото ѝ разнообразие. Не е достатъчно студентите в инженерните специалности да

се обучават само в техническо чертане. Разбира се, не може да се отрече важноста от познаването на правилата и стандартите за изпълнение на работни и сборни чертежи. Своевременното ъдействане на тези познания и добрите умения за изпълнението на чертежи както на ръка, така и използвайки системи за 2D проектиране, са неотменна част от образованието на бъдещите инженери. [4,8]

Но за инженерите, които ще създават продуктите на бъдещето е необходимо да познават както процесите на проектиране на сложни и комплексни продукти, като продукти на мехатрониката например, така и да имат не само знанията но и уменията да изпълняват различни видове графика – от скициране със свободна ръка, през познаването на различни видове инструменти и диаграми, до ползването на съвременни 2D и 3D системи за проектиране, моделиране и симулация.

Нещо повече студентите трябва да бъдат обучавани да могат да подбират правилния вид графика за различните етапи на проектиране. Защото е напълно излишно, например в етапа на генериране на идеи да се изпълняват прецизни 3D модели и технически чертежи на вариантни решения, които в последствие няма въобще да бъдат разработвани детайлно. Това е само загуба на ресурси.

Без познаване на съвременни инструменти, като контекстна диаграма, диаграма на функционалния поток, морфологична матрица и много други бъдещите инженери биха срещнали трудности и не биха се чувствали адекватно подготвени за да участват в процеса на проектиране на нови продукти. [6]

Познаването на системи за 2D и 3D проектиране е решаващо умение за разбиране, визуализиране, изследване и комуникиране на концепции за нови системи.

Такива комплексни познания по инженерна графика биха ползвали бъдещите инженери, независимо в кой етап от разработване и проектиране на продукт ще бъдат ангажирани. Така също те са необходими както за инженерите работещи в конструкторските отдели и производството, така също и за тези занимаващи се с изследователска и научна работа.

## Литература

1. Dolchinkov R., Modeling and simulation research on cycloid gears, International Journal Of Conference In Technical Discipline, Thomson, Jilina, Slovakia, 2014, p. 24
2. Pahl G., W.Beitz, J.Feldhusen, K-H.Grote, Engineering Design-A Systematic Approach, ISBN 978-1-84628-318-5, 2007
3. Peter L. Jackson, Getting Design Right - A systems approach, ISBN 978-1-4398-1115-3, 2010
4. Долчинков Р., Образованието и обучението по CAD системи в университетите - НК с МУ на БСУ, том трети - 2008, стр. 233
5. Долчинков Р., 3-D моделиране на фотоволтаичен панел със задвижващ механизъм, 2012, Годишник БСУ, ТОМ XXVII, стр. 231
6. Долчинков Р., Колева М., Иновации в обучението на магистри с помощта на UNIGRAPHICS NX, 2014, БСУ, Електронно списание, бр. 4/2014, стр. 26
7. Долчинков Р., Проектиране и компютърно моделиране на фриktionни планетни предавки, 2014, БСУ, Компютърни науки и комуникации /електронно списание на ЦИТН на БСУ/, стр. 45
8. Долчинков Р., Образованието и обучението по CAD системите в университетите, Наука и образование: Сборник доклади, Бургас 2011. Доклади, изнесени на семинари на ЦИТН по случай 20 години от основаването на БСУ, стр. 14