

Създаване на програмна среда за симулиране на измервания на хидравлични величини

Анелия Иванова, Иванка Желева, Георги Вачев

A software environment for simulation of hydraulic measurements: *The paper describes the design and development of a software environment for construction of various virtual equipments for measurement of hydraulic quantities. The virtual equipment is going to be constructed by the students using a library of components, each one being a simulator of a hydraulic measuring device or a binding element. After the equipment is complete, the students would be able to run a simulation and control its parameters. The paper also outlines the motivation driving this project, considering the virtual training tools not only as useful resources preparing the students for real lab measurements, but also as very important distance learning tools.*

Key words: *Virtual laboratory, Virtual equipment, Simulation, Hydraulic measuring device.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Добре известно е, че важна роля при подготовката на инженерни кадри играе практическият експеримент в лабораторни условия. И именно необходимостта от неговото провеждане затруднява осъществяването на електронно и дистанционно обучение по инженерните дисциплини. Що се отнася до редовната форма на обучение, в някои случаи, поради характера на изследваното устройство или явление, практически експеримент с него е невъзможен, а в други – поради спецификата на лабораторното оборудване, достъпът на обучаваните до последното е твърде ограничен.

Такъв е случаят с лабораторните упражнения по дисциплината „Механика на флуидите“, преподавана на студенти от специалност "Хидравлична и пневматична техника" от ОКС „Бакалавър“. Лабораторните установки (фиг.1) са обемисти и скъпи съоръжения, изискват постоянна поддръжка, повишено внимание при работа (невнимание или грешка от страна на студента могат да повредят системата или да предизвикат нараняване) и поради тяхната стационарност не са достъпни за провеждане на експеримент по всяко време.



Фиг. 1. Лабораторна установка за тарирание на манометри

Виртуалните лаборатории в различните си форми дават решение на подобни проблеми. Софтуерните симулатори, веднъж създадени, не изискват специална поддръжка, могат да бъдат мултиплицирани неограничен брой пъти, „понасят“ дори и сериозни грешки от страна на студентите, абсолютно безопасни са и с помощта на WEB могат да бъдат достъпни по всяко време и от всяко място – единственото необходимо условие е наличието на персонален компютър и връзка с Мрежата. Подобни учебни ресурси могат да помогнат на студентите да се подготвят по-лесно за предстоящите лабораторни упражнения, включващи измервания с реални установки и са най-удачният инструмент за реализиране на лабораторен експеримент при дистанционна форма на обучение. Освен това, при използване на симулатори, резултатите от извършените виртуални опити могат лесно да се съхранят във файл за по-късен анализ и сравнение на виртуалните резултати с реалните, получени в учебната лаборатория.

Наред с казаното дотук, поради своята висока интерактивност и визуалното представяне на концепции, явления или начин на работа на дадено устройство или система, виртуалните лаборатории се посочват като най-подходящото средство за обучение на младежите от новото поколение, за които е характерен визуално-кинетичният стил на учене [1].

От казаното по-горе може да се направи изводът, че, за да се реализира смесен модел на обучение (традиционно/електронно) по дисциплината „Механика на флуидите“ и да се обезпечи провеждането на дистанционна форма на обучение, е целесъобразно да се иницира изграждането на виртуална лаборатория по тази дисциплина. Първата крачка в това начинание е разработката на библиотека от виртуални устройства за измерване на хидравлични величини и на софтуерна среда за конструиране на виртуални лабораторни установки, оперираща с компонентите на тази библиотека.

В Русенски университет вече има разработки в областта на виртуалните измервателни инструменти. Още през 2001 бе създадена виртуална лаборатория по измервания в електротехниката [2], а наскоро започна работа по изграждането на виртуална лаборатория по режещи инструменти [3,4], съдържаща интерактивни лабораторни упражнения, в които студентите оперират с виртуални измервателни инструменти.

ПРОЕКТИРАНЕ

Основната идея при проектирането на средата е да се постигне решение, което да бъде съобразено със спецификата на лабораторните упражнения по дисциплината „Механика на флуидите“ [5], със знанията и уменията на студентите, изучаващи тази дисциплина и да бъде достъпно за представителите на целевата група от гледна точка на системните параметри и изисквания. Същевременно, когато се обмисля взаимодействието „среда-обучаван“, е необходимо да се търси и баланс между леснота и предизвикателство. При нарушаване на този баланс се изпада в една от двете крайности – приложение, което е твърде лесно за възможностите на обучаваните, а оттам и скучно за тях или пък твърде сложно и объркващо решение [6]. За целта са дефинирани следните общи изисквания към софтуерния продукт:

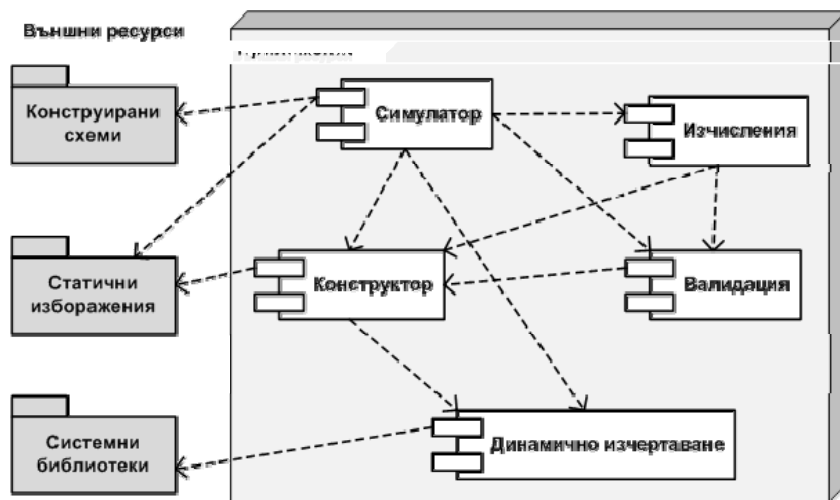
- Да позволява създаване на виртуална хидравлична схема с помощта на програма-конструктор, оперираща с библиотека от виртуални хидравлични измервателни инструменти. Под „конструктор“ в случая следва да се разбира софтуерен модул, обезпечаваш необходимия интерфейс за извличане, визуализиране и разполагане на елементи от библиотеката в работната площ на средата.
- Конструкторът да позволява преместване, ротация и изтриване на съставните елементи на хидравличната схема. Поставянето на нов елемент от

библиотеката да се извършва бързо и лесно с прости действия от страна на потребителя.

- При конструиране на хидравличната схема да се реализира т.нар. магнетизъм – т.е. при добавяне на нов елемент към текущата схема, потребителят да насочва ориентировъчно компонента към желаната позиция, а при поставянето, точното позициониране да се извършва автоматично.
- Да извършва валидация на проектираната схема, като при възникнала грешка да се уведоми потребителят със съответното съобщение.
- Да предоставя възможност за запазване на вече конструираната схема във външен файл за по-нататъшно стартиране на симулация, без да се налага ново конструиране.
- При опит за зареждане на хидравлична схема от невалиден външен файл да се уведомява потребителят за възникналата грешка.
- При стартирана симулация, да позволява промяна в реално време на параметрите на схемата.
- Да съдържа изчислителни компоненти, в които да бъдат заложили математически формули за определяне на налягане. Налягането да се пресмята само за валидирана затворена система, като се отчитат експерименталните тежести, "поставени" на буталния манометър.

Системните изисквания на разработения продукт са както следва: операционна система „Windows XP“ и Vista или Windows 7, разполагаща със системната библиотека .NET FRAMEWORK 3.5.

След анализ на изискванията са дефинирани основните модули на приложението: *Симулатор*, *Конструктор*, *Модул за динамично изчертаване на визуални елементи*, *Модул за изчисления* и *Модул за валидация на конструираните схеми*, както и външните ресурси, които програмната среда ще използва, а именно: файлове, съдържащи вече конструирани схеми, библиотека от статични изображения и системни библиотеки. Анализирани са взаимодействията между отделните модули и външните ресурси и е проектирана архитектурата на софтуерната среда (фиг.2).



Фиг. 2. Архитектура на средата

Архитектурата е представена в по-обобщен вид, като с прекъсната линия са показани връзките от тип „използва“.

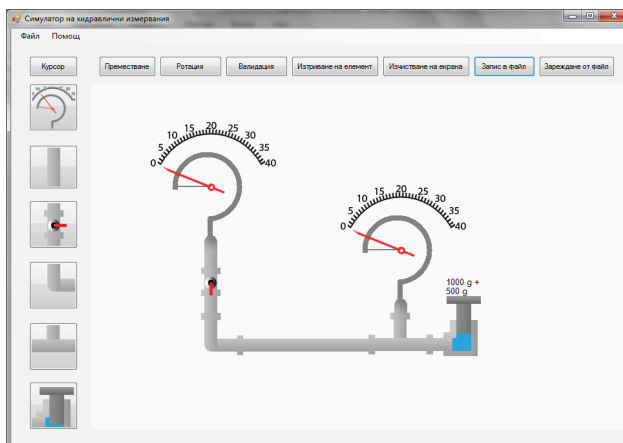
РЕАЛИЗАЦИЯ

Средата е разработена с помощта на платформата за разработка и изпълнение на приложения .NET Framework – едно актуално решение, което предоставя програмен модел, стандартна библиотека от класове и среда за контролирано изпълнение на програмен код, поддържа различни езици за програмиране и позволява тяхната съвместна работа. Тъй като разработената среда ще подлежи на развитие и надграждане от различни разработчици, решаваща роля при избора на платформата оказва фактът, че тя осигурява интероперабилност между езиците за програмиране.

За реализация на потребителския интерфейс са използвани системните библиотеки:

- *System.Windows.Forms* – богат набор от графични инструменти, бутони, текстови полета, полета за изрисване на графични файлове и други;
- *System.Drawing* – библиотека за изрисване по софтуерен път на прости геометрични фигури върху поле за чертане;
- *System.IO* – обезпечаваща работата с файлове.

Конструкторът на хидравлични схеми играе ключова роля в разработената софтуерна среда, тъй като симулация е невъзможна без предварително конструирана и валидирана схема. Освен това, именно той осигурява предизвикателния елемент в приложението и мотивира студентите да експериментират с различни схеми. За постигане на по-добър визуален ефект, при конструирането и симулациите на хидравличните схеми се използва комбинация от външни за приложението статични изображения и функции за динамично изчертаване. Библиотеката от виртуални хидравлични елементи, която използва конструкторът, се състои от растерни изображения в PNG формат в комбинация с динамични елементи, които се рисуват в реално време в приложението. Като начало са разработени следните елементи: пружинен манометър, бутален манометър, кран, тръба, коляно и тетка. С тяхна помощ могат да се конструират различни схеми за тариране на манометри. На фиг.3 е представена примерна хидравлична схема, съставена с помощта на конструктора.

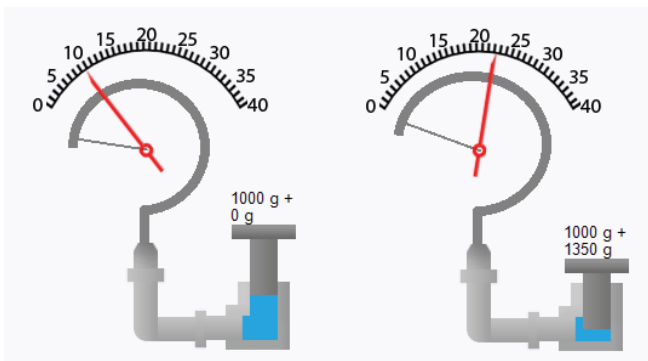


Фиг. 3. Конструктор на хидравлични схеми

След конструиране на схемата, студентът трябва да провери нейната коректност от физична гледна точка. Схемата трябва да представлява затворена система, за да може да се осъществи повишаване на налягането. Проверката се извършва чрез функцията за валидация, която обхожда всички елементи в хидравличната схема и проверява за свързаност на отворите им към съседните им елементи. При доказана валидност на схемата се извиква функцията за изчисляване на налягането.

Буталният манометър (еталонът) е с напречно сечение 1 cm^2 и маса на буталото 1 kg по подразбиране. С движение на курсора на мишката студентът може да променя това тегло до $1,750 \text{ kg}$. При това може да се наблюдава промяната в показанието на тарируемия пружинен манометър, който е симулиран не само като показание на скалата, но и с деформацията на еластичния елемент (тръбичка на Бурдон), за да се покаже нагледно ефектът от повишаване на налягането в затворената система (фиг.4).

По време на симулация студентът може да променя не само натоварването върху буталния манометър, но и да отваря и затваря кранове в конструираната схема. Елементът „кран“ има две основни състояния: отворен и затворен, като се предвижда при развитието на системата да се разработи и кран с плавно завъртане. След промяна на някои от параметрите на схемата, налягането се преизчислява автоматично и това веднага се отразява в показанията на тарируемите пружинени манометри.



Фиг. 4. Симулация на пружинен манометър

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Използването на разработената среда в учебния процес по дисциплината „Механика на флуидите“ ще доведе до следните положителни ефекти:

- студентите ще имат възможност предварително да проиграт предстоящото лабораторно упражнение и така да бъдат по-добре подготвени за извършване на реалните измервания в лабораторни условия;
- ще се улесни самоподготовката на студентите от задочната форма на обучение;
- ще се създадат предпоставки за реализиране на дистанционна форма на обучение по дисциплината.

От софтуерна гледна точка, средата е така организирана, че да бъде възможно бъдещото ѝ надграждане и разширяване, докато се обезпечи конструирането на всички хидравлични схеми, използвани в лабораторните упражнения по дисциплината.

С разработката, представена в този доклад, се поставя началото на изграждането на виртуална лаборатория по „Механика на флуидите“.

Благодарности

Работата, представена в тази статия, е частично финансирана по проект BG 051PO001-3.3.04/13 на ОП „Развитие на човешките ресурси“ на Европейския Социален Фонд 2007-2013 г.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Иванова, А., Г. Иванова, А. Смрикаров. Новото поколение обучавани и бъдещето на електронното обучение във висшите училища – eLearning 2.0 и персонална среда за обучение. В: Сборник научни трудове на III Национална конференция с международно участие по електронно обучение във висшето образование. Свищов, 15-17 май, 2009.

[2] Желязкова, И., Г. Георгиев, М. Великов, Г. Рашков, Организация на измервателни системи в събитийна програмна среда, Автоматика и информатика, кн. 6, 1999, стр. 44- 49.

[3] Иванова, Г., Ал. Иванов. Виртуален образователен инструмент за измерване на конструктивните и геометричните параметри на протяжките. Дни на науката'2011, В. Търново, 2011

[4] Ivanova, G., A. Ivanov 3D Virtual Training Laboratory in Cutting Tools. International Conference on e-Learning and the Knowledge Society - e-Learning'11, Bucharest, Romania, 2011, ISBN 978-606-505-459-2, p 153-158.

[5] Желева, И., Г. Попов, К. Тужаров, И. Николаев, К. Климентов, М. Михайлов. Ръководство за упражнения по механика на флуидите, 2006, Русенски Университет.

[6] Niehaus, J., M. O. Riedl. Scenario Adaptation: An Approach to Customizing Computer-Based Training Games and Simulations. Proceedings of the AIED 2009 Workshop on Intelligent Educational Games, Brighton, UK, 2009.

За контакти:

гл. ас. д-р Анелия Иванова, Катедра “Компютърни системи и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888-827, e-mail: aivanova@ecs.uni-ruse.bg

доц. д-р Иванка Желева, Катедра “Топлотехника, хидро и пневмо-техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888-582, e-mail: izheleva@uni-ruse.bg
маг. инж. Георги Ангелов Вачев, e-mail: vachevf1@gmail.com

Докладът е рецензиран.