

---

## УЧЕБНА И НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ВЕРИГИ И ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИ ОБЕКТИ

**Георги Димитров, Мартин Вълчков, Росица Ангелова**

[dimitrov\\_gd@mail.bg](mailto:dimitrov_gd@mail.bg), [angelova@vtu.bg](mailto:angelova@vtu.bg)

*Главен асистент, студент, доцент, доктор, ВТУ „Тодор Каблешков”, София, ул. „Гео Милев” № 158  
БЪЛГАРИЯ*

**Резюме:** За професионалната реализация на студентите от съществено значение е тяхната практическа подготовка, която трябва да съответства на потребностите на бизнеса. Докладът представя учебна и научноизследователска лаборатория за автоматизирано проектиране, моделиране и изследване на електрически вериги и електроенергийни обекти. Лабораторията е разработена с многоцелево предназначение – за научноизследователска дейност, за обучение на студенти и докторанти и за провеждане на квалификационни курсове. Показано е, че изграждането на такава лаборатория е целесъобразно както по икономически, така и по учебно-методически съображения. Специално внимание е отделено на структурата, програмното осигуряване и възможностите за използването ѝ в учебния процес, научноизследователската дейност и за целите на дистанционното обучение.

**Ключови думи:** електроенергетика, учебна и научноизследователска лаборатория, компютърно моделиране и проектиране

### ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременната тенденция в научно-изследователската работа и образователния процес е свързана с използването на различни програмни продукти за проектиране, моделиране и симулация на изследваните и изучаваните процеси [1, 2]. През последните години компютърното моделиране е един от най-ефективните методи за изучаване на сложни физични явления и в частност на процесите в електрическите вериги и електроенергийните системи и обекти. Чрез него се намаляват и материалните разходи, когато реалните експерименти са затруднени по финансови или физически причини или провеждането им може да доведе до непредсказуеми резултати.

От друга страна, бързото развитие на контролно-измервателната апаратура доведе до значително повишаване на разходите за обзавеждане на учебните лаборатории, особено на такива за обучение на студентите от последните курсове и за провеждането на научноизследователска работа. Ето защо, доброто програмно осигуряване, съвместно с подходящи сензори (интерфейси и датчици), преобразуващи физическите параметри в електрически сигнали, намира все по-широко приложение като алтернатива на скъпо струваща контролно-измервателна апаратура. На проблемите, свързани с приложението на съвременни информационно-комуникационни технологии в инженерното образование и в частност на създаването на виртуални лаборатории са посветени редица международни конференции [3].

## **1. ПРЕДПОСТАВКИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ**

Идеята за създаване на лаборатория за автоматизирано проектиране и моделиране е провокирана от следните предпоставки:

- За провеждане на традиционните лабораторни занятия по различните дисциплини се налага дублиране на измервателната апаратура, което затруднява непрекъснатото осъвременяване на лабораториите. Използването на по-старата аналогова измервателна техника изисква по-скъпа поддръжка и не отговаря на масово използваната в практиката цифрова апаратура.

- Компютърната виртуална лаборатория е съвременно учебно средство, което освен че ускорява усвояването на учебния материал, позволява на студентите да провеждат експериментите и в домашни условия. Възможността за осигуряване на дистанционен достъп до лабораторията я прави общодостъпна по всяко време и от всяко място. Тя позволява да се засили индивидуалното обучение и улеснява преподавателя при оценяване работата на студентите.

- Студентите имат възможност да се запознаят със специализирани програмни продукти, използвани широко в практиката.

- Използването на автоматизирани CAD/CAM системи за проектиране и моделиране значително подпомага дейността на докторантите и преподавателите при провеждане на научни изследвания и експерименти.

Създадената виртуална компютърна лаборатория може да се използва за обучение по различни учебни дисциплини, включени в учебните планове, както и за провеждане на квалификационни курсове. Тя позволява да се унифицират програмните продукти за всички компютри (работни станции) в лабораторията, които са свързани и работят в локална мрежа. В нея могат практически да се симулират всички изучавани процеси.

## **2. ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗГРАЖДАНЕ НА ЛАБОРАТОРИЯТА**

Цялостната концепция за изграждане на лабораторията е развита в изготвеното за целта техническо задание.

Основните изисквания, включени в техническото задание при проектиране на лабораторията са следните [4]:

- Архитектурното решение да позволява многофункционално използване на лабораторията, при максимално полезно използване площта на помещението и спазване на всички естетични, хигиенни и енергоефективни норми;
- Електрическите инсталации и уредби да бъдат проектирани максимално икономично, енергоефективно и безопасно, при спазване на всички съвременни норми;
- Проектиране на локална компютърна мрежа, управлявана от местен сървър и връзка с интернет мрежата на учебното заведение.

Задачите, които трябва да бъдат решени с реализацията на лабораторията са:

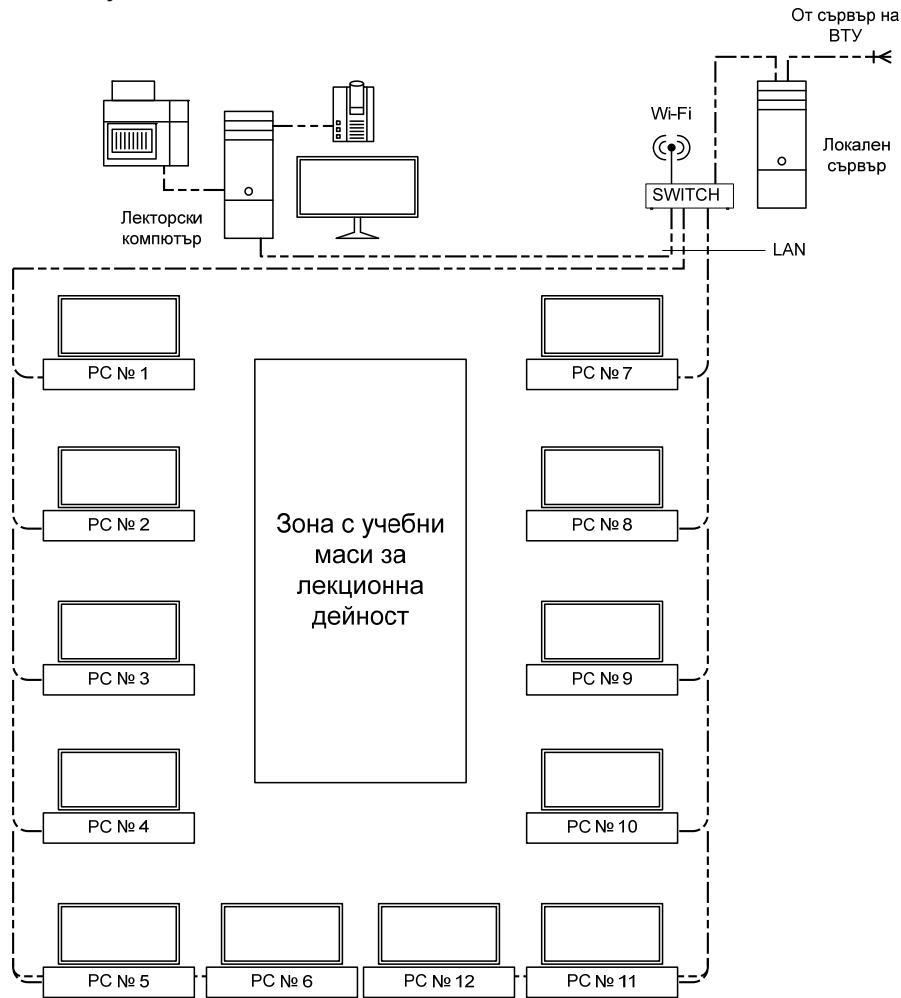
- Създаване на условия за подобряване на теоретичната и практическата подготовка на студентите, отговаряща на потребностите на пазара на труда;
- Подобряване на условията за научно- изследователска дейност на преподавателите, докторантите и студентите;
- Осигуряване на условия за провеждане на специализирани квалификационни курсове за студенти, докторанти и външни потребители;
- Създаване на възможност за реализация на договори с външни възложители.

С разработената проектна документация са постигнати следните цели:

- Запознаване на студентите със структурата, съдържанието и оформлението на инвестиционните проекти, разработвани в практиката;

- Получаване на комплектна документация за изграждане на лабораторията, съобразена със съвременните естетични, хигиенни, безопасни и енергоефективни норми;
- Практическо онагледяване на възможностите на специализираните програмни продукти в проектирането на електрически инсталации и уредби.

Участието на студенти от специалност „Електроенергетика и електрообзавеждане” на ВТУ „Т. Каблешков” по време на изграждането на лабораторията допринесе за натрупване на ценен практически опит и умения от тях.



Фиг. 1. Структурна схема на технологичното обзавеждане на лабораторията

### 3. ПРОГРАМНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ЛАБОРАТОРИЯТА

При програмното осигуряване на такива специализирани лаборатории от съществено значение е въпросът за правилния избор на програмните продукти. Основен критерий при техният подбор е те да притежават широкоспектърна приложимост по множество учебни дисциплини, включени в учебните планове. С оглед на подобряване на качеството на учебния процес и оптимизиране на икономическите разходи е целесъобразно при подбора на програмните продукти да се вземат пред вид и следните съображения:

- Разпространеност на програмните продукти в страната;
- Стойност на програмните продукти;
- Възможности за поддръжка и осъвременяване на програмните продукти;
- Наличие на литература за обучение по програмните продукти;
- Изисквания към параметрите на използваната компютърна техника.

Въз основа на посочените критерии за начално програмно осигуряване са избрани следните софтуерни продукти:

✓ Специализиран програмен продукт за моделиране на електрически и електронни вериги **OrCAD PSpice A/D** – с безплатен студентски лиценз. Програмата Orcad PSpice A/D извършва постоянен ток анализ, анализ във времето (установени и преходни процеси при произволна форма на входния сигнал), анализ в честотната област, параметрически анализ, хармоничен (Фурие) анализ, многовариантен и статистически анализ по метод Монте-Карло, анализ на най-неблагоприятния случай, анализ на устойчивостта на електронни схеми по критерия на Найкуист.

✓ Програмен продукт за инженерна графика (компютърно проектиране) **ZWCAD 2010 Professional** (напълно съвместим с AUTOCAD) – платен лиценз за професионално ползване и безплатно неограничено ползване с лимити относно обема на файловете. Програмният пакет съдържа пълен набор от инструменти за 2-D и 3-D проектиране.

✓ Специализиран програмен продукт за проектиране на електроразпределителни мрежи **SIMARIS design 6** – с безплатен лиценз. Програмата SIMARIS design 6 [5] е специализиран програмен продукт, разработен от фирма Siemens. Той е предназначен за оразмеряване на електроразпределителни системи – от линиите средно напрежение до крайните потребители. Програмата предлага широк набор от функции, които значително облекчават оразмеряването на електрическите мрежи.

✓ Специализирани програмни продукти за проектиране на осветителни уредби **EUROPIC 3** и **DIALux 4.x** – и двата напълно безплатни за ползване.

Освен посочените програмни продукти, разработени от специализирани софтуерни фирми и фирми-производителки на електроапаратура, при обучението на студентите се използват и такива, които са разработени от преподаватели (програма за автоматизирано изчисляване на въздушни електроразпределителни мрежи ниско напрежение – EMS).

Наред с многофункционалните им възможности, подобрените програмни продукти позволяват да бъдат инсталирани и върху компютри с неголеми хардуерни изисквания (CPU: Pentium IV; RAM: 512-1024 MB; Video: up to 128 MB). Проведените тестове с тях, инсталирани върху компютри HP Compaq 7600 SFF, с посочените параметри, показваха възможност за бърза и надеждна работа. Използването на компютри от такъв клас позволи обзавеждането на лабораторията да се извърши с неголеми финансови ресурси.

Като цяло програмното осигуряване на лабораторията е отворено за допълване и обновяване.

#### **4. ЦЕЛЕВО ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛНИ ВЪЗМОЖНОСТИ НА ЛАБОРАТОРИЯТА**

Лабораторията за автоматизирано проектиране и моделиране основно е предназначена за използване в учебния процес при обучение на студентите от специалност „Електроенергетика и електрообзавеждане” по множество основополагащи и специализиращи учебни дисциплини.

Основните функционални възможности на лабораторията могат да бъдат обобщени в следните основни направления и обхват на дейностите:

##### Обучение на студенти и докторанти

Архитектурният дизайн и технологичното обзавеждане на лабораторията позволява:

- специализирано обучение на студенти и докторанти в областта на автоматизираното проектиране, моделирането и изследването на електрически вериги, съоръжения и системи за електроснабдяване и електрообзавеждане, енергийното потребление, енергийната ефективност и възобновяеми енергийни източници;
- провеждане на специализирани лабораторни упражнения, базирани на компютърни модели;
- разработване на курсови работи и проекти, дипломни работи и други;
- провеждане на съвременно интерактивно обучение с използване на мултимедия, компютърно базирани тестове, интернет и други информационни технологии.

### Научноизследователска работа

Наличното програмно осигуряване в лабораторията и възможностите за неговото обновяване и разширяване позволява тя да се използва успешно за провеждане на широкоспектърна научноизследователска работа включваща:

- моделиране и изследване на електрически и електронни вериги;
- провеждане на изследвания върху електроснабдителните системи, енергийното потребление и енергийната ефективност на транспорта, транспортните предприятия и индустрията;
- провеждане на изследвания в областта на възобновяемите източници на енергия;
- обработка на данни и извършване на анализи въз основа на проведени експериментални измервания.

### Допълнителни възможности за използване на лабораторията

Освен в обучението на студенти и докторанти и за научноизследователска работа, обзавеждането и програмното осигуряване на лабораторията позволява тя да бъде използвана и за разработване на изследователски проекти и проектни документации за външни възложители както и за провеждане на курсове за следдипломна квалификация и специализирани семинари.

## **5. УЧЕБНА ЛИТЕРАТУРА**

За пълноценното използване на лабораторията са изготвени методически ръководства, предназначени за обучение на студенти, докторанти, както и за провеждане на квалификационни курсове.

- Методическо ръководство за моделиране и изследване на електрически и електронни вериги. Като среда за моделиране са избрани следните програмни продукти: OrCAD Pspice A/D, Matlab [6].
- Методическо ръководство за работа с програма за проектиране на електроразпределителни мрежи ниско напрежение SIMARIS design basic. То е разработено въз основа на материали от фирма Siemens [5] и е предназначено за подпомагане на студентите, докторантите и други обучаеми при усвояване на необходимите познания и умения за работа с програмния продукт.
- Методическо ръководство за работа с програма за проектиране на електроразпределителни мрежи ниско напрежение – EMS. Неговото предназначение е да подпомогне работата на студентите при разработване на курсов проект по „Електрически мрежи и системи”.

Съдържанието на разработените учебно- методични ръководства е изцяло съобразено с учебните програми на студентите по специализиращите дисциплини и със съвременните изисквания за професионална подготовка на обучаемите.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Провеждането на качествено инженерно обучение в днешно време е немислимо без използването на различни програмни продукти за моделиране на електрически и електронни вериги, включващи и виртуални измервателни средства. При практическото провеждане на лабораторни упражнения или на научноизследователски експерименти с разнообразни измервателни уреди или системи за автоматично управление обаче е необходимо да се инсталират драйвери за всяко устройство. Извършването на тези дейности би се улеснило значително в среда LabVIEW, тъй като тя разполага с богата библиотека от драйвери и може да работи практически с всякакви външни устройства. По такъв начин в единна среда потребителят може да работи с различни интерфейси, датчици и измервателни уреди [7].

Използването в учебния процес на специализирани лаборатории за компютърно проектиране и моделиране спомага за подобряване качеството на теоретичната и практическата и професионална подготовка на студентите и докторантите.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Berntzen R., Strandman J.O., Fjeidly T.A., Shur M.S. Advanced Solutions for Performing Real Experiments over the Internet // International Conference on Engineering Education. Oslo, Norway, August 6-10, 2001. P. 21-26.

[2] Grimaldi D., Marinov M. Distributed Measurement Systems // Measurement: Journal of the International Measurement Confederation. №30, 2001. P. 297-287.

[3] ICEE, An International Conference on Engineering Education, 21-26 August 2011, Belfast, Northern Ireland, UK, <http://icee2011.ulster.ac.uk>

[4] Отчет на научноизследователски проект на тема „Лаборатория «Автоматизирано проектиране и моделиране на електроенергийни съоръжения и системи» - Етап 1”, ВТУ „Т. Каблешков”, 2010 г.

[5] SIMARIS® design Basic – Модерният начин за оразмеряване на електрическите системи. Лесно, бързо и надеждно, Кратко описание, Сименс ЕООД – Направление Индустрия, България, София, 2007 г.

[6] Ангелова Р., Г. Чернева. Моделиране на преходни процеси. Методично ръководство с контролни задания, Симел, 2007 г.

[7] Бутырин П.А., Т. А. Васьковская, В. В. Каратаев, С. В. Материкин, Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 (30 лекций) – М. ДМК Пресс, 2005 г. – 264 с.

## TEACHING AND RESEARCH LABORATORY FOR MODELING AND SURVEY OF PROCESSES IN ELECTRICAL CIRCUITS AND ELECTRIC POWER OBJECTS

**Georgi Dimitrov, Martin Vlachkov, Rositsa Angelova**

*Assistant professor, Student, Associate professor, PhD,  
University of Transport “Todor Kableshkov”, 158, Geo Milev str., Sofia  
BULGARIA*

**Key words:** *electric power engineering, teaching and research laboratory, computer modeling and design*

**Abstract:** *For professional career of students is essential to their practical preparation, which must correspond to the needs of business. The report presents a teaching and research laboratory for computer-aided design, modeling and examination of electrical circuits and electric power objects.. The laboratory has developed a multi-purpose - for research activities, for training of undergraduate and graduate students and for conducting qualification courses. Has been shown that the development of such a laboratory is desirable from an economic and educational considerations. Special attention is paid to the structure, software and possibilities for use the laboratory for teaching, research, and for distance learning.*