

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной и воспитательной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

«27» *августа* 2021 г.

Регистрационный № УД- *928-27* /уч.

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности
1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1–43 01 06-2013 и учебного плана специальности 1 – 43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент»

СОСТАВИТЕЛИ:

В.А.Пашинский, заведующий кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук, доцент;
Е.В.Кресова, старший преподаватель кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова БГУ»

(протокол № 4 от 23.11.2020 г)

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова БГУ»

(протокол № 5 от 27.01.2021 г)

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современный уровень программных и технических средств позволяет перейти от традиционных методов конструирования и проектирования к новым технологиям с использованием компьютера, создавать системы автоматизации разработки и выполнения проектно-конструкторской документации, удовлетворяющие ЕСКД и СПДС как по качеству исполнения документов, так и по соблюдению требований стандартов.

Как показывает практика освоения систем автоматического проектирования на государственных предприятиях Республики Беларусь инженерами по энергообеспечению, особенно эффективно применение в данной области проектирования универсальной системы автоматизированного проектирования, в основу структуры которой положен принцип открытой архитектуры, позволяющей адаптировать и развивать многие функции системы применительно к конкретным задачам и требованиям.

Задача перехода на новую технологию проектирования требует овладения материалом дисциплин, в которых центральное место занимают методы компьютерных технологий как нового инструмента проектирования.

Дисциплина «САПР» вводит студента в область электротехнических САПР.

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования» является неотъемлемым звеном подготовки, специалистов в области энергоэффективных технологий. Полученные знания в дальнейшем используются при решении производственных проблем с точки зрения повышения энергоэффективности производства, а также в курсовом и дипломном проектировании.

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов системы профессиональных знаний и практических навыков использования пакета САПР для разработки проектной документации, необходимой инженеру-энергоменеджеру.

Задачи дисциплины:

- изучение систем автоматизированного проектирования, позволяющих формировать документацию электротехнического проекта методами автоматизированного проектирования;
- освоение принципов создания документации электротехнического проекта с помощью пакета САПР и принципов адаптации пакета САПР;
- формирование умений работы в электротехнических САПР и создания проектной документации с их помощью.

Для формирования современных и социально-профессиональных компетенций будущего специалиста в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики и технологии активного обучения, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями,

приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач энергопотребления в зданиях и сооружениях.

Методики и технологии активного обучения включают самостоятельную работу студентов (СРС), проблемные лекции с применением мультимедийного комплекса, устный опрос во время занятий, написание рефератов по отдельным разделам дисциплины, выступления студентов на семинарских и практических занятиях.

Для оценки качества самостоятельной работы студентов осуществляется контроль за ее выполнением. Формы контроля самостоятельной работы студентов могут быть в виде собеседования, проверки и защиты индивидуальных расчетно-графических заданий, коллоквиумы, контрольные работы, тестирование, принятие зачетов, устный и письменный экзамены, и т.д.

В итоге изучения дисциплины студент должен

знать:

- принципы работы в среде пакета САПР;
- принципы разработки проектной документации в среде пакета САПР;
- методы адаптации пакета САПР к узкоспециальной области проектирования;

уметь:

- пользоваться прикладным пакетом САПР;
- формировать с помощью компьютера проектную документацию;
- использовать средства адаптации САПР;

владеть:

- методами автоматизированного проектирования технических систем;
- приемами постановки инженерных задач и их решения с помощью пакетов САПР.

На изучение курса «Системы автоматизированного проектирования» для направления специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент учебным планом предусмотрено 110 часов. Из них 52 аудиторных (18 лекционных и 34 практических) очная форма обучения и 12 аудиторных часов (4 лекционных и 8 практических) заочная. Практические занятия проводятся в компьютерных классах. Форма текущей аттестации – зачет.

II. Содержание учебного материала

1. ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи электротехнического проектирования: понятие проектирования, стадий, последовательности и эффективности проектирования; цели и задачи электротехнического проектирования.

Основные понятия в САПР: САПР, информационный фонд САПР, база и банк данных. Компоненты САПР. Подсистемы САПР.

Возможности САПР в области формирования проектной документации, необходимой инженеру-энергомеджеру. Признаки классификации. Классификация по характеру базовой подсистемы, уровню автоматизации, приложениям, характеру и числу выпускаемых проектных документов. Примеры электротехнических САПР.

Основные подходы к проектированию на основе компьютерных технологий: системный подход в автоматизации проектирования, его разновидности; принципы построения электротехнических САПР; принцип сквозного проектирования и его реализация в модулях САПР.

2. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР

Работа в режиме «электронного кульмана»: интерфейс основного пакета базовой САПР; использование шаблона; настройка параметров графического редактора САПР; способы ввода команд; управление окном зрения; работа с примитивами: использование слоев, цветов, типов линий и других свойств; команды рисования и редактирования.

Работа с базой элементов: особенности создания и применения. Виды баз данных, используемых в базовой САПР. Требования к системе управления базами данных (СУБД). Примеры организации систем управления базами данных. Блок как элемент графической базы данных. Особенности создания блоков условных графических изображений аппаратов принципиальной схемы, монтажных документов и других. Организация текстовых массивов данных.

Порядок получения «твердой» копии документа. Особенности вывода «твердой» копии: диалог и параметры печати.

3. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ

Правила выполнения схем: общие требования; условные графические обозначения (УГО) элементов схем; буквенно-цифровые обозначения в схемах; перечень элементов. Типовые узлы принципиальных электрических схем. Выбор аппаратуры управления и защиты. Принципы разработки принципиальных электрических схем распределительной и питающей сети. Реализация принципиальных схем управления на базе программируемого логического контроллера.

Принципы автоматизации проектирования принципиальных электрических схем: исходные данные, этапы разработки, порядок работы с программой. Понятие модели принципиальной схемы. Последовательность разработки модели. Алгоритм вставки условных графических обозначений. Особенности оформления схем, формирования линий связи, маркировки, выбора типов аппаратуры, создания перечня элементов. Возможные пути совершенствования САПР в области проектирования принципиальных электрических схем.

4. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОНТАЖНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Правила выполнения схем соединений: назначение и формы монтажных документов; общие требования; содержание схем; правила выполнения элементов схем; табличная форма представления монтажных документов.

Автоматизации проектирования таблиц соединений: исходные данные, алгоритм, порядок работы с программой. Последовательность и особенности работы с модулем САПР, обеспечивающим разработку монтажных документов.

5. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НИЗКОВОЛЬТНЫХ КОМПЛЕКТНЫХ УСТРОЙСТВ

Принципы компоновки низковольтных комплектных устройств: назначение и конструкция низковольтных комплектных устройств, размещение аппаратов в низковольтных комплектных устройствах, порядок проектирования.

Требования к документации на низковольтные комплектные устройства: таблица технических данных аппаратов, чертеж общего вида, перечень надписей.

Принципы автоматизации проектирования: исходные данные, алгоритм, порядок работы с программой. Последовательность и особенности работы в пакете САПР, обеспечивающем разработку общего вида низковольтного комплектного устройства. Принципы и особенности создания таблицы технических данных аппаратов.

6. СПОСОБЫ АДАПТАЦИИ ПАКЕТА САПР К УЗКОСПЕЦИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Возможности настройки пакета: создание и редактирование панелей инструментов, модификация пользовательского меню, использование пакетных файлов.

Auto lisp – основной язык программирования пакета САПР: возможности программирования, основные определения языка, примеры разработки программ.

VBA как альтернатива Auto lisp

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для дневной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	2						
2	Принципы работы в среде пакета САПР	4	10					Устный опрос, проверка отчетов
3	Автоматизированное проектирование принципиальных электрических схем управления электроустановками	6	12					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка карточек, отчетов
4	Автоматизированное проектирование монтажных документов	2	4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
5	Автоматизированное проектирование низковольтных комплектных устройств	2	4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
6	Способы адаптации пакета САПР к узкоспециальной области проектирования	2	4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для заочной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	1						
2	Принципы работы в среде пакета САПР	1	2					Устный опрос, проверка отчетов
3	Автоматизированное проектирование принципиальных электрических схем управления электроустановками	2	6					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка карточек, отчетов
4	Автоматизированное проектирование монтажных документов							Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
5	Автоматизированное проектирование низковольтных комплектных устройств							Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
6	Способы адаптации пакета САПР к узкоспециальной области проектирования							Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов

Практические занятия, их содержание и объем в часах

Поряд- ковый № темы в курсе	НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ	Число часов	
		очная	заочная
2	Освоение основных принципов работы в среде базового пакета САПР	4	2
2	Работа с базой элементов в среде пакета САПР	2	
2	Принципы пополнения базы данных САПР	4	
3	Разработка принципиальных электрических схем распределительной и питающей сети в САПР	4	
3	Разработка принципиальных электрических схем управления электроустановками в среде пакета САПР	8	6
4	Разработка схем соединений в среде пакета САПР	2	
4	Разработка таблиц соединений в среде пакета САПР	2	
5	Разработка документации на низковольтное комплектное устройство в среде пакета САПР	4	
6	Изучение возможностей адаптации пакета САПР	4	
	И Т О Г О	34	8

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Содержание контрольной работы

Студенты заочной формы образования выполняют контрольную работу по изучению возможностей электротехнических САПР и определению исходных данных для автоматизированного проектирования принципиальных электрических схем. Задание выдается ведущим лектором.

Литература

Основная

1. Якубовская, Е.С. Методология проектирования и основы САПР: Курс лекций / Е.С. Якубовская. – Минск: БГАТУ, 2004. – 214 с.
2. Полещук, Н.Н. AutoCAD 2007 / Н.Н. Полещук. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 1120 с.
3. Якубовская, Е.С. Проектирование и САПР систем автоматизации : учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.1 / Е.С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2010. – 232 с.
4. Автоматизация инженерно-графических работ: учеб. пособие / Г.А. Красильникова и др. – Минск: ПИТЕР, 2001. – 256с.
5. Якубовская, Е.С. Системы автоматизированного проектирования (САПР) : практикум / Е.С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2013. – 196 с.

Дополнительная литература

6. Разработка щитов параллели ГМА: методическое руководство к курсовому и дипломному проектированию / БГАТУ, кафедра автоматизированных систем управления производством; сост. Е.С. Якубовская.– Минск, 1999. – 90 с.

Интернет ресурсы

7. Техническая библиотека: автоматизация: <http://www.twirpx.com/files/automation>

8. Техникон. Автоматизация проектирования. САПР: <http://technikon.by/specialization/avtomatizaciya-proektirovaniya.-sapr>

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА И СРЕДСТВАМ ДИАГНОСТИКИ

В вузовской системе управления качеством образования (системе менеджмента качества по СТБ ИСО 9001:2001) осуществляется мониторинг, измерения, контроль качества.

Для аттестации студентов и выпускников на соответствие их персональных знаний и умений поэтапным или конечным требованиям стандарта создаются фонды оценочных средств и технологий, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и др.

Оценка знаний студента на курсовых экзаменах, при защите лабораторных и практических работ производится по 10-балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь.

Для контроля качества образования, в том числе применения компьютерного тестирования используются следующие средства диагностики:

- типовые задания;
- тесты по отдельным разделам и дисциплине в целом;
- письменные контрольные работы;
- устный опрос во время занятий;
- составление рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- выступления студентов на семинарах;
- зачет.

ГЛОССАРИЙ

Dialog Control Language (DCL) – специальный язык для создания диалоговых окон графического редактора Autocad.

Автолисп – встроенный язык программирования графического редактора Autocad, который позволяет оперировать переменными различных типов и передавать их значения командам редактора при вводе данных.

Атрибут – текстовая переменная – «ячейка», в которую при вставке блока можно записать некоторую строку.

База данных – большой информационный массив.

База данных аппаратов Imbase – модуль САПР, который позволяет назначать типы аппаратам проекта и поэтому связывает все четыре модуля системы, содержит более 5000 записей электроаппаратуры и материалов, внесенных из промышленного каталога Информэлектро и каталогов иностранных фирм, может служить в качестве справочника и пополняться пользователем.

Блок – составной поименованный примитив графического редактора, представляющий элемент графической базы данных и сохраненный в формате dwg на диске в определенной в системе папке.

Вес линии – это ширина, с которой линия будет выводиться на внешнее устройство.

Графическая зона – часть воображаемой экранной плоскости чертежа, предназначенная для выполнения построений.

Графический редактор – это программа, отображающая на экране графическую информацию и исполняющая команды создания, изменения, просмотра чертежа и вывода его на плоттер или на принтер.

Интерфейс – это средства взаимодействия пользователя с пакетом.

Командная строка – элемент интерфейса графического редактора, расположенный над строкой состояния, обеспечивающий диалог пользователя с редактором с помощью команд посредством выдачи запросов и сообщений.

Курсорное меню – это меню, содержащее наиболее употребляемые пользователем команды, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши по элементу рабочего стола графического редактора.

Ключевое слово – это параметр команды, который изменяет способ ее действия.

Лимиты – это границы чертежа, внутри которых производятся все построения.

Линия связи – отрезок линии, указывающей на наличие связи между функциональными частями изделия.

Орто – это режим рисования, позволяющий производить построение либо перенос, копирование и т.д. примитивов параллельно осям координат.

Параметр – величина, выражающая свойство или системы, или ее части, или влияющей на систему среды.

Панель инструментов – элемент интерфейса графического редактора, содержащий инструменты (кнопки), обеспечивающие вызов команд редактора на исполнение.

Линии связи, соединенные между собой точками связи и символами разрывов, объединяются в **потенциальный узел**.

Пустой ввод – это нажатие ввода без набора запрашиваемого в командной строке значения параметра.

Рамка – режим выбора, состоящий в указании левой нижней и затем правой верхней точек рамки выбора, при котором в режим выбора попадают объекты, которые полностью охвачены рамкой выбора.

Редактор принципиальных схем CADElectro – приложение, которое позволяет создавать модель принципиальной электрической схемы, передавать данные в другие проектные задачи, а в последней версии позволяет автоматически получать монтажные документы в графической форме после их формирования в табличном виде в редакторе таблиц соединений.

Редактор сборочных чертежей CADMech – позволяет формировать общие виды щитов управления и автоматики, сборочные чертежи и планы расположения, позволяет передавать данные в AVS для формирования таблицы данных аппаратов, перечня элементов щита и т.д.

Редактор таблиц соединений PTC – позволяет редактировать монтажные документы, сформированные автоматически по данным модели принципиальной электрической схемы и передавать данные в AVS и CADElectro для формирования монтажных документов в графической форме.

Редактор текстовых документов AVS – приложение, предназначенное для получения в автоматическом режиме или вручную перечней элементов, спецификаций, таблиц данных аппаратов, таблиц соединений и подключений, ведомостей и подобных документов и передачи их на печать или в чертеж.

Режимы рисования – установки графического редактора, обеспечивающие наиболее удобную работу с ним.

САПР – это человеко-машинная система управления процессом проектирования, представляющая собой автоматизированную систему управления технологическим процессом создания технической документации, необходимой для изготовления проектируемого объекта.

Секрамка – режим выбора, состоящий в указании правой верхней и затем левой нижней точек рамки выбора, при котором в режим выбора попадают объекты, которые хотя бы пересеклись рамкой выбора.

Сетка – это режим рисования, отображающий в зоне лимитов сетку из точек с настраиваемым шагом.

Слайд – мгновенная фотография экрана графического редактора Autocad.

Слой – подобен прозрачным калькам, из которых может состоять чертеж.

Строка падающих меню – верхняя строка графического редактора, содержащая меню с вложенными строками, вызывающими на исполнение команды.

Строка состояния – строка, расположенная под командной строкой (самая нижняя) и содержащая координаты курсора и кнопки включения \ выключения режимов черчения. В строке состояния также выводятся сообщения.

СУБД – система управления информационными массивами.

Схема принципиальная – это схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представле-

ние о принципах работы изделия. Она служит основанием для разработки монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений и других документов.

Таблица соединений – это монтажный документ, выполненный в табличной форме, отражающий соединения между аппаратами, приборами и элементами внутри конструктивного устройства и определяющий провода и другие изделия, которыми осуществляют эти соединения.

Тип линии – шаблон (последовательность чередующихся линейных сегментов, пробелов, точек), по которому отрисовываются линии графического редактора.

Устройство – совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (блок, плата, шкаф и т.д.).

Файлы меню – обычные текстовые файлы, содержащие командные строки и макроопределения, описывающие интерфейс графического редактора.

Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

Шаблон – это прототип рисунка, содержащий начальные построения и установки режимов рисования, обеспечивающие быстрый старт в формировании определенного чертежа.

Шаг – это режим привязки к точкам сетки с определенным настраиваемым шагом или угловой привязкой.

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, трансформатор, насос и т.д.).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Теплопередача	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	Протокол № от
Механика жидкости и газа	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	Протокол № от
Энергопреобразующие машины	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	Протокол № от

Согласовано:

Зав. кафедрой энергоэффективных технологий

В.А. Пашинский

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

