

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
«ГГТУ им. П.О. Сухого»

_____ О.Д. Асенчик

(подпись)

02.12.2020

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-55-92/уч

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И САПР В ЭНЕРГЕТИКЕ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 02 "Электроэнергетические системы и сети"

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-43 01 02-2013 и учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» регистрационный номер: № I 43-1-08/уч от 21.05.2018.

СОСТАВИЛИ:

А.В. Сычѳв, доцент кафедры "Электроснабжение" учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.И. Токочаков, доцент кафедры «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

В.В. Петренко, начальник производственной лаборатории филиала Госэнергонадзора по Гомельской области

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 29.10.2020);

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

протокол № 3 от 24.11.2020); УДэф-07-47/уч

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 01.12.2020).

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Программное обеспечение и САПР в энергетике» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» ОСВО-1-43 01 02-2013 и учебным планом этой специальности.

Цель изучения дисциплины - научить студентов применять компьютеры и соответствующее программное обеспечение для решения задач автоматизированного проектирования систем электроснабжения, электрических сетей и систем, моделирования режимов электрических сетей, автоматизации расчетов основных параметров установившегося режима электрических сетей и показателей их работы.

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов построения и структуры систем автоматизированного проектирования (САПР), видов обеспечения САПР;
- изучение способов построения графических объектов и автоматизации выполнения схем и чертежей в современных компьютерных графических системах, существующих инструментальных средств машинной графики;
- изучение вопросов математического моделирования электрических сетей и систем (схем замещения отдельных элементов электрических сетей, топологии их соединений);
- изучение математических методов расчета установившихся режимов электрических сетей;
- изучение возможностей, порядка подготовки исходных данных и выполнения автоматизированных расчетов установившихся режимов электрических сетей и систем электроснабжения в современных программных продуктах;
- приобретение практических навыков работы с современными графическими системами, используемыми для автоматизированного проектирования;
- подготовка студентов к активному применению вычислительной техники на всех этапах последующего обучения, в том числе в курсовом и дипломном проектировании, а также в производственной деятельности.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами.

Учебная дисциплина «Программное обеспечение и САПР в энергетике» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Электроэнергетические системы», «Электромагнитные переходные процессы».

Учебная программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» ОСВО-1-43 01 02-2013.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- современные программы машинной графики, их возможности и основные приемы работы с ними (графические примитивы, основные команды рисования, режимы объектной привязки, команды редактирования графических при-

митивов, комплексные объекты, общие положения о проставлении размеров, обмен данными графических изображений);

уметь:

- использовать современную вычислительную технику и прикладные программы для автоматизации электротехнических расчетов;
- использовать современные программы машинной графики для выполнения графической части проектов электрических сетей и подстанций, систем электроснабжения промышленных предприятий;
- выполнять расчеты установившихся и переходных режимов электрических сетей с использованием современного программного обеспечения;

владеть:

- навыками создания графических объектов и условных обозначений, применяемых в схемах электроснабжения;
- навыками формирования электрических схем объектов электроснабжения с использованием графических условных обозначений, их оформления и вывода на печать;
- навыками подготовки исходных данных и схем замещения электрических сетей, ввода этой информации в прикладные программы для выполнения расчетов установившихся и переходных режимов электрических сетей.

Освоение учебной программы должно обеспечить *формирование следующей компетенции:*

ПК-10. Разрабатывать проект электрической части узловой подстанции, системообразующей, питающей, распределительной линии электропередачи, распределительной электрической сети.

ПК-11. Рассчитывать и анализировать режимы работы, надежность работы электрических систем и сетей и намечать пути их улучшения в условиях энергорынка.

Основными методами обучения, отвечающими цели изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на лекционных занятиях.

Теоретические занятия чередуются с лабораторными занятиями. Используется учебный портал в сети Интернет с возможностью доступа к электронной версии учебно-методических и диагностических материалов учебного курса; мультимедийный проектор для демонстрации компьютерных презентаций, сопровождающих лекционные занятия; комплекс электронных тестов для проведения промежуточной и текущей аттестации студентов; компьютерные классы для выполнения лабораторных работ. Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы студентов:

- контролируемая самостоятельная работа в виде прохождения электронных тестов на учебном интернет-портале университета;
- управляемая самостоятельная работа в виде индивидуальных заданий к выполнению лабораторных работ.

Учебная программа дисциплины рассчитана на 90 часов, в том числе аудиторных занятий: дневная формы – 48 час.

Трудоемкость учебной дисциплины – 2,5 зачетные единицы.

Виды занятий и формы контроля	Дневная форма
Курс	3
Семестр	6
Всего, час	90
Самостоятельная работа, час	42
аудиторные занятия, час, из них	48
Лекции, час	16
Практические занятия, час	-
Лабораторные занятия, час	32
Зачет (семестр)	6
Тестирование (семестр)	-

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Модуль 1. Общие сведения о САПР. Работа в САПР AutoCAD

Тема 1. Введение. САПР в энергетике.

Цели и задачи дисциплины. История развития САПР. Основные цели и задачи САПР. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования. САПР как средство ускорения и оптимизации решений при проектировании. Принципы построения и структура САПР. Функциональная структура САПР и ее подсистемы. Информационное, математическое, техническое и программное обеспечение САПР.

Тема 2. САПР AutoCAD - основные понятия, приемы и организация работы.

Команды и режимы работы. Настройка рабочих параметров системы AutoCAD. Вызов команд. Виды и способы задания координат. Управление выводом на печать.

Тема 3. Построение объектов в AutoCAD.

Основные графические примитивы и команды их создания, построение линий и криволинейных объектов, штрихование, работа с текстом и текстовыми стилями.

Тема 4. Слои, цвета и типы линий.

Использование слоев, цвета и типов, линий, управление слоями, цветом и типами линий в AutoCAD.

Тема 5. Методы редактирования

Редактирование документов AutoCAD, способы и инструменты выбора объектов для редактирования, команды редактирования и их использование, редактирование свойств и геометрии объектов.

Тема 6. Блоки, атрибуты и внешние ссылки.

Работа с блоками в AutoCAD: создание, использование, редактирование, команды создания блоков и управления ими. Работа с атрибутами: создание и связывание с блоками, редактирование и экспорт данных. Внешние ссылки, их использование и управление.

Модуль 2. Программное обеспечение решения задач проектирования в энергетике

Тема 7. Математическое моделирование работы и расчеты установившихся режимов электрических сетей

Математические модели в расчетах на ЭВМ. Классификация основных электротехнических задач и применяемых методов решения. Математические модели элементов систем электроснабжения и схем их соединения. Техническая и математическая постановка задачи расчета установившегося режима,

линейные и нелинейные уравнения установившегося режима, элементы теории графов. Решение систем линейных и нелинейных уравнений точными и итерационными методами. Метод Гаусса. Метод обратной матрицы. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Условия сходимости и сопоставление эффективности методов.

Тема 8. Расчет установившихся режимов электрических сетей в программе МУСТАНГ

Общая характеристика и возможности программы. Ввод информации и исходные данные. Программные модули программы: подготовки данных, обработки результатов расчета, работы с файлами.

Тема 9. Расчет токов короткого замыкания в программе TKZ-3000.

Общая характеристика и возможности программы. Вызов программы и главное меню. Подготовка и обслуживание сетевой информации. Расчет электрических величин по месту повреждения при симметричных и несимметричных коротких замыканиях.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятий; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Кол-во часов УСП	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	Модуль 1. Общие сведения о САПР. Работа в САПР AutoCAD							
1.	Введение. САПР в энергетике	1			-		4	Зачет
2.	САПР AutoCAD - основные понятия, приемы и организация работы.	1			2		4	Зачет
3.	Построение объектов в AutoCAD.	2			4		4	Зачет
4.	Слои, цвета и типы линий.	2			4		4	Зачет
5.	Методы редактирования объектов.	2			4		4	Зачет
6.	Блоки, атрибуты и внешние ссылки.	2			4		4	Зачет
	Рубежный контроль по модулю 1.				2		4	Тест
	Модуль 2. Программное обеспечение решения задач проектирования в энергетике							
7.	Математическое моделирование работы и расчеты установившихся режимов электрических сетей.	2			4		4	Зачет
8.	Расчет установившихся режимов электрических сетей в программе МУСТАНГ.	2			4		4	Зачет
9.	Расчет токов короткого замыкания в программе ТКЗ-3000	2			2		4	Зачет
	Рубежный контроль по модулю 2.				2		2	Тест
	Итого:	16			32		42	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Основная литература

1. Аветисян Д.А. Автоматизация проектирования электрических систем и устройств: учебное пособие для вузов / Д.А. Аветисян. – Москва: Высшая школа, 2005. – 511 с., ил. – Библиогр.: с. 508-509
2. Заикина, В.И. Основы автоматизированного проектирования в машиностроении: практикум: учебное пособие / В.И. Заикина. – Минск: Выш. школа, 2008. – 247 с.: ил.
3. Юсупова М.Ф. Черчение в системе AutoCAD 2002: учебное пособие для студентов вузов / М.Ф. Юсупова. – Киев: Алерта, 2003. – 328 с.: ил.

4.2. Дополнительная литература

4. Сычѳв, А. В. Основы систем автоматизированного проектирования в энергетике: курс лекций по одной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. и заоч. форм обучения / А.В. Сычѳв. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2008. – 117 с.
5. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD / Н.Н. Полещук, В.А. Савельева. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 640 с.
6. Поротникова, С.А. Уроки практической работы в графическом пакете AutoCAD: учебное пособие / С.А. Поротникова, Т.В. Мещанинова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Изд. Уральского университета, 2014. – 102 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276462> (дата обращения: 25.02.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1202-3. – Текст: электронный.

4.3. Учебно-методические комплексы

7. Сычѳв, А. В. Основы систем автоматизированного проектирования в энергетике: электронный учебно-методический комплекс по одной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. и заоч. форм обучения / А.В. Сычѳв. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. URL: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1455>

4.4. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

8. Сычѳв, А. В. Основы систем автоматизированного проектирования в энергетике: лабораторный практикум по одной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. и заоч. форм обучения / А. В. Сычѳв, Д. И. Зализный – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2008. – 83 с.
9. Презентации к лекционным занятиям в PowerPoint.
10. Программы AutoCAD, MathCad, TKZ-3000

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов разработан электронный учебный курс «Программное обеспечение и САПР в энергетике», размещенный на учебном портале университета www.edu.gstu.by и выполненный на базе LMS Moodle. Электронный курс содержит следующие учебно-методические материалы и средства диагностики усвоения материала:

- интерактивные лекции с контролем самостоятельного изучения в виде промежуточных тестов по отдельным вопросам лекции;
- курс лекций по дисциплине;
- лабораторный практикум по дисциплине;
- итоговые тесты по темам лекционных занятий;
- индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ;
- тесты-тренажеры для самоподготовки к защите лабораторных работ;
- тесты для защиты лабораторных работ;
- две контрольные работы в форме тестов по двум модулям курса;
- тест для зачета.

Учет учебной деятельности студента и его достижений ведется в виде модульно-рейтинговой системы изучения курса с выставлением рейтинговых баллов, учитываемых средствами электронного учебного курса.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

1. Электронные интерактивные тесты в LMS Moodle по теоретической части курса.
2. Электронные интерактивные тесты в LMS Moodle по лабораторной части курса.
3. Электронные интерактивные тесты в LMS Moodle для контрольной работы по модулю-1.
4. Электронные интерактивные тесты в LMS Moodle для контрольной работы по модулю-2.
5. Список вопросов для самоконтроля.

6. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Основы работы в AutoCAD.
2. Построение линейных объектов в AutoCAD.
3. Построение криволинейных объектов в AutoCAD.
4. Работа с текстом и слоями в AutoCAD.
5. Команды редактирования графических объектов.
6. Команды создания блоков и атрибутов.
7. Методы расчета систем уравнений режима электрической сети.
8. Расчет установившегося режима в программе МУСТАНГ.
9. Расчет токов короткого замыкания в программе ТКЗ-3000.

7. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Как исторически развивались технологии проектирования?
2. Какие этапы становления проектирования вы знаете?
3. Каково назначение САПР?
4. Какие преимущества дает использование САПР?
5. Что понимается под САПР?
6. Укажите цели и задачи САПР.
7. Какова функциональная структура САПР?
8. Приведите классификацию подсистем САПР.
9. Какие виды обеспечения применяются в САПР?
10. Каково назначение различных видов обеспечения САПР?
11. Каково назначение пакета AutoCAD?
12. Как организован интерфейс AutoCAD для работы с пользователем?
13. Какие основные элементы управления содержит рабочее окно AutoCAD?
14. Какие способы ввода команд предусмотрены в AutoCAD?
15. Что понимается под параметрами рабочей среды AutoCAD, как они устанавливаются и как управляются в процессе работы?
16. Для чего используют мастера настройки рабочей среды AutoCAD, чем отличаются мастер быстрой и детальной настройки?
17. Как в AutoCAD осуществляется управление масштабом отображения чертежа?
18. Какие системы координат поддерживаются в AutoCAD?
19. В чем отличие относительного и абсолютного способа указания координат, как записываются координаты в относительной и абсолютной форме?
20. Какие способы построения дуги имеются в AutoCAD?
21. Какие способы построения окружностей имеются в AutoCAD?
22. Для чего используют объектную привязку в AutoCAD и чем она отличается от шаговой?
23. Как проставить размеры в AutoCAD?
24. Какие способы построения эллипса имеются в AutoCAD?
25. Что понимается под эллиптической дугой и по каким параметрам она строится?
26. По каким параметрам в AutoCAD выполняется построение многоугольников?
27. Какие типы штриховки имеются в AutoCAD, в чем их отличия?
28. Что понимается под «ассоциативностью» штриховки?
29. Как указывается область для штрихования?
30. Какие параметры штрихования можно задавать в AutoCAD?
31. Какие способы построения окружностей и дуг предлагает AutoCAD?
32. Какие способы построения окружностей предусмотрены в AutoCAD?
33. Какие способы построения дуги предусмотрены в AutoCAD, как они активируются?
34. Как выполняется построение кольца в AutoCAD, чем оно отличается от ок-

- ружности?
35. Для чего используют слои в AutoCAD?
 36. Что понимается под определением слоя?
 37. Какие операции можно выполнять со слоями?
 38. Какой слой нельзя удалить?
 39. Какие виды текста можно выполнять в AutoCAD, какие команды для этого используются?
 40. Что необходимо указывать при выполнении однострочного текста?
 41. Для чего используют текстовые стили и как они создаются?
 42. Какие действия можно выполнять со слоями?
 43. Какие способы выравнивания текста предусмотрены в AutoCAD и как при этом размещается текст?
 44. Как осуществляется управление высотой символов при выполнении текстовых надписей в AutoCAD?
 45. Какие команды редактирования имеются в AutoCAD и для чего они используются?
 46. Какие способы выбора объектов для редактирования применяются в AutoCAD?
 47. Какие команды позволяют копировать объекты в AutoCAD?
 48. Какие виды массивов элементов чертежа можно построить в AutoCAD?
 49. Каков порядок построения зеркальной копии объекта?
 50. Какие параметры необходимо задавать при построении круговых и прямоугольных массивов?
 51. Что указывается при выполнении поворота объекта?
 52. Как редактируются содержание и свойства текстовых надписей?
 53. Для чего предназначена и как работает команда «Обрезать»?
 54. Что понимается под «блоком» в AutoCAD, для чего их применяют и в чем преимущества выполнения чертежей с помощью блоков?
 55. Какие команды AutoCAD создают блоки, в чем их отличия?
 56. Что необходимо указывать при определении блока?
 57. Что понимается под переопределением блока, в каких случаях оно используется?
 58. Что понимается под атрибутом блока и для чего их применяют?
 59. Каков порядок создания атрибута и что входит в его определение?
 60. Как выполняется редактирование атрибутов до и после их включения в блок?
 61. Как и для чего выполняется экспорт атрибутов?
 62. Какая информация хранится в файле-шаблоне для экспорта атрибутов, в каком формате она должна быть записана?
 63. Как управляется видимость атрибутов в AutoCAD?
 64. Для чего выполняют расчет установившегося режима электрической сети и что с помощью его определяют?
 65. Как составляются узловые и контурные уравнения для электрической сети?
 66. Что такое матрицы инцидентий и как они составляются?
 67. Чем определяется размерность матриц инцидентий?
 68. Как классифицируются методы решения систем линейных алгебраических

- уравнений?
69. В чем отличие «точных» методов расчета от «приближенных»?
 70. Какие методы расчета систем линейных уравнений относятся к прямым, а какие к приближенным?
 71. Чем обусловлена точность расчета при использовании прямых методов ?
 72. До каких пор необходимо выполнять вычисления при использовании итерационных методов?
 73. Что понимается под сходимостью итерационного процесса?
 74. От чего зависит количество итераций в приближенных методах расчета систем уравнений?
 75. Поясните алгоритм вычислений неизвестных системы уравнений по методу Гаусса?
 76. Поясните алгоритм вычислений неизвестных системы уравнений по методу простой итерации?
 77. В чем отличие метода Зейделя от метода простой итерации?
 78. Как формулируется критерий сходимости итерационного процесса?
 79. Какие расчеты позволяет выполнять программа МУСТАНГ?
 80. Какие исходные данные требует МУСТАНГ для выполнения расчетов?
 81. Какова последовательность подготовки данных и выполнения расчетов в пакете МУСТАНГ?
 82. Как кодируется генераторный и нагрузочный узлы в МУСТАНГ?
 83. Как задается значение коэффициента трансформации для трансформаторной ветви в МУСТАНГ?
 84. Каково назначение и возможности программы ТКЗ-3000?
 85. Какие исходные данные требует программа ТКЗ-3000 для выполнения расчетов?
 86. Каков порядок составления схем замещения для ТКЗ-3000 и их ввода в программу?
 87. Для чего в ТКЗ-3000 выполняется контроль сети и в чем он заключается?
 88. Как кодируются типы ветвей схемы замещения в ТКЗ-3000?
 89. В каких форматах может программа ТКЗ-3000 представлять результаты расчетов?
 90. Как формируется задание на расчет токов КЗ в ТКЗ-3000?

8. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Электроэнергетические системы	Кафедра «Электроснабжение»		
Электромагнитные переходные процессы	Кафедра «Электроснабжение»		