

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
«ГГТУ им. П.О. Сухого»  
\_\_\_\_\_ А.В.Сычев  
(подпись)

"28" 06 2019 г.  
(дата утверждения)

Регистрационный № УДз-55-76/уч

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И САПР В ЭНЕРГЕТИКЕ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 03 "Электроснабжение"

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-43 01 03-2019 и учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» регистрационный номер: № I 43-1-32/уч от 17.02.2016.

**СОСТАВИЛИ:**

А.В. Сычев, доцент кафедры "Электроснабжение", кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В.И. Токочаков, доцент кафедры «Информационные технологии», к.т.н., доцент;

В.В. Петренко, начальник производственной лаборатории диагностики энергооборудования и качества электроэнергии филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 13 от 05.06.2019); Удэ-05-81/уч

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 06.06.2019); УДз-104-18/у

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019).

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Программное обеспечение и САПР в энергетике» разработана в соответствии с образовательными стандартами высшего образования первой степени по специальностям 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» ОСВО-1-43 01 03-2019 и учебным планом этой специальности.

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

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов построения и структуры САПР, видов обеспечения САПР;
- изучение способов построения графических объектов и выполнения схем и чертежей в современных 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 современным программным обеспечением, используемыми для автоматизированного проектирования, моделирования и выполнения расчетов параметров электрических сетей и систем электроснабжения;
- 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 «Передача и распределение электрической энергии».

Учебная программа разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» ОСВО-1-43 01 03-2013;

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- современные прикладные компьютерные программы, используемые для выполнения расчетов и моделирования электрических сетей, современные программы машинной графики, их возможности и основные приемы работы с ними (графические примитивы, основные команды рисования, режимы объектной привязки, команды редактирования графических примитивов, комплексные объекты, общие положения о проставлении размеров, обмен данными графических изображений);

*уметь*:

- использовать современную вычислительную технику и прикладные программы для решения задач выполнения расчетов и проектирования электрических сетей;
- вычерчивать электрические схемы электрических сетей и систем электроснабжения;
- 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 следующих групп компетенций*:

*академические и социально-личностные:*

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

*профессиональные компетенции*

для специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»

- ПК-17. Разрабатывать проектную документацию силового и осветительного оборудования и систем электроснабжения, в составе группы специалистов или самостоятельно.

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 76 часов, в том числе аудиторных занятий:

заочная формы (сокращенный срок обучения) – 8 часов

Трудоемкость учебной дисциплины – 2 зачетные единицы.

Виды занятий и формы контроля	Заочная форма (сокращенный срок)
Курс	2
Семестр	3,4
Всего, час	86
Самостоятельная работа, час	48
аудиторные занятия, час, из них	8
Лекции, час	4
Практические занятия, час	-
Лабораторные занятия, час	4
Зачет (семестр)	4
Курсовая работа (семестр)	-

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 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.

#### 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: 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.

Раздел 2. Применение промышленных программ для 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.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(Заочная форма получения образования, сокращенный срок обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятий; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Кол-во часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	Модуль 1. Общие сведения о САПР. Работа в САПР AutoCAD							
1.	Системы автоматизированного проектирования в энергетике. 1. САПР как средство ускорения и оптимизации решений при проектировании. 2. Основные цели и задачи САПР. 3. Функциональная структура САПР и ее подсистемы. 4. Виды обеспечения САПР.	-			-		4	Зачет
	САПР AutoCAD - основные понятия, приемы и организация работы. 1. Интерфейс AutoCAD, команды и режимы работы. 2. Настройка рабочих параметров AutoCAD. 3. Вызов команд. 4. Виды и способы задания координат. 5. Управление выводом на печать.	1			-		4	Зачет
2.	Построение объектов в AutoCAD. 1. Построение линий и криволинейных объектов, штрихование. 2. Выполнение надписей, работа с текстовыми стилями.	1			1		4	Зачет
3.	Слои, цвета и типы линий. 1. Организация работы со слоями: создание, настройка и управление. 2. Управление цветом и типами линий.	1			1		4	Зачет



Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятий; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Кол-во часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
4.	Методы редактирования объектов. 1. Выбор объектов для редактирования. 2. Редактирование свойств объектов. 3. Редактирование объектов. 4. Работа с именованными объектами.	1			1		6	Зачет
5.	Блоки, атрибуты и внешние ссылки. 1. Создание, управление и переопределение блоков. 2. Работа с атрибутами: создание и связывание с блоками, редактирование и экспорт данных. 3. Работа с внешними ссылками.	-			1		6	Зачет
	Модуль 2. Применение промышленных программ для решения задач проектирования в энергетике							
6.	Расчеты установившихся режимов электрических сетей. 1. Техническая и математическая постановка задачи расчета установившегося режима. 2. Элементы теории графов. 3. Математическая модель электрической сети. 4. Методы решения установившегося режима.	-					6	Зачет
7.	Расчет установившихся режимов электрических сетей в программе МУСТАНГ. 1. Общая характеристика и возможности программы. 2. Ввод информации и исходные данные. 3. Программные модули программы: подготовки данных, обработки результатов расчета, работы с файлами.	-					6	Зачет
	Итого:	4			4		68	

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Основная литература

1. Аветисян Д.А. Автоматизация проектирования электрических систем. – М.: Высш. шк., 1998. - 331 с., ил.
2. Заикина, В.И. Основы автоматизированного проектирования в машиностроении: практикум: учебное пособие / В.И. Заикина. – Минск: Выш. Шк., 2008. – 247 с.: ил. Юсупова М.Ф. Черчение в системе AutoCAD 2002: Учебное пособие для студентов ВУЗов. –К.: Алерта, 2003. – 328 с.: ил.

### 4.2. Дополнительная литература

3. Сычев, 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. Сычев. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2008. – 117 с.
4. Полещук Н.Н., Савельева В.А. Самоучитель AutoCAD 2004. –СПб.: БХВ-Петербург, 2003. –640 с.
5. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики: Учебник для вузов/ Под ред. В.А. Венникова. – М.: Высшая школа, 1981.

### 4.3. Учебно-методические комплексы

6. Сычев, 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. Сычев. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1455>

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

7. Сычев, 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. Сычев, Д. И. Зализный – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2008. – 83 с.
8. Презентации к лекционным занятиям в PowerPoint.
9. Программа AutoCAD.
10. Программа MathCAD
11. Программа Mustang

## 5. СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для оценки учебных достижений студента рекомендуется использовать электронный учебный курс «Основы САПР в энергетике», размещенный на учебном портале университета [www.edu.gstu.by](http://www.edu.gstu.by) на базе LMS Moodle, и содержащий следующие средства диагностики:

- интерактивные лекции с контролем самостоятельного изучения в виде промежуточных тестов по отдельным вопросам лекции;
- общий тест по теме лекционного занятия;
- индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ;
- тесты для защиты лабораторных работ;
- две контрольные работы в форме тестов по двум разделам 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.

## 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.

## 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 активизируются?
34. Как выполняется построение кольца в AutoCAD, чем оно отличается от окружности?
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?

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого

## 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)
Передача и распределение электрической энергии	Электроснабжение		