

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем
управления

/А.В. Бурковский/

28

марта



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизированное проектирование электрических машин»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электромеханика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Автор программы

**И.о. заведующего кафедрой
Электромеханических
систем и электроснабжения**

Руководитель ОПОП

А.В. Тикунов
Т.Е. Черных

В.П. Шелякин

А.В. Тикунов

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области автоматизированного проектирования электрических машин.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Ознакомление обучающихся с основными программными средствами, используемыми на различных этапах проектирования и конструирования электрических машин.

Получение практических навыков использования систем автоматизированного проектирования при решении задач проектирования и конструирования электрических машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Автоматизированное проектирование электрических машин» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Автоматизированное проектирование электрических машин» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы с использованием современных методов сбора и анализа данных и современных программно-аппаратных комплексов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать средства и способы автоматизации процесса проектирования электрических машин
	Уметь применять системы автоматизированного проектирования и отдельные программные продукты для решения задач проектирования и конструирования электрических машин
	Владеть практическими навыками использования современных информационных технологий и средств автоматизации процесса проектирования в своей профессиональной сфере деятельности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Автоматизированное проектирование электрических машин» составляет 4 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в автоматизированное проектирование.	Информация. Виды информационных технологий и систем. Нисходящее и восходящее проектирование. Определение систем автоматизированного проектирования САПР.	6		10	16
2	Системы автоматизированного проектирования	Современные методы проектирования ЭМУ. Автоматизация проектирования электрических машин. Роль и задачи САПР при создании систем автоматизации производственных процессов. Тенденции развития САПР. Структура САПР. Основные принципы построения САПР.	6	4	12	22
3	Использование САПР при проектировании электромеханических преобразователей (ЭМП)	Задачи анализа математического описания. Постановки и подходы к решению задач анализа и синтеза электромеханических преобразователей. Этап автоматизации расчетного проектирования ЭМУ. Этап моделирования и оптимизации при помощи САПР	12	18	25	55
4	Использование САПР при конструировании ЭМП	Этап проработки конструкции. Этап подготовки конструкторской документации. Технологическое проектирование	12	14	25	51
Итого			36	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

- Использование математических САПР для предварительных расчётов геометрии электрических машин
- Использование САПР для подготовки чертежей деталей
- Использование САПР для построения схем обмоток
- Использование информационных технологий для построения характеристик электрических машин
- Автоматизация процессов конструкторского и технологического проектирование электрических машин:
 - Построение схемы обмотки якоря двигателя постоянного тока;
 - Построение трехмерной модели якоря двигателя постоянного тока;
 - Построение трехмерной модели полюсов двигателя постоянного тока;
 - Построение трехмерных моделей деталей корпуса двигателя постоянного тока;
 - Построение трехмерной модели машины постоянного тока.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать средства и способы автоматизации процесса проектирования электрических машин	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять системы автоматизированного проектирования и отдельные программные продукты для решения задач проектирования и	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	конструирования электрических машин			
	Владеть практическими навыками использования современных информационных технологий и средств автоматизации процесса проектирования в своей профессиональной сфере деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать средства и способы автоматизации процесса проектирования электрических машин	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять системы автоматизированного проектирования и отдельные программные продукты для решения задач проектирования и конструирования электрических машин	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть практическими навыками использования современных информационных технологий и средств автоматизации процесса проектирования в своей профессиональной сфере деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

– Информацию, достаточную для решения поставленной задачи, называют

- А. полезной
- Б. актуальной
- В. полной
- Г. достоверной

Д. понятной

– **Программное обеспечение делится на:**

А. системное, прикладное и инструментальное

Б. системное, прикладное и специальное

В. системное, специальное и проблемно-ориентированное

нет правильного варианта ответа

Информационный продукт это

А. компьютерная программа записанная на каком-либо носителе

Б. совокупность данных, сформированная производителем для распространения в вещественной или невещественной форме.

В. совокупность сведений об объекте, явлении или процессе, уменьшающие степень неопределенности знаний.

Какого вида информационных систем не существует:

А. ручные

Б. автоматизированные

В. автоматические

Г. механические

Представление информации во внутренней памяти персонального компьютера

А. непрерывно

Б. дискретно

В. частично дискретно, частично непрерывно

Г. информация представлена в виде таблицы

Д. информация представлена в виде символов и графиков

По стабильности информация классифицируется на:

А. Переменную и постоянную информацию

Б. Текстовую, графическую и звуковую

В. Входную, внутреннюю, внешнюю и выходную информацию

Автоматизированная обработка информации возможна...

А. при наличии строгих формальных правил ее обработки

Б. без формальных правил преобразования и обработки информации

В. при условии, что все знаки и символы будут представлены в одном шрифтом

Г. только в том случае, если информацию можно представить в виде аналогового сигнала

Д. невозможна в принципе

По способу отображения информацию подразделяют на:

А. Текстовую, графическую и звуковую

Б. Входную, внутреннюю, внешнюю и выходную информацию

В. Текстовую, видео и аудио- и графическую

Информация по месту возникновения подразделяется на

А. Входную, внутреннюю, внешнюю и выходную информацию

Б. Текстовую, графическую и звуковую

В. Переменную и постоянную информацию

Инструментальное программное обеспечение предназначено:

А. Для автоматизированного проектирования.

Б. Для разработки программных продуктов различного уровня.

В. Для автоматизированного построения машиностроительных чертежей.

Г. Нет правильного ответа.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

• При помощи ресурса www1.fips.ru мы можем осуществить

А. патентный поиск по объекту проектирования

Б. поверочный расчет любого электродвигателя

В. произвести выбор материалов для изготовления отдельных частей электрической машины.

- SMath Studio позволяет

А. работать с формулами, числами, текстом и графиками

Б. позволяет работать с формулами и числами

В. Позволяет осуществлять оформление РПЗ по объекту проектирования

- Какие графические примитивы используются в AutoCAD?

А. Точка, отрезок, окружность, дуга, текст, полилиния.

Б. Точка, полилиния, полигон, окружность.

В. Точка, линия, ломаная линия, полигон, полилиния, окружность, дуга, текст. - Кривая Безье, бета-сплайн.

- Цель САПР?

А. Повышение качества и технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции, увеличение затрат на их создание и эксплуатацию, уменьшения трудоемкости проектирования и повышения качества проектируемой документации, повышения эффективности объектов проектирования.

Б. Уменьшение затрат, сокращение сроков выполнения, увеличение трудоемкости, повышение технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции.

В. Повышение качества и технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции, повышения эффективности объектов проектирования, уменьшения затрат на их создание и эксплуатацию, сокращения сроков, уменьшения трудоемкости проектирования и повышения качества проектируемой документации.

Г. Уменьшение затрат, увеличение сроков выполнения, увеличение трудоемкости, повышение технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции.

- Поверочный расчет электродвигателя можно реализовать при помощи программы:

А. Компас-График

Б. SMath Studio

В. NanoCAD

• Рассчитать рабочие характеристики электрической машины можно при помощи программы:

А. SMath Studio

Б. Компас-График

В. AutoCAD

• Построить графики рабочих характеристик электрической машины можно при помощи программы:

А. SMath Studio

Б. Компас-График

В. оба варианта правильные

• Для построения схемы обмотки электрической машины можно использовать программу:

А. SMath Studio

Б. Компас-График

В. MS Excel

- Система конечно-элементного анализа Elmer позволяет

А. Осуществлять прочностные расчеты элементов электрических машин

Б. Осуществлять автоматизацию расчетов электрических машин

В. Осуществлять разработку графической документации по объекту проектирования

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

• При помощи программы Компас-График разработайте спецификацию к сборочному чертежу двигателя постоянного тока общепромышленного применения (по варианту).

• При помощи программы Компас-График постройте чертеж листа якоря двигателя постоянного тока (согласно варианту).

- При помощи программы Компас-График постройте чертеж листа главного полюса машины постоянного тока (по варианту).
- При помощи программы Компас-График постройте чертеж листа магнитопровода статора асинхронного двигателя (согласно варианта).
- При помощи программы Компас-График постройте чертеж листа магнитопровода статора асинхронного двигателя (согласно варианта).
- При помощи программы Компас-График постройте чертеж вала электродвигателя двигателя (согласно варианта).
- При помощи программы Компас-График постройте рабочие характеристики двигателя постоянного тока (согласно варианта).
- При помощи программы SmathStudio постройте рабочие характеристики двигателя постоянного тока (согласно варианта).
- При помощи программы Компас-График постройте схему обмотки якоря машины постоянного тока (согласно варианта).
- При помощи программы Компас-График постройте схему обмотки статора асинхронного двигателя (согласно варианта).

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Информация. Классификация информации.

Информационные технологии: виды, назначение.

Информационные системы: виды назначение.

Информационные технологии автоматизированного проектирования.

Этапы развития технологии проектирования электрических машин.

Стандартные стадии ручного а автоматизированного проектирования.

Виды типовых процедур и операций обработки информации.

Структура систем автоматизированного проектирования.

Техническое обеспечение САПР.

Классификация программного обеспечения САПР.

Системное программное обеспечение.

Универсальное прикладное программное обеспечение процесса проектирования электрических машин.

Процедурно-ориентированное прикладное программное обеспечение процесса проектирования электрических машин.

Проблемно-ориентированное прикладное программное обеспечение процесса проектирования электрических машин.

Объектно-ориентированное прикладное программное обеспечение процесса проектирования электрических машин.

Автоматизация процесса конструирования электрических машин.

Автоматизация процесса оптимизации электрических машин.

Автоматизация процесса разработки рабочей документации.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и практическую задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных

баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в автоматизированное проектирование.	ПК-1	Тест, контрольная работа, устный опрос
2	Системы автоматизированного проектирования	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, устный опрос
3	Использование САПР при проектировании электромеханических преобразователей (ЭМП)	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, устный опрос
4	Использование САПР при конструировании ЭМП	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, устный опрос

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Бурковская, Т.А. САПР и информационные технологии : Учеб. пособие. / Т.А. Бурковская, А.В. Тикунов, Д.А. Снегирев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Воронеж : Научная книга, 2008. - 120 с. - (Учебная серия "Открытое образование").

Белозоров С.А. Использование информационных технологий при проектировании и конструировании электрических машин: лабораторный практикум. Белозоров С.А., Тикунов А.В.; Черных Т.Е. Учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. электромеханических систем и электроснабжения. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 112 с.

Методические указания к лабораторной работе «Построение трехмерных сборок» по дисциплинам «Проектирование электрических машин» для бакалавров направления 140400 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Электромеханика»). ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Тикунов, С.А. Белозоров, Т.Е. Черных. Воронеж, 2014. 21 с.

Методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию по дисциплине «Проектирование электрических машин» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Электромеханика») очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Т.Е. Черных, А.В. Тикунов. Воронеж: Изд-во ВГТУ. 2020, 32 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader
- Internet explorer;
- SMath Studio.
- Компас-График LT;

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>

– Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

– <http://window.edu.ru>

– <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

URL: <http://docs.cntd.ru>

– Единая система конструкторской документации. URL: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii

– Федеральный институт промышленной собственности.

Информационно-поисковая система. URL: www1.fips.ru

– Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru

– Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

– Каталог электротехнического оборудования. URL: <https://electro.mashinform.ru;>

– Справочник обмотчика асинхронных электродвигателей. URL: <http://sprav.dvigatel.org;>

– Электродвигатели. <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

– **Специализированная лекционная аудитория**, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

– **Дисплейный класс**, оснащенный программным обеспечением для проведения лабораторного практикума.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Автоматизированное проектирование электрических машин» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо

	сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--