

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ  
ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН  
В СИСТЕМІ АВТОМАТИЗОВАНОГО  
ПРОЕКТУВАННЯ**

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання  
для студентів заочної форми навчання

Харків 2014

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН В СИСТЕМІ  
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання  
для студентів заочної форми навчання  
спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати»

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою НТУ «ХПІ»,  
протокол № від

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2014

## ВСТУП

Дисципліна «Технологічне проектування електричних машин в системі автоматизованого проектування» вивчає питання розробки створення, функціонування та удосконалювання систем автоматизованого проектування (САПР) технологічних процесів виготовлення електричних машин.

Основним завданням та метою викладання дисципліни є підготовка висококваліфікованих фахівців зі знаннями систем автоматизованого проектування електричних машин і практичними навичками використання цих систем при технологічному проектуванні електричних машин.

Методичною основою дисципліни є комплексне вивчення діючих систем автоматизованого проектування електричних машин і їхніх елементів, останніх досягнень в галузі розробки технологічних процесів виготовлення електричних машин, обчислювальної техніки і програмного забезпечення, а також чинних стандартів з розробки та створення систем автоматизованого проектування електричних машин.

Вивчення навчальної дисципліни базується на знаннях з вищої математики, інженерної графіки, фізики, теоретичних основ електротехніки, електричних машин, технології машинобудування, проектування, конструювання та виробництва електричних машин.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати: основні тенденції розвитку проектування технологічних процесів електричних машин; класифікацію, властивості, структуру, основні елементи САПР електричних машин та їх призначення; порядок і принципи розробки, упровадження САПР електричних машин; принципи функціонування технологічної підготовки виробництва в умовах САПР, методи автоматизованого технологічного проектування електричних машин; сучасні методи і засоби формування проектної документації, принципи та методи обробки конструкції електричної машини та її елементів на технологічність, принципи розробки технологічних процесів виробництва електричних

машин в САПР, принципи вибору та застосування технологічного оснащення при технологічному проектуванні електричних машин в САПР.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен вміти використовувати різноманітні методи оптимізації в процесі технологічного проектування; застосовувати комплекси стандартів з Єдиних систем при технологічному проектуванні електричних машин в САПР, розробляти і створювати технологічні документи, що використовуються при виробництві електричних машин, проводити якісну та кількісну оцінку конструкції електричної машини та її складових одиниць, обирати заготовки для виготовлення деталей електричних машин, вибрати технологічне оснащення при технологічному проектуванні електричних машин в САПР.

Вивчення дисципліни «Технологічне проектування електричних машин в системі автоматизованого проектування» студентами заочної форми навчання відбувається під час самостійної роботи. Студент повинен скласти конспект за вивченим матеріалом та відповісти на контрольні запитання. Після вивчення відповідних розділів дисципліни рекомендується виконувати контрольне завдання.

Це методичне видання містить в собі програму курсу «Технологічне проектування електричних машин в системі автоматизованого проектування», контрольні питання за розділами курсу, методичні вказівки для виконання контрольних завдань, а також перелік джерел інформації, необхідних для вивчення дисципліни.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

За навчальним планом дисципліна «Технологічне проектування електричних машин в системі автоматизованого проектування» вивчається в 8 семестрі на четвертому курсі. Навчальним планом передбачено 4,69 кредити загального обсягу, що становить 12 навчальних години, що складається з 4 годин лекційних занять та 8 годин лабораторних занять, та 157 годин самостійної роботи для виконання контрольного завдання та підготовки до екзамену.

## 2 ТИПОВА ПРОГРАМА ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

### **Розділ 1. Комплекси стандартів з Єдиних систем – основа технологічного проектування в САПР**

Процес проектування, його розвиток та автоматизація. Функціональний, конструкторський та технологічний аспекти проектування. Ручне та автоматизоване проектування. Історичні етапи розвитку проектування. Різновиди САПР за галуззю застосування, за призначенням, за характером базової підсистеми.

САПР, її побудова та структура функціонування в умовах виробництва. Функціональні елементи САПР на виробництві: людина, організаційні заходи, програмно-технічні засоби, процеси проектування. Принципи побудови САПР. Принципи побудови та структура САПР технологічних процесів.

Застосування Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) в САПР. Призначення комплексу стандартів ЄСКД. Види предметів виробництва. Види конструкторської документації. Стадії розробки конструкторської документації.

Застосування Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД) в САПР. Призначення комплексу стандартів ЄСТД. Стадії розробки технологічної документації. Види технологічних документів. Особливості складання форм технологічних документів. Формування комплектів документів на технологічні процеси.

Застосування Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ) в САПР. Призначення комплексу стандартів ЄСТПВ. Складові технічної підготовки виробництва. Структура технологічної підготовки виробництва. Елементи виробничого процесу. Класифікація виробництв та організація технологічного процесу.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які принципи побудови САПР застосовуються на сучасному виробництві електричних машин?
2. Які існують різновиди САПР та галузі їх застосування за видами

промисловості?

3. Яка структура САПР існує на сучасному виробництві електричних машин?

4. Які види проектування застосовуються при виробництві електричних машин?

5. Яке місце посідає технологічне проектування в САПР електричних машин?

6. Які функції виконує ЄСКД в САПР на виробництві?

7. Які види предметів виробництва існують за ЄСКД?

8. Які види конструкторської документації застосовуються в САПР на виробництві?

9. Які стадії розробки конструкторської документації існують за ЄСКД?

10. Які функції виконує ЄСТД в САПР на виробництві?

11. Які стадії розробки технологічної документації існують за ЄСКД?

12. Які види технологічної документації застосовуються в САПР на виробництві?

13. Які особливості має побудування форм та написання технологічних документів при застосуванні САПР на виробництві?

14. Як класифікуються технологічні документи за призначенням за ЄСКД?

15. Як класифікуються технологічні документи за застосуванням в комплекті документів за ЄСКД?

16. За якими принципами формуються комплекти технологічних документів при застосуванні САПР на виробництві?

17. Як формується комплект документів на типовий технологічний процес при застосуванні САПР на виробництві?

18. Як формується комплект документів на груповий технологічний процес при застосуванні САПР на виробництві?

19. Як формується комплект документів на одиничний технологічний процес при застосуванні САПР на виробництві?

20. Як формується комплект документів на стандартний технологічний процес при застосуванні САПР на виробництві?
21. Які функції виконує ЄСТПВ в САПР на виробництві?
22. Які складові має виробничий процес?
23. Які складові має технологічний процес?
24. Які складові має технологічна операція?
25. Як класифікується виробництво за видами за ЄСТПВ?
26. Як класифікується виробництво за типами за ЄСТПВ? Коефіцієнт закріплення операцій.
27. Як класифікується виробництво за призначенням за ЄСТПВ?
28. Які принципи застосування маршрутного описання технологічного процесу?
29. Які принципи застосування операційного описання технологічного процесу?
30. Які принципи застосування маршрутно-операційного описання технологічного процесу?

## **Розділ 2. Функціонування технологічної підготовки виробництва в САПР.**

Визначення технологічності конструкції виробу (ТКВ). Класифікація ТКВ. Види оцінки ТКВ. Показники ТКВ. Порядок обробки конструкції виробу на технологічність. Технологічність конструкції деталей в залежності від методу виготовлення. Технологічність конструкції з'єднання. Технологічність конструкції складальної одиниці. ТКВ при монтажі. ТКВ при контролюванні та випробуваннях. ТКВ при експлуатації. ТКВ при ремонті.

Вибір та підготування заготовок.

Принципи розробки типових технологічних процесів в САПР електричних машин. Принципи розробки групових технологічних процесів в САПР електричних машин.

Вибір та проектування засобів технологічного оснащення. Стандартизація технологічного оснащення. Уніфікація та агрегування техноло-

гічного оснащення. Правила вибору та вимоги до вибору технологічного обладнання. Правила вибору та вимоги до вибору технологічного устаткування.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що входить до інформаційного забезпечення технологічної підготовки виробництва в САПР?
2. Який порядок технологічної підготовки виробництва в САПР?
3. Які функції виконує технологічна підготовка виробництва в САПР?
4. Як проводиться оцінка технологічності конструкції електричної машини на початку технологічного проектування в САПР?
5. Як класифікується технологічність конструкції виробів за видами витрат?
6. Як класифікується технологічність конструкції виробів за галузями виявлення?
7. Як проводиться якісна оцінка технологічності конструкції електричної машини?
8. Як проводиться кількісна оцінка технологічності конструкції електричної машини?
9. За якими показниками оцінюється технологічна раціональність конструкції електричної машини?
10. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції деталей, що отримують листовим штампуванням?
11. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції деталей, що отримують об'ємним штампуванням?
12. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції металевих деталей, що отримують литтям?
13. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції пластмасових деталей, що отримують литтям?



14. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції деталей, що отримують при механічній обробці?
15. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції зварних з'єднань?
16. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції паяних з'єднань?
17. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції клейових з'єднань?
18. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції роз'ємних з'єднань?
19. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції складальних одиниць?
20. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції електричної машини при контролі та випробуваннях?
21. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка ремонтної технологічності конструкції електричної машини?
22. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції електричної машин при експлуатації.
23. За якими ознаками проводиться якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції електричної машин при монтажі?
24. За якими правилами вибираються та підготовлюються заготовки для деталей електричних машин?
25. В яких випадках застосовується директивна документація при виробництві електричних машин?
26. В якому разі застосовуються «типові представники» при розробці технологічних процесів в САПР?
27. Як класифікуються та що вимагається від засобів технологічного оснащення на виробництві?
28. Як класифікуються та що вимагається від засобів технологічного обладнання на виробництві?
29. Як класифікуються та що вимагається від засобів технологічного

устаткування на виробництві?

30. Як класифікуються та що вимагається від інструментів і засобів контролю на виробництві?

#### 4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Контрольне завдання охоплює всі розділи дисципліни та складається з трьох контрольних запитань, на які потрібно надати письмові відповіді.

Завдання складається з контрольних запитань, які відповідають варіантам контрольного завдання (табл. 1). Номер варіанта видається студенту індивідуально на настановних заняттях під час сесії. Контрольне завдання зараховується після співбесіди з викладачем.

Таблиця 1 – Розподіл запитань за варіантами

Номер варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номер запитання з розділу 1	11	14, 25	6, 13	9, 19	3	5, 15	26	2, 30	8	28
Номер запитання з розділу 2	2, 30	10	16	13	15, 25	5	6, 20	12	3, 18	21, 24
Номер варіанту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Номер запитання з розділу 1	18	29	17	7, 27	12	1, 23	4	10, 24	16, 21	20, 22
Номер запитання з розділу 2	8, 27	1, 17	7, 26	11	9, 28	14	4, 29	22	23	19

Під час виконання контрольного завдання рекомендується користуватися джерелами інформації [1–7] або іншими, знайденими самостійно, які обов'язково привести наприкінці контрольної роботи.

Письмові відповіді на контрольні запитання повинні відображати сутність питання, визначення термінів та понять за сутністю запитання, при необхідності містити пояснювальні рисунки.

Контрольне завдання повинно бути оформлене ручним або машин-

ним способом у відповідності до вимог стандартів [8].

Додаткову інформацію щодо вивчення дисципліни «Технологічне проектування електричних машин в САПР» можна отримати за посиланням [9].

#### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Геминтерн В. И. Системы автоматизированного проектирования электрических машин / В. И. Геминтерн, А. М. Нахамкин, Е. В. Радина. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
2. Технология машиностроения. В 2-х т. Т. 1. Основы технологии машиностроения [Текст] / Под общ. ред. А. М. Дальского. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.
3. Заблодський М. М. Системи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв: Навч. посіб. / М.М. Заблодський, В. Є. Плюгін. – Алчевськ: ДонНТУ, 2012.
4. Юхимчук В. Д. Технологія виробництва електричних машин: підручник / В. Д. Юхиимчук. – Х.: Тім Пабліш Груп, 2014.
5. Планирование технологической подготовки производства новых изделий [Текст] / Прилипко С. И. – К. : Тэхника, 1991.
6. Комплексная система подготовки и организации производства на серийном предприятии [Текст] : научн.-техн. изд. / В. А. Богуслаев, В. И. Омельченко. – Днепропетровск : Січ, 1993.
7. Кондактов А.И. САПР технологических процессов / А.И. Кондактов. – Издательский центр «Академия», 2007
8. СТВУЗ-ХПІ-3.01-2010. Оформление текстовых документов.
9. Домашня сторінка кафедри «Електричні машини» НТУ «ХПІ». – Режим доступу: <http://www.kpi.kharkiv.edu/kem/>.

**Технологічне проектування електричних машин в системі автоматизованого проектування:** Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів заочної форми навчання спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати» / Уклад. О.Ю. Юр'єва, А.В. Єгоров. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. - 12 с.

Укладачі:            О. Ю. ЮР'ЄВА  
                              А. В. ЄГОРОВ

Рецензент            В. Ф. Болух

Кафедра електричних машин

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН В СИСТЕМІ  
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання  
для студентів заочної форми навчання  
спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати»

Укладачі: ЮР'ЄВА Олена Юріївна  
ЄГОРОВ Андрій Володимирович

Відповідальний за випуск В.І.Мілих  
Роботу до друку рекомендував В.Т.Долбня  
В авторській редакції

План 2014 р. п.

Підписано до друку 00.00.14.    Формат 60x84<sup>1/16</sup>.    Папір офсетний.  
Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman.    Ум. друк. арк.    .  
Наклад – 50 прим.    Зам. №    .    Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХП»  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Друкарня НТУ "ХП", 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21