

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис) Сергій ПАСІЧНИК
(ім'я та прізвище)

« 25 » серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ
АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»

Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»

Форма навчання: денна


Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Розробник:

к.т.н., доцент Немшилов Ю.О., доцент кафедри Систем управління літальних апаратів

«23» серпня 2023 р.

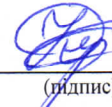


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “ 25 ” серпня 2023 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ

(ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---|
| Найменування показника | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання) | |
| Кількість кредитів – 4 | Галузь знань: 27 «Транспорт» Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт» Освітня програма «Інтелектуальні транспортні системи» Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) | Обов'язкова дисципліна | |
| Кількість модулів – 2 | | Навчальний рік | |
| Кількість змістовних модулів – 2 | | 2023-2024 | |
| Індивідуальне завдання: розрахункова робота | | Семестр | |
| Загальна кількість годин <i>кількість годин аудиторних занять</i> */ загальна кількість годин 56 / 120 | | 6-й | |
| | | Лекції* | |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: | | 24 години | |
| | | Практичні, семінарські* | |
| Семестр 6 | | – | – |
| Аудиторних – 3,5 год. | | Лабораторні* | |
| Самост. роботи – 4 год. | 32 години | | |
| | Самостійна робота | | |
| | 64 година | | |
| | Вид контролю | | |
| | залік | | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

56 / 64.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – формування у здобувачів знань і умінь, необхідних для розробки систем управління об'єктами авіаційного транспорту, в тому числі літаками різних типів.

Предметом вивчення дисципліни є теоретичні основи, методи аналізу статичних і динамічних властивостей, принципи будови, особливості технічного виконання і характеристики систем управління літальними апаратами (ЛА).

Об'єктом вивчення є алгоритми функціонування і способи управління, структура типових контурів управління, динамічні властивості і характеристики точності систем управління літаками, а також методи їх технічної реалізації.

Завдання:

надання здобувачам знань про теоретичні основи, принципи будови, особливості технічного виконання та характеристики систем управління літаками; закони та способи керування, алгоритми функціонування, типові структури та динамічні властивості і характеристики точності систем управління об'єктами авіаційного транспорту, а також про методи їх технічної реалізації.

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК7. Здатність працювати автономно.
- ЗК8. Здатність працювати в команді.
- ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

- ФК1. Вміння використовувати базові знання основних національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актів в галузі систем аеронавігаційного обслуговування авіаційного транспорту метою постійного вдосконалювання своєї професійної діяльності.
- ФК2. Вміння використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем авіаційного транспорту.
- ФК3. Здатність реалізовувати та використовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби щодо збільшення точності та надійності систем управління та інших якостей ЛА.
- ФК6. Здатність розробляти з урахуванням безпечних умов використання, міцнісних, естетичних, ергономічних і економічних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.
- ФК10. Здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ФК11. Здатність застосовувати сучасні програмні засоби для розробки проектно-конструкторської та технологічної документації зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ФК17. Здатність застосовувати знання математики і фізики в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем і приладів авіаційної техніки.

ФК18. Здатність використовувати знання з основ електротехніки, електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань проектування систем і приладів авіаційної техніки.

ФК20. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань аналізу та синтезу систем управління об'єктами авіаційної техніки, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач проектування систем і приладів авіаційної техніки.

Програмні результати навчання

ПРН02. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та іноземною мовами усно і письмово.

ПРН 03 Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.

ПРН 08 Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

ПРН 10 Знати основні положення нормативно-правових та законодавчих актів України у сфері авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ПРН 11 Аналізувати побудову і функціонування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, елементів, фактори, що впливають на їхні характеристики та параметри.

ПРН 12 Визначати параметри об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірjuвального експерименту з оцінкою його результатів.

ПРН 15 Знати особливості та вміти розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.

ПРН 19 Здійснювати технічне діагностування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів, використовуючи ефективні засоби, відповідні технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи.

ПРН 20 Розробляти проектно-конструкторську та технологічну документацію зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів використовуючи спеціалізовані сучасні програмні засоби.

ПРН 25 Знати необхідні положення авіаційної метеорології та транспортної географії, вміти їх використовувати при проектуванні, експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті об'єктів авіаційного транспорту.

ПРН 26 Використовувати професійно-орієнтовані знання з математики, фізики, електротехніки, електроніки, обчислювальної техніки і програмування при проектуванні підсистем і приладів для об'єктів авіаційного транспорту.

ПРН 27 Виконувати аналіз і комп'ютерне моделювання підсистем і приладів

об'єктів авіаційної техніки, синтез систем управління та вибір технічних засобів їх реалізації, використовуючи професійний математичний апарат та комп'ютерно-інтегровані технології і відповідні програмні середовища

Результати навчання:

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен *знати:*

- загальні тактико-технічні вимоги до систем управління ЛА (СУ ЛА);
- основи теорії, принципи побудови і функціонування, особливості структурно-схемної реалізації і характеристики складових частин СУЛА;
- завдання, що вирішуються СУЛА, і їх вплив на стійкість і керованість літаків.

вміти:

- аналізувати закони і алгоритми управління літаками;
- досліджувати і аналізувати динамічні і характеристики точності систем управління літаками.

мати уявлення:

- про технічну реалізацію законів і алгоритмів функціонування систем управління
- про сучасну теорію систем управління літальними апаратами і перспективи їх розвитку.

Пререквізита:

Вища математика. Фізика. Електроніка і основи схемотехніки. Основи навігації (КР). Літальний апарат як об'єкт управління. Теорія автоматичного управління. Навігаційні прилади авіаційного транспорту. Приводи авіаційних систем. Математичні основи цифрових систем.

Кореквізита:

Основи розробки інтелектуальних транспортних систем. Мікроконтролери в системах управління.

Дисципліна забезпечує освітні компоненти «Експлуатація та обслуговування повітряних суден», «Атестаційний екзамен».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1

ВСТУП

Предмет, структура та задачі дисципліни; місце та роль дисципліни у навчальному плані; порядок її вивчення; організаційно – методичне забезпечення. Задачі, що вирішуються системами управління літаками. Види автоматизації пілотування літака. Типова структура СУ літака, зв'язок САК з зовнішніми системами.

РОЗДІЛ I. СИСТЕМИ ПОЛІПШЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА КЕРОВАНОСТІ ЛІТАКА

Тема 1. Загальні поняття про закони керування літаками та способи їх реалізації

Основні види СУ польотом літака. Поняття про закони керування та переда- точні функції САК. Типова структура сервопривода САК. Математичні моделі сервопривода з різними видами зворотніх зв'язків. Класифікація каналів автома- тичного управління, особливості їх апаратної реалізації.

Тема 2. Літак як об'єкт управління

Поняття про стійкість та керованість літака. Основні системи координат у динаміці польоту. Математичні моделі просторового руху літака.

Математичні моделі поздовжнього руху літака. Показники поздовжньої ке- рованості. Вимоги до пілотажних характеристик літака у поздовжньому русі.

Математичні моделі бокового руху літака. Передумови розділення повного бокового руху літака на ізольовані види руху. Моделі ізольованих видів бокового руху літака. Показники бокової керованості літака.

Тема 3. Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штур- вального управління

Демпфери тангажу. Автомати поздовжньої стійкості. Автомати поздовжньо- го керування.

Корекція передаточних чисел систем керування. Автоматична корекція ста- тичних характеристик поздовжньої керованості.

Демпфери крену та рискання, автомати флюгерної стійкості. Автомати по- ліпшення керованості по крену. Автомати перехресного зв'язку.

Модульний контроль.

Змістовний модуль №2

РОЗДІЛ II. СИСТЕМИ КУТОВОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ТРА- ЕКТОРІЄЮ РУХУ ЛІТАКА

Тема 4. Активні системи управління польотом літака

Поняття про активні системи управління польотом. Задачі, що вирішуються активними системами управління польотом. Типова структура активної СУЛ. Ке- рування нестійким літаком. Системи обмеження граничних режимів польоту.

Тема 5. Автоматичне управління кутом тангажу

Типові режими роботи автопілотів. Закони керування, реалізовані у СУЛ. Типова структура та закони керування автопілотів тангажу.

Динамічні та характеристики точності автопілотів тангажу. Типова структу- ра та закони управління перевантажувальних автопілотів.

Тема 6. Автоматичне управління кутами крену та рискання

Типова структура, закони керування, динамічні та характеристики точності автопілотів крену. Класифікація курсових автопілотів. Типова структура, закони керування, динамічні та характеристики точності курсових автопілотів перехрес- ної схеми.

Тема 7. Вертоліт як об'єкт управління

Істотні відзнаки від літака в конструктивних особливостях і притаманних тільки йому аеродинамічних і динамічних властивостей. Особливі відзнаки при малих швидкостях польоту і на режимах висіння, коли вертоліт не стійкий.

Закінчення. Сучасний стан та перспективи розвитку систем управління літаками.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

| Назва змістовного модуля і тем | Кількість годин | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----------|-----------|-----------|
| | Усього | У тому числі | | | |
| | | л | п | лаб. | с. р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Модуль 1 | | | | | |
| Змістовний модуль 1. Системи поліпшення стійкості та керованості літака | | | | | |
| Вступ до дисципліни «СУЛА» | 1 | 1 | – | – | – |
| Тема 1. Загальні поняття про закони керування літаками та способи їх реалізації | 12 | 4 | – | 4 | 4 |
| Тема 2. Літак як об'єкт управління | 20 | 4 | – | 6 | 10 |
| Тема 3. Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління | 16 | 4 | – | 4 | 8 |
| Модульний контроль. | 2 | – | – | – | 2 |
| Разом за змістовним модулем 1 | 50 | 12 | 0 | 14 | 24 |
| Модуль 2 | | | | | |
| Змістовний модуль 2. Системи кутової стабілізації та управління траєкторією руху літака | | | | | |
| Тема 4. Активні системи управління польотом літака | 12 | 2 | – | 4 | 6 |
| Тема 5. Автоматичне управління кутами тангажу | 14 | 2 | – | 4 | 8 |
| Тема 6. Автоматичне управління кутами крену та рискання | 14 | 2 | – | 4 | 8 |
| Тема 7. Вертоліт як об'єкт управління | 18 | 6 | – | 6 | 6 |
| Виконання розрахункової роботи | 10 | | | | 10 |
| Модульний контроль. | 2 | – | – | – | 2 |
| Разом за змістовним модулем 2 | 70 | 12 | 0 | 18 | 40 |
| Усього за модулями 1-2 (семестр 6) | 120 | 24 | 0 | 32 | 64 |
| Контрольний захід – семестровий іспит | | | | | |

5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|----------------|-----------------|
| | Не передбачені | |

6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кільк. год. |
|-------|----------------|-------------|
| | Не передбачені | |

7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кільк. год. |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | За модулями 1-2 (семестр 6) | |
| 1 | Дослідження пілотажних властивостей літака як об'єкту управління в подовжньому русі | 4 |
| 2 | Дослідження впливу коефіцієнтів лінійної моделі подовжнього короткоперіодичного руху літака на характеристики стійкості і керованості | 6 |
| 3 | Дослідження пілотажних властивостей літака як об'єкту управління в бічному русі | 4 |
| 4 | Дослідження впливу коефіцієнтів лінійної моделі бічного руху літака на характеристики стійкості і керованості | 4 |
| 5 | Дослідження контурів автоматичного управління кутом тангажа і нормальним перевантаженням | 4 |
| 6 | Дослідження контурів автоматичного управління кутами крену та курсу | 4 |
| 7 | Дослідження пілотажних властивостей вертольота як об'єкту управління | 6 |
| | Разом | 32 |

8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кільк. год. |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Загальні поняття про закони керування літаками та способи їх реалізації (Тема 1) | 4 |
| 2 | Літак як об'єкт управління (Тема 2) | 10 |
| 3 | Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління (Тема 3) | 8 |
| 4 | Активні системи управління польотом літака (Тема 4) | 6 |
| 5 | Автоматичне управління кутом тангажу (Тема 5) | 8 |
| 6 | Автоматичне управління кутами крену та рискання (Тема 6) | 8 |
| 7 | Вертоліт як об'єкт управління (Тема 7) | 6 |
| 8 | Виконання розрахункової роботи (п. 9) | 10 |
| | Модульний контроль | 4 |
| | Разом | 64 |

9. Індивідуальні завдання

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|----------------------------------|-----------------|
| | Розрахункова робота у семестрі 6 | 10 |

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (за необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, захисту індивідуальної розрахункової роботи відповідно до змістових модулів і тем, фінальний контроль – у вигляді заліку (семестр 6).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

6 семестр

| Складові навчальної роботи | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Змістовний модуль 1 | | | |
| Робота на лекціях | 0...1 | 4 | 0...4 |
| Виконання і захист лабораторних робіт | 0...10 | 3 | 0...30 |
| Виконання і захист практичних робіт | - | - | - |
| Модульний контроль | 0...2 | 1 | 0...2 |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Робота на лекціях | 0...1 | 8 | 0...8 |
| Виконання і захист лабораторних робіт | 0...10 | 4 | 0...40 |
| Виконання і захист практичних робіт | - | - | - |
| Модульний контроль | 0...2 | 1 | 0...2 |
| Виконання та захист РР | 0...14 | 1 | 0...14 |
| Усього за семестр | | | 0...100 |

Білет для заліку (семестр 6) складається з теоретичних та практичних запитань.

Наприклад.

Теоретичні питання (40-балів):

1. Класифікація каналів автоматичного управління, особливості їх апаратної реалізації.

2. Поняття про стійкість та керованість літака.

3. Математичні моделі просторового руху літака.

Практичні питання (30-балів):

1. У середовищі моделювання зібрати структурну схему подовжнього руху ЛА.

2. У середовищі моделювання зібрати структурну схему руху ЛА по крену.

3. У середовищі моделювання зібрати структурну схему руху ЛА по ризику.

Стендове (лабораторне) завдання (30-балів):

1. Виконати дослідження динаміки подовжнього руху літака при ступінчастому відхиленні керма висоти.
 2. Виконати дослідження впливу демпфера тангажа на характеристики подовжньої стійкості і керованості літака.
 3. Виконати дослідження впливу автомата подовжньої стійкості на характеристики подовжньої стійкості і керованості літака.
- Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Загальні тактико-технічні вимоги до систем управління ЛА (СУ ЛА). Основи теорії, принципи побудови і функціонування, особливості структурно-схемної реалізації і характеристики складових частин СУЛА. Завдання, що вирішуються СУЛА, і їх вплив на стійкість і керованість літаків.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Аналізувати закони і алгоритми управління літаками. Досліджувати і аналізувати динамічні і характеристики точності систем управління літаками. Використовувати технічну реалізацію законів і алгоритмів функціонування систем управління сучасну теорію систем управління літальними апаратами і перспективи їх розвитку.

12.3. Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється здобувачеві:

1.1 Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Системи управління об'єктами авіаційного транспорту». Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання.

1.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

2. Добре (75÷89 балів) виставляється здобувачеві:

2.1 Який має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими.

2.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Задовільно (60÷74 бали) виставляється здобувачеві:

3.1 Який слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практич-

ні, лабораторні завдання та виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни.

3.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою | |
|------------|------------------------------|--------------|
| | Іспит | Залік |
| 90 – 100 | відмінно | зараховано |
| 75 – 89 | добре | |
| 60 -74 | задовільно | |
| 0 – 59 | незадовільно | незараховано |

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Системи управління об'єктами авіаційного транспорту».
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт в семестрі 6.

14. Рекомендована література

Основна література

1. Немшилов Ю.О. Моделі систем управління літальними апаратами та методи експериментальних досліджень [Текст]: Навч. посіб./ Ю.О. Немшилов. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", 2019. - 160 с.
2. Харченко В.П. Авіоніка: Навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. - К.: НАУ, 2013.-272 с.
3. Irian Hopkins, Resources for the teaching of discrete mathematics, American Mathematical Association, 2008
4. John Dwyer & Suzy Jagger, Discrete Mathematics for Business & Computing, 1st Edition. 2010 ISBN 978-1907934001.
5. Dynamics and Control of Electrical Drives, Wach Piotr, 2011, 454 p.
6. Aerospace Actuators 3: European Commercial Aircraft and Tiltrotor Aircraft, Jean Charles Maré, 2018, 194 p.
7. Arun k. Ghosh Introduction To Control Systems
8. Peter Fritzson Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems

Додаткова та довідкова література

1. Шен, К.; Юе, К.; Го, Ч.Х.; Ванг, Д. Проектування активної відмовостійкої системи керування для маневрів положення космічного корабля з насиченням приводу та несправностями. Пром Електрон. 2019, 66, 3763–3772.

2. З. Пінг, Т. Ван, Ю. Хуан, Х. Ван, Дж.-Г. Лу та Ю. Лі. Внутрішня модель управління сервосистемою позиціонування PMSM: теорія та експериментальні результати. Транзакції IEEE з промислової інформатики, т. 16, вип. 4, стор. 2202–2211, квітень 2020 р.

3. Ф. Доносо, А. Мора, Р. Карденас, А. Ангуло, Д. Саес, М. Рівера. Оптимізація ефективності системи управління за допомогою модифікований алгоритму. Транзакції IEEE щодо електрифікації транспорту, стор. 1098–1103, 2020 р.

4. А. Кисельов, Г. Катіожно, А. Кузнецов. Виявлення несправностей на основі сигналу та метод керування допуском датчика струму для PMSM Драйв. IEEE Trans. Пром Електрон. 2018, 65, 9646–9657.

5. Ван, Г.; Хао, Х.; Чжао, Н.; Чжан, Г.; Сюй, Д. Стратегія відмовостійкого управління датчиком струму для приводів PMSM без кодувальника. IEEE Трансп. Електрифікація. 2020, 6, 679–689.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301: k301.khai.edu