

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу

Мугенова Даніїла Джалільовича

на тему «Частотно-регульований електропривод підвищеної радіаційної стійкості для вантажопідйомних машин сховища радіоактивних відходів»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 Електрична інженерія

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### **Актуальність теми дисертації.**

Тема дисертаційної роботи присвячена дослідженню впливу іонізуючої радіації на електроприводи сховища радіоактивних відходів. Не зважаючи на те, що світовий напрям розвитку генерації енергії прямує до застосування відновлювальних і екологічно чистих джерел, на сьогоднішній день широко застосовуються атомні електростанції. Кінцевим вторинним продуктом ядерно-паливного циклу є відпрацьоване ядерне паливо, яке все ще є радіоактивним і потребує особливого поводження. В дисертаційній роботі розглянуто вплив іонізуючого випромінювання на електромеханічне обладнання сховища радіоактивних відходів, яке є невід'ємною складовою ядерного паливного ланцюга. З огляду вищезазначеного, можна зробити висновок, що тема дисертаційної роботи є актуальною і доречною.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- розроблено наукові підходи до оцінки радіаційної стійкості частотно-регульованого електроприводу вантажопідйомних машин сховища радіоактивних відходів;
- отримали подальший розвиток математичні моделі силових напівпровідникових каналів перетворювача частоти;
- шляхом математичного моделювання встановлено, що схема перетворювача частоти із драйверами на основі біполярних транзисторів стійкіша до впливу іонізуючого випромінювання та функціонує до дози 80 Грей проти 25 Грей у випадку драйвера на основі метал-діелектрик-напівпровідникових транзисторів;
- науково обґрунтовано особливості використання атмосферного оптичного каналу зв'язку в умовах впливу іонізуючої радіації шляхом його



імітаційного моделювання в складі системи управління електроприводами мостового крану сховища радіоактивних відходів;

- розвинуто науковий підхід до процедури демодуляції сигналів керування, шляхом застосування штучної нейронної мережі, що дозволило знизити коефіцієнт бітових помилок на всьому діапазоні відношення сигнал шум.

Достовірність і обґрунтованість наукових результатів забезпечується використанням в якості вихідних даних результатів наукових досліджень, використанням методів теоретичних досліджень, математичного та імітаційного моделювання.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках ініціативної теми 0123U101564 «Розроблення моделей та методів дослідження радіаційної стійкості частотно-регульованих електроприводів в умовах підвищеної радіації» під керівництвом професора, доктора технічних наук Мазуренка Леоніда Івановича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання розроблення математичних моделей силового каналу перетворювача частоти та обґрунтування структури частотно-регульованого електроприводу вантажопідйомних машин сховища радіоактивних відходів з урахуванням характеру впливу іонізуючого випромінювання для підвищення радіаційної стійкості його напівпровідникових складових та атмосферного оптичного каналу зв'язку виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Мугенова Д.Д. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям електричної інженерії.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Мугенова Данііла Джалільовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.



## **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Матеріал подано науковим стилем мовлення із присутністю логічної послідовності та доступністю викладення. В тексті застосовуються загальноприйнята термінологія у сфері електричної інженерії, а для опису впливу іонізуючого випромінювання залучено специфічну термінологію, відображену в підрозділі 1.3.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 176 сторінок.

У вступі представлена актуальність дослідження, його мета, задачі, об'єкт і предмет. Відтворено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Зазначено особистий внесок здобувача і апробацію матеріалів дисертації.

У першому розділі проведено аналіз проблемної області застосування електроприводів в умовах підвищеної радіації. Розглянуто радіаційні ефекти в компонентах електроприводу загальнопромислового виконання. Виявлено найменш стійку до іонізуючого випромінювання ланку – напівпровідникові пристрої.

Другий розділ присвячено побудові схеми заміщення силового напівпровідникового каналу частотно-регульованого електроприводу із двома типами драйверів. Для цього в розділі розглянуто структуру частотно-регульованого електроприводу і обрано схему заміщення силового ключа – біполярного транзистора з ізольованим затвором.

У третьому розділі на основі побудованих схем заміщення силового напівпровідникового каналу частотно-регульованого електроприводу синтезовано математичні моделі цих каналів. Дані моделі досліджені і виявлено напівпровідниковий пристрій, радіаційна зміна параметрів якого найсуттєвіше впливає на роботу системи.

В четвертому розділі досліджено атмосферний оптичний канал зв'язку в складі системи управління електроприводами мостового крану. Побудовано його імітаційну модель, обрано критерій якості передачі даних, розглянуто фактори, що негативно впливають на якість передачі даних. Висунуто гіпотезу про застосування у приймачі штучної нейронної мережі в якості демодулятора. Такий нейромережевий демодулятор оперує вектором, що складається із сигналу і його затримок в часі на декілька кроків, на відміну від демодулятора на основі компаратора, який порівнює діючий сигнал із пороговим значенням і формує прийнятий сигнал. Проведено імітаційне моделювання атмосферного оптичного каналу зв'язку із нейромережевим демодулятором із дев'ятьма типами нейронних мереж і рекомендовано до впровадження ті, що показали вищу якість передачі даних за модель з демодулятором на основі компаратора.



Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлені у 7 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача оформлені на високому науковому рівні, основні положення та результати дисертаційної роботи отримані автором особисто, порушення принципів академічної доброчесності не виявлено. Особистий внесок здобувача до всіх публікацій, опублікованих із співавторами наведений у вступі дисертації.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

Недоліками і зауваженнями до дисертаційної роботи можна вважати наступні:

1. В дисертаційній роботі проведено дослідження лише окремих вузлів електроприводу на предмет стійкості до іонізуючої радіації. Доцільно було б дослідити динамічні властивості системи електроприводу в цілому з урахуванням погіршення характеристик напівпровідникових ключів.

2. Карбід кремнію (SiC) має унікальні електрофізичні особливості, що є передумовою для створення на його основі пристроїв силової електроніки, які здатні працювати при підвищених температурах і рівнях радіації. Арсенід галію (GaAs) має високу радіаційну стійкість пристроїв і схем на його основі. В пункті 1.5.1 серед напівпровідникових матеріалів, що застосовуються в електроприводі наведено арсенід галію, проте в подальшому дослідженні розглянуто традиційні кремнієві напівпровідники. Було б доцільно дослідити роботу електропривода та зміну його характеристик у випадку використання напівпровідникових елементів підвищеної радіаційної стійкості.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Мугенова Даніїла Джалільовича на тему «Частотно-регульований

електропривод підвищеної радіаційної стійкості для вантажопідійомних машин сховища радіоактивних відходів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для електричної інженерії. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Мугенов Данііл Джалільович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

#### Рецензент:

доцентка кафедри автоматизації  
електротехнічних та мехатронних  
комплексів КПІ ім. Ігоря  
Сікорського, доц., к.т.н.

  
\_\_\_\_\_

Алла БОСАК

М.П.



« 28 » серпня 2023 року

