

Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на  
транспорті

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення



Васілевський О. М.

06 2020 р.

### РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ Системи діагностування, контролю, керування та захисту електроенергетичних установок й електротехнічних комплексів

<b>рівень вищої освіти</b>	третій (освітньо-науковий)
<b>галузь знань</b>	14 – Електрична інженерія
<b>спеціальність</b>	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
<b>освітня програма</b>	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
<b>освітня кваліфікація</b>	Доктор філософії з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни:

„Системи діагностування, контролю, керування та захисту електроенергетичних установок й електротехнічних комплексів”

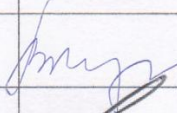
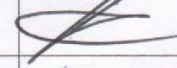

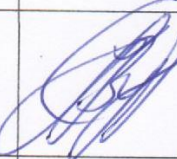

рівень вищої освіти: III (освітньо-науковий)

галузь знань: 14 – Електрична інженерія  
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітня кваліфікація Доктор філософії з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

2020. – 15 с.

	Посада Протокол засідання	ПІБ	Підпис
<b>Розроблено</b>	Професор кафедри ЕМСАПТ	д. т. н., проф. Кутін В. М.	
<b>Схвалено</b>	Гарант освітньо-наукової програми	д. т. н., доцент Кулик В.В.	
	Зав. кафедри ЕМСАПТ засідання кафедри ЕМСАПТ (протокол № 14 від 11.05.2020 р.)	д. т. н., професор Кутін В.М.	
	Директор ІнМАД засідання секції Науково-технічної ради ВНТУ (протокол № 2 від 25.05.2020 р.)	д. т. н., професор Грушко О. В.	
<b>Затверджено</b>	Голова методичної ради Методична рада ВНТУ (протокол № 12 від 18.06.2020 р.)	д. т. н., професор Васілевський О. М.	

© Кутін В. М., 2020 рік

© ВНТУ, 2020 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Обов'язкова (практика)	
Модулів – 2	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ОНП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		2	2
Індивідуальне науково-дослідне завдання		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 180		3	3
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5.2	Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	<b>Лекції</b>	
		32	7
		–	–
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		16	5
		<b>Лабораторні</b>	
		–	–
		<b>Курсовий проект</b>	
		–	–
		<b>Самостійна робота</b>	
42	78		
Вид контролю: залік			

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 53 % - 47 %,

для заочної форми навчання – 13 % - 87 %

Мова навчання – українська.

## 2. Передумова для вивчення дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни складена з урахуванням вимог освітньо - професійних програм підготовки докторів філософії спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка спеціалізації: 05.09.03 –Електротехнічні комплекси та системи.

Предметом вивчення навчальної дисципліни „ Системи діагностування, контролю, керування та захисту електроенергетичних установок й електротехнічних комплексів” є вивчення технічного стану об’єкта та характеру його змін з часом систем діагностування та захисту від пошкоджень виробів.

Міждисциплінарні зв’язки: вища математика, теоретичні основи електротехніки, основи електропостачання промислових підприємств, основи електропривода , діагностика та надійність електрообладнання, основи метрології. Програма навчальної дисципліни складається з чотирьох модулів, що містять чотири змістовні модулі. Вимірювання параметрів і контроль електропривода та електротехнічних виробів. Вивчення дисципліни передбачає проведення власного наукового дослідження, публікацію та апробацію результатів дослідження, підготовка рукопису дисертації.

## 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робочу навчальну програму вивчення навчальної дисципліни „Системи діагностування, контролю, керування та захисту електроенергетичних установок й електротехнічних комплексів” складено з урахуванням вимог освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії зі спеціальності 141- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

**Мета** викладання дисципліни полягає у формуванні компетентностей, необхідних для використання та розробки рішень в сфері підвищення надійності роботи електрообладнання шляхом вдосконалення діагностичного забезпечення на всіх етапах його життєвого циклу.

Основне завдання вивчення навчальної дисципліни полягає в тому, щоб оволодіти методами аналізу та характеру його зміни в процесі експлуатації електрообладнання, побудови моделі несправності і програми пошуку пошкоджень.

## **Програмні результати вивчення дисципліни**

Згідно з **вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні:**

ПР04. Знати і розуміти сучасні методи ведення науково-дослідної роботи, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.

ПР06. Уміти прогнозувати тенденції розвитку в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР07. Уміти аналізувати інженерні продукти, процеси та системи за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.

ПР08. Уміти виконувати постановку, формування і розв'язання завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

ПР09. Уміти проектувати та розробляти інженерні продукти, процеси та системи автоматизованого виробництва, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень.

ПР10. Уміти організовувати і проводити технічні випробування інженерних продуктів.

ПР10 Уміти оцінювати вплив підприємств електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини.

## **Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни:**

К05. Здатність виявляти та вирішувати науково практичні проблеми, ставити та розв'язувати задачі дослідницького характеру, приймати обґрунтовані рішення та самостійно працювати над їх практичною реалізацією.

К06. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології у науковій діяльності, знаходити та критично аналізувати інформацію з реферативних та повнотекстових, зокрема наукометричних баз даних.

ФК1. Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами та комплексами.

ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для розв'язання завдань в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК7. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно - конструкторських рішень в галузі електроенергетики,

електротехніки та електромеханіки з використанням комп'ютерного моделювання.

ФК9. Здатність впроваджувати новітні досягнення для проектування автоматизованого виробництва і автоматизованого розроблення або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ФК11. Здатність демонструвати розуміння технічних аспектів надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем і об'єктів.

ФК14. Здатність демонструвати обізнаність з питань надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем з відновлюваними джерелами енергії, що зумовлені необхідністю забезпечення сталого розвитку.

### **Контрольні заходи**

Поточний та підсумковий контроль знань здобувачів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, заліку.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, диференційованого заліку, виконання індивідуальних науково – дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково – теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково – технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій).

## **4. Програма навчальної дисципліни. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

### **Змістовний модуль.1**

**Тема 1.** Основи керування технічним станом обладнання.

**Тема 2.** Ситуаційне керування.

**Тема 3.** Вимірювання як емпіричний метод пізнання.

**Тема 4.** Контроль, як базова процедура експериментальної діагностики.

**Тема 5.** Ідентифікація, як емпіричний метод пізнання.

### **Змістовний модуль 2**

**Тема 6.** Діагностичні системи перевірки технічного стану.

**Тема 7.** Визначення несправного елемента в об'єкті.

**Тема 8.** Прогнозування зміни технічного стану об'єкта.

**Тема 9.** Показники ефективності технічного діагностування електротехнічного та електромеханічного обладнання.

**Тема 10.** Основи релейного захисту на електроустановках напругою до 35 кВ.

**Тема 11.** Діагностування засобів релейного захисту.

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма					Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с. р.		л	п	ла б	ін д	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b><i>Змістовий модуль 1. Методологія, вимірювання, контроль</i></b>												
Тема 1. Вступ. Основи керування технічним станом електрообладнання	3	2	0			1	9	1	0			8
Тема 2. Ситуаційне керування	6	2	2			2	6	2	1			3
Тема 3. Вимірювання, як емпіричний метод пізнання.	7	4	2			1	10	1	1			8
Тема 4. Контроль як базова процедура емпіричного дослідження	10	4	2			4	9	2	2			5
Тема 5. Ідентифікація як емпіричний метод пізнання	19	4	2			13	11	1	1			9
<b><i>Разом за змістовим модулем 1</i></b>	45	16	8			21	45	7	5			33

<b>Модуль 2</b>											
<b><i>Змістовий модуль 2. Керування технічним станом ел-нання</i></b>											
Тема 6. Діагностичні системи перевірки стану технічного електрообладнання.	10	4	1			5	10	1	0		9
Тема 7. Визначення несправного елемента в об'єкті.	6	2	1			3	8	1	1		6
Тема 8. Прогнозування зміни технічного стану об'єкта.	10	2	2			6	7	1	1		5
Тема 9. Показники ефективності технічного діагностування електротехнічного та електромеханічного обладнання.	5	2	1			2	5	1	1		3
Тема 10. Основи релейного захисту в електроустановках напругою до 35 кВ	10	4	2			6	10	2	1		7
Тема 11. Діагностування засобів релейного захисту	4	2	1			1	5	1	1		3
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>8</b>			<b>21</b>	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>5</b>		<b>33</b>
<b>Всього:</b>	<b>90</b>	<b>32</b>	<b>16</b>			<b>42</b>	<b>90</b>	<b>14</b>	<b>10</b>		<b>66</b>

### **6. Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна та заочна форма)	
<b>Семестр 3, Модуль 1</b>			
1	Побудова ситуаційних моделей, що імітують процес який протікає в об'єкті управління керуючої системи.	2	1
2	Побудова вимірювального кола для заданої	2	1



	системи автоматики.		
3	Дослідження елементів вимірювального кола. Похибки вимірювання.	2	1
4	Методи контролю технічного стану електрообладнання. Дослідження вірогідності засобів контролю	2	1
5	Параметричні та непараметричні методи ідентифікації і метод рекурентних співвідношень	3	1
6	Принципи побудови систем перевірки технічного стану електрообладнання електромеханічних систем	2	1
7	Діагностичні моделі аналогових дискретних об'єктів.	3	1
<b>Разом за 1 модуль</b>		16	7
<b>Модуль 2</b>			
8	Визначення алгоритму пошкоджень за параметрами надійності	1	
9	Інформаційний алгоритм пошуку пошкоджень	2	1
10	Побудова алгоритму пошуку пошкоджень методом „віток та границь”	2	1
11	Вибір сукупності контрольованих показників	2	1
12	Інформаційна оцінка вибраної сукупності контрольованих показників.	2	
13	Прогнозування зміни технічного об'єкта.	4	
14	Вибір установок спрацювання засобів релейного захисту	3	2
<i>Разом за 2 модуль</i>		16	5
<i>Усього годин</i>		32	12

### 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>Модуль 1</b>			
1	Методи кількісного оцінювання систем керування.	1	8
2	Методи автоматизації задач управління.	2	3
3	Методи та похибки вимірювання.	1	8
4	Вірогідність контролю	4	5
5	Побудова математичних моделей методами ідентифікації.	13	9
<i>Разом за 1 модуль</i>		<b>21</b>	<b>33</b>

<b>Модуль 2</b>			
6	Методи перевірки технічного стану об'єкта	5	9
7	Дослідження процедури визначення пошкоджень	3	6
8	Оптимізація процедури вибору методу прогнозування зміни технічного стану об'єкту.	6	5
9	Методи підвищення чутливості та надійності струмових захистів електрообладнання 0,4-6 кВ	6	10
10	Методи побудови кінцевого автомата засобів релейного захисту	1	3
<b>Разом за 2 модуль</b>		<b>21</b>	<b>33</b>
<b>Всього</b>		<b>42</b>	<b>66</b>

### **8. Індивідуальні завдання**

Робочим навчальним планом передбачені контрольна робота (для здобувачів заочної форми навчання). Крім того, за рішенням кафедри здобувачі готують реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково – теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

### **9. Методи навчання**

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково – дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково – технічну

### **10. Методи контролю**

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів під час лекційних і практичних занять, тестування, колоквіумів, захисту контрольних робіт (для здобувачів заочної форми навчання), заліку.

## 11. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 1 – Вид контролю – залік

Поточне тестування та самостійна робота		Сума
модуль 1	модуль 2	100
Тема 1-5	Тема 6-11	
50	50	

Таблиця 2 – Кількість і зміст модулів.

Модуль	Кредити	Лекції	Практичні Заняття (семінари)	Контрольні роботи	Колоквіум
1	1,5	16	8	1	1
2	1,5	16	8	1	1

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	Модуль
	1	2
1. Індивідуальні завдання	10	10
2. Контрольні роботи	10	10
3. Активність під час занять	10	10
4. Колоквіум	20	20
Всього	50	50

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
64-74	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 12. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Таблиця 4 – Відповідність критеріїв балам державної оцінки та рівням компетенції

Рівні компетентності	Бали	Критерії
I. Низький (рецептивно-продуктивний)	F	Аспірант володіє навчальним матеріалом на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів, що позначаються аспірантом окремими словами чи реченнями.
		Аспірант володіє матеріалом на елементарному рівні засвоєння, викладає його уривчастими фразами, здатний викласти думку на елементарному рівні.
	FX	Аспірант виявляє серйозні недоліки в знаннях основного матеріалу, допускає помилки при виконанні завдань передбачених програмою на рівні нижче репродуктивного відтворення.
II. Середній (репродуктивний)	E	Аспірант володіє матеріалом на початковому рівні, значну частину матеріалу відтворює на репродуктивному рівні.
		Аспірант виявляє повні знання основного матеріалу в об'ємі, що необхідний для подальшого навчання і роботи. здатність впоратись з виконанням завдань, передбачених програмою на рівні репродуктивного відтворення.
	D	Аспірант може відтворити основний матеріал в необхідному об'ємі, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, порівнювати та робити висновки, виправляючи допущені помилки.
III. Достатній (конструктивно-варіантний)	C	Аспірант здатний застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних завдань, наводити окремі власні приклади на підтвердження певних тверджень, користуватись рекомендованими джерелами інформації.
		Аспірант виявляє повне знання матеріалу, який виноситься на контроль, успішно виконує завдання, засвоїв основну літературу, користується рекомендованими джерелами інформації що передбачена програмою, на рівні аналогічного відтворення.
	B	Аспірант вільно (самостійно) володіє вивченим обсягом матеріалу, в тому числі і застосовує його на практиці: вільно виконує завдання в стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, на які вказав викладач, вільно користується рекомендованими основними та додатковими джерелами інформації.
IV. Високий (творчий)	A	Аспірант виявляє початкові творчі здібності, самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, оцінює окремі нові факти, явища, ідеї: знаходить джерела інформації та самостійно використовує їх відповідно до цілей, які поставив викладач.
		Аспірант виявляє всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
		Аспірант виявляє особливі творчі здібності, самостійно розвиває власні обдаровання: і нахили, вміє самостійно здобувати знання, використовуючи традиційні та сучасні джерела інформації.

### 13. Рекомендована література

#### Базова

1. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики (оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратурные средства) / П.П. Пархоменко, Е.С. Согомоян. –М.Энергия, 1981 – 320с.
2. Мозгалевский А.В. Техническая диагностика (непрерывные объёты: учебное пособие для вузов / А.В. Мозгалевский, Д.В. Гаскаров- М: Высшая школа, 1975 – 207с.
3. Скляр В Ф Диагностическое обеспечение энергетического производства / В.Ф. Скляр, В.А. Гуляев – К: техника, 1985- 184с.
4. Володарский В.Т, Метрологічне вимірювань і контролю. Навчальний посібник /В.Т. Володарский,В.В. Кухарчук, В.О. Поджаренко, Г. Д. Сердюк. Вінниця, ВНТУ , 2001- 219с.
5. Глазунов Л.П. Проектирование технических систем диагностирования / Л.П.Глазунов, А.Н. Смирнов- Л: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1982 – 168с.
6. Кутін В.М, Діагностика електрообладнання. Навчальний посібник. / В.М.Кутін, М.О. Ілюхін, М.В.Кутіна- Вінниця: ВНТУ, 2014- 161с.
7. Кутін В.М., Діагностика електрообладнання. Типові задачі та лабораторний практикум. / В.М. Кутін, М.О.Ілюхін- Вінниця: ВНТУ, 2010- 148с.
8. Кутін В.М. Засоби діагностування релейного захисту та автоматики електроенергетичних систем: навчальний посібник / В. М. Кутін, М.В. Кутіна , М.О. Ілюхін – Вінниця: ВНТУ, 2017 – 121 с.
9. Кутін В.М. Захист від однофазових замикань обмотки статора синхронного генератора, що працює в блоці з трансформатором: монографія / В.М. Куті, О.О. Шпачук. Вінниця ВНТУ, 2019 – 184 с.

#### Додаткова

1. Кутін В.М. Диагностирование электрооборудования электрических систем / В.М.Кутин, В.И. Брейтбурд- К: УМКВО- , 1991- 104с.
2. Лежнюк П.Д. Методи і засоби захисту від обриву проводу та пошук місця пошкодження в розподільній мережі зі складною топологією напругою 6-35кВ: Монографія./ П.Д. Лежнюк, М.В. Кутіна- Вінниця: ВНТУ, 2014- 152с
3. Кутін В.М. Вибір стратегії ремонтно-обслуговуючих дій систем електропостачання промисловості і агропромислового комплексу / В.М.Кутін (Енергетика і електрифікація- 2003- №9 -с.47-5)
4. Кутін В.М. Поиск поврежденных в распределительных электрических сетях / В.М.Кутин, П.К. Пискляров-К. Техника, 1994-186с

5. Кутін В.М. Визначення умов роботоздатності розподільних мереж. Монографія. / В.М.Кутін, С.В. Матвієнко. Вінниця: ВНТУ, 2015-148с.
6. Чиженко И.М. Матрично- топологические методы анализа электрических цепей / И.М. Чиженко, В.М. Терновой – Киев, КПИ, 1982-107с.
7. Кутін В.М. Вибір діагностичних параметрів на основі топологічної моделі об'єкта /В.М. Кутін, М.О. Ілюхін, М.В. Кутіна // Вісник Кременчуцького державного технічного університету ім.. Остроградського – 2008- №4(5), ч.2-с70-74.
8. Кутін В.М. Оцінка ефективності системи діагностичного контролю електромеханічних комплексів / В.М.Кутін., М.О.Ілюхін, М.В.Кутіна. //Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2004-№3- с. 51-54
9. Карташев Г.Д. Модели расходования ресурса изделия электронной техники / Карташев Г.Д. –М: ЦНИИ «Электроника» 1977-130с
10. В.М. Кутін.Метод ризик- аналізу для прогнозування технічного стану електрообладнання трансформаторних підстанцій /Енергетика, економіка, технології, екологія – 2019, №2 –с 84 -89.

#### **14. Інформаційний ресурс**

- 1.Стандартная концепция научной теории и практики научных исследований. Электронный ресурс: [http://texts. news/ filosofiya-nauki-knigi/standartnaya-kontsepsiya-nauchnoy-teorii-30034.html](http://texts.news/filosofiya-nauki-knigi/standartnaya-kontsepsiya-nauchnoy-teorii-30034.html).
2. Кутіна М.В. Захист від аварійних режимів роботи повітряних розподільних мереж напругою 6-35кВ (КУСС-2008) – Режим доступу: [http://www.vstu.vinnica. ua/mccs2008/materials/subsection 3.1.pdf](http://www.vstu.vinnica.ua/mccs2008/materials/subsection%203.1.pdf).