

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни «Основи електрики та електроніки»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Аеронавігація)***

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1.

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифри та назви галузі знань, код та назва спеціальності, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – <u>3,0</u> Загальна кількість годин – <u>90</u> Кількість тем – <u>2</u>	17 Електроніка та телекомунікації; (шифр галузі) (назва галузі знань) 173 Авіоніка; (код спеціальності) (назва спеціальності) <u>Бакалавр з авіоніки</u> (назва СВО)	Навчальний курс <u>2</u> (номер) Семестр <u>4</u> (номер) Вид контролю: <u>екзамен</u> (екзамен, залік)
Розподіл навчальної дисципліни за видами занять:		
денна форма навчання		заочна форма навчання
Лекції - <u>24</u> ; (години)	Лекції - <u>0</u> ; (години)	
Семінарські заняття - <u>0</u> ; (години)	Семінарські заняття - <u>0</u> ; (години)	
Практичні заняття - <u>14</u> ; (години)	Практичні заняття - <u>0</u> ; (години)	
Лабораторні заняття - <u>6</u> ; (години)	Лабораторні заняття - <u>0</u> ; (години)	
Самостійна робота - <u>46</u> ; (години)	Самостійна робота - <u>0</u> ; (години)	
Індивідуальні завдання:	Індивідуальні завдання:	
Курсова робота - <u>0</u>	Курсова робота - <u>0</u>	
Реферати (тощо) - <u>5</u>	Реферати (тощо) - <u>5</u>	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: сформувати уявлення у здобувачів вищої освіти про закони функціонування електричних ланцюгів, трансформаторів, електричних машин, напівпровідникових приладів та роботу електронних систем.

Завдання: полягає у вивченні: основних законів і методів розрахунку лінійних електричних кіл; методів аналізу і синтезу електричних ланцюгів; принципів функціонування трансформаторів, електричних машин постійного і змінного струму; організації мережевого живлення; методів вимірювання і спостереження електричних сигналів; принципів роботи основних напівпровідникових приладів і базових схем електроніки, створених на їх основі; елементної бази сучасних комп'ютерів і інших електронних пристроїв; принципів організації лінійних підсилювачів електричних сигналів, в тому числі і операційних підсилювачів і вивчення областей їх можливого застосування; принципів побудови джерел живлення сучасних електронних пристроїв; програмних засобів моделювання електронних кіл та схем.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Основи електрики та електроніки» базується на таких дисциплінах, як «Фізика», «Метрологія і стандартизація». Дисципліна є базою для інших дисциплін: «Електропостачання», «Радіообладнання», «Прилади», «Зв'язок»,

«Радіонавігація» а також необхідна в подальшій професійній діяльності.

Очікувані результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- закони електричних кіл постійного і змінного струму;
- принципи роботи трифазних електричних мереж;
- принцип роботи і улаштування трансформаторів та електричних машин;
- фізичні основи роботи напівпровідникових приладів;
- основні напівпровідникові прилади (діоди, транзистори, тиристори);
- принципи роботи випрямлячів, інверторів, генераторів, фільтрів.

вміти:

- обчислювати прості електричні ланцюги;
- визначати електричні параметри електромеханічних пристроїв;
- користуватися електровимірною апаратурою;
- визначати параметри і схеми увімкнення напівпровідникових приладів.

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері авіаційного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.	
Загальні компетентності	ЗК 01	Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
	ЗК 03	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
	ЗК 08	Здатність працювати в команді.
	ЗК 09	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
Спеціальні (фахові) компетентності	СК 01	Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту та їх систем.
	СК 10	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.
--	--	---

3. Програма навчальної дисципліни

Тема № 1. Основи електрики.

1. Закони Ома і Кірхгофа.
2. Режими роботи і енергетичні співвідношення в ланцюгах постійного струму.
3. Складні електричні ланцюги постійного струму. Методи розрахунку їх параметрів.
4. Послідовне, паралельне і змішане з'єднання елементів ланцюга.
5. Отримання синусоїдальної е.р.с., джерела е.р.с.
6. Діючі значення синусоїдальних е.р.с., напруги і струму.
7. Прості електричні однофазні ланцюги синусоїдального струму.
8. Електричне коло з активним опором, з індуктивністю, з ємністю.
9. Електричне коло з послідовним з'єднанням елементів R , L і C .
10. Потужність ланцюга синусоїдального струму.
11. Підвищення коефіцієнта потужності.
12. Області застосування трифазних пристроїв, структура трифазного ланцюга. Трифазний генератор, отримання трифазної системи е.р.с.
13. Енергетичні характеристики трифазних ланцюгів. Потужність трифазної системи.
14. Призначення, пристрій і принцип дії трансформатора.
15. Режими роботи трансформатора.
16. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії трансформатора.
17. Принцип дії та призначення електричних машин.
18. Перетворення енергії в електричних машинах.
19. Характеристики електричних машин.
20. Режими роботи електричних машин.
21. Захист від зовнішніх впливів електричних машин.

Тема № 2. Основи електроніки.

1. Енергетична структура твердих тіл.
2. Електронна емісія.
3. Власна провідність напівпровідників.
4. Домішкова провідність напівпровідників.
5. Електронно-дірковий перехід напівпровідників.
6. Контактний перехід метал – напівпровідник.
7. Напівпровідникові резистори.
8. Напівпровідникові діоди.
9. Випрямні діоди.
10. Напівпровідникові стабілітрони.
11. Напівпровідникові варикапи.
12. Фото- і світлодіоди.

13. Транзистори.
14. Біполярні транзистори.
15. Польові транзистори.
16. IGBT-транзистори.
17. Тиристори.
18. Випрямлячі.
19. Однофазні некеровані випрямлячі.
20. Трифазні некеровані випрямлячі.
21. Керовані випрямлячі.
22. Ємнісний фільтр.
23. Інвертори.
24. Інвертори, ведені мережею.
25. Автономні інвертори.

4. Структура навчальної дисципліни

4.1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин, відведених на вивчення навчальної дисципліни					Вид контролю	
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття		Самостійна робота
Семестр № 4							
Тема № 1. Основи електрики.	42	12		6	4	20	контр. робота
Тема № 2. Основи електроніки.	48	12		8	2	26	контр. робота
Всього за семестр № 4:	90	24		14	6	88	екзамен

4.1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Не передбачено

4.1.3. Питання, що виносяться на самостійне опрацювання (денна форма навчання)

Перелік питань до тем навчальної дисципліни	Література:
Тема № 1. Основи електрики. 1. Призначення, пристрій і принцип дії трансформатора. 2. Режими роботи трансформатора. 3. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії трансформатора. 4. Принцип дії та призначення електричних машин. 5. Перетворення енергії в електричних машинах. 6. Характеристики електричних машин. 7. Режими роботи електричних машин. 8. Захист від зовнішніх впливів електричних машин.	1-4
Тема № 2. Основи електроніки. 1. Випрямлячі. 2. Однофазні некеровані випрямлячі. 3. Трифазні некеровані випрямлячі. 4. Керовані випрямлячі. 5. Ємнісний фільтр. 6. Інвертори. 7. Інвертори, ведені мережею. 8. Автономні інвертори.	1-4

4.1.4. Питання, що виносяться на самостійне опрацювання (заочна форма навчання)

Не передбачено

5. Індивідуальні завдання

5.1.1. Теми рефератів

1. Електросистема фари вертольоту.
2. Стартер-генератор вертольоту Ми-8МТВ.
3. Електропривод склоочищувачів повітряних судів.
4. Улаштування LED екрану вертольоту.
5. Електронний акселерометр, гіроскоп, барометр.

5.1.2 Теми курсових робіт Не передбачено

5.1.3. Теми наукових робіт Не передбачено

6. Методи навчання

З метою забезпечення кращого засвоєння здобувачами вищої освіти поточного матеріалу передбачається під час проведення лекції максимально тісно пов'язувати цей матеріал з реальним застосуванням його в техніці та наповнювати його конкретними прикладами.

Для збільшення інтересу здобувачів вищої освіти до процесу навчання і підвищення їх уваги передбачається проведення дискусій за певними темами.

При проведенні практичних занять за всіма темами передбачено організовувати бесіди по окремих питаннях теми, що розглядається на занятті, порівнювати теоретичний матеріал з реальними прикладами, які мають місце в сучасній авіаційній галузі.

При проведенні практичних занять передбачено здійснювати аналіз застосування авіаційного електропривода, що дасть можливість здобувачам вищої освіти ознайомитися з реальною роботою на підприємствах обслуговування повітряних судів. Також на практичних заняттях проводяться контрольні роботи для визначення рівня засвоєння матеріалу здобувачами вищої освіти.

Під час самостійної роботи здобувачі вищої освіти готують письмові відповіді на теоретичні питання у вигляді конспекту. Також здобувачі вищої освіти готують реферати за актуальними темами, після їх виконання доповідають в аудиторії і проводиться публічна дискусія по даній темі.

7. Перелік питань та завдань, що виносяться на підсумковий контроль

1. Закони Ома.
2. Закони Кірхгофа.
3. Режим роботи і енергетичні співвідношення в ланцюгах постійного струму.
4. Складні електричні ланцюги постійного струму. Методи розрахунку їх параметрів.
5. Послідовне, паралельне і змішане з'єднання елементів ланцюга.
6. Отримання синусоїдальної е.р.с., джерела е.р.с.
7. Діючі значення синусоїдальних е.р.с., напруги і струму.
8. Прості електричні однофазні ланцюги синусоїдального струму.
9. Електричне коло з активним опором.
10. Електричне коло з індуктивністю.
11. Електричне коло з ємністю.
12. Електричне коло з послідовним з'єднанням елементів R , L і C .
13. Потужність ланцюга синусоїдального струму.
14. Підвищення коефіцієнта потужності.
15. Області застосування трифазних пристроїв, структура трифазного ланцюга.
16. Трифазний генератор, отримання трифазної системи е.р.с.
17. Енергетичні характеристики трифазних ланцюгів.

18. Потужність трифазної системи.
19. Призначення трансформатора.
20. Пристрій трансформатора.
21. Принцип дії трансформатора.
22. Режими роботи трансформатора.
23. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії трансформатора.
24. Принцип дії та призначення електричних машин.
25. Перетворення енергії в електричних машинах.
26. Характеристики електричних машин.
27. Режими роботи електричних машин.
28. Захист від зовнішніх впливів електричних машин.
29. Енергетична структура твердих тіл.
30. Електронна емісія.
31. Власна провідність напівпровідників.
32. Домішкова провідність напівпровідників.
33. Електронно-дірковий перехід напівпровідників.
34. Контактний перехід метал – напівпровідник.
35. Напівпровідникові резистори.
36. Напівпровідникові діоди.
37. Випрямні діоди.
38. Напівпровідникові стабілітрони.
39. Напівпровідникові варикапи.
40. Фото- і світлодіоди.
41. Транзистори.
42. Біполярні транзистори.
43. Польові транзистори.
44. IGBT-транзистори.
45. Тиристори.
45. Випрямлячі.
47. Однофазні некеровані випрямлячі.
48. Трифазні некеровані випрямлячі.
49. Керовані випрямлячі.
50. Ємнісний фільтр.
51. Інвертори.
52. Інвертори, ведені мережею.
53. Автономні інвертори.

8. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання здобувачів

Контрольні заходи включають у себе поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль.

До форм поточного контролю належить оцінювання:

- рівня знань під час практичних та лабораторних занять;

- якості виконання індивідуальної та самостійної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних та лабораторних занять і має за мету перевірку засвоєння знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни.

У ході поточного контролю проводиться систематичний вимір приросту знань, їх корекція. Результати поточного контролю заносяться викладачем до журналів обліку роботи академічної групи за національної системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Оцінки за самостійну та індивідуальну роботи виставляються в журнали обліку роботи академічної групи окремою графою за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Результати цієї роботи враховуються під час виставлення підсумкових оцінок.

При розрахунку успішності здобувачів вищої освіти в Університеті враховуються такі види робіт: навчальні заняття (практичні, лабораторні); самостійна та індивідуальна роботи (виконання домашніх завдань, ведення конспектів, підготовка рефератів, виступи на наукових конференціях); контрольні роботи. Вони оцінюються за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Результат навчальних занять за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок під час навчальних занять протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Результат самостійної роботи за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок з самостійної роботи, отриманих протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Здобувач вищої освіти, який отримав оцінку «незадовільно» за навчальні заняття або самостійну роботу, зобов'язаний перескласти її.

Загальна кількість балів (оцінка), отримана здобувачем за семестр перед підсумковим контролем, розраховується як середньоарифметичне значення з оцінок за навчальні заняття та самостійну роботу, та для переводу до 100-бальної системи помножується на коефіцієнт **10**.

$$\text{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)} = \left(\frac{\text{Результат навчальних занять за семестр} + \text{Результат самостійної роботи за семестр}}{2} \right) * 10$$

Підсумковий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному ступені вищої освіти або на окремих його завершених етапах.

Для обліку результатів підсумкового контролю використовується поточно-накопичувальна інформація, яка реєструється в журналах обліку роботи академічної групи. Результати підсумкового контролю з дисциплін відображаються у відомостях обліку успішності, навчальних картках

здобувачів вищої освіти, екзаменових книжках. **Присутність здобувачів вищої освіти на проведенні підсумкового контролю (екзамену) обов'язкова.** Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на підсумковий контроль (залік), то науково-педагогічний працівник ставить у відомість обліку успішності відмітку «не з'явився».

Підсумковий контроль (екзамен) оцінюється за національною шкалою. Для переводу результатів, набраних на підсумковому контролі (екзамену), з національної системи оцінювання в 100-бальну вводиться коефіцієнт **10**, таким чином максимальна кількість балів на підсумковому контролі (заліку), які використовуються при розрахунку успішності здобувачів вищої освіти, становить – **50**.

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру та балів, набраних на підсумковому контролі (заліку).

$$\begin{array}{l} \text{Підсумкові бали} \\ \text{навчальної дисципліни} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Загальна кількість балів} \\ \text{(перед підсумковим} \\ \text{контролем)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Кількість балів за} \\ \text{підсумковим} \\ \text{контролем} \end{array}$$

Здобувач вищої освіти, який під час складання підсумкового контролю отримав оцінку «незадовільно», складає підсумковий контроль повторно. Повторне складання підсумкового контролю допускається не більше двох разів з кожної навчальної дисципліни, у тому числі один раз – викладачеві, а другий – комісії. Незадовільні оцінки виставляються тільки в відомостях обліку успішності. Здобувачам вищої освіти, які отримали не більше як дві незадовільні оцінки (нижче ніж 60 балів) з навчальної дисципліни, можуть бути встановлені різні строки ліквідації академічної заборгованості, але не пізніше як за день до фактичного початку навчальних занять у наступному семестрі. Здобувачі, які не ліквідували академічну заборгованість у встановлений термін, відраховуються з коледжу. Особи, які одержали більше двох незадовільних оцінок (нижче ніж 60 балів) за підсумковими результатами вивчення навчальних дисциплін з урахуванням підсумкового контролю, відраховуються з коледжу.

Вимоги до здобувачів вищої освіти щодо засвоєння змісту навчальної дисципліни:

Робота під час навчальних занять	Самостійна та індивідуальна робота	Підсумковий контроль
Отримати не менше 5 позитивних оцінок	Підготувати реферат, підготувати конспект за темами самостійної роботи.	Отримати за підсумковий контроль не менше 30 балів

9. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах		Оцінка за національною шкалою	Оцінка	
			оцінка	Пояснення
12	97–100	Відмінно ("зараховано")	A	„Відмінно” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , потрібні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
11	94–96			
10	90–93			
9	85–89	Добре ("зараховано")	B	„Дуже добре” – теоретичний зміст курсу засвоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального , робота з двома-трьома незначними помилками.
8	80–84			
7	75–79		C	„Добре” – теоретичний зміст курсу засвоєний цілком , практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання жодного з них не оцінена мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками , робота з декількома незначними помилками або з однією–двома значними помилками.
6	70–74	Задовільно ("зараховано")	D	„Задовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний неповністю , але прогалини не несуть істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано , деякі з виконаних завдань містять помилки , робота з трьома значними помилками.
5	65–69			
4	60–64		E	„Достатньо” – теоретичний зміст курсу освоєний частково , деякі практичні навички роботи не сформовані , частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконана або якість виконання деяких з них оцінена числом балів, близьким до мінімального , робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.
3	40–59	Незадовільно („не зараховано")	FX	„Умовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу засвоєний частково , потрібні практичні навички роботи не сформовані , більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконана , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального ; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота, що потребує доробки
2	21–40			
1	1–20		F	„Безумовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу не освоєно , необхідні практичні навички роботи не сформовані , всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки , додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

10. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. В.І. Мілих «Електроніка та електромеханіка» Навчальний посібник, К.: Каравела, 2006 р. – 376 с.
2. Клонтаєвський Ю.П., Сосков Л.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. 2-е вид./За ред. А.Г. Соскова. - К.: Каравела, 2009. -416 с.
3. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М.О. Осташевський, О.Ю. Юр'єва; за ред. В.І. Мілих. – Харків: ФОП Панов А.М., 2018. – 452 с.
4. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник. – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.
5. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics – 2014

Допоміжна література:

1. Промислова електроніка: навч. посібник / укл.: Г.О. Андрущак, І.П. Козярьський, Е.В. Майструк. – Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 120 с.
2. Power electronics handbook / Muhammad H. Rashid Ph.D., Fellow IEEE / Professor and Director. University of West Florida Joint Program and Computer Engineering / Printed in Canada, 2010. – 892 pages.
3. Aircraft Electrical and Electronic Systems Principles, operation and maintenance/Mike Tooley and David Wyatt/Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA, First edition 2009

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. https://library.kre.dp.ua/Books/2-4%20kurs/Електронні%20прилади%20та%20мікроелектроніка/Колонтаєвський_Промислова%20електроніка%202004.pdf
2. http://eprints.kname.edu.ua/11615/1/Electron_SE.pdf
3. <https://www.coursehero.com/file/50550879/060-Navigation-2-Radio-Navigation-2014pdf/>
4. <https://www.pooleys.com/shop/cae-oxford-aviation/cae-oxford-aviation-atpl-manual-3-electrics-and-electronics/>
5. https://www.academia.edu/8446456/Aircraft_Electrical_and_Electronic_Systems_Principles_operation_and_maintenance