

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій**

**КАФЕДРА ХІМІЇ І ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ І ЗАВДАННЯ ДО МОДУЛЬНОЇ**  
**КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ № 1 З ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Організація випробувань паливно-мастильних матеріалів»**

Освітньо-професійна програма  
«Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів»  
Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»  
Спеціальність: 161 «Хімічні технології та інженерія»

Укладач: д.п.н., к.х.н., професор  
Кофанова О. В.  
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б. викладача)

Розглянуто і схвалено на засіданні  
кафедри хімії і хімічної технології  
(повна назва кафедри)

Протокол № 4 від "23" 05 2023 р.  
Завідувач кафедри А. Д. Кустовська

КИЇВ-23

## МОДУЛЬ № 1

### «Організація випробувань паливно-мастильних матеріалів»

Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»

Спеціальність: 161 «Хімічні технології та інженерія»

Освітньо-професійна програма

«Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів»

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (МОДУЛЯ)

Форма навчання	Сем.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	1	105 /3,5	17	17	-	71	ДЗ (1) - 1с	-	Диф.залік - 1с
Заочна	1	105 /3,5	6	6	-	93	К.р. (1) - 1с	-	Диф.залік - 1с

Таблиця 1

### ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧА

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
<b>Модуль № 1 «Організація випробувань паливно-мастильних матеріалів»</b>	<b>1 семестр</b>	<b>1 семестр</b>
Виконання та захист практичних робіт	(5*5)+8+7=40	25
Виконання завдань на знання теоретичного матеріалу	10	15
Виконання домашнього завдання	20	-
Виконання контрольної (домашньої) роботи ЗФН	-	30
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	42	42
Виконання модульної контрольної роботи №1	30	-
Підсумкова семестрова контрольна робота	-	30
<b>Усього за модулем № 1</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Усього за дисципліною</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

## ЗАВДАННЯ МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ № 1 (ПРИКЛАД)

1. Теоретичне питання № 1 з тематики курсу, наприклад:

- Схарактеризувати особливості організації випробувань моторних та ракетних палив.
- Розкрити особливості організації випробувань палив на основі водню.
- Висвітлити основні аспекти модифікації фізико-хімічних та інших властивостей палив. Розкрити особливості застосування методу фізико-хімічного регулювання властивостей ПММ.
- Навести класифікацію та характеристику властивостей нафтопродуктів. Розглянути й охарактеризувати основні технологічні процеси отримання товарних ПММ.
- Охарактеризувати хімічні технології отримання синтетичного рідкого палива і газу.
- Охарактеризувати особливості використання зріджених і компримованих газів у якості палива для транспортних засобів.
- Навести приклади спиртових біопалив, охарактеризувати їх особливості та перспективи широкого застосування як заміни чи доповнення до традиційного дизельного палива.

2. Теоретичне питання № 2 з тематики курсу, наприклад:

- Розкрити особливості організації випробувань мастильних матеріалів.
- Навести характеристику організації випробувань стабільності ПММ під час їх зберігання, в процесі транспортування та під час використання.
- Описати фізичні та хімічні процеси, що протікають під час використання бензинів. Охарактеризувати технічні вимоги до бензинів.

- Пояснити сутність екологізбалансованого розвитку паливно-енергетичного комплексу держави й автотранспортного комплексу, роль й особливості імплементації відповідного досвіду ЄС в Україні.

- Охарактеризувати дизельно-спиртові суміші, їх властивості та особливості застосування.

- Описати, яким чином відбувається моделювання і підбір складу бензинових сумішей.

- Описати відомі способи покращення екологічних показників оливи і мастил.

### 3. Теоретичне питання № 3 з тематики курсу, наприклад:

- Розкрити особливості організації випробувань палив, які містять спирт, та штучних палив.

- Навести приклади добавок, що впливають на властивості бензинів та паливних композицій на їх основі. Навести характеристику відповідних добавок та пояснити принцип їх дії.

- Проаналізувати фізичні та хімічні процеси, що протікають під час використання моторних палив. Описати технічні вимоги до палив.

- Навести приклади документів державного зразка, які засвідчують право суб'єкта господарювання на провадження діяльності при прийманні, зберіганні і відпуску ПММ. Розкрити сутність вимог до таких документів.

- Роз'яснити особливості розсіювання токсикантів у придорожньому просторі та їх вплив на здоров'я людей.

- Охарактеризувати теорії перебігу вільно-радикальних (ланцюгових) процесів у ПММ.

### 4. Практичне питання з тематики курсу, наприклад:

1. За умовами задачі необхідно визначити склад робочої маси палива. Задля цього необхідно використати наступні дані щодо складу:  $C^p = 38,6 \%$ ;  $H^p = 2,6 \%$ ;  $S^p = 3,8 \%$ ;  $N^p = 0,8 \%$ ;  $O^p = 3,1 \%$ ;  $W^p = 11,0 \%$ ;  $A^p = 40,1 \%$ . Окрім

того є дані, що відповідно до технічного аналізу дійсна вологість становить  $W^{P_1} = 16 \%$ . Необхідно також встановити, якою буде теплота згоряння?

*Розв'язок.*

Перш за все проводиться перерахунок елементарного складу палива з однієї вологості у іншу за формулою:

$$X^{P_1} = X^P \cdot ((100 - W^{P_1}) / (100 - W^P));$$

$$C^{P_1} = 36,4 \%$$

$$H^{P_1} = 2,4 \%$$

$$O^{P_1} = 2,9 \%$$

$$S^{P_1} = 3,6 \%$$

$$N^{P_1} = 0,8 \%$$

$$A^{P_1} = 37 \%$$

Теплота згоряння визначається за формулою Д. І. Менделєєва і складе:

$$Q_{HI}^{P_1} = 339 \cdot C^{P_1} + 1025 \cdot H^{P_1} - 108,5 \cdot (O^{P_1} - S^{P_1}) - 25 \cdot W^{P_1} = 14,5 \text{ МДж/кг.}$$

2. За результатами хімічного аналізу продуктів згоряння отримано наступні дані:  $H_2=2 \%$ ,  $CH_4=1.75 \%$ ,  $O_2=5 \%$ ,  $CO=1 \%$ . На основі наведених даних необхідно визначити коефіцієнт надлишку повітря  $\alpha$ .

*Розв'язок*

$$O_{2\text{надл}} = O_2 - 0.5H_2 - 0.5CO - 2CH_4$$

$$O_{2\text{надл}} = 5\% - 0.5 \cdot 2\% - 0.5 \cdot 1\% - 2 \cdot 1.75\% = 0$$

$$\alpha = 21 / (21 - O_{2\text{надл}}) = 1$$

3. За умовами задачі наведено наступний склад палива:  $C^P = 37,2 \%$ ;  $H^P = 2,6 \%$ ;  $S^P = 0,6 \%$ ;  $N^P = 0,4 \%$ ;  $O^P = 12 \%$ ;  $W^P = 40 \%$ ;  $A^P = 7,2 \%$ . Необхідно визначити кількість повітря, що теоретично необхідна для спалювання 1 кг палива такого складу, а також визначити обсяг продуктів згоряння. Значення коефіцієнта надлишку повітря  $\alpha = 1,2$ .

*Розв'язок.*

За допомогою наведеної нижче формули визначаємо теоретично необхідну кількість повітря:

$$V^0 = 0,0889 \cdot C^p + 0,265 \cdot H^p - 0,0333 \cdot (O^p - S^p)$$

$$V^0 = 0,0889 \cdot 37,2 + 0,265 \cdot 2,6 - 0,0333 \cdot (12,0 - 0,6) = 3,613 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Наступним кроком обчислимо обсяг продуктів згоряння:

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01866 \cdot (C^p + 0,375S^p);$$

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79V^0 + 0,008N^p;$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,111H^p + 0,0124W^p + 0,0161V^0;$$

$$V_r = V_r^0 + 1,0161 \cdot (\alpha - 1)V^0.$$

Отже,

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01866 \cdot (37,2 + 0,375 \cdot 0,6) = 0,698 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,0124 \cdot (9 \cdot 2,6 + 40) + 0,0161 \cdot 3,613 = 0,844 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot 3,613 + 0,008 \cdot 0,4 = 2,857 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_r = 0,698 + 0,844 + 2,857 + 1,0161 \cdot (1,2 - 1) \cdot 3,613 = 5,143 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

## **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВИКОНАННЯ МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ (див. табл. 1)**

Оцінка за виконання модульної контрольної роботи ставиться як сума балів, отриманих за кожне із завдань (теоретичні завдання № 1–3 оцінюються максимально у 7 балів кожне, а практичне завдання – максимально у 9 балів).

Оцінка «відмінно» (27–30 балів) ставиться, якщо завдання модульної контрольної роботи виконані в повному обсязі, обґрунтовані; здобувач демонструє знання матеріалу роботи на рівні 90–100 %.

Оцінки «добре», «дуже добре» (23–26 балів) ставляться, якщо модульна контрольна робота виконана з незначними помилками, але у повному обсязі. Здобувач демонструє знання матеріалів роботи на рівні 75–90 %.

Оцінки «достатньо» та «задовільно» (18–22 бали) ставляться, якщо модульна контрольна робота виконана не в повному обсязі, але здобувач демонструє знання наведеного матеріалу роботи на рівні 50–75 %.

Оцінка «незадовільно» (0–17 балів) ставиться, якщо здобувач неправильно виконав завдання модульної контрольної роботи або взагалі не виконав завдання; здобувач не може відповісти на теоретичні питання.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ № 1

### Базова література

1. Кустовська А. Д., Іванов С. В., Бережний Є. О. Альтернативні палива: підручник. К.: НАУ, 2014. 624 с.
2. Хімічна модифікація палив і мастил: лабораторний практикум / уклад.: О. В. Полякова, О. С. Тітова, А. Д. Кустовська, О. Л. Матвєєва. К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2021. 64 с.
3. Альтернативні авіаційні паливно-мастильні матеріали: лабораторний практикум / уклад.: О. Л. Матвєєва, О. С. Тітова, Ю. О. Вовк, Т. І. Кирик. К.: НАУ, 2022. 56 с.
4. Єфіменко В. В., Олександренко В. П., Стечишин М. С., Курський В. С. Експлуатаційні матеріали: лабораторний практикум. Хмельницький: Хмельницький національний університет, 2020. 100 с.
5. Матвєєва О. Л., Трофімов І. Л., Вовк Ю. О. Технології транспортування, зберігання, заправки та обліку альтернативних моторних палив: Практикум. К.: Вид-во «НАУ-друк», 2021. 64 с.

### Додаткові рекомендовані джерела

6. Бойченко С. В., Павлюх Л. І., Шкільнюк І. О., Яковлєва А. В., Матвєєва І. В., Гудзь А. В. Аналіз екологічних властивостей компонентів традиційних альтернативних авіаційних бензинів. *Наукоємні технології*. 2(42), 2019. С. 195-206. DOI: 10.18372/2310-5461.42.13752.
7. Бойченко С. В., Терьохін В.І., Новікова В.Ф., Черняк Л. М., Луганова Т. О. Хімотологія: електронний підручник. 2020. URL: <https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/42353>.
8. Бойченко С. В., Черняк Л. М., Новікова В. Ф. Контроль якості паливно-мастильних матеріалів: навч. посіб. К.: НАУ, 2012. 316 с.
9. Гайдай О. О., Пилявський В. С., Полункін Є. В. Поліпшення експлуатаційних властивостей етанольних моторних палив мікродозами карбонових сфероїдальних нанокластерів. *Наукоємні технології*. 2016. 1, С. 3-8. URL: <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/download/10085/13171/0>
10. Домарецький В. А., Шиян П. Л., Калакура М. М. Загальні технології харчових виробництв: підручник. К.: Університет «Україна», 2010. 814 с.
11. Іванов С. В., Єфіменко В. В., Тітова О. С. Хімія та паливно-мастильні матеріали: лабораторний практикум. К.: НАУ, 2009. 78 с.
12. Інструкції з контролю якості пально-мастильних матеріалів та спеціальних рідин у державній авіації України. *Офіційний вісник України*. 2017, № 14, ст. 444.

13. Інструкції з контролювання якості нафти і нафтопродуктів на підприємствах і організаціях України. *Офіційний вісник України* від 20.07.2007. 2007, № 50, ст. 413.
14. Кириченко В. І., Кириченко В. В., Рібун В. С., Складанюк М. Б. Альтернативні палива із технічних олій: інноваційні методи і технології одержання та використання. *Фізика і хімія твердого тіла*. 2020. т. 21. № 3. С. 552-559. URL: <http://lib.pnu.edu.ua:8080/handle/123456789/8634>
15. Новікова В. Ф., Іванов С. В., Полякова О. В., Єфименко В. В. Аналіз нафтопродуктів: навч.-метод. посіб. К.: НАУ, 2005. 184 с.
16. Новікова В.Ф., Іванов С.В., Полякова О.В., Єфименко В.В. Контроль якості нафтопродуктів: навч.-метод. посіб. К.: НАУ, 2005. 180 с.
17. Олійнічук С. Т. Прогресивні технології біопалива з рослинної сировини. Київ: Продовольчі ресурси. 2014. №2. С. 8-14.
18. Рібун В. С. Розроблення технологічних процесів отримання оксигенвмісних додатків до складу моторних палив: дис. канд. техн. наук: 05.17.07 «Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів» / Рібун Вікторія Степанівна. Івано-Франківськ, 2021. 160 с. URL: <https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/49743>
19. Ткачук В. А., Солоненчук І. В. Сучасні тенденції розвитку ринку енергоресурсів в Україні. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Економічні науки*. 2019. № 6 (141). С. 73-83. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/15771>

### **Інформаційні ресурси в інтернеті**

20. <https://dspace.nau.edu.ua/>
21. <http://www.nbu.gov.ua/>
22. <https://ukrstat.gov.ua/>
23. [https://commission.europa.eu/index\\_en](https://commission.europa.eu/index_en)