



## НАЗВА КУРСУ

### Лінійна алгебра та аналітична геометрія

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський)</i>					
<b>Галузь знань</b>	<i>12 Інформаційні технології</i>					
<b>Спеціальність</b>	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>					
<b>Освітня програма</b>	<i>Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці (Software Engineering of Intelligent Cyber-Physical Systems in Energy Industry)</i>					
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Нормативна</i>					
<b>Форма навчання</b>	<i>очна</i>					
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>1 курс, 1 семестр</i>					
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>120/4 кредити</i>					
		Лекції	Практич. занят. (семінари)	Лабор. заняття (комп'ют. практ.)	Індив. заняття	СРС
	<b>Години</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48</b>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Екзаме н	Залік	МКР (вказати кількість)	РГР, РР, ГР (вказати кількість)	ДКР (вказати кількість)	Реферат (вказати кількість)
	-	+	1	1	0	0
<b>Розклад занять</b>	<i>На сайті університету, також сайті кафедри ІПЗЕ ІАТЕ</i>					
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>					
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	<p>Лектор: <i>Владіміров Володимир Миколайович, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, <a href="mailto:vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua">vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua</a>, <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21">https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21</a>, ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-9991-2979">https://orcid.org/0000-0002-9991-2979</a></i></p> <p>Практичні:  <i>Владіміров Володимир Миколайович, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, <a href="mailto:vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua">vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua</a>, <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21">https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21</a>, ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-9991-2979">https://orcid.org/0000-0002-9991-2979</a></i></p> <p><i>Пилипенко Віта Анатолівна, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук, <a href="mailto:v.pylypenko.kpi@gmail.com">v.pylypenko.kpi@gmail.com</a>, <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/pva21">https://intellect.kpi.ua/profile/pva21</a>, ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-0383-6271">https://orcid.org/0000-0002-0383-6271</a></i></p>					
<b>Розміщення курсу</b>	<b>Посилання на дистанційні ресурси</b>					
		Google classroom	Moodle LMS	Інше		
	Лекції	+	+	Viber, Telegram,		
	Практика	+	+	<a href="https://ecampus.kpi.ua/">https://ecampus.kpi.ua/</a>		

### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей використовувати методи лінійної алгебри та аналітичної геометрії для оволодіння необхідним математичним апаратом, що допомагає аналізувати, моделювати та розв'язувати прикладні інженерні задачі із застосуванням, де це можливо, обчислювальної техніки.

Програмні компетентності:

#### Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

#### Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН 5 Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПРН 11 Вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

#### Фахові компетентності (ФК)

ФК 14 Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

### 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчається в першому семестрі на базі повної середньої або середньої професійної освіти.

Вивчений матеріал є базою для вивчення курсу математичного аналізу.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

1) *Елементи лінійної алгебри: системи двох алгебраїчних рівнянь із двома невідомими; визначники другого порядку; визначники третього порядку та їх властивості; обчислення визначників другого і третього порядків; системи трьох лінійних алгебраїчних рівнянь із трьома невідомими; формули Крамера; поняття про визначники вищих порядків; розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гаусса; матриці та дії над ними; обернена матриця; теорема існування оберненої матриці; розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою матричного методу; ранг матриці; теорема про базисний мінор; елементарні перетворення матриці; теорема Кронекера-Капеллі; загальна теорія лінійних систем; лінійний простір; базис і розмірність лінійного простору; евклідів простір, норма, ортогональність; нерівності Коші-Буняковського та трикутника; розклад за ортогональним базисом; лінійний оператор та його матриця; ядро та область значень лінійного оператора; лінійні однорідні системи та їх нетривіальні розв'язки; заміна базису і зміна матриці лінійного оператора; заміна декартового базису, ортогональні базиси; лінійні перетворення в евклідовому просторі; власні значення і власні вектори лінійного оператора; характеристичний многочлен; матриця оператора в базисі з власних векторів; симетричні матриці; квадратичні форми і зведення їх до канонічного виду; зведення рівняння кривої другого порядку до канонічного виду.*

2) **Аналітична геометрія:** напрямлені відрізки; система координат на площині і в просторі; полярна система координат та її зв'язок з декартовою; вектори; основні поняття; лінійні операції над векторами; напрямні косинуси вектора; проєкції та їх властивості; розклад вектора за координатним базисом; лінійна залежність і незалежність векторів; основні задачі аналітичної геометрії: відстань між двома точками; поділ відрізка в даному відношенні; кут між векторами; скалярний, векторний та мішаний добутки: їх властивості, геометричний та механічний зміст; поняття лінії; алгебраїчні лінії; геометричний зміст рівняння першого степеня з двома змінними; рівняння прямої з кутовим коефіцієнтом та інші рівняння прямої на площині; кут між двома прямими; умови паралельності і перпендикулярності двох прямих; пучок прямих; полярні та параметричні рівняння лінії; поняття поверхні; рівняння площини, яка проходить через точку перпендикулярно даному вектору; геометричний зміст рівняння першого степеня з трьома змінними; нормальне рівняння площини; відстань від точки до площини; умови паралельності і перпендикулярності двох площин; канонічні рівняння прямої в просторі; кут між двома прямими в просторі; умови паралельності і перпендикулярності двох прямих; кут між прямою і площиною; умови паралельності і перпендикулярності прямої і площини; поняття лінії другого порядку; коло, еліпс, гіпербола, парабола та їх властивості; виведення рівнянь еліпса, гіперболи, парабол та їх дослідження; поверхні другого порядку; поверхні обертання; циліндри, еліпсоїди, гіперболоїди, параболоїди, конуси; дослідження форми поверхні другого порядку за допомогою методу плоских паралельних перерізів.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основна література

- 1) Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища математика: навчальний посібник. — К.: "А.С.К", 2006. — С. 648. — ISBN 966-539-320-0.
- 2) Вища математика. Збірник задач: початковий посібник / В. П. Дубовик [та ін.]. — К.: "А.С.К.", 2005. — С. 480. — ISBN 966-319-036-1.
- 3) Назієв Е. Х., Владімаров В. М., Миронець О. А. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: початковий посібник. — К.: Либідь, 1997. — С. 152.
- 4) Дудкін М. Є., Дюженкова О. Ю., Степахно І. В. Вища математика: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за інженерними спеціальностями. — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — С. 449. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51064/1/Dudkin\\_V\\_matymatyka\\_22.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51064/1/Dudkin_V_matymatyka_22.pdf).
- 5) Збірник завдань з вищої математики. Частина 1 / за ред. В. М. Владіміров, О. А. Пучков, М. В. Шмигевський. — К.: Політехніка, 2003.

##### Додаткова література

- 1) Дудкін М. Є., Дюженкова О. Ю., Степахно І. В. Вища математика. Практикум: навчальний посібник. — К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. — С. 409. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47504/1/Vyshcha%20matematyka\\_Praktykum.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47504/1/Vyshcha%20matematyka_Praktykum.pdf).
- 2) Вища математика. Аналітична геометрія та лінійна алгебра. Елементи векторної алгебри. Конспект лекцій. / О. В. Кузьма [та ін.]. — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — С. 127. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42310/1/Vyshcha\\_matematyka.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42310/1/Vyshcha_matematyka.pdf).
- 3) Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Практикум / І. В. Алексеева [та ін.]. — К.: НТУУ «КПІ», 2013. — С. 180. — URL: <https://matan.kpi.ua/public/files/PraktykumLAAG.pdf>.
- 4) Веригіна І. В., Єрьоміна Т. О., Поварова О. А. Вища математика. Елементи аналітичної геометрії: Практикум. — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — С. 33. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41239/1/VM\\_EAG.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41239/1/VM_EAG.pdf).
- 5) Axler S. J. Linear algebra done right. — 3rd ed. — Springer, 2015. — ISBN 9783319110790.
- 6) Johnston N. Introduction to Linear and Matrix Algebra. — Springer International Publishing AG, 2021. — ISBN 9783030528102.
- 7) Cohen M. X. Linear Algebra Theory, Intuition, Code : Theory, Intuition, Code. — Sincxpress BV. — P. 589. — ISBN 9789083136608.

Основну та додаткову література можна знайти в мережі інтернет, в науково-технічній бібліотеці ім. Г. І. Денисенка, а також в електронних ресурсах у відповідному Google class.

## 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Перелік лекцій

#### Тема 1. Елементи лінійної алгебри

Лекції 01-02. *Визначники квадратних матриць другого та третього порядків: визначення, основні властивості. Мінори і алгебраїчні доповнення. Теореми про величину визначника, та анулювання. Поняття про визначник квадратної матриці  $n$ -го порядку. Прямокутні матриці та їх мінори. Ранг матриці. Елементарні перетворення матриць.*

Лекції 03-04. *Системи  $n$  лінійних рівнянь  $s$   $n$  невідомими. Теорема Крамера. Довільні системи лінійних рівнянь. Теорема Кронекера-Капеллі (без доведення). Однорідні системи. Розв'язання систем лінійних рівнянь методом Гауса. Дії над матрицями. Обернена матриця. Розв'язування системи лінійних рівнянь за допомогою матричного методу.*

#### Тема 2. Аналітична геометрія

Лекції 05-06. *Геометричні вектори. Лінійні операції над геометричними векторами та їх властивості. Лінійно-незалежні системи векторів. Базис системи векторів. Координати вектора у деякому базисі. Дії над векторами, які задано координатами у деякому базисі.*

Лекції 07-08. *Базиси систем векторів на прямій, площині та у просторі. Розклад вектора за координатними базисами. Прямокутна декартова система координат. Координати векторів і точок у прямокутній декартовій системі координат. Полярна система координат.*

Лекції 09-10. *Скалярний добуток двох геометричних векторів та його властивості. Векторний і мішаний добуток векторів та їх властивості.*

Лекції 11-12. *Скалярний добуток двох геометричних векторів та його властивості. Векторний і мішаний добуток векторів та їх властивості.*

Лекції 13. *Різні види рівнянь площин та прямих. Деякі основні задачі на площину та пряму: визначення кутів та відстаней. Пучки прямих та площин.*

Лекції 14. *Поняття про криві другого порядку. Коло, еліпс, гіпербола.*

Лекція 15. *Парабола. Директриси кривих другого порядку. Лінійні перетворення. Перетворення координат. Приведення квадратичної форми до канонічного вигляду. Спрощення загального рівняння кривої другого порядку.*

Лекція 16. *Циліндричні поверхні. Поверхні обертання. Поверхні обертання другого порядку.*

Лекція 17. *Поверхні другого порядку.*

Лекція 18. *Оглядова лекція.*

### Перелік тем, що виносяться на самостійне опрацювання

1) Поділ відрізка за даним відношенням.

2) Пучки прямих та площин.

### Перелік практичних занять

#### Тема 1. Елементи лінійної алгебри

Практичні заняття 01-02. *Системи двох рівнянь з двома невідомими. Визначники другого і третього порядків. Системи трьох лінійних рівнянь з трьома невідомими. Формули Крамера. Визначники  $n$ -го порядку. Метод Гауса розв'язування системи рівнянь. (Отримання студентами завдань розрахункової роботи)*

Практичні заняття 03-04. *Матриці. Дії над матрицями. Обернена матриця.*

Практичні заняття 05. *Ранг матриці. Теорема Кронекера-Капеллі.*

#### Тема 2. Аналітична геометрія

- Практичні заняття 06-07. *Вектори. Лінійні операції над векторами. Напрямні косинуси вектора. Базис. Лінійна залежність і лінійна незалежність векторів.*
- Практичні заняття 08-09. *Скалярний добуток. Векторний добуток. Мішаний добуток.*
- Практичні заняття 10. *Пряма лінія на площині.*
- Практичні заняття 11. *Площина.*
- Практичні заняття 12-13. *Пряма у просторі. Площина і пряма.*
- Практичні заняття 14-15. *Еліпс, гіпербола, парабола. МКР — Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії.*
- Практичне заняття 16. *Приведення рівнянь кривих другого порядку до канонічного вигляду. (Задача та захист розрахункової роботи)*
- Практичні заняття 17-18. *Поверхні другого порядку. Оглядове заняття. Залік.*

### **Перелік індивідуальних завдань**

- Розрахункова робота (Частина 1): Елементи лінійної алгебри. *Збірник завдань з вищої математики (типові розрахунки). Частина 1. Укладачі: Владіміров В.М., Пучков О.А., Шмигевський М.В. — К.: ІВЦ „Політехніка”, 2003., ТР-2, стор. 25. №1 а)-г), 2 а)-в), 3, 4, 5.*
- Розрахункова робота (Частина 2): Елементи векторної алгебри. *Збірник завдань з вищої математики (типові розрахунки). Частина 1. Укладачі: Владіміров В.М., Пучков О.А., Шмигевський М.В. — К.: ІВЦ „Політехніка”, 2003., ТР-1, стор. 5. № 1 1)-5), 2.*
- Розрахункова робота (Частина 3): Елементи аналітичної геометрії. *Збірник завдань з вищої математики (типові розрахунки). Частина 1. Укладачі: Владіміров В.М., Пучков О.А., Шмигевський М.В. — К.: ІВЦ „Політехніка”, 2003., ТР-1, стор. 7. №3 1)-6), 5 1)-5), 8 а)-в), 9 1)-7), 10 1)-5).*
- Розрахункова робота (Частина 4): Криві 2 порядку. *Збірник завдань з вищої математики (типові розрахунки). Частина 1. Укладачі: Владіміров В.М., Пучков О.А., Шмигевський М.В. — К.: ІВЦ „Політехніка”, 2003., ТР-1, стор. 18. № 7 а)-г).*

Всі матеріали необхідні студентам при вивченні курсу будуть опубліковані в Google class. Процес виконання та захисту індивідуальних завдань може також здійснюватися з використанням Moodle LMS, а також засобами, які доступні в Google class.

## **6. Самостійна робота студента**

*Види самостійної роботи: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до аудиторних занять, розв'язок задач, виконання тестових завдань та домашніх робіт, виконання частин розрахункової роботи (розбивається на частини відповідно до переліку індивідуальних завдань).*

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Дотримання положень «Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділи 2 та 3)

Співпраця студентів у розв'язанні проблемних завдань дозволена, але відповіді кожний студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час захисту частин розрахункової, під час написання модульної контрольної роботи, під час виконання тестових завдань, а також завдань експрес-контролю категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності.

### **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

**Поточний контроль:** експрес-контроль, тестові завдання, опитування, домашні роботи, модульна контрольна робота, здача та захист розрахункової роботи.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** відсутність заборгованостей, зарахування розрахункової роботи, семестровий рейтинг не менше 60 балів.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали ( $R = 100$ ). Сума вагових балів  $R_K$  з кожного контрольного заходу кредитного модуля дорівнює розміру шкали  $R$  ( $R = \sum_K R_K = 100$ ).

1. Рейтингова оцінка ( $RD$ ) студента з кредитного модуля складається з балів  $r_K$ , що студент отримує протягом семестру з кожного контрольного заходу, а також заохочувальних  $r_3$  та штрафних балів  $r_{III}$ : ( $RD = \sum_K r_K + \sum r_3 + \sum r_{III}$ ):

– модульний контроль (МК) – 50 балів ( $\sum_K R_K = 50$ );

– виконання розрахункових робіт (РР) – 40 балів ( $\sum_K R_K = 40$ );

– експрес-контроль (роботи на лекційних та практичних заняттях і самостійної роботи в позааудиторний час) – 10 балів ( $\sum_K R_K = 10$ );

– заохочувальних  $r_3$  (+10) та штрафних  $r_{III}$  (-10) балів ( $r_3 + r_{III} = \sum r_3 + \sum r_{III}$ ).

## **2. Критерії нарахування балів**

**2.1 Модульний контроль** (МК, ваговий бал – 50) проводиться у вигляді контрольної роботи (КР) тривалістю 2 академічні години. КР складається з 4-8 завдань (можливе одне чи два теоретичних запитання (завдання)), які оцінюються по 4-12 балів. КР може бути поділена на декілька контрольних робіт (частин) (наприклад, дві одногодинні контрольні роботи, чи три контрольні роботи по 30 хвилин), кожна з яких оцінюється по  $R_K$  балів і складається з 2-5 завдань, які оцінюються по 2-7 балів. Максимальна кількість балів в сумі за всі КР складає 50 балів ( $50 = \sum_K R_K$ ). Кількість КР, їх структура та критерії оцінювання завдань доводяться до студентів завчасно.

**Практичне завдання на КР, за яке ставиться  $r_n$  балів, оцінюється за такими критеріями:**

– «відмінно», повне розв'язання (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;

– «добре», достатньо повне розв'язання з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;

– «задовільно», неповне розв'язання з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;

– «незадовільно», розв'язання не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

**Теоретичне запитання (завдання) на КР, за яке ставиться  $r_n$  балів, оцінюється за такими критеріями:**

- «відмінно» – повна відповідь, надані відповідні обґрунтування (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;
- «задовільно» – неповна відповідь з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

Якщо студент не з'явився на КР, його результат оцінюється нулем балів.

Рейтинг кожної частини КР вважається позитивним, якщо студент отримав не менше  $0,6R_K$  балів. Якщо студент отримав оцінку меншу  $0,6R_K$  балів за КР, то він зобов'язаний переписати цю роботу, але не більше двох разів (на розсуд викладача по можливості один раз до сесії та один раз після сесії). Робота оцінюється не більше ніж у  $0,6R_K$  балів.

**2.2 Розрахункова робота (РР)** (ваговий бал - 40) виконується студентом в позааудиторний час і складається з 4 – 40 завдань, кожне з яких оцінюється в 0,4-4 бали. Всього 16 балів (40%). Захист РР оцінюється в 24 бали (60%) (рекомендовано 6 балів (25%) за захист практичної частини та 18 балів (75%) – теоретичної). РР може бути поділена на декілька РР (частин), кожна з яких оцінюється по  $R_K$  балів. Максимальна кількість балів в сумі за всі частини РР складає 40 балів ( $\sum R_K = 40$ ). Якщо РР поділено на декілька частин, то бали за перевірку та захист виставляються пропорційно до вагового балу кожної частини. Кількість частин РР, їх структура та критерії оцінювання завдань доводяться до студентів завчасно.

#### **Критерії оцінювання завдань при перевірці:**

- правильно і вчасно виконане завдання оцінюється в 0,4-4 бали;
- невчасно виконане завдання оцінюється не більше ніж в 60% від максимально можливої кількості балів;
- неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

#### **Критерії оцінювання кожної частини РР при перевірці в цілому:**

- якісно виконана робота – 16 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 14 балів;
- роботу виконано з певними незначними помилками – 12-10 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

До захисту кожної частини РР студент допускається за умови правильного виконання всіх завдань з можливими незначними недоліками та помилками, та набраними не менше 10 балів за всю роботу при перевірці.

Захист розрахункової роботи або її частини складається з одного теоретичного запитання з переліку, що наданий у додатку до робочої програми КМ, та одного чи двох практичних завдань, подібних до завдань РР (з теми).

**Теоретичне запитання на захисті РР або її частини оцінюється з  $r_n$  балів за такими критеріями:**

- «відмінно» – повна відповідь, надані відповідні обґрунтування (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;
- «задовільно» – неповна відповідь з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

**Практичне завдання на захисті РР оцінюється у  $r_n$  балів за такими критеріями:**

- «відмінно», повне розв'язання (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;
- «добре», достатньо повне розв'язання з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;
- «задовільно», неповне розв'язання з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;
- «незадовільно», розв'язання не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

Якщо студент не з'явився на захист РР, його результат оцінюється нулем балів.

Рейтинг  $r_{pp}$  кожної частини РР вважається позитивним, якщо студент отримав не менше  $0,75R_K$  балів. Якщо студент отримав оцінку меншу  $0,75R_K$  балів, то він зобов'язаний переписати захист цієї роботи, але не більше двох разів (на розсуд викладача по можливості один раз до сесії та один раз після сесії). Робота оцінюється не більше ніж у  $0,75R_K$  балів.

**2.3 Експрес-контроль** ( ваговий бал – 10) проводиться з метою перевірки якості роботи студента на лекційних та практичних заняттях в аудиторії і самостійної роботи в позааудиторний час протягом семестру.

Для більш об'єктивної оцінки роботи студента викладач може проводити короткі контрольні або самостійні аудиторні роботи тривалістю 10 – 30 хвилин, чи задавати індивідуальні домашні роботи.

В кінці семестру викладачі, які проводили в навчальній групі заняття з кредитного модуля, узгоджують між собою і оцінюють результати роботи студента протягом семестру на лекційних та практичних заняттях і самостійної роботи в позааудиторний час. При виставленні рейтингової оцінки за експрес-контроль викладачі враховують відвідування студентом занять протягом семестру, вчасну та якісну здачу коротких контрольних, самостійних та індивідуальних домашніх робіт, роботу студента на заняттях. Значення рейтингової оцінки за експрес-контроль доводиться до студентів на передостанньому занятті.

**Критерії нарахування балів за експрес-контроль:**

- активна творча робота студента протягом семестру – 10-8 балів;



- плідна робота студента протягом семестру з незначними недоліками – 7-4 бали;
- студент працював протягом семестру, але з певними недоліками та помилками – 3-1 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

### 3. Заохочувальні ( $r_3$ ) і штрафні ( $r_{III}$ ) бали:

1. Призове місце у факультетській олімпіаді - (+) 1 - 8 балів;
2. Призове місце в кафедральній олімпіаді - (+) 1 - 10 балів;
3. За умови якісної підготовки і активної роботи на занятті одному або двом кращим студентам може додаватися як заохочування - (+) 1-2 бали;
4. За кожен тиждень затримки виконання чи подання на перевірку однієї з частин РР без поважних причин - (-) 2 бали;
5. Відсутність на захисті однієї з частин РР без поважних причин - (-) 2 бали.

Сума як штрафних  $r_{III} = \sum r_{III}$ , так і заохочувальних  $r_3 = \sum r_3$  балів не має перевищувати  $0,1R = 10$  балів.

4. Календарна проміжна атестація студентів (на 8 та 14 тижнях семестрів) з КМ проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «не атестовано». Також не атестується студент у разі невиконання або не захисту хоча б однієї з частин РР, термін подання якої був до тижня проведення атестації, або не написав на позитивну оцінку всі, заплановані на цей час, частини КР.
5. Підсумкова рейтингова оцінка з кредитного модуля ( $RD$ ) доводиться до студентів на передостанньому занятті. Студенти, які виконали всі умови допуску до семестрової атестації (не мають заборгованостей з КР та РР, тощо) та набрали протягом семестру необхідну кількість балів ( $RD \geq 60$ ), отримують позитивну залікову оцінку без додаткових випробувань (залік) так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу. У такому разі до заліково-екзаменаційної відомості вносяться бали  $RD$  та відповідні оцінки.

### 6. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 60 балів та не мають заборгованостей (позитивний рейтинг з усіх частин КР та РР і набраними не менше 60 балів), зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу (проходити співбесіду).

За наявності поважних підстав, які призвели до появи поточної заборгованості у студента, студентові надається можливість усунути ці причини та підвищити свій рейтинг.

7. Студенти, які були не допущеними до семестрової атестації з кредитного модуля (не зарахована принаймні одна з частин КР чи РР або набрали протягом семестру менше 54 балів), мають усунути поточні заборгованості, що призвели до цього, інакше вони не допускаються до залікової контрольної роботи з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.
8. Необхідною умовою допуску студента до залікової контрольної роботи з дисципліни є позитивний рейтинг з усіх форм семестрової атестації. У разі виконання залікової контрольної роботи рейтингова оцінка з кредитного модуля визначається як сума балів із залікової контрольної роботи  $r_{зкр}$  та балів із РР  $r_{рр}$ . При цьому, розмір шкали оцінювання залікової контрольної роботи зменшується на значення вагового балу РР, тобто  $R_{зкр} = 60$  балів.
9. Студентам, які протягом семестру набрали більш ніж 60 балів надається можливість виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки. При цьому, попередній рейтинг студента з кредитного модуля (за винятком  $r_{рр}$ ) скасовується і він отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.
10. На останньому за розкладом занятті викладач проводить семестрову атестацію у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди зі студентами, які не змогли отримати за рейтингом позитивну оцінку, але були допущені до семестрової атестації з КМ, а також з тими, хто бажає підвищити свою позитивну оцінку. У заліково-екзаменаційній відомості викладач записує бали  $RD$ , які отримані студентом у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи, а також згідно з табл. відповідну оцінку.

Межею незадовільного навчання в університеті визначено 59 балів за 100-бальною рейтинговою шкалою.

11. **Залікова контрольна робота** (ваговий бал - 60) проводиться в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою дисципліни. Форма проведення залікової контрольної роботи – комбінована, зміст і структура білетів (контрольних завдань) та критерії оцінювання визначаються викладачем. На передостанньому за розкладом занятті доводяться до відома студентів правила проведення залікової контрольної роботи, критерії оцінювання, стартові рейтинги, а також зазначається, хто не допущений до залікової контрольної роботи і з якої причини. На заліковій контрольній роботі студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожен білет, як правило, містить два теоретичних питання і два практичних завдання (або два теоретичних питання і три практичних завдання). Перелік теоретичних питань та тем практичних завдань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання і практичне завдання оцінюється у 15 балів (теоретичне питання і практичне завдання оцінюється у 12 балів).

Для більш об'єктивної оцінки рівня підготовки студента екзаменаторові надається право задавати додаткові питання в межах навчальної програми.

### Система оцінювання теоретичного питання:

- «відмінно» – повна відповідь, надані відповідні обґрунтування (не менше 90% потрібної інформації) – 15-14 балів (12-11 балів);
- «добре» – достатньо повна відповідь з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) – 13-11 балів (10-9 балів);
- «задовільно» – неповна відповідь з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 10-9 балів (8-7 балів);
- «незадовільно», відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

### Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повне розв'язання (не менше 90% потрібної інформації) – 15-14 балів (12-11 балів);
- «добре», достатньо повне розв'язання з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) – 13-11 балів (10-9 балів);
- «задовільно», неповне розв'язання з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 10-9 балів (8-7 балів);
- «незадовільно», відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

Після оцінювання відповідей студента (виконання залікової контрольної роботи та відповідей на додаткові питання) викладач підраховує суму  $r_{ЗКР}$  балів з залікової контрольної роботи. Рейтинг  $r_{ЗКР}$  вважається позитивним, якщо студент отримав не менше  $0,6R_{ЗКР} = 0,6 \cdot 60 = 36$  балів. Якщо студент отримав оцінку менше  $0,6R_{ЗКР} = 36$  балів, то залікова робота оцінюється в 0 балів.

Під час виконання залікової контрольної роботи (підготовки до відповіді) студенти зобов'язані дотримуватися відповідних вимог кафедри. При виявленні факту використання студентом недозволених матеріалів, викладач має право припинити складання заліку студентом і виставити незадовільну оцінку. При порушенні студентом встановлених правил внутрішнього розпорядку або морально-етичних норм поведінки на заліковій контрольній роботі викладач має право усунути його від складання заліку з позначкою "усунений" в заліковій відомості.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Перелік питань, що виносяться на залік по курсу

1. Визначники другого і третього порядку, їх властивості.
2. Системи трьох рівнянь з трьома невідомими. Формули Крамера. Однорідні системи.
3. Матриці і дії над ними.
4. Обернена матриця і її застосування.
5. Ранг матриці. Елементарні перетворення матриць. Теорема Кронекера - Капеллі.
6. Поняття вектора і проєкції вектора на вісь. Лінійні операції над векторами.
7. Вектори в декартовій системі координат. Направляючі косинуси вектора.
8. Поділ відрізка в заданому відношенні.
9. Скалярний добуток векторів і його властивості. Кут між векторами. Механічний зміст скалярного добутку. Обчислення скалярного добутку векторів, заданих координатами. Необхідні і достатні умови перпендикулярності двох векторів.

10. Векторний добуток векторів і його властивості. Геометричний і механічний зміст векторного добутку.
11. Векторний добуток векторів, заданих координатами. Необхідна і достатня умова колінеарності двох векторів.
12. Мішаний добуток векторів, його обчислення і властивості. Геометричний зміст мішаного добутку. Необхідні і достатні умови компланарності трьох векторів.
13. Рівняння площини, що проходить через задану точку, перпендикулярно заданому вектору. Загальне рівняння площини. Геометричний зміст рівняння першого степеня з трьома змінними.
14. Нормальне рівняння площини. Рівняння площини, що проходить через три точки. Рівняння площини у відрізках на осях.
15. Векторне, канонічне і параметричне рівняння прямої в просторі. Рівняння прямої, що проходить через дві задані точки. Загальне рівняння прямої в просторі, перехід до канонічного рівняння..
16. Різні види рівнянь прямої на площині.
17. Відстань від точки до площини і від точки до прямої в просторі. Відстань між мимобіжними прямими.
18. Кут між площинами. Кут між прямими на площині. Умова паралельності і перпендикулярності площин і прямих на площині.
19. Кут між прямими в просторі. Кут між прямою і площиною. Умова паралельності і перпендикулярності прямої і площини.
20. Криві другого порядку. Коло. Еліпс.
21. Гіпербола.
22. Парабола. Директриси еліпса і гіперболи, їх властивості.
23. Циліндричні поверхні.
24. Поверхні другого порядку.

- Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (після погодження з лектором не пізніше ніж за два місяці до заліку).

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

#### **Складено**

старшим викладачем кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ

Владіміровим Володимиром Миколайовичем;

старшим викладачем кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук  
Пилипенко Вітою Анатолівною.

**Ухвалено** кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 8 від 23.05.2024)

**Погоджено** Методичною комісією ІАТЕ (протокол № 10 від 25.06.2024)