

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет інформаційних технологій і математики
Кафедра математичного аналізу та статистики

СИЛАБУС
нормативного освітнього компонента
ЛІНІЙНА АЛГЕБРА І АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ
підготовки здобувачів освіти
першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
освітньо-професійної програми
Комп'ютерні науки та інформаційні технології

Силабус навчальної дисципліни «Лінійна алгебра і аналітична геометрія» підготовки бакалавра галузі знань 12 Інформаційні технології, спеціальності 122 Комп'ютерні науки за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні науки та інформаційні технології (ОПП затверджено рішенням Вченої ради ВНУ імені Лесі Українки, протокол №8 від 28.06.2022 р.)

Розробник: доцент, канд. фіз.-мат. наук Волошина Т.В.

Погоджено

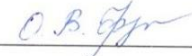
Гарант освітньо-професійної програми:

 _____

(Гришанович Т.О.)

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри математичного аналізу та статистики

протокол № 3 від 6.10. 2022 р.

Завідувач кафедри:  _____

(Федуник-Яремчук О.В.)

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	12 Інформаційні технології	Нормативна
Кількість годин / кредитів 150 / 5	122 Комп'ютерні науки	Рік навчання 1 Семестр 1
	Комп'ютерні науки та інформаційні технології	Лекції 36 год.
		Практичні 36 год.
		Самостійна робота 68 год.
ІНДЗ: немає	Перший (бакалаврський)	Консультації 10 год.
		Форма контролю: екзамен
Мова навчання		українська

II. Інформація про викладачів

ППІ Волошина Тетяна Володимирівна
 Науковий ступінь кандидат фізико-математичних наук
 Вчене звання доцент
 Посада доцент кафедри математичного аналізу та статистики
 Контактна інформація (050) 26 28 392, tetianavoloshyna@gmail.com

ППІ Кравчук Ольга Мусіївна
 Науковий ступінь кандидат педагогічних наук
 Вчене звання доцент
 Посада доцент кафедри математичного аналізу та статистики
 Контактна інформація (095) 03 82 489, olikr57@ukr.net

Дні занять за розкладом <http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi>

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

Курс «Лінійна алгебра і аналітична геометрія» є обов'язковим освітнім компонентом освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» бакалаврського рівня. Він охоплює основи лінійної та загальної алгебри, вибрані питання аналітичної геометрії. Усі ці складові тісно пов'язані між собою. Через весь курс проходить

поняття лінійного векторного простору та лінійного перетворення. Розглядаються різні моделі лінійних просторів, зокрема числові (арифметичні) векторні простори використовуються при дослідженні систем лінійних рівнянь; геометричні векторні простори використовуються у векторній алгебрі та в аналітичній геометрії. Ще одним фундаментальним математичним поняттям, що проходить через весь курс, є поняття групи. Протягом вивчення курсу систематично розглядаються різноманітні приклади груп: матричні групи, групи підстановок, групи симетрій та групи рухів геометричних фігур, числові групи. Акцентується увага на застосуванні груп у криптографії; елементів аналітичної геометрії – в комп'ютерній графіці; систем лінійних рівнянь – у математичному моделюванні лінійних явищ та процесів.

Найбільш яскраво виражені міждисциплінарні зв'язки лінійної алгебри і аналітичної геометрії з дискретною та обчислювальною математикою, криптографією, математичною логікою та теорією алгоритмів, математичним аналізом. Алгебраїчними структурами насичені майже всі розділи математики, методи лінійної алгебри є інструментом для вивчення геометричних форм. З іншого боку аналітична геометрія є джерелом прикладів та інтерпретацій для абстрактних понять лінійної алгебри.

2. Мета і завдання освітнього компонента

Головною метою навчальної дисципліни «Лінійна алгебра і аналітична геометрія» є оволодіння студентами методами аналітичної геометрії, лінійної алгебри та основами загальної алгебри.

Основним завданням дисципліни є формування у здобувачів базових понять алгебри та геометрії, розвиток абстрактного мислення та просторового уявлення, озброєння алгебраїчним апаратом та геометричними знаннями, необхідними для подальшого успішного вивчення інших математичних дисциплін та для їх прикладного застосування.

3. Результати навчання та компетентності

Вивчення навчальної дисципліни «Лінійна алгебра і аналітична геометрія» сприяє формуванню та розвитку у здобувачів таких загальних та спеціальних компетентностей:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування

Очікувані програмні результати навчання, які забезпечуються зокрема освітнім компонентом «Лінійна алгебра і аналітична геометрія» у комплексі з іншими компонентами освітньої програми:

ПРН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

4. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					Форма контролю / Бали
	Усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Консультації	Самостійна робота	
Змістовий модуль 1. Системи лінійних рівнянь						
Тема 1. Системи лінійних рівнянь. Метод Гауса розв’язування систем лінійних рівнянь.	7	2	2	1	2	РЗ
Тема 2. Матриці, дії з матрицями. Визначники матриць, їх властивості та методи обчислення.	8	2	2		4	РЗ
Тема 3. Обернена матриця. Критерій існування та методи обчислення оберненої матриці. Матричний метод розв’язування систем лінійних рівнянь.	6	2	2		2	РЗ
Тема 4. Числові векторні простори. Лінійна залежність системи векторів. Поняття рангу системи векторів.	8	2	2		4	РЗ
Тема 5. Критерій сумісності та критерій визначеності системи лінійних рівнянь.	5	1	2		2	РЗ
Тема 6. Розв’язки неоднорідної та відповідної однорідної систем лінійних рівнянь	8	1	2	1	4	РЗ
Разом за змістовим модулем 1	42	10	12	2	18	15 б.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					Форма контролю / Бали
	Усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Консультації	Самостійна робота	
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія						
Тема 7. Геометричні вектори, лінійні операції над ними. Колінеарність і компланарність векторів	9	2	2	1	4	РЗ
Тема 8. Скалярний, векторний та мішаний добуток векторів	12	4	4		4	РЗ
Тема 9. Пряма на площині.	8	2	2		4	РЗ
Тема 10. Площина у просторі.	8	2	2		4	РЗ
Тема 11. Пряма у просторі.	9	2	2	1	4	РЗ
Тема 12. Прямі та площини у просторі, їх взаємне розміщення.	10	2	2	2	4	РЗ
Разом за змістовим модулем 2	56	14	14	4	24	15 б.
Змістовий модуль 3. Поля і многочлени						
Тема 13. Основні алгебраїчні структури: групи, кільця, поля. Ізоморфізм.	12	2		2	8	РМГ
Тема 14. Комплексні числа	10	2	4		4	РЗ
Тема 15. Елементи теорії подільності многочленів від однієї змінної.	6	2	2		2	РЗ
Тема 16. Корені многочлена	12	4	4		4	РЗ
Тема 17. Лінійні векторні простори	12	2		2	8	РМГ
Разом за змістовим модулем 3	52	12	10	4	26	10 б.
Всього годин / Балів	150	36	36	10	68	40 б.
Види підсумкових робіт						Бали
Модульна контрольна робота за ЗМ 1						20
Модульна контрольна робота за ЗМ 2						20
Модульна контрольна робота за ЗМ 3						20
Всього балів за МКР						60

5. Завдання для самостійного опрацювання

Самостійна робота здобувачів включає в себе:

- Опрацювання теоретичних основ лекційного матеріалу. 9 год.
Перевірка здійснюється під час практичних занять і враховується при виставленні поточної оцінки за відповідний змістовий модуль.
- Підготовка до практичних занять, виконання домашніх завдань. 18 год.

Перевірка здійснюється під час практичних занять. Якість, кількість і терміни виконання враховуються при виставленні поточної оцінки за відповідний змістовий модуль.

3. Систематизація вивченого матеріалу перед іспитами. 18 год.
Перевірка здійснюється під час іспиту.
4. Вивчення тем, що не розглядаються в курсі лекцій. 23 год.
Перевірка здійснюється під час модульних контрольних заходів і оцінюється відповідною кількістю балів.

Перелік тем, що виносяться на самостійне опрацювання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Фундаментальна система розв'язків однорідної системи лінійних рівнянь	2
2	Криві другого порядку.	2
3	Поверхні другого порядку.	4
4	Зведення загального рівняння лінії другого порядку до канонічного виду.	2
5	Полярна система координат на площині.	2
6	Підпростори, їх сума та перетин. Теорема Грасмана.	2
7	Група коренів n -ого степеня з одиниці.	1
8	Скінченні поля.	2
9	Циклічні групи та їх застосування.	2
10	Евклідов простір.	4
Разом		23

IV. Політика оцінювання

Політика оцінювання та організація контрольних заходів здійснюється згідно з Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки <https://bit.ly/3RXsLvA>.

Оцінювання навчальних досягнень з лінійної алгебри і аналітичної геометрії здійснюється за 100 бальною шкалою. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань, самостійне опрацювання теоретичного матеріалу) та підсумковий модульний контроль (письмові модульні контрольні роботи). Максимальна кількість балів, яку може накопичити здобувач під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі три модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів, яку може накопичити здобувач під час модульного контролю за семестр, складає 60 балів. Письмові модульні контрольні роботи містять типові задачі відповідного змістового модуля і теоретичне питання з обґрунтуванням.

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і здобувач погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання іспиту. В іншому разі студент складає іспит; максимальна кількість балів, яку можна отримати на іспиті – 60

балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається.

1. Політика викладача щодо здобувача

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки, загальноприйнятих морально-етичних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності. Атмосфера на заняттях повинна бути творчою, відкритою до конструктивної критики. Недопустимі запізнення на заняття без поважних причин; користування мобільним телефоном або іншими мобільними пристроями під час заняття не з навчальною метою, зокрема розмови, переписка, ігри та інші розваги; списування. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. У випадку запровадження дистанційної форми навчання, що може бути пов'язано із карантинном, надзвичайними ситуаціями, воєнним станом і т. ін., заняття проводитимуться в режимі відео конференції Zoom та / або з використанням платформи Moodle <https://moodle-cs.vnu.edu.ua/> . Матеріал пропущених занять здобувач опрацьовує самостійно, звітує про виконання викладачу в індивідуальному порядку. Пропущені заняття не звільняють студента від вчасного виконання модульних контрольних робіт разом із групою.

Перезарахування окремих змістових модулів, модульних контрольних заходів в межах освітнього компонента регламентується Положенням про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки <https://bit.ly/3Bdq6qP> .

2. Політика щодо академічної доброчесності

Під час навчання учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності: етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності <https://bit.ly/3BFUETR> .

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності.

Під час оцінювання результатів навчання студенти не користуються забороненими засобами (мобільний телефон, планшет, конспект, навчальна література, інші джерела інформації, в тому числі Інтернет-ресурси), самостійно виконують запропоновані завдання.

3. Політика щодо дедлайнів та перескладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують всі завдання для аудиторних занять, всі домашні завдання. Прозвітуватися

про виконання завдань можна під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу.

Перескладання модульних контрольних робіт заборонено. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.

V. Підсумковий контроль

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і здобувач погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання іспиту. В іншому разі студент складає іспит; максимальна кількість балів, яку можна отримати на іспиті – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Екзамен проходить у письмовій формі. У кожному екзаменаційному білеті міститься по два теоретичних питання, а також набір задач, вибраних із кожної модульної контрольної роботи (по 1-2 задачі). Оцінка за семестр у випадку складання іспиту є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час іспиту.

Перелік питань до іспиту

1. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Геометрична інтерпретація. Матрична та векторна форма запису системи лінійних рівнянь. Зведення системи лінійних рівнянь до стандартної форми за допомогою елементарних перетворень.
2. Матриці. Дії над матрицями. Властивості дій.
3. Визначник матриці. Означення, його властивості, способи обчислення.
4. Розклад визначника матриці за елементами рядка (стовпця).
5. Обернена матриця, критерій її існування та методи обчислення.
6. Числові векторні простори. Дії над числовими векторами та їх властивості.
7. Лінійна залежність векторів. Властивості лінійно залежних і лінійно незалежних систем векторів. Лінійна оболонка. Ранг системи векторів.
8. Поняття базису та розмірності векторного простору. Теорема про однозначність розкладу вектора через вектори базису.
9. Ранг матриці. Теорема про рівність стовпцевого та рядкового рангів матриці. Критерій рівності визначника матриці нулю.
10. Критерій сумісності системи лінійних рівнянь (теорема Кронекера-Капеллі).
11. Критерій визначеності системи лінійних алгебраїчних рівнянь.
12. Теорема Крамера. Формули Крамера розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
13. Підпростір розв'язків однорідної системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Його розмірність.
14. Теорема про множину розв'язків неоднорідної системи лінійних алгебраїчних рівнянь.
15. Декартова прямокутна та полярна системи координат на площині. Зв'язок між прямокутними та полярними координатами.
16. Геометричні вектори, лінійні операції над ними. Вільний вектор. Проекція вектора на вісь. Координати вектора.
17. Колінеарні вектори. Лема про колінеарні вектори. Критерій колінеарності.

18. Теореми про базис площини та про базис простору.
19. Скалярний добуток векторів, його властивості та застосування (обчислення довжини вектора, кута між векторами, критерій перпендикулярності для двох ненульових векторів).
20. Векторний добуток векторів, його властивості та застосування (обчислення площі паралелограма, побудованого на двох неколінеарних векторах; критерій колінеарності двох векторів).
21. Обчислення площі трикутника, заданого координатами його вершин.
22. Мішаний добуток векторів та його властивості.
23. Застосування мішаного добутку векторів до обчислення об'єму паралелепіпеда.
24. Компланарні вектори. Умова компланарності трьох векторів.
25. Рівняння прямої з кутовим коефіцієнтом. Кут між прямими. Умови паралельності та перпендикулярності двох прямих. Рівняння прямої, що проходить через дві задані точки.
26. Загальне рівняння прямої. Взаємне розміщення прямих, заданих загальними рівняннями. Кут між прямими. Умови паралельності та перпендикулярності двох прямих.
27. Канонічне рівняння прямої. Кут між прямими. Умови паралельності та перпендикулярності прямих, заданих канонічними рівняннями.
28. Означення еліпса, його канонічне рівняння. Ексцентриситет. Фокальні радіуси. Директриси.
29. Означення гіперболи, її канонічне рівняння. Ексцентриситет. Фокальні радіуси. Рівняння асимптот. Директриси.
30. Означення параболи, її канонічне рівняння. Ексцентриситет параболи.
31. Площина як поверхня першого порядку. Загальне рівняння площини. Неповні рівняння площини. Рівняння площини "у відрізках".
32. Взаємне розміщення площин. Кут між двома площинами. Умови паралельності та перпендикулярності двох площин.
33. Канонічні рівняння прямої у просторі. Напрямний вектор прямої. Параметричні рівняння прямої.
34. Пряма у просторі як перетин двох площин.
35. Взаємне розміщення прямих і площин. Кут між прямими у просторі. Кут між прямою і площиною. Умови паралельності та перпендикулярності прямих і площин.
36. Канонічні рівняння еліпсоїда, гіперболоїдів та параболоїдів.
37. Означення групи. Приклади груп.
38. Означення кільця. Приклади.
39. Означення поля. Приклади.
40. Ізоморфізми груп та кілець.
41. Алгебраїчна та тригонометрична форми комплексного числа.
42. Дії з комплексними числами в алгебраїчній та тригонометричній формі. Формула Муавра.

43. Добування коренів n -ого степеня з комплексного числа.
44. Теорема про ділення з остачею для многочленів. Схема Горнера. Властивості відношення подільності многочленів.
45. Найбільший спільний дільник двох многочленів. Алгоритм Евкліда.
46. Критерій взаємної простоти двох многочленів. Властивості взаємно простих многочленів.
47. Корені многочлена. Теорема Безу та наслідок з неї. Теорема про найбільшу кількість коренів многочлена. Основна теорема алгебри.
48. Кратні корені многочлена. Теорема про кратність коренів многочлена та його похідної.
49. Незвідні над полем многочлени. Теорема про розклад на незвідні множники. Теорема про незвідні над полем дійсних чисел многочлени.
50. Раціональні корені многочлена з цілими коефіцієнтами.
51. Теорема Вієта.
52. Лінійний векторний простір. Приклади.
53. Підпростір лінійного векторного простору. Критерій підпростору. Приклади підпросторів.
54. Сума і перетин підпросторів. Теорема Грасмана.
55. Координати вектора. Перетворення координат вектора при зміні базису. Матриця переходу від одного базису до іншого.
56. Евклідов простір. Приклади. Скалярне множення векторів, його властивості.
57. Кут між векторами в евклідовому просторі.
58. Довжина вектора в евклідовому просторі. Властивості довжини.
59. Нерівність Коші - Буняковського в евклідовому просторі.

VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	необхідне перескладання

VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

Основна

1. Волошина Т.В. Лінійна алгебра : навч. посіб. Луцьк: Вежа-Друк, 2021. 312 с.
2. Волошина Т.В. Вибрані питання лінійної алгебри та аналітичної геометрії : навч. посіб. для студ. спец. «Інформатика». Луцьк: РВВ ВНУ імені Лесі Українки, 2010. 116 с.
3. Калужнін Л.А., Вишенський В.А., Шуб Ц.О. Лінійні простори : підручник. К. : ВПЦ «Київський університет», 2010. 384 с.
4. Кравчук О.М. Практикум з аналітичної геометрії : навч. посіб. Ч.1. Луцьк: ВНУ імені Лесі Українки, 2012. 228 с.
5. Кравчук О.М. Практикум з аналітичної геометрії : навч. посіб. Ч.2. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2014. 200 с.
6. Чарін В.С. Лінійна алгебра : навч. посіб. К. : Техніка, 2004. 416 с.

Додаткова

1. Андрійчук В.І., Забавський Б.В. Лінійна алгебра : навч. посіб. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 226 с.
2. Алексеева І.В., Гайдей В.О., Диховничий О.О., Федорова Л.Б. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Практикум. Конспект лекцій. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 302 с.
3. Безущак О.О., Ганюшкін О.Г., Кочубінська Є.А. Навчальний посібник з лінійної алгебри для студентів механіко-математичного факультету. К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. 224 с.
4. Бондарчук Ю.В., Олійник Б.В. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: навч. посіб. К. : Києво-Могилянська академія, 2010. 176 с.
5. Ілляшенко В.Я., Кремінь В.М. Аналітична геометрія та лінійна алгебра : навч.-метод. посіб. Ч. 2. Комплексні числа і многочлени. Луцьк: РВВ ВНУ імені Лесі Українки, 2010. 95 с.
6. Кириченко В.В., Петкевич Н.Ю., Петравчук А.П. Лекції з аналітичної геометрії : навч. посіб. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2011. 256 с.
7. Кириченко В.В. Збірник задач з аналітичної геометрії. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2015. 200 с.
8. Панасенко О.Б. Лекції з лінійної алгебри: електрон. навч. посіб. Вінниця, 2015. 273 с.
9. Романів О.М. Лінійна алгебра : навч. посіб. Львів: І.Е. Чижигов, 2014. 279 с.
10. Рудавський Ю.К. Збірник задач з лінійної алгебри та аналітичної геометрії. Львів: Бескид Біт, 2002. 256 с.
11. Рудавський Ю.К., Костробій П.П., Луник Х.П., Уханська Д.В. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: навч. підр. Львів: Бескид Біт, 2002. 262 с.
12. Яковець В.П., Боровик В.Н., Ваврикович Л.В. Аналітична геометрія : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2004. 294 с.