

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

підготовки _____ **бакалавра** _____

спеціальності _____ **014 Середня освіта (Математика)** _____

освітньо-професійної програми _____ **Середня освіта. Математика** _____

Силабус навчальної дисципліни «Лінійна алгебра» підготовки бакалавра галузі знань 01 Освіта / Педагогіка, спеціальності 014 Середня освіта (Математика) за освітньо-професійною програмою Середня освіта. Математика (ОПП затверджено рішенням Вченої ради ВНУ імені Лесі Українки, протокол №8 від 29.06.2023 року)

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

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:

(Швай О.Л.)

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри математичного аналізу та статистики

протокол № 3 від 03.10. 2023 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	01 Освіта / Педагогіка 014 Середня освіта (Математика) Середня освіта. Математика	Нормативна
Кількість годин / кредитів 240 / 8		Рік навчання 1 Семестр 1, 2 Лекції 1 сем. – 36 год. 2 сем. – 24 год.
		Практичні : 1 сем. – 36 год. 2 сем. – 26 год.
		Самостійна робота 102 год.
ІНДЗ: є		Перший (бакалаврський)
	Форма контролю: 1 сем. – екзамен 2 сем. – екзамен	
Мова навчання		українська

II. Інформація про викладача

ППП	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
Дні занять	за розкладом http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

Курс «Лінійна алгебра» є обов'язковим освітнім компонентом освітньо-професійної програми «Середня освіта. Математика» бакалаврського рівня. У лінійній алгебрі вивчається матричне числення, теорія лінійних систем, алгебра многочленів, скінченновимірні векторні простори, лінійні оператори та квадратичні форми, а також елементи загальної алгебри. Через весь курс проходить поняття лінійного векторного простору та лінійного перетворення. Розглядаються різні моделі лінійних просторів, геометричні інтерпретації алгебраїчних понять. Для частини понять вводяться аксіоматичні означення і подальший виклад матеріалу формалізований. Ідеї та методи лінійної алгебри є потужним апаратом

дослідження цілого ряду математичних та прикладних наук, використовуються у практиці навчання математики у закладах загальної середньої освіти.

Найбільш яскраво виражені взаємні міждисциплінарні зв'язки лінійної алгебри з дискретною математикою та з аналітичною геометрією, математичною логікою. Зокрема, методи лінійної алгебри є інструментом для вивчення геометричних форм. З іншого боку аналітична геометрія є джерелом прикладів та інтерпретацій для абстрактних понять лінійної алгебри. Основи теорії множин та елементи математичної логіки, що вивчаються в дискретній математиці, формують підґрунтя для опанування лінійної алгебри. Натомість методи та теореми лінійної алгебри використовуються при вивченні математичного аналізу на другому курсі. Логічним продовженням лінії алгебраїчних дисциплін є «Алгебра і теорія чисел».

2. Мета і завдання освітнього компонента

Головною метою навчальної дисципліни «Лінійна алгебра» є формування особистості, розвиток інтелекту, аналітичного та синтетичного мислення, математичної культури та інтуїції; оволодіння теоретичними основами, понятійним апаратом та методами лінійної алгебри, основами загальної алгебри; набуття знань, умінь для подальшого успішного вивчення інших математичних дисциплін та навичок застосування отриманих знань на практиці; формування загальних та спеціальних компетентностей.

3. Результати навчання та компетентності

Вивчення навчальної дисципліни «Лінійна алгебра» сприяє формуванню та розвитку у здобувачів таких загальних, спеціальних (фахових та предметних) компетентностей:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі у галузі середньої освіти, що передбачає застосування теоретичних знань і практичних умінь з математики, педагогіки, психології, теорії та методики навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти (ІК);
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях (ЗК-1);
- здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі (ЗК-4);
- здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності та досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та значення у розвитку суспільства, техніки і технологій (ЗК-8);
- здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмета (ФК-1);
- здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі (ПК-2);

- здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок; здатність конструювати формальні доведення з аксіом та раніше доведених тверджень і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих (**ПК-3**);
- здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів (**ПК-5**);
- здатність діяти за заданими базовими математичними алгоритмами, здійснювати їх вибір і застосування; набувати поглиблені когнітивні та практичні уміння і навички необхідні для конструювання алгоритмів, описання способів розв'язання математичних задач у вигляді алгоритмічного припису (**ПК-7**).

Очікувані програмні результати навчання, які забезпечуються зокрема освітнім компонентом «Лінійна алгебра» у комплексі з іншими компонентами освітньої програми. Після опанування ОК здобувач:

- демонструє знання основ фундаментальних і прикладних наук (відповідно до предметної спеціальності), оперує базовими категоріями та поняттями предметної області спеціальності (**РН-7**);
- генерує обґрунтовані думки в галузі професійних знань як для фахівців, так і для широкого загалу державною та іноземною мовами (**РН-8**);
- демонструє володіння сучасними технологіями пошуку наукової інформації для самоосвіти та застосування її у професійній діяльності (**РН-10**);
- демонструє знання фундаментальної математики на рівні теоретичних основ і застосовує методи алгебри, математичного аналізу, дискретної математики, аналітичної та диференціальної геометрії, топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії функцій комплексної змінної для досягнення інших результатів освітньої програми (**ПРН-2**);
- називає принципи *modus ponens* (правило виведення логічних висловлювань) та *modus tollens* (доведення від супротивного) і використовує умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень (**ПРН-3**);
- демонструє навички розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; виконує базові перетворення для специфічних ситуацій, застосовує навички управління інформацією і комп'ютерних засобів статистичного аналізу даних (**ПРН-4**);
- вибирає математичні методи розв'язування задач, враховує умови виконання математичних тверджень, коректно проектує умови та твердження на нові класи об'єктів, аналізує і упорядковує відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (**ПРН-10**).

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 Гаусса.	9,5	2	2	0,5	5	РЗ
Тема 2. Поняття матриці. Дії з матрицями. Ранг.	7,5	2	2	0,5	3	РЗ
Тема 3. Визначники матриць. Їх властивості та методи обчислення.	13,5	4	4	0,5	5	РЗ
Тема 4. Числові векторні простори	11	4	2	1	4	РЗ
Тема 5. Критерій сумісності та критерій визначеності системи лінійних рівнянь	7	2	2		3	РЗ
Тема 6. Розв’язки неоднорідної та відповідної однорідної систем лінійних рівнянь	7,5	2	2	0,5	3	РЗ
Тема 7. Обернена матриця	12	2	4	1	5	РЗ
Разом за змістовим модулем 1	68	18	18	4	28	25 б.
Змістовий модуль 2. Поля і многочлени						
Тема 8. Основні алгебраїчні структури	12	4	2	1	5	РЗ
Тема 9. Комплексні числа	17	4	6	1	6	РЗ
Тема 10. Елементи теорії подільності многочленів.	17	6	4	1	6	РЗ
Тема 11. Корені многочлена. Інтерполяційний многочлен.	18	4	6	1	7	РЗ
Разом за змістовим модулем 2	64	18	18	4	24	15 б.
Всього годин / балів у I семестрі	132	36	36	8	52	40 б.
Види підсумкових робіт у I семестрі						Бали
Модульна контрольна робота за ЗМ 1						30
Модульна контрольна робота за ЗМ 2						30
Всього балів за МКР у I семестрі						60
Змістовий модуль 3. Лінійні векторні простори						
Тема 12. Лінійні векторні простори	15	4	4	1	6	РЗ
Тема 13. Лінійні оператори, їх матриці. Алгебра лінійних операторів.	15	4	4	1	6	РЗ
Тема 14. Власні значення та власні вектори лінійного оператора	15	4	4	1	6	РЗ
Тема 15. Жорданова нормальна форма.	17	4	4	1	8	РЗ
Всього за темами 12-15	62	16	16	4	26	15 б.

Тема 16. Евклідов простір	17	4	4	1	8	РЗ
Тема 17. Білінійні та квадратичні форми	18	4	4	2	8	РЗ
Тема 18. Застосування квадратичних форм	11		2	1	8	РЗ
Всього за темами 16-18	46	8	10	4	24	25 б.
Разом за змістовим модулем 3	108	24	26	8	50	40 б.
Всього годин / балів у II семестрі	108	24	26	8	50	40 б.
Види підсумкових робіт у II семестрі						Бали
Модульна контрольна робота за Т 12-15						30
Модульна контрольна робота за Т 16-18						30
Всього балів за МКР у II семестрі						60
Всього годин за навчальний рік	240	60	62	16	102	

5. Завдання для самостійного опрацювання

Самостійна робота здобувачів включає в себе:

- Опрацювання теоретичних основ лекційного матеріалу. 30 год.
Перевірка здійснюється під час практичних занять і враховується при виставленні поточної оцінки за відповідний змістовий модуль.
- Підготовка до практичних занять, виконання домашніх завдань. 30 год.
Перевірка здійснюється під час практичних занять. Якість, кількість і терміни виконання враховуються при виставленні поточної оцінки за відповідний змістовий модуль.
- Систематизація вивченого матеріалу перед іспитами. 20 год.
Перевірка здійснюється під час іспиту.
- Вивчення тем, що не розглядаються в курсі лекцій. 22 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	Теорема Лапласа про розклад визначника за кількома рядками.	2
2	Група коренів n -ого степеня з одиниці. Первісні корені з одиниці.	2
3	Многочлени від кількох змінних.	4
4	Симетрична група.	2
5	Доведення основної теореми алгебри	2
6	Жорданова форма нільпотентного лінійного оператора.	2
7	Унітарний простір.	4
8	Нормальні оператори.	2
9	Півторалінійні форми.	2
Разом		22

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 здійснюється за 100 бальною шкалою. Кожен семестр оцінюється незалежно. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань, самостійне розв'язання індивідуальних завдань) 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 модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів, яку може накопичити здобувач під час модульного контролю за семестр, складає 60 балів. Призери студентської математичної олімпіади можуть отримати додаткові (бонусні) бали за правильне розв'язання задач з лінійної алгебри на олімпіаді (проводиться у грудні або у лютому).

У кожному семестрі передбачається виконання індивідуальних завдань. Варіант ІНДЗ включає себе набір задач, що охоплюють одну або кілька близьких тем. 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. Екзамени проходять у письмовій формі. У кожному екзаменаційному білеті міститься по два теоретичних питання, а також набір задач, вибраних із кожної модульної контрольної роботи відповідного семестру (по 1-2 задачі). Оцінка за семестр у випадку складання іспиту є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час іспиту. Переліки питань до екзамену для кожного із семестрів, перелік тем для самостійного опрацювання, завдання для аудиторної роботи та домашні завдання можна завантажити у дистанційному курсі за посиланням:

<https://moodle-cs.vnu.edu.ua/course/view.php?id=13>.

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://cutt.ly/DwloGWXB> .

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); посилання 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

I семестр

1. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Геометрична інтерпретація. Матрична та векторна форма запису системи лінійних алгебраїчних 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.
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 алгебраїчних 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. Означення групи. Приклади груп.
16. Означення кільця. Приклади.
17. Означення поля. Приклади.
18. Ізоморфізми груп та кілець.
19. Алгебраїчна та тригонометрична форми комплексного числа.
20. Дії з комплексними числами в алгебраїчній та тригонометричній формі. Формула Муавра.
21. Добування коренів n -ого степеня з комплексного числа.
22. Теорема про ділення з остачею для многочленів. Схема Горнера. Властивості відношення подільності многочленів.
23. Найбільший спільний дільник двох многочленів. Алгоритм Евкліда.
24. Критерій взаємної простоти двох многочленів. Властивості взаємно простих многочленів.
25. Корені многочлена. Теорема Безу та наслідок з неї. Теорема про найбільшу кількість коренів многочлена. Основна теорема алгебри.
26. Кратні корені многочлена. Теорема про кратність коренів многочлена та його похідної.
27. Незвідні над полем многочлени. Теорема про розклад на незвідні множники. Теорема про незвідні над полем дійсних чисел многочлени.
28. Раціональні корені многочлена з цілими коефіцієнтами.
29. Теорема Вієта.
30. Інтерполяційний многочлен у формі Лагранжа та у формі Ньютона.

II семестр

1. Лінійний векторний простір. Приклади.
2. Лінійна залежність векторів. Властивості лінійно залежних і лінійно незалежних систем векторів. Лінійна оболонка. Ранг системи векторів.
3. Поняття базису та розмірності векторного простору. Однозначність розкладу вектора через вектори базису.
4. Підпростір лінійного векторного простору. Критерій підпростору. Приклади підпросторів.
5. Сума і перетин підпросторів. Теорема Грасмана.
6. Координати вектора. Перетворення координат вектора при зміні базису. Матриця переходу від одного базису до іншого.
7. Означення лінійного оператора. Матриця лінійного оператора. Зв'язок між координатами вектора і його образа при лінійному відображенні.
8. Перетворення матриці лінійного оператора при зміні базису.
9. Ядро та образ лінійного оператора.
10. Власні значення і власні вектори лінійного оператора, їх властивості.
11. Характеристичний многочлен матриці та лінійного оператора. Корені характеристичного многочлена.
12. Достатня умова зведення матриці лінійного оператора до діагонального вигляду.
13. Жорданова нормальна форма лінійного оператора.
14. Теорема Гамільтона-Келі.
15. Евклідів простір. Приклади. Скалярне множення векторів, його властивості.
16. Кут між векторами в евклідовому просторі.
17. Довжина вектора в евклідовому просторі. Властивості довжини.
18. Нерівність Коші - Буняковського в евклідовому просторі.
19. Ортогональні вектори. Теорема про ортогоналізацію системи векторів.
20. Ортонормований базис. Вигляд скалярного добутку в ортонормованому базисі.
21. Ортогональні лінійні оператори, їх матриці. Властивості ортогональних матриць.
22. Ортогональні лінійні оператори. Їх властивості.
23. Білінійні форми. Задання білінійної форми матрицею. Перетворення матриці білінійної форми при зміні базису.
24. Симетричні та кососиметричні білінійні форми.
25. Квадратичні форми, їх канонічний вигляд.
26. Зведення квадратичної форми до канонічного вигляду методом ортогональних перетворень.
27. Метод Лагранжа зведення квадратичної форми до канонічного виду.
28. Метод Якобі зведення квадратичної форми до канонічного вигляду.
29. Закон інерції дійсних квадратичних форм.
30. Додатно визначені квадратичні форми. Критерій Сільвестра додатної визначеності.

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. Чарін В.С. Лінійна алгебра : навч. посіб. К. : Техніка, 2004. 416 с.
5. Дистанційний курс <https://moodle-cs.vnu.edu.ua/course/view.php?id=13>

Додаткова

1. Андрійчук В.І., Забавський Б.В. Лінійна алгебра : навч. посіб. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 226 с.
2. Алексєєва 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. Панасенко О.Б. Лекції з лінійної алгебри: електрон. навч. посіб. Вінниця, 2015. 273 с.
7. Романів О.М. Лінійна алгебра : навч. посіб. Львів: І.Е. Чижиков, 2014. 279 с.
8. Рудавський Ю.К. Збірник задач з лінійної алгебри та аналітичної геометрії. Львів: Бескид Біт, 2002. 256 с.
9. 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.