

Київський університет імені Бориса Грінченка
 Факультет інформаційних технологій та математики
 Кафедра математики і фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-методичної та
 навчальної роботи

Олексій ЖИЛЬЦОВ

«09» 09 2022р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЛІНІЙНА АЛГЕБРА

для студентів

спеціальності

111 Математика

освітнього рівня

першого (бакалаврського)

освітньої програми

111.00.01 Математика

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА
 Ідентифікаційний код 02136554
 Начальник відділу
 моніторингу якості освіти
 Програма № 0248/22
 (підпис) (прізвище, ініціали)
 « » 2022р.

Київ – 2022

Розробники: Радченко Сергій Петрович, кандидат фізико-математичних наук.

Викладачі: Радченко Сергій Петрович, кандидат фізико-математичних наук.

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри математики і фізики

Протокол від 01 вересня 2022 р. № 1

Завідувач кафедри


(підпис)

Світлана СЕМЕНЯКА

**Робочу програму погоджено з керівником освітньої програми
111.00.01 Математика**

_____. 2022 р.

Керівник освітньої програми

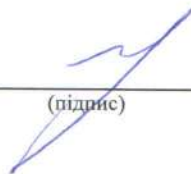

(підпис)

Марія АСТАФ'ЄВА

Робочу програму перевірено

_____. 2022 р.

Заступник директора/декана


(підпис)

Євген ІВАНІЧЕНКО

Пролонговано:

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання
	денна
Вид дисципліни	обов'язкова
Загальний обсяг кредитів / годин	4/120
Курс	1
Семестр	1
Кількість змістових модулів з розподілом:	4
Обсяг кредитів	4
Обсяг годин, в тому числі:	120
Аудиторні	56
Модульний контроль	8
Семестровий контроль	30
Самостійна робота	26
Форма семестрового контролю	іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча навчальна програма з курсу «Лінійна алгебра» є нормативним документом Київського університету імені Бориса Грінченка, який розроблено кафедрою математики і фізики на основі освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня відповідно до навчального плану спеціальності 111 Математика, освітньої програми 111.00.01 Математика.

Робочу навчальну програму укладено згідно з вимогами Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ЄКТС) організації навчання.

Програма визначає обсяги знань, якими повинен опанувати здобувач першого (бакалаврського) рівня відповідно до алгоритму вивчення навчального матеріалу дисципліни «Лінійна алгебра» та необхідне методичне забезпечення, складові і технологію оцінювання навчальних досягнень студентів.

Навчальна дисципліна «Лінійна алгебра» складається з чотирьох змістових модулів: Матриці, визначники, Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР), Лінійний простір та лінійний оператор, Квадратичні форми. Обсяг дисципліни – 120 год. (4 кредити).

Метою викладання навчальної дисципліни «Лінійна алгебра» є оволодіння сучасними методами, теоретичними положеннями та основними застосуваннями лінійної алгебри в різних задачах математики та прикладних задачах інших галузей, підготовка до їх використання в подальших навчальних курсах, сприяння розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.

Завдання полягає у формуванні теоретичних знань та практичних умінь у сфері алгебраїчних досліджень, використання отриманих знань у застосуваннях та набуття наступних компетентностей:

Загальні компетентності

- ЗК-1:** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК-2:** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- ЗК-3:** Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності
- ЗК-4:** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
- ЗК-7:** Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями
- ЗК-8:** Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел
- ЗК-9:** Здатність приймати обґрунтовані рішення
- ЗК-10:** Здатність працювати в команді
- ЗК-12:** Здатність працювати автономно
- ЗК-13:** Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків

Спеціальні (фахові) компетентності

- СК-1:** Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання.
- СК-2:** 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.
- СК-3:** 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.
- СК-4:** Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих
- СК-5:** Здатність до кількісного мислення
- СК-6:** Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем
- СК-8:** Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів
- СК-11:** Здатність застосовувати математичні факти, теореми, методи й алгоритми, пакети програмного забезпечення до розв'язування прикладних задач із різних сфер життєдіяльності людини й суспільства.

3. Результати навчання за дисципліною

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні поняття і визначення теорії матриць;
- принципи побудови фундаментальних систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- класифікацію систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- методи оцінки системи лінійних алгебраїчних рівнянь з точки зору сумісності;
- властивості об'єктів теорії матриць;
- поняття лінійного векторного простору, його властивості;
- поняття ортогональної системи векторів в евклідовому просторі
- поняття лінійного оператора, матриці лінійного оператора, власні значення та власні вектори;
- поняття квадратичної форми, та її властивості;

уміти:

- виконувати обчислення визначників різними методами;
- визначати сумісність систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- розв'язувати визначені системи лінійних алгебраїчних рівнянь;
- розв'язувати невизначені системи лінійних алгебраїчних рівнянь;
- знаходити ранг матриці;
- робити елементарні перетворення матриць;
- перевіряти аксіоми лінійного векторного простору в конкретних множинах з операціями;
- перетворення квадратичної форми до канонічного вигляду;
- приводити матрицю до жорданової форми;
- використовувати властивості ортогональної системи векторів в матрицях перетворень

та досягти наступних **програмних результатів навчання:**

РН-1: Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці.

РН-3: Знати принципи *modus ponens* (правило виведення логічних висловлювань) та *modus tollens* (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень.

РН-4: Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми.

РН-7: Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефахівців у галузі математики.

РН-8: Здійснювати професійну письмову й усну комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов

РН-10: Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями

РН-11: Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей

РН-15: Знати теоретичні основи і застосовувати алгебраїчні методи для вивчення математичних структур

РН-21: Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	У сь ог о	Розподіл годин між видами робіт				с.р.
		Аудиторна:				
		лк	пр.	мк		
Змістовий модуль 1. Матриці, визначники						
Тема 1. Матриці, операції з матрицями. Визначники, властивості та обчислення визначників.	8	2	4			2
Тема 2. Мінори, алгебраїчні доповнення, теорема Лапласа. Обернена матриця, обчислення оберненої матриці.	10	4	4			2
Тема 3. Ранг матриці та його обчислення. Лінійна залежність рядків та стовпчиків матриці.	8	2	2			4
Модульний контроль	2			2		
Разом за змістовим модулем 1	28	8	10	2		8
Змістовий модуль 2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)						
Тема 4. Визначення СЛАР. Розв’язки СЛАР. Властивості. Теорема Крамера.	6	2	2			2
Тема 5. Метод Гауса. Теорема Кронекера-Капеллі. Матричний метод.	10	4	4			2
Тема 6. Однорідні та неоднорідні СЛАР. Загальний розв’язок невизначеної СЛАР.	10	2	4			4
Модульний контроль	2			2		
Разом за змістовим модулем 2	28	8	10	2		8
Змістовий модуль 3. Лінійний простір та лінійний оператор						
Тема 7. Лінійний векторний простір	6	2	2			2
Тема 8. Евклідов простір. Процес ортогоналізації системи векторів.	6	2	2			2
Тема 9. Лінійний оператор, власні значення та власні вектори.	6	2	2			2
Модульний контроль	2			2		
Разом за змістовим модулем 3	20	6	6	2		6
Змістовий модуль 4. Квадратичні форми						

Тема 10. Білінійні форми. Методи зведення квадратичних форм до канонічного виду.	6	2	2		2
Тема 11. Закон інерції та класифікація квадратичних форм.	6	2	2		2
Модульний контроль	2			2	
Разом за змістовим модулем 4	14	4	4	2	4
Семестровий контроль	30				
Усього годин	120	26	30	8	26

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Матриці, визначники.

Тема 1. Матриці, операції з матрицями. Визначники, властивості та обчислення визначників.

Матриці та операції над ними. Матриці. Види матриць. Елементарні перетворення матриць.

Дії над матрицями (додавання, віднімання, множення на число, множення матриць відповідної розмірності). Обернена матриця. Знаходження оберненої матриці за її означенням.

Властивості операцій з матрицями: замкненість, асоціативність, комутативність.

Властивості операцій додавання та множення для матриць відповідних розмірностей. Визначники та методи їх обчислення. Означення визначника 2-го і 3-го порядку. Методи обчислення визначників. Означення визначника n -го порядку. Обчислення визначників за означенням. Властивості визначників. Застосування визначників.

Тема 2. Мінори, алгебраїчні доповнення, теорема Лапласа. Обернена матриця, обчислення оберненої матриці.

Мінори, алгебраїчні доповнення. Теорема Лапласа про розклад визначника за рядком або стовпчиком. Наслідки. Теорема про обернену матрицю. Обернена матриця, обчислення оберненої матриці.

Тема 3. Ранг матриці та його обчислення. Лінійна залежність рядків та стовпчиків матриці.

Поняття про лінійну залежність і лінійну незалежність рядків (стовпчиків) матриці. Мінори прямокутної матриці. Ранг матриці та його обчислення. Зв'язок рангу матриці з лінійною залежністю рядків (стовпчиків) матриці. Теорема про ранг. Ранг матриці, залежність рангу матриці від елементарних перетворень матриць.

Змістовий модуль 2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР).

Тема 4. Визначення СЛАР. Розв'язки СЛАР. Властивості. Теорема Крамера.

Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (надалі – системи). Означення розв'язку СЛАР. Сумісні та несумісні системи. Визначені та невизначені системи. Що означає «розв'язати систему»? Властивості розв'язків системи. Елементарні перетворення системи. Матричний запис системи. СЛАР з квадратною матрицею. Теорема Крамера про існування та єдиність розв'язку СЛАР. Застосування визначників до розв'язування систем лінійних рівнянь (метод Крамера).

Тема 5. Метод Гауса. Теорема Кронекера-Капеллі. Матричний метод.

Розв'язування систем лінійних рівнянь методом послідовного виключення невідомих (метод Гауса). Матричний метод розв'язування систем лінійних рівнянь. Поняття про системи лінійних рівнянь. Розв'язок системи лінійних рівнянь. Сумісні і несумісні системи лінійних рівнянь.

Визначені і невизначені системи лінійних рівнянь. Використання оберненої матриці для знаходження розв'язків системи лінійних рівнянь. Дослідження систем лінійних рівнянь.

Тема 6. Однорідні та неоднорідні СЛАР. Загальний розв'язок невизначеної СЛАР.

Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь (ОСЛАР). Фундаментальна система розв'язків (ФСР) однорідної СЛАР. Загальний розв'язок ОСЛАР. Неоднорідна СЛАР. Загальний розв'язок неоднорідної СЛАР. Теорема Кронекера-Капеллі про сумісність систем

лінійних рівнянь. Кількість розв'язків сумісної системи лінійних рівнянь. Вільні та базисні невідомі системи лінійних рівнянь. Загальний та частинні розв'язки системи лінійних рівнянь. Поняття лінійного однорідного рівняння з n -невідомими та їх системи. Ненульові розв'язки систем лінійних однорідних рівнянь.

Фундаментальна система розв'язків системи однорідних лінійних рівнянь. Загальний та фундаментальні розв'язки систем лінійних однорідних рівнянь. Зв'язок між розв'язками неоднорідних і однорідних систем лінійних рівнянь. Ефективні методи обчислення розв'язків систем лінійних алгебраїчних рівнянь загального вигляду. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь з цілими коефіцієнтами. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Змістовий модуль 3. Лінійний простір та лінійний оператор

Тема 7. Лінійний векторний простір

Означення лінійного векторного простору. Приклади. Лінійний векторний простір. Базис лінійного векторного простору. Розмірність. Поняття підпростору. Координатне подання векторів векторного простору. Координати вектора у базисі. Властивості векторів, заданих координатами у ортонормованому базисі. Теорема про два колінеарні вектори та про три компланарні вектори. Теорема про розклад вектора за трьома некомпланарними векторами. Координати вектора у базисі. Координати вектора. Лінійні операції над векторами у координатній формі. Лінійна залежність векторів. Властивості. Базис. Розмірність лінійного векторного простору. Підпростори. Поняття про лінійну залежність і лінійну незалежність системи векторів. Основні властивості векторів, пов'язані з поняттям лінійної залежності і лінійної незалежності системи векторів, застосування цих властивостей.

Тема 8. Евклідов простір. Процес ортогоналізації системи векторів.

Поняття евклідового простору. Відстань в евклідовому просторі. Властивості евклідового простору. Норма вектора. Кут між векторами. Базисні вектори евклідового простору. Ортонормований базис евклідового простору. Теорема про існування ортогонального базису. Властивості ортонормованого базису.

Тема 9. Лінійний оператор, власні значення та власні вектори.

Означення та властивості лінійного оператора. Матриця лінійного оператора. Образ, ядро ранг і дефект лінійного оператора. Власні значення та власні вектори лінійного оператора. Спряжений лінійний оператор та його властивості. Жорданова нормальна форма матриці.

Змістовий модуль 4. Квадратичні форми

Тема 10. Білінійні форми. Методи зведення квадратичних форм до канонічного виду.

Поняття білінійної функції. Матриця білінійної форми при переході до нового базису. Ранг матриці білінійної форми. Квадратичні форми. Методи зведення квадратичних форм до канонічного виду.

Тема 11. Закон інерції та класифікація квадратичних форм.

Класифікація квадратичних форм. Додатно визначена матриця. Критерій Сильвестра. Закон інерції квадратичних форм. Сигнатура квадратичної форми. Зведення квадратичної форми до суми квадратів.

6. Контроль навчальних досягнень

6.1. Система оцінювання навчальних досягнень студентів

№ з/п	Вид діяльності студента		Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4
-------	-------------------------	--	----------	----------	----------	----------

		Макс. кількіс ть балів за одини цю	Кіль к. один иць до розрах унку	Макс. кількіс ть балів за вид	Кільк. одини ць до розрах унку	Макс. кільк ість балів за вид	Кіль к. один иць до розрах унку	Макс. кільк ість балів за вид	Кіль к. один иць до розрах унку	Макс. кільк ість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	4	4	4	4	3	3	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	5	5	5	5	3	3	2	2
3	Виконання завдань для самостійної роботи	5	4	20	4	20	3	15	2	10
4	Робота на практичних заняттях	10	5	50	5	50	3	30	2	20
5	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25	1	25
	Разом	-	-	104	-	104	-	76	-	59
Максимальна кількість балів: 343										
Розрахунковий коефіцієнт: 0,175										

6.2.Завдання для самостійної роботи та критерії її оцінювання.

№	Назва теми	К-ть годин	Бали
Змістовий модуль 1. Матриці, визначники.		8	8
1	Матриці, операції з матрицями. Визначники, властивості та обчислення визначників.	2	2
2	Мінори, алгебраїчні доповнення, теорема Лапласа. Обернена матриця, обчислення оберненої матриці.	2	2
3	Ранг матриці та його обчислення. Лінійна залежність рядків та стовпчиків матриці.	4	4
Змістовий модуль 2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь		6	6
5	Визначення СЛАР. Розвязки СЛАР. Властивості. Теорема Крамера.	2	2
6	Метод Гауса. Теорема Кронекера-Капеллі. Матричний метод.	2	2
7	Однорідні та неоднорідні СЛАР. Загальний розв'язок невизначеної СЛАР.	4	4
Змістовий модуль 3. Лінійний простір та лінійний оператор		6	6
5	Лінійні операції з векторами в арифметичному просторі.	2	2
6	Евклідів простір. Процес ортогоналізації системи векторів.	2	2
7	Оператор. Власні значення та власні вектори.	2	2
Змістовий модуль 4. Квадратичні форми		4	4
5	Білінійні форми. Методи зведення квадратичних форм до канонічного виду.	2	2
6	Закон інерції та класифікація квадратичних форм.	2	2
	Разом	26	26

6.3.Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання.

Письмово, макс. оцінка - 25 балів. Завдання модульної контрольної роботи може складатися з різної кількості задач. Тому підсумкова оцінка є результатом роботи в цілому, зважаючи на такі умови:

25 балів студент може отримати тільки за умови наявності правильного розв'язку кожної задачі. Така оцінка зумовлює повне та обґрунтоване розв'язання задачі з усіма необхідними

поясненнями, наданими в чіткій формі. При цьому важливим є посилання на теоретичні факти, які мають лежати в основі кожного обґрунтування.

20-24 бали - всі задачі розв'язані, але присутні деякі недоліки в обґрунтуваннях, в яких не пояснюється причина посилань на теоретичні факти.

15-19 балів – задачі розв'язані не всі, але присутнє обґрунтування більшості тверджень з посиланнями на теоретичні джерела.

10-15 балів – половина задач розв'язана не повністю (прийняті за основу міркування без теоретичного обґрунтування).

6-9 балів – задачі не розв'язані, але деякі складові частини задачі містять правильні твердження.

Контрольна робота не зараховується, якщо відсутні конкретні етапи розв'язування, є серйозні проблеми логічного порядку, у твердженнях – очевидні факти відсутності розуміння змісту основних теорем та термінів.

Примітка*. При виборі конкретної оцінки з певного діапазону викладач може враховувати окремі деталі наданої студентом роботи (точність формулювань, обчислень, грамотність математичної мови тощо) в бік її зменшення або збільшення.

6.4. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання.

Письмово, макс. оцінка - 40 балів, 4 завдання оцінюються по 10 балів кожне.

При формуванні остаточної оцінки враховується наступне:

40 балів студент може отримати тільки за умови правильного розв'язання всіх задач та повних і достатньо деталізованих відповідей на обидва теоретичні питання. Максимальна оцінка за розв'язану задачу може бути отримана за таке її розв'язання, яке свідчить про достатній рівень компетентності студента. Максимальна оцінка за відповідь на питання теоретичного характеру, подане у проблемній формі, може бути отримана за майстерне використання теоретичних фактів, яке підтверджує достатній рівень глибокого знання теорії цієї дисципліни.

Практичне завдання, виконане без пояснень та обґрунтування, оцінюється в 5 балів. Так само теоретичне питання, відповідь на яке надана поверхнево, без уточнення важливих деталей, оцінюється в 5 балів.

6.5. Орієнтовний перелік питань для семестрового контролю.

1. Матриці та операції над ними. Елементарні перетворення матриць.
2. Визначники та методи їх обчислення. Теорема Лапласа. Теорема про обернену матрицю.
3. Поняття про системи лінійних рівнянь. Розв'язок системи лінійних рівнянь. Сумісні і несумісні системи лінійних рівнянь. Визначені і невизначені системи лінійних рівнянь. Застосування визначників до розв'язування систем лінійних рівнянь (метод Крамера).
4. Використання оберненої матриці для знаходження розв'язків системи лінійних рівнянь.
5. Дослідження систем лінійних рівнянь.
6. Розв'язування систем лінійних рівнянь методом послідовного виключення невідомих (метод Гауса).
7. Ранг матриці, залежність рангу матриці від елементарних перетворень матриць.
8. Теорема Кронекера-Капеллі про сумісність систем лінійних рівнянь. Кількість розв'язків сумісної системи лінійних рівнянь.
9. Вільні та базисні невідомі системи лінійних рівнянь. Загальний та частинні розв'язки системи лінійних рівнянь.
10. Системи лінійних однорідних рівнянь.
11. Поняття лінійного однорідного рівняння з n -невідомими та їх системи.
12. Ненульові розв'язки систем лінійних однорідних рівнянь.
13. Поняття вектора. Лінійні операції над векторами: додавання і віднімання векторів, множення вектора на число. Поняття про лінійну залежність і лінійну незалежність системи векторів.
14. Лінійний векторний простір. Базис лінійного векторного простору. Розмірність. Поняття підпростору. Координатне подання векторів векторного простору. Властивості векторів, заданих координатами у ортонормованому базисі.

15. Поняття оператора лінійного векторного простору.
16. Власні значення та власні вектори лінійного оператора.
17. Жорданова форма матриці.
18. Методи зведення квадратичних форм до канонічного виду.

6.6. Шкала відповідності оцінок

Оцінка	Кількість балів
Відмінно	100-90
Дуже добре	82-89
Добре	75-81
Задовільно	69-74
Достатньо	60-68
Незадовільно	0-59

7. Навчально-методична картка дисципліни

Разом: 120 год., із них: лекції – 26 год., практичні заняття – 30 год., самостійна робота – 26 год., модульний контроль – 8 год.

Примітка: оцінювання результатів самостійної роботи здійснюють у ході письмового опитування теорії та виконання модульної контрольної роботи.

Прийняття рішення за результатами самостійної роботи студентів у ході тематичного опитування теорії та виконання модулів як контрольної роботи.																
Зм. модуль		ЗМ 1				ЗМ2				ЗМ 3			ЗМ4			
Назва ЗМ		Матриці, визначники				Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)				Лінійний простір та лінійний оператор			Квадратичні форми			
Лекції (№)		1	2,3		4		5	6,7		8		9	10	11	12	13
Теми лекцій		Матриці, операції з матрицями. Визначники, властивості та обчислення визначників.	Мінори, алгебраїчні доповнення, теорема Лапласа. Обернена матриця, обчислення оберненої матриці.		Ранг матриці та його обчислення. Лінійна залежність рядків та стовпчиків матриці.		Визначення СЛАР. Розв'язки СЛАР. Властивості. Теорема Крамера.	Метод Гауса. Теорема Кронекера-Капеллі. Матричний метод.		Однорідні та неоднорідні СЛАР. Загальний розв'язок невизначеної СЛАР.		Лінійний векторний простір	Евклідов простір. Процес ортогоналізації системи векторів.	Лінійний оператор, власні значення та власні вектори.	Білінійні форми. Методи зведення квадратичних форм до канонічного виду.	Закон інерції та класифікація квадратичних форм.
Пр. зан. (№)		1	2	3	4	5	6	7	8	9,10		11	12	13	14	15

Теми практичних занять	Матриці, операції з матрицями.	Визначення, властивості, властивості	Обертання, обертання, оберненість матриці	Ранг матриці, його обчислення.	Лінійна залежність рядків та столпчиків матриці.	Визначення СЛАР. Розв'язки СЛАР. Властивості. Теорема Крамера.	Метод Гауса.	Матричний метод.	Однорідні та неоднорідні СЛАР. Загальний розв'язок невизначеної СЛАР.	Лінійний векторний простір	Евклідов простір. Процес ортогоналізації системи векторів.	Лінійний оператор, власні значення та власні вектори. Зведення матриці до Жорданової форми.	Білінійні форми. Методи зведення квадратичних форм до канонічного виду.	Закон інерції та класифікація квадратичних форм.
Робота на практи.	50					50				30			20	

Самостійна робота	20	20	15	10
Відвідування занять	9	9	6	4
Модульний контр	25	25	25	25
Поточний контроль	$343 \times 0,175 = 60$ балів			
Екзамен	40 балів			

8.Рекомендовані джерела

Основна:

1. Завало С.Т. Курс алгебри. – К.: Вища школа, 1985. – 503 с.
2. М.І. Шкіль, Т.В. Колесник, В.М. Котлова . Вища математика у 3-х кн. Кн.1. Аналітична геометрія з елементами алгебри. Вступ до математичного аналізу. - К : "Либідь", 1994. - 280 с.
3. Ординська З. П., Орловський І. В., Руновська М. К. Конспект лекцій з аналітичної геометрії та лінійної алгебри (для студентів технічних факультетів), НТУ України КПІ, 2014.
4. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: Навч. посібник / В. В. Булдигін, І. В. Алексєєва, В.О.Гайдей, О.О. Диховичний, Н.Р. Коновалова, Л.Б. Федорова; за ред. проф. В.В. Булдигіна. – К.: ТВіМС, 2011. – 224 с.;
5. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Практикум. (І курс І семестр) / Уклад.: І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова. — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 180 с.<http://matan.kpi.ua/public/files/PraktykumLAAG.pdf>
6. Лінійна алгебра і аналітична геометрія. Практикум [Текст] : навч. посіб. / В. Р. Зеліско, Г. В. Зеліско ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. - Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2014. - 373 с.
7. Дубовик В. П. Вища математика [Текст]: навч. посіб. / В. П. Дубовик, І.І. Юрик. — К: АСК, 2005. — 647 с. — ISBN 966-539-320-0.
8. Лінійна алгебра та аналітична геометрія [Текст]: навч. посібн. / Ю. К. Рудавський, П.П. Костробій, Х. П. Луник, Д. В. Уханська, ДУ «Львівська політехніка», 1999. — 262 с.
9. Овчинников П. П. Вища математика [Текст] / П. П. Овчинников, Ф. П. Яремчук, В. М. Михайленко. — К.: Техніка, 2003. — 600 с. — ISBN: 966-575-055-0.

Додаткова:

10. Авдєєва, Т. В. Алгебра. Основи алгебраїчних структур [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Т. В. Авдєєва, В. М. Горбачук ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 1,28 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 80 с. https://mph.kpi.ua/assets/img/books/FMF/2._Zagalna_Algebra.pdf
11. Безущак О.О., Ганюшкін О.Г. Завдання до практичних занять з алгебри і теорії чисел (теорія кілець і полів): для студентів університетів – К.: ВПЦ «Київський університет», 2020. – 137 с.
12. Лінійна алгебра. Збірка завдань та методика розв'язання [Текст] : навч.-метод. посіб. / Л. П. Дзюбак [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харк. політехн. ін-т". - Х. : НТУ "ХПІ", 2013. - 239 с.
13. Герасимчук В. С. Курс класичної математики в прикладах і задачах [Текст]: навч. посіб. / В. С. Герасимчук, Г. С. Васильченко, В. І. Кравцов. — У 3 ч. Ч. 1. — Донецьк, ДонНТУ, 2005. — 584 с. — ISBN 966-7559-98-X (Ч. 1).
14. Збірник задач з аналітичної геометрії та векторної алгебри [Текст]: навч. посіб. / В. В. Булдигін, В. А. Жук, С. О. Рушицька, В. В. Ясінський. — К.: Вища шк., 1999. — 192 с. — ISBN: 5-11-004614-X.
15. Jurlewicz T., Skoczylas Z. Algebra liniowa 1. Definicje, twierdzenia, wzory. — Wrocław: Oficyna Wydawnicza GiS, 2003. — 163 str. — ISBN 83-89020-14-9.
16. Lay D. C. Linear Algebra and its Applications, 3rd updated edition. Addison Wesley, 2005. — 576 pp., ISBN: 0321287134.
17. Meyer C. D. Matrix analysis and applied linear algebra. — SIAM, 2000. — 718 p. — ISBN 0898714540.