

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

Робоча програма
навчальної дисципліни
"ЛІНІЙНА АЛГЕБРА
ТА АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ"
для студентів напряму підготовки
6.050101 "Комп'ютерні науки"
всіх форм навчання

Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2016

Затверджено на засіданні кафедри вищої математики й економіко-математичних методів.

Протокол № 5 від 23.12.2015 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: Т. В. Денисова
В. Ф. Сенчуков

Робоча програма навчальної дисципліни "Лінійна алгебра та Р 58 аналітична геометрія" для студентів напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання : [Електронне видання] / уклад. Т. В. Денисова, В. Ф. Сенчуков. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 67 с.

Подано тематичний план навчальної дисципліни та її зміст за модулями й темами. Вміщено плани лекцій, практичних та лабораторних занять, матеріали для закріплення знань (завдання для самостійної роботи, контрольні запитання), методичні рекомендації щодо оцінювання знань студентів, професійні компетентності, якими повинен володіти студент після вивчення дисципліни.

Рекомендовано для студентів напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання.

Вступ

Дедалі більшу роль у сучасній науці та техніці відіграють математичні методи дослідження, моделювання та проектування. Це зумовлено вдосконаленням обчислювальної техніки, завдяки якій істотно збільшилася можливість успішного застосування математики при розв'язанні конкретних задач. Математичні науки тісно пов'язані з розвитком інформаційних комп'ютерних технологій, які проникли практично в усі сфери людської діяльності і відіграють вирішальну роль в освіті сучасного конкурентоспроможного фахівця, надаючи йому апарат дослідження складних систем будь-якої природи і логіку побудови проектної діяльності. З іншого боку, високопродуктивні інформаційні технології перетворилися на найважливіший сегмент наукомісткого високотехнологічного виробництва, реалізувати який можуть тільки фахівці, що мають поглиблену підготовку в галузі математики та комп'ютерних наук.

Навчальна дисципліна "Лінійна алгебра та аналітична геометрія" є невід'ємною частиною базової математичної підготовки студентів і належить до фундаментальних дисциплін, на яких ґрунтуються методи побудови різноманітних математичних моделей процесів, пов'язаних з професійною діяльністю. Математичний апарат лінійної алгебри й аналітичної геометрії є необхідним при вивченні таких дисциплін, як "Математичний аналіз", "Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика", "Дискретна математика", "Прикладна математика", "Математичне програмування", "Економіко-математичні методи і моделі", "Чисельні методи", "Дослідження операцій", а також може бути безпосередньо застосованим для розв'язання багатьох прикладних задач.

Вивчення даної навчальної дисципліни потребує попередніх знань з предметів "Геометрія" й "Алгебра і початки аналізу" в обсязі, передбаченому програмами загальноосвітньої середньої школи.

Програма навчальної дисципліни розрахована на один семестр і передбачає проведення лекційних, практичних, лабораторних занять та самостійну роботу; містить 6 тем, для кожної з яких наведено перелік питань, що розкривають її зміст.

Навчальна дисципліна "Лінійна алгебра та аналітична геометрія" є базовою і вивчається згідно з навчальним планом підготовки фахівців освітнього ступеня "бакалавр" напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: денна форма навчання – 5; заочна форма навчання – 7	Галузь знань: 0501 "Інформатика та обчислювальна техніка"	Базова	
Змістових модулів – 2	Напрямок підготовки: 6.050101 "Комп'ютерні науки"	Рік підготовки	
Загальна кількість годин: денна форма навчання – 150; заочна форма навчання – 210		1-й	2-й
		Семестр	
		2-й	1-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,76; самостійної роботи – 4,47	Освітній ступінь: бакалавр	32 год	12 год
		Практичні	
		16 год	12 год
		Лабораторні	
		16 год	–
		Самостійна робота	
		75 год	183 год
		у тому числі	
		ІНДЗ	Контрольна робота
		–	20 год
		Вид контролю	
		екзамен	
11 год*	3 год		

* Кількість годин з урахуванням передекзаменаційної консультації (2), підготовки (6), проведення екзамену (3).

Примітка. Кількість годин аудиторних занять порівняно з часом, відведеним на самостійну й індивідуальну роботи, становить:

для денної форми навчання – 74 %;

для заочної форми навчання – 13 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Лінійна алгебра (ЛА) – розділ математики, *об'єктом* вивчення якого є лінійні (векторні) простори, а *предметом* – розробка відповідних алгебраїчних методів (для встановлення властивостей просторів у цілому та їхніх елементів) і застосування їх до побудови лінійних математичних моделей реальних явищ та процесів у різноманітних галузях людської діяльності.

Аналітична геометрія (АГ) – розділ математики, *об'єктом* вивчення якої є геометричні фігури, а *предметом* – установлення їхніх властивостей засобами алгебри за допомогою координатного методу.

Метою вивчення навчальної дисципліни "Лінійна алгебра та аналітична геометрія" є: ознайомлення студентів з основними положеннями щодо методів векторної та матричної алгебр; дослідження геометричних об'єктів та їх властивостей шляхом вивчення властивостей рівнянь, геометричними образами яких є ці об'єкти.

Для досягнення мети поставлені такі основні **завдання**:

засвоєння основних принципів побудови математичних моделей із використанням методів матричного і векторного аналізу, координатного методу;

оволодіння навичками здійснення аналізу побудованої математичної моделі з використанням сучасної комп'ютерної техніки та програмно-математичних комплексів;

формування системи знань для самостійного проведення необхідних розрахунків у рамках побудованих моделей з метою встановлення кількісних і якісних характеристик об'єктів для прогнозування та прийняття оптимальних рішень;

набуття досвіду вільного оперування абстрактними математичними об'єктами та наочного подання результатів спостережень у різних областях знань за допомогою геометричних образів.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час проведення аудиторних занять (лекційних, практичних, лабораторних) та самостійної роботи. Велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів, на яку відводиться значна частина, не менше 50 %, від загальної кількості годин, які відводяться на вивчення дисципліни. Усі види занять розроблені відповідно до кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

основні різновиди матриць, можливості їх використання при складанні математичної моделі економічних задач, дії над матрицями та їх властивості;

визначники, їх основні властивості та способи обчислення;

засоби розв'язання систем n лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими;

критерій сумісності системи n лінійних рівнянь з m невідомими, їх дослідження і методи розв'язання;

однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь та відшукування її фундаментальної системи розв'язків;

основні поняття векторної алгебри;

форми подання вектора (геометрична, координатна, алгебраїчна);

лінійні та нелінійні операції над векторами та їх властивості;

застосування векторів у задачах геометрії;

лінійні m -вимірні простори;

лінійну залежність та незалежність системи векторів;

базис m -вимірного простору, розклад вектора за базисом;

лінійні перетворення (лінійні оператори);

означення афінного простору та координат в ньому, лінійні многовиди, гіперплощини, k -вимірні площини;

означення афінних перетворень, формули переходу від однієї системи координат на площині до іншої;

означення і властивості проєктивного простору та проєктивних перетворень;

різновиди рівнянь прямої на площині та їх використання як математичної моделі прикладних задач;

основні задачі на пряму, взаємне розташування двох і трьох прямих на площині;

загальне та канонічні рівняння ліній 2-го порядку на площині;

зведення загального рівняння кривої 2-го порядку до канонічного вигляду;

різновиди рівнянь площини і прямої у просторі;

загальне і канонічні рівняння поверхонь 2-го порядку у просторі;

перетворення координат у просторі;

вміти:

будувати матриці як складові математичних моделей економічних задач, виконувати дії над матрицями;

розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь n -го порядку;

досліджувати системи n лінійних алгебраїчних рівнянь з m невідомими на сумісність;

знаходити загальний, базисний та опорний розв'язки системи лінійних рівнянь;

визначати базис векторного лінійного простору та розкласти вектори за базисом;

знаходити матрицю переходу від одного базису до іншого, а також координати векторів у різних базисах;

знаходити матриці лінійних операторів у різних базисах;

складати рівняння прямої на площині, ліній 2-го порядку, прямої та площини у просторі;

розрізняти за заданим рівнянням поверхні 2-го порядку, а також робити ескізи їх геометричних образів;

досліджувати форму поверхні методом перерізів координатними площинами і площинами, паралельними координатним.

У процесі викладання навчальної дисципліни основна увага приділяється оволодінню студентами професійними компетентностями, що наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Професійні компетентності, які отримують студенти
після вивчення навчальної дисципліни**

№ п/п	Тема	Компетентності
1	2	3
Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебри		
1	Лінійна алгебра	<p><i>Загальнонаукові:</i> набуття базових знань з матричного числення і лінійної алгебри для їх застосувань при розробці математичних моделей.</p> <p><i>Загальнопрофесійні:</i> підготовленість до засвоєння існуючих і розроблення нових методів реалізації функцій інформаційних систем.</p> <p><i>Спеціалізовано-професійні:</i> здатність до застосування опанованих ідей і методів при розв'язанні конкретних задач в області комп'ютерних наук, які зводяться до лінійних моделей</p>

1	2	3
2	Векторна алгебра	<p><i>Загальнонаукова:</i> розширення базових знань з векторної алгебри для їх застосувань при розробці різноманітних математичних моделей.</p> <p><i>Загальнопрофесійна:</i> підготовленість до засвоєння методів розв'язання геометричних задач алгебраїчними методами.</p> <p><i>Спеціалізовано-професійна:</i> здатність до застосування засобів векторної алгебри при розв'язанні конкретних задач кодування інформації</p>
3	Лінійні простори та лінійні оператори	<p><i>Загальнонаукова:</i> здатність перенесення знань з векторної алгебри на абстрактні простори – простори виміру більше трьох – у поєднанні із засобами лінійної алгебри.</p> <p><i>Загальнопрофесійна:</i> володіння методами аналізу інформації, яка подана у вигляді багатовимірних векторів.</p> <p><i>Спеціалізовано-професійна:</i> здатність використовувати лінійні оператори при моделюванні різноманітних залежностей між характеристиками складових інформаційних систем</p>
4	Афінний і проєктивний простори	<p><i>Загальнонаукова:</i> набуття базових знань з основ афінної та проєктивної геометрії.</p> <p><i>Загальнопрофесійна:</i> здатність до створення і редагування зображень.</p> <p><i>Спеціалізовано-професійна:</i> здатність до перекладу опису в зображення і зображення в опис</p>
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія		
5	Аналітична геометрія на площині	<p><i>Загальнонаукова:</i> поглиблення базових знань з геометрії у поєднанні із засобами алгебраїчного аналізу плоских геометричних об'єктів.</p> <p><i>Загальнопрофесійна:</i> підготовленість до впровадження засобів координатного методу візуалізації в задачах аналізу складових інформаційних систем.</p> <p><i>Спеціалізовано-професійна:</i> здатність до алгебраїчного аналізу геометричної інтерпретації на площині різноманітних залежностей між характеристиками об'єктів у задачах, що зводяться до моделей, які не є лінійними</p>
6	Аналітична геометрія у просторі	<p><i>Загальнонаукова:</i> поглиблення базових знань з геометрії у поєднанні із засобами алгебраїчного аналізу просторових геометричних об'єктів.</p> <p><i>Загальнопрофесійна:</i> підготовленість до впровадження засобів координатного методу візуалізації в задачах аналізу складових інформаційних систем.</p> <p><i>Спеціалізовано-професійна:</i> здатність до алгебраїчного аналізу геометричної інтерпретації у просторі різноманітних залежностей між характеристиками об'єктів в задачах, що зводяться до моделей, які не є лінійними</p>

Структуру складових професійних компетентностей та їх формування відповідно до Національної рамки кваліфікацій України наведено в додатку А.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебри

Тема 1. Лінійна алгебра

1.1. Числові матриці та дії над ними.

Мета, об'єкт, предмет та основні завдання навчальної дисципліни, її структура, взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Організація самостійної роботи студентів. Значення лінійної алгебри в економічних процесах. Поняття прямокутної матриці. Основні означення. Властивості матриць. Різновиди матриць: квадратна, трикутна, діагональна, одинична, нульова, матриця-рядок (матриця-стовпець), блокова, квазідіагональна. Арифметичні операції (дії) над матрицями та їх властивості. Елементарні перетворення та еквівалентність матриць.

1.2. Визначники квадратних матриць.

Поняття визначника другого, третього, n -го порядків. Мінор і алгебраїчне доповнення елемента визначника. Властивості визначників. Розклад визначника за елементами рядків або стовпців. Методи обчислення визначників.

1.3. Системи n лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими (СЛАР $n \times n$).

Означення основних понять: СЛАР $n \times n$, розв'язок системи; сумісна, несумісна, визначена, невизначена, еквівалентні системи; однорідна, неоднорідна системи рівнянь. Правило Крамера для розв'язання СЛАР $n \times n$. Обернена матриця: означення, теорема існування та способи відшукування. Розв'язання СЛАР $n \times n$ за допомогою оберненої матриці. Розв'язання матричних рівнянь. Задача міжгалузевого балансу виробництва.

1.4. Системи m лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими (СЛАР $m \times n$).

Поняття рангу матриці та способи його відшукування (метод елементарних перетворень, метод обведення). Критерій сумісності СЛАР $m \times n$

(теорема Кронекера – Капеллі). Дослідження СЛАР $m \times n$ на сумісність, методи розв'язання (Гаусса, Жордана – Гаусса). Загальний, частинний, базисний та опорний розв'язки. Однорідні СЛАР $m \times n$ та їх розв'язання. Фундаментальна система розв'язків.

Тема 2. Векторна алгебра

2.1. Вектори: основні означення, лінійні операції.

Означення основних понять: вектор, модуль вектора, нульовий (одичинний) вектор, рівні (протилежні) вектори, колінеарні та компланарні вектори, координати, форми задання (геометрична, координатна, алгебраїчна), проєкція вектора на вісь (геометрична, алгебраїчна), орт вектора, напрямні косинуси. Лінійні операції (сума, різниця, множення на скаляр) над векторами, їх властивості.

2.2. Нелінійні операції над векторами.

Скалярний, векторний, мішаний та подвійний векторний добутки векторів, їх властивості та геометричний смисл. Кут між двома векторами. Критерії ортогональності, колінеарності, компланарності векторів. Застосування векторів у задачах геометрії: відшукування відстані між двома точками, площі трикутника, поділ відрізка у заданому відношенні. Застосування векторної алгебри в задачах опису функціональних зв'язків між елементами інформаційних систем.

Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори

3.1. Лінійні m -вимірні простори (\mathbf{R}^m).

Означення основних понять: одно-, дво-, три-, m -вимірний простір, координати вектора, рівні (протилежні, пропорційні) вектори, нульовий (одичинний) вектор, модуль вектора, система векторів. Лінійна залежність і незалежність системи векторів. Базис \mathbf{R}^m . Розклад вектора за базисом. Одичинний, ортогональний, ортонормований базиси. Перехід до нового базису.

3.2. Лінійні перетворення (лінійні оператори).

Лінійне перетворення: означення, тотожне, нульове, обернене; властивості (адитивності, однорідності). Матриця лінійного перетворення, умова оберненості лінійного оператора. Операції над лінійними операторами (додавання, множення на скаляр, множення лінійних операторів).

рів). Зв'язок між матрицями лінійних операторів у різних базисах, матриця переходу до нового базису. Приклади лінійних перетворень, що застосовуються у математичних моделях відображення даних.

Тема 4. Афінний і проєктивний простори

4.1. Афінний простір.

Афінний простір: означення, координати в афінному просторі, лінійні многовиди, гіперплощини, k -вимірні площини. Афінні перетворення: означення, формули переходу від однієї координатної системи на площині до іншої, частинні випадки.

4.2. Проєктивний простір.

Проєктивний простір: означення, властивості. Проєктивні перетворення: означення, властивості.

Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія

Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbf{R}^2)

5.1. Пряма на площині.

Геометричне місце точок. Поняття про рівняння лінії на площині. Поточні координати точок лінії. Основні задачі аналітичної геометрії. Різновиди рівнянь прямої на площині: канонічне, параметричні, через дві задані точки, через задану точку у заданому напрямі, з кутовим коефіцієнтом, у відрізках на осях, нормальне, із заданим нормальним вектором, загальне. Основні задачі на пряму, взаємне розташування двох і трьох прямих в \mathbf{R}^2 . Кут між двома прямими. Відстань від точки до прямої. Рівняння бісектрис кутів, утворених двома прямими. Модель "попит-пропозиція".

5.2. Криві другого порядку (К2П).

Загальне рівняння К2П: означення, умови належності до еліптичного, гіперболічного, параболічного типу. Центральні (нецентральні) К2П. Коло, еліпс, гіпербола, парабола: означення, канонічне рівняння, параметри, ексцентриситет, побудова.

5.3. Зведення загального рівняння кривої другого порядку до канонічного вигляду.

Перетворення координат (паралельне перенесення, поворот осей координат). Зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду.

Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbf{R}^3)

6.1. Площина у просторі.

Поняття про рівняння поверхні в \mathbf{R}^3 . Поточні координати точок поверхні. Рівняння сферичної поверхні (сфери). Нормальний вектор площини. Різновиди рівнянь площини у просторі: через три задані точки, у відрізках на осях, нормальне, через задану точку із заданим нормальним вектором, загальне, параметричне. Умови перетину, паралельності, ортогональності, збігу двох площин. Кут між двома площинами. Умова належності трьох точок одній прямій в \mathbf{R}^3 . Відстань від точки до площини. Рівняння бісекторних площин.

6.2. Пряма у просторі. Пряма і площина у просторі.

Напрямний вектор прямої. Різновиди рівнянь прямої в \mathbf{R}^3 : канонічне, параметричні, через дві задані точки, загальне. Умови паралельності, перпендикулярності, збігу, перетину, перехрещування двох прямих. Кут між двома прямими в \mathbf{R}^3 . Відстань між паралельними (перехресними) прямими. Аналіз взаємного розташування прямої і площини у просторі. Кут між прямою і площиною. В'язка площин.

6.3. Поверхні другого порядку (П2П).

Загальне рівняння П2П. Основні задачі, що виникають при вивченні П2П. Найважливіші П2П (циліндричні, тривісний еліпсоїд, сфера, одно- і двопорожнинний гіперболоїди, конічні, еліптичний і гіперболічний параболоїди), дослідження їх форми методом перерізів. Перетин прямої з П2П.

6.4. Перетворення координат в \mathbf{R}^3 .

Загальні формули перетворення прямокутної декартової системи координат. Паралельне перенесення координатних осей. Повертання координатних осей.

4. Структура навчальної дисципліни

Із самого початку вивчення навчальної дисципліни кожен студент має бути ознайомлений як із робочою програмою і формами організації навчання, так і зі структурою, змістом та обсягом кожного з її навчальних модулів, а також з усіма видами контролю та методикою оцінювання сформованих професійних компетентностей.

Вивчення навчальної дисципліни студентом *денної* форми навчання відбувається шляхом послідовного і ґрунтовного опрацювання навчальних (змістових) модулів. Навчальний модуль – це окремий, відносно самостійний блок дисципліни, який логічно об'єднує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками. Тематичний план дисципліни складається з двох змістових модулів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Структура залікового кредиту навчальної дисципліни
(денна форма навчання)**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	усього	аудиторних				самостійна робота	
		лекційні	практичні	лабораторні	підсумковий контроль	виконання завдань СР	підготовка до занять
Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебра							
Тема 1. Лінійна алгебра	32	8	4	4	–	10	6
Тема 2. Векторна алгебра	17	4	2	2	–	5	4
Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори	17	4	2	2	–	5	4
Тема 4. Афінний і проєктивний простори	8	2	1	–	–	3	2
<i>Разом годин за модулем 1</i>	74	18	9	8	–	23	16
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія							
Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbf{R}^2)	26	6	3	4	–	7	6
Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbf{R}^3)	39	8	4	4	–	13	10
<i>Разом годин за модулем 2</i>	65	14	7	8	–	20	16
<i>Підготовка до екзамену</i>	6	–	–	–	–	–	6
<i>Передекзаменаційні консультації</i>	2	–	–	–	2	–	–
<i>Екзамен</i>	3	–	–	–	3	–	–
<i>Разом годин за семестр</i>	150	32	16	16	5	43	38

Навчальний процес за *заочною* формою навчання організовується відповідно до навчального плану і здійснюється підчас: *установчої сесії; екзаменаційної сесії; міжсесійного періоду.*

Сесія (від лат. *sessio* – засідання, присід) для заочної форми навчання – це частина навчального року, протягом якої здійснюються всі форми навчального процесу, передбачені навчальним планом (лекції, практичні заняття, консультації та контрольні заходи).

Лекції (від лат. *lectio* – читання) при формі навчання без відриву від виробництва, як правило, мають постановочний, концептуальний, узагальнюючий та оглядовий характер.

Практичні заняття (від грец. *πράξις* – діяльність) проводяться за основними темами дисципліни, які виносяться на самостійне вивчення студентами, і забезпечують формування необхідного рівня вмінь та навичок.

Міжсесійний період для заочної форми навчання – це частина навчального року, протягом якого здійснюється робота студента над засвоєнням навчального матеріалу як самостійно, так і під керівництвом педагогічного працівника.

Основною формою роботи студента-заочника над засвоєнням навчального матеріалу є виконання ним *контрольних робіт* (звичайно, після опрацювання теоретичного матеріалу). Контрольні роботи, передбачені навчальним планом, можуть виконуватися як у домашніх умовах (поза навчальним закладом), так і в університеті. При цьому слід дотримуватись наступних рекомендацій: до виконання контрольної роботи можна приступати тільки тоді, коли є впевненість у тому, що засвоєно весь теоретичний матеріал щодо тієї чи іншої задачі; розв'язання задач треба подавати разом з усіма проміжними перетвореннями; необхідно керуватися зразками розв'язання задач, які містяться в методичних рекомендаціях [32]; хід розв'язання задачі треба супроводжувати коротким поясненням (що до чого, куди, як, на якій підставі); писати чітким, розбірливим почерком; не допускати перекреслювань, будь-яких позначень, які не є загальноприйнятими в літературі з відповідної дисципліни; рисунки виконувати за допомогою креслярських інструментів, а ескізи можна виконувати олівцем від руки.

Структура залікового кредиту навчальної дисципліни для заочної форми навчання наведена в табл. 4.2.

**Структура залікового кредиту навчальної дисципліни
(заочна форма навчання)**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	усього	аудиторних				самостійна робота	
		лекційні	практичні	лабораторні	підсумковий контроль	виконання контрольних робіт	засвоєння теоретичного матеріалу
Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебри							
Тема 1. Лінійна алгебра	48	3	3	–	–	4	38
Тема 2. Векторна алгебра	18	1	1	–	–	2	14
Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори	18	1	1	–	–	2	14
Тема 4. Афінний і проєктивний простори	19	2	1	–	–	2	14
<i>Разом годин за модулем 1</i>	103	7	6	–	–	10	80
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія							
Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbf{R}^2)	40	2	3	–	–	5	30
Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbf{R}^3)	54	3	3	–	–	5	43
<i>Разом годин за модулем 2</i>	94	5	6	–	–	10	73
<i>Підготовка до екзамену</i>	10	–	–	–	–	–	10
<i>Передекзаменаційні консультації</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>Екзамен</i>	3	–	–	–	3	–	–
<i>Разом годин за семестр</i>	210	12	12	–	3	20	163

Сформувати правильну, найбільш доцільну систему самостійних занять – справа нелегка, але існують основні умови організації роботи, які корисні для всіх студентів:

планування самостійних занять;

серйозна (вдумлива) робота над навчальним матеріалом (поки той чи інший розділ не засвоєно і знання не закріплені, переходити до нових розділів не слід; матеріал підручника треба продумувати до тих

пiр, поки вiн не стане повнiстю зрозумiлим; виконання вправ та розв'язання задач – необхідна складова роботи над курсом);

систематичнiсть самостiйних занять, що сприяє розвитку творчої думки (заняття час вiд часу, з тривалими перервами не можуть дати мiцних знань; нiякi короткочаснi, епiзодичнi, навiть дуже iнтенсивнi заняття не дають таких результатiв, якi забезпечуються за умови систематичного вивчення матерiалу);

самоконтроль як спосiб перевiрки ступеня засвоєння матерiалу (вiдповiдi на запитання в процесi самоперевiрки допомагають бiльш глибоко усвiдомити матерiал дисциплiни i закрiпити його в пам'ятi; треба намагатись вiдповiдати на запитання, не пiдглядаючи в пiдручник).

5. Теми лекцiйних, практичних та лабораторних занять (денна i заочна форми навчання)

Лекцiя – це основна форма проведення навчальних занять, призначених для засвоєння теоретичного матерiалу.

Лекцiя має розкрити основнi положення теми, досягнення науки, з'ясувати невирiшенi проблеми, узагальнити досвiд роботи, дати рекомендацiї щодо використання основних висновкiв за темами на практичних заняттях.

Практичне заняття (ПЗ) – форма навчального заняття, за якої викладач органiзовує детальний розгляд окремих теоретичних положень навчальної дисциплiни i формує вмiння та навички їх практичного застосування шляхом iндивiдуального виконання студентом сформульованих завдань.

Проведення таких занять ґрунтується на попередньо пiдготовленому методичному матерiалi – тестах для виявлення ступеня оволодiння необхідними теоретичними положеннями, наборi завдань рiзного рiвня складностi для розв'язування їх на заняттi. Воно включає проведення попереднього контролю знань, вмiнь i навичок студентiв, постановку загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентiв, розв'язування завдань iз їх обговоренням, розв'язування контрольних завдань, їх перевiрку, оцiнювання.

Лабораторне заняття (ЛЗ) – форма навчального заняття, за якої студент під керівництвом викладача особисто проводить імітаційні експерименти чи досліди з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень навчальної дисципліни. У ході лабораторних занять студент набуває професійних компетентностей та практичних навичок роботи з комп'ютерним обладнанням відповідними програмними продуктами. За результатами виконання завдання на лабораторному занятті студенти оформляють індивідуальні звіти про його виконання та захищають ці звіти перед викладачем.

Для зручності огляду розділи "Плани лекцій", "Плани практичних занять" і "Плани лабораторних занять" положення про робочу програму навчальної дисципліни об'єднано і подано у вигляді однієї табл. 5.1.

Таблиця 5.1

**Перелік лекційних, практичних і лабораторних занять
для студентів денної форми навчання**

Зміст лекцій	Зміст практичних і лабораторних занять	Література	
		основна	додаткова
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебри			
<p>Лекція 1. Числові матриці та дії над ними</p> <p>1.1. Мета, об'єкт, предмет та основні завдання ЛА та АГ.</p> <p>1.2. Матриці: основні означення, деякі різновиди.</p> <p>1.3. Арифметичні операції (дії) над матрицями та їх властивості.</p> <p>1.4. Елементарні перетворення та еквівалентність матриць</p>	<p align="center">ПЗ-1.</p> <p>Операції над матрицями: додавання, віднімання, множення на число, множення матриці на матрицю.</p> <p>Елементарні перетворення матриць.</p> <p>Обчислення визначників 2-го, 3-го та вищих порядків за допомогою розкладу їх за елементами рядів.</p>	[1; 3 – 5; 7; 8; 11]	[15; 16; 18; 28]
<p>Лекція 2. Визначники квадратних матриць</p> <p>2.1. Визначники 2-го, 3-го, n-го порядків: означення основних понять.</p> <p>2.2. Властивості визначників n-го порядку.</p> <p>2.3. Обчислення визначників n-го порядку</p>	<p align="center">ЛЗ-1.</p> <p>Дії над матрицями та обчислення визначників</p>	[1; 3 – 5; 7; 8; 11]	[15; 16; 18; 28]

1	2	3	4
<p>Лекція 3. Системи n лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими (СЛАР $n \times n$)</p> <p>3.1. СЛАР $n \times n$: означення основних понять.</p> <p>3.2. Розв'язання СЛАР $n \times n$ за правилом Крамера.</p> <p>3.3. Обернена матриця: означення, теорема існування, способи відшукування.</p> <p>3.4. Розв'язання СЛАР $n \times n$ методом оберненої матриці</p>	<p>ПЗ-2. Відшукування оберненої матриці.</p> <p>Розв'язання СЛАР $n \times n$ за правилом Крамера й оберненої матриці.</p> <p>Дослідження СЛАР $m \times n$ на сумісність та їх розв'язання методом Гаусса та Жордана – Гаусса.</p> <p>Відшукування нетривіальних розв'язків однорідних СЛАР.</p>	<p>[1; 3 – 5; 7; 8; 11]</p>	<p>[15; 16; 18; 28]</p>
<p>Лекція 4. Системи m лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими (СЛАР $m \times n$)</p> <p>4.1. Ранг матриці: означення, способи відшукування.</p> <p>4.2. Критерій сумісності СЛАР (теорема Кронекера – Капеллі), дослідження СЛАР на сумісність.</p> <p>4.3. Загальний порядок розв'язання СЛАР $m \times n$. Методи розв'язання (Гаусса та Жордана – Гаусса).</p> <p>4.4. Однорідні СЛАР $m \times n$: означення, розв'язання</p>	<p>ЛЗ-2. Розв'язання СЛАР</p>	<p>[1; 3 – 5; 7; 8; 11]</p>	<p>[15; 16; 18; 28]</p>
<p>Лекція 5. Вектори: основні означення, лінійні операції</p> <p>5.1. Що таке "аналітична геометрія".</p> <p>5.2. Вектори: означення основних понять.</p> <p>5.3. Лінійні операції над векторами, заданими у геометричній формі, та їх властивості.</p> <p>5.4. Координати вектора. Лінійні операції над векторами, заданими у координатній формі</p>	<p>ПЗ-3. Лінійні та нелінійні операції над векторами в геометричній та алгебраїчній формах</p>	<p>[1; 3 – 5; 7; 8; 11]</p>	<p>[15; 16; 18; 28]</p>

1	2	3	4
<p>Лекція 6. Нелінійні операції над векторами</p> <p>6.1. Скалярний добуток векторів: означення, основні властивості. Кут між векторами.</p> <p>6.2. Векторний добуток векторів: означення, властивості, геометричний смисл.</p> <p>6.3. Мішаний добуток векторів: означення, властивості, геометричний смисл.</p> <p>6.4. Подвійний векторний добуток векторів: означення, властивості.</p> <p>6.5. Деякі застосування векторів у задачах геометрії</p>	<p>ЛЗ-3. Векторна алгебра</p>	<p>[1; 3 – 6; 9; 11]</p>	<p>[15; 16; 18; 28]</p>
<p>Лекція 7. Лінійні m-вимірні простори (\mathbf{R}^m)</p> <p>7.1. Лінійні m-вимірні простори: означення основних понять. Лінійні операції над m-векторами та їх властивості.</p> <p>7.2. Лінійна залежність і незалежність системи векторів.</p> <p>7.3. Базис \mathbf{R}^m. Розклад векторів за базисом</p>	<p>ПЗ-4. Операції над багатовимірними векторами. Відшукання базису, розклад вектора за базисом, перехід до нового базису. Матриця лінійного перетворення. Операції над лінійними операторами</p>	<p>[1; 3 – 5; 11; 13]</p>	<p>[15; 16; 18; 28]</p>
<p>Лекція 8. Лінійні оператори (лінійні перетворення)</p> <p>8.1. Лінійні оператори: означення основних понять, приклади.</p> <p>8.2. Матриця лінійного оператора, умова оберненості.</p> <p>8.3. Операції над лінійними операторами.</p> <p>8.4. Зв'язок між матрицями лінійних операторів у різних базисах. Матриця переходу до нового базису</p>	<p>ЛЗ-4. Дослідження систем векторів на лінійну незалежність (залежність), розклад векторів за базисом</p>	<p>[1; 3 – 5; 11; 13]</p>	<p>[15; 16; 18; 28]</p>

1	2	3	4
<p>Лекція 9. Афінний і проєктивний простори</p> <p>9.1. Афінний простір (АП): означення, координати в АП, лінійні многовиди, гіперплощини, k-вимірні площини.</p> <p>9.2. Афінні перетворення: означення, формули переходу від однієї системи координат на площині до іншої, частинні випадки (зсув, масштабування, повертання).</p> <p>9.3. Проєктивний простір (ПП): означення, властивості.</p> <p>9.4. Проєктивні перетворення: означення, властивості</p>	<p>ПЗ-5.</p> <p>Розв'язання задач на зсув, масштабування, повертання об'єктів на площині.</p> <p>Розв'язання задач на площині з використанням різних видів рівнянь прямої. Застосування рівнянь прямої до відшукування числових характеристик плоских фігур</p>	[2; 14]	[17; 20 – 22; 25; 28]
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія			
<p>Лекція 10. Пряма на площині</p> <p>10.1. Поняття про рівняння лінії на площині. Основні задачі аналітичної геометрії.</p> <p>10.2. Різновиди рівнянь прямої на площині.</p> <p>10.3. Аналіз взаємного розташування двох і трьох прямих на площині.</p> <p>10.4. Відстань від точки до прямої</p>	<p>ЛЗ-5.</p> <p>Пряма на площині</p>	[1 – 6; 11]	[15; 16; 19; 28]
<p>Лекція 11. Криві другого порядку (К2П)</p> <p>11.1. Загальне рівняння К2П, різновиди кривих. Загальне рівняння кола.</p> <p>11.2. Еліпс, гіпербола, парабола: означення, канонічне рівняння, параметри, побудова</p>	<p>ПЗ-6.</p> <p>Розв'язання задач на складання рівнянь К2П. Зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду.</p>	[1 – 5; 11]	[15; 16; 19; 28]
<p>Лекція 12. Зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду</p> <p>12.1. Перетворення координат на площині: паралельне перенесення, повертання осей координат.</p> <p>12.2. Зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду</p>	<p>ЛЗ-6.</p> <p>Криві другого порядку</p>	[1 – 5; 11]	[15; 16; 19; 28]

1	2	3	4
<p>Лекція 13. Площина у просторі</p> <p>13.1. Поняття про рівняння поверхні у просторі. Рівняння сфери.</p> <p>13.2. Різновиди рівнянь площини у просторі.</p> <p>13.3. Аналіз взаємного розташування двох площин у просторі.</p> <p>13.4. Відстань від точки до площини</p>	<p>ПЗ-7.</p> <p>Розв'язання задач на площину і пряму у просторі з використанням різних видів рівнянь, дослідження взаємного розташування та відносно координатних осей і площин.</p> <p>Визначення рівнянь геометричних елементів та числових характеристик трикутної піраміди.</p>	[1 – 5; 11]	[15; 16; 19; 28]
<p>Лекція 14. Пряма у просторі. Пряма і площина у просторі</p> <p>14.1. Різновиди рівнянь прямої у просторі.</p> <p>14.2. Аналіз взаємного розташування двох прямих у просторі.</p> <p>14.3. Пряма і площина у просторі: аналіз взаємного розташування. В'язка площин</p>	<p>ЛЗ-7.</p> <p>Пряма і площина у просторі</p>	[1 – 5; 11]	[15; 16; 19; 28]
<p>Лекція 15. Поверхні другого порядку (П2П)</p> <p>15.1. П2П: загальне рівняння, основні задачі, що виникають при вивченні П2П.</p> <p>15.2. Циліндричні і конічні П2П.</p> <p>15.3. Тривісний еліпсоїд.</p> <p>15.4. Гіперболоїди (одно- і двопорожнинний).</p> <p>15.5. Параболоїди (еліптичний і гіперболічний).</p> <p>15.6. Перетин прямої з П2П</p>	<p>ПЗ-8.</p> <p>Дослідження форми П2П методом перерізів. Зведення загального рівняння П2П до канонічного вигляду. Розв'язання задач на відшукування перетину прямої з П2П; паралельне перенесення і повертання координатних осей у просторі.</p>	[9; 10; 12]	[19; 23]
<p>Лекція 16. Перетворення координат в \mathbb{R}^3</p> <p>16.1. Загальні формули перетворення прямокутної декартової системи координат у просторі.</p> <p>16.2. Паралельне перенесення координатних осей.</p> <p>16.3. Повертання координатних осей</p>	<p>ЛЗ-8.</p> <p>Зображення просторових фігур у середовищі MatLab</p>	[2; 14]	[20 – 22]

Для заочної форми навчання перелік лекційних і практичних занять, які проводяться відповідно під час установчої та екзаменаційної сесій, наведено у табл. 5.2.

Лекції мають концептуальний та оглядовий характер і не повністю охоплюють матеріал навчальної програми.

Практичні заняття проводяться в основному за питаннями, що виносяться на самостійне вивчення студентами, і які викликають, як правило, значні утруднення.

Таблиця 5.2

**Перелік лекційних і практичних занять для студентів
заочної форми навчання**

Зміст лекцій	Зміст практичних занять	Література	
		основна	додаткова
1	2	3	4
<p>Лекція 1. Числові матриці та визначники</p> <p>1.1. Матриці: основні означення, різновиди, арифметичні операції (дії) та їх властивості.</p> <p>1.2. Елементарні перетворення матриць.</p> <p>1.3. Визначники: означення основних понять, властивості.</p> <p>1.4. Способи обчислення визначників</p>	<p>ПЗ-1.</p> <p>Операції над матрицями: додавання, віднімання, множення на число, множення матриці на матрицю.</p> <p>Елементарні перетворення матриць.</p> <p>Обчислення визначників 2-го, 3-го та вищих порядків</p>	[1; 3 – 5; 7; 11]	[15; 16; 18; 28]
<p>Лекція 2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)</p> <p>2.1. СЛАР: означення основних понять.</p> <p>2.2. Методи розв'язання СЛАР: Крамера, оберненої матриці, Гаусса, Жордана – Гаусса.</p> <p>2.3. Ранг матриці: означення, способи його відшукання.</p> <p>2.4. Критерій сумісності СЛАР (теорема Кронекера – Капеллі), дослідження СЛАР на сумісність.</p> <p>2.5. Однорідні СЛАР: означення, розв'язання</p>	<p>ПЗ-2.</p> <p>Розв'язання СЛАР методом Крамера, оберненої матриці, Гаусса, Жордана – Гаусса.</p> <p>Дослідження СЛАР на сумісність.</p> <p>Відшукання нетривіальних розв'язків однорідних СЛАР</p>	[1; 3 – 5; 7; 11]	[15; 16; 18; 28]

1	2	3	4
<p>Лекція 3. Векторна алгебра</p> <p>3.1. Вектори: означення основних понять, лінійні операції над векторами, заданими у геометричній формі, та їх властивості.</p> <p>3.2. Координати вектора. Лінійні операції над векторами, заданими у координатній формі.</p> <p>3.3. Нелінійні операції над векторами (скалярний, векторний, мішаний та подвійний векторний добутки): означення, основні властивості, обчислення.</p> <p>3.4. Деякі застосування векторів у задачах геометрії</p>	<p>ПЗ-3.</p> <p>Лінійні та нелінійні операції над векторами в геометричній та алгебраїчній формах</p>	<p>[1; 3 – 5; 7; 11]</p>	<p>[15; 16; 18; 28]</p>
<p>Лекція 4. Лінійний, афінний і проєктивний простори</p> <p>4.1. Лінійні m-вимірні простори: означення основних понять, лінійні операції над багатовимірними векторами та їх властивості.</p> <p>4.2. Лінійна залежність і незалежність системи векторів, базис, розклад векторів за базисом.</p> <p>4.3. Лінійні оператори (ЛО): означення основних понять, операції над ЛО, зв'язок між матрицями ЛО у різних базисах, матриця переходу до нового базису.</p> <p>4.4. Афінний простір і афінні перетворення: означення основних понять, формули переходу від однієї системи координат на площині до іншої.</p> <p>4.5. Проєктивний простір і проєктивні перетворення: означення основних понять, властивості</p>	<p>ПЗ-4.</p> <p>Операції над багатовимірними векторами.</p> <p>Дослідження систем векторів на лінійну незалежність (залежність). Відшукання базису, розклад вектора за базисом, перехід до нового базису.</p> <p>Розв'язання задач на зсув, масштабування, повертання об'єктів на площині</p>	<p>[1; 3 – 5; 7; 11]</p>	<p>[15; 16; 20 – 22]</p>

1	2	3	4
<p>Лекція 5. Аналітична геометрія на площині (в R^2)</p> <p>5.1. Поняття про рівняння лінії на площині. Різновиди рівнянь прямої на площині.</p> <p>5.2. Аналіз взаємного розташування двох і трьох прямих на площині.</p> <p>5.3. Загальне рівняння К2П, різновиди кривих. Загальне рівняння кола.</p> <p>5.4. Еліпс, гіпербола, парабола: означення, канонічне рівняння, параметри, побудова.</p> <p>5.5. Перетворення координат (паралельне перенесення, поворот осей координат).</p> <p>5.6. Зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду</p>	<p>ПЗ-5.</p> <p>Розв'язання задач на площині з використанням різних видів рівнянь прямої. Застосування рівнянь прямої до відшукування числових характеристик плоских фігур.</p> <p>Розв'язання задач на складання рівнянь К2П. Зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду</p>	<p>[1 – 6; 11]</p>	<p>[15; 16; 19; 28]</p>
<p>Лекція 6. Аналітична геометрія у просторі (в R^3)</p> <p>6.1. Поняття про рівняння поверхні у просторі. Різновиди рівнянь площини у просторі, в'язка площин.</p> <p>6.2. Аналіз взаємного розташування двох площин у просторі.</p> <p>6.3. Різновиди рівнянь прямої у просторі.</p> <p>6.4. Аналіз взаємного розташування двох прямих у просторі.</p> <p>6.5. Аналіз взаємного розташування прямої і площини у просторі.</p> <p>6.6. Поверхні другого порядку (П2П): різновиди, канонічні рівняння, зображення. Перетин прямої з П2П.</p> <p>6.7. Перетворення координат у просторі: паралельне перенесення, повертання координатних осей</p>	<p>ПЗ-6.</p> <p>Розв'язання задач на площину і пряму у просторі з використанням різних видів рівнянь. Визначення рівнянь геометричних елементів та числових характеристик трикутної піраміди.</p> <p>Зведення загального рівняння П2П до канонічного вигляду.</p> <p>Розв'язання задач на відшукування перетину прямої з П2П; паралельне перенесення і повертання координатних осей у просторі</p>	<p>[1 – 5; 9; 12]</p>	<p>[15; 16; 19; 28]</p>

5.1. Приклади типових практичних завдань за темами

Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебри

Тема 1. Лінійна алгебра

Рівень 1.

1. Обчислити $\left((2A - 3B^T) \cdot C\right)^2$, якщо:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 0 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

2. Обчислити визначник:

$$\begin{vmatrix} 4 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 4 \\ 2 & 4 & 2 & 3 \end{vmatrix}.$$

Рівень 2.

3. Розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

а) методом Крамера;

б) матричним методом (за допомогою оберненої матриці);

в) методом Гаусса:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 = 6 \\ 2x_1 + 3x_2 - 7x_3 = 16 \\ 5x_1 + 2x_2 + x_3 = 16 \end{cases}$$

Рівень 3.

4. Дослідити систему лінійних алгебраїчних рівнянь і у випадку її сумісності знайти розв'язок:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 1 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 2 \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 + 3x_4 = -1 \\ 4x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 = 3 \end{cases}$$

Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія

Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbb{R}^2)

Рівень 1.

1. Скласти рівняння прямої, що проходить через точку $M(-8,1)$, паралельно (перпендикулярно) прямій $2x - y + 7 = 0$.
2. Обчислити відстань від точки $M(1,1)$ до прямої $x = -1 + 2t$, $y = 2 + t$.

Рівень 2.

3. При якому значенні параметра a три прямі $2x - y + 1 = 0$, $x + y - 4 = 0$ і $3x + ay - 2 = 0$ проходять через одну точку?
4. Визначити, при яких значеннях параметрів m і n пряма

$$(2m - n + 5)x + (m + 3n - 2)y + 2m + 7n + 19 = 0$$

паралельна осі ординат і перетинає вісь абсцис у точці $(5,0)$. Записати рівняння цієї прямої.

Рівень 3.

5. Скласти рівняння сторін трикутника, якщо відома вершина $A(-4,2)$, та рівняння двох медіан $3x - 2y + 2 = 0$ і $3x + 5y - 12 = 0$.
6. Скласти рівняння прямих, які знаходяться від точки $A(1,-2)$ на відстані $d = \sqrt{20}$ і паралельні прямій $2x - y - 5 = 0$.

6. Самостійна робота

Самостійна робота студента (СРС) є формою організації навчального процесу, за якої заплановані завдання виконуються студентом самостійно під методичним керівництвом викладача.

Мета СРС – засвоєння в повному обсязі навчальної програми та формування у студентів загальних і професійних компетентностей, які відіграють суттєву роль у становленні майбутнього фахівця вищого рівня кваліфікації.

Навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів денної форми навчання, визначається навчальним планом і становить 57 % (86 год) від загального обсягу навчального часу на вивчення дисципліни (150 год).

СРС включає:

підготовку до занять, а саме: опрацювання лекційного матеріалу та рекомендованої літератури, підготовку до практичних і лабораторних занять, до контрольних робіт та до модульного контролю (колоквіуму); систематизацію вивченого матеріалу з метою підготовки до екзамену;

виконання завдань, які передбачають: опрацювання теоретичного матеріалу (крім лекційного) та окремих питань практичного (застосовного) змісту; підготовку до звіту-захисту завдань із самостійної роботи.

Протягом кожного семестру основною формою контролю самостійної роботи студентів є включення в письмові контрольні роботи питань із переліку, наведеного в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Завдання для самостійної роботи студентів та форми її контролю

Назва теми	Зміст самостійної роботи студентів	Кількість годин	Форми контролю СРС	Література
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебри				
Тема 1. Лінійна алгебра	1. Визначники другого і третього порядків та їх обчислення. 2. Правило Крамера розв'язання СЛАР. 3. Метод оберненої матриці. 4. Розв'язання однорідних СЛАР. 5. Властивості розв'язків однорідних СЛАР	16	Домашні завдання, самостійна контрольна робота	Основна: [1; 3 – 5; 11]. Додаткова: [15; 16; 18; 28]
Тема 2. Векторна алгебра	1. Лінійні операції над векторами в геометричній формі. 2. Лінійні операції над векторами в координатній формі. 3. Довжина вектора. Відстань між двома точками	9	Домашні завдання, самостійна контрольна робота	Основна: [1; 3 – 5; 11]. Додаткова: [15; 16; 18; 28]

1	2	3	4	5
Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори	1. Лінійні операції (дії) над багатовимірними векторами. 2. Скалярний добуток багатовимірних векторів	9	Домашні завдання, самостійна контрольна робота	Основна: [1; 3 – 5; 11; 13]. Додаткова: [15; 16; 18; 28]
Тема 4. Афінний і проєктивний простори (АП і ПП)	1. Властивості дій над векторами в АП і ПП, які збігаються з операціями у лінійному просторі. 2. Паралельне проєктування. 3. Інверсія площини: означення, полюс (центр) інверсії, степінь інверсії	5	Домашні завдання, самостійна контрольна робота	Основна: [2; 14]. Додаткова: [20 – 22; 24 – 25]
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія				
Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbf{R}^2)	1. Рівняння прямої з кутовим коефіцієнтом. 2. Рівняння прямої, яка проходить через задану точку у заданому напрямі	13	Домашні завдання, самостійна контрольна робота	Основна: [1 – 5; 11]. Додаткова: [15; 16; 19; 28]
Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbf{R}^3)	1. Взаємне розташування площини і прямої. 2. Перехід від канонічного рівняння прямої у просторі до загального рівняння прямої. 3. Атлас канонічних рівнянь поверхонь другого порядку	23	Домашні завдання, самостійна контрольна робота	Основна: [1 – 5; 11]. Додаткова: [15; 16; 19; 28]

6.1. Контрольні запитання для самодіагностики

Тема 1. Лінійна алгебра

1. Що називають прямокутною числовою матрицею?
2. Які існують символічні позначення матриць?
3. Що називають елементами (рядями) матриці і чим визначається розмір матриці?
4. Яка матриця називається нульовою?
5. Як визначається місце розташування певного елемента матриці?

6. Які матриці називають рівними?
7. Що розуміють під транспонуванням матриці?
8. Чи можна стлумачити матрицю-стовпець як результат транспонування матриці-рядка і навпаки?
9. Для яких матриць вводять поняття "відповідні елементи" і які елементи кількох матриць називають відповідними?
10. Яка матриця називається квадратною?
11. Назвіть відомі вам види квадратних матриць.
12. Що таке головна (побічна) діагональ квадратної матриці?
13. Яка матриця називається верхньою (нижньою) трикутною?
14. Дайте означення діагональної й одиничної матриць.
15. Яку матрицю називають сумою (різницею) двох матриць? (Сформулюйте відповідне правило: щоб знайти ... матриць, треба ...)
16. Яку матрицю називають добутком матриці з числом?
17. Яким законам підкоряються дії додавання матриць і множення матриці на число?
18. Яку умову повинні задовольняти дві матриці, щоб їх можна було перемножити?
19. Дайте означення добутку двох матриць і сформулюйте правило відшукування елементів матриці-результату, наведіть відповідну схему.
20. Чи є комутативною операція множення матриць?
21. Що розуміють під елементарними перетвореннями матриць?
22. Які матриці називають еквівалентними?
23. Для якого виду матриць вводиться поняття "визначник"?
24. Що розуміють під визначником другого порядку?
25. Дайте означення детермінанта третього порядку? Опишіть, у чому полягає правило трикутника.
26. Що називають переставленням з n чисел?
27. Яке переставлення називають парним (непарним)?
28. Дайте означення визначника n -го порядку.
29. Що називають мінором елемента визначника?
30. Яким співвідношенням пов'язані між собою мінор і алгебраїчне доповнення елемента визначника (квадратної матриці)?
31. Які основні властивості визначників ви знаєте? (Перелічіть, сформулюйте, обґрунтуйте.)
32. Сформулюйте та запишіть в символах теорему Лапласа (і наслідок з неї), покажіть застосування на прикладі.

33. На чому базується розкриття визначників n -го порядку?
34. Сформулюйте правила утворення нулів та прямокутника.
35. Що називають СЛАР $n \times n$, або $n \times n$ -системою?
36. Наведіть символічні записи $n \times n$ -системи і опишіть їхні складові.
37. Які системи називаються однорідними (неоднорідними)?
38. Що таке розв'язок системи рівнянь?
39. Які системи називаються сумісними (несумісними)?
40. Які системи називаються визначеними (невизначеними)?
41. Які системи називаються еквівалентними?
42. Що таке основна (розширена) матриця системи?
43. Сформулюйте і доведіть правило Крамера.
44. Опишіть порядок розв'язання систем за правилом Крамера.
45. Яка матриця називається особливою (неособливою)?
46. Що називають приєднаною, або союзною, матрицею?
47. Сформулюйте і доведіть лему про добутки з матриць A і A^* .
48. Яку матрицю називають оберненою до заданої матриці?
49. Сформулюйте і доведіть теорему про існування і єдиність A^{-1} .
50. Опишіть, як здійснюється перехід від $n \times n$ -системи до матричного рівняння, і розв'яжіть його.
51. Який порядок розв'язання систем методом оберненої матриці?
52. Що називають рангом матриці і які існують способи його відшукування?
53. Опишіть відшукування рангу матриці методом обведення.
54. Опишіть відшукування рангу матриці методом е/п.
55. Який мінор матриці називається базисним мінором?
56. Яку систему називають СЛАР $m \times n$, або $(m \times n)$ -системою?
57. Які системи називають квадратними, прямокутними?
58. У чому полягає критерій сумісності $(m \times n)$ -системи?
59. Що називається рангом СЛАР $m \times n$?
60. Що розуміють під дослідженням системи на сумісність?
61. Наведіть порядок дослідження системи на сумісність.
62. Якою буде сумісна система, визначеною чи невизначеною, якщо її ранг дорівнює числу (менше числа) невідомих: $r = n$ ($r < n$)?
63. Які невідомі системи (з $r < n$) називають базисними, вільними?
64. Дайте означення загального, частинного та базисного розв'язків $(m \times n)$ -системи.

65. Опишіть загальний порядок розв'язання систем.
66. У чому полягає суть методу Гаусса, або методу послідовного виключення невідомих, розв'язання систем?
67. Що розуміють під прямим і зворотним ходами методу Гаусса?
68. У чому полягає суть методу Жордана – Гаусса розв'язання систем (модифікації методу Гаусса)?
69. Які СЛАР $m \times n$ називаються однорідними?
70. Чи є серед однорідних систем несумісні?
71. Опишіть структуру загального розв'язку однорідної системи.
72. Який зв'язок існує між розв'язками неоднорідної і зведеної для неї однорідної систем рівнянь?
73. Опишіть структуру загального розв'язку неоднорідної системи.

Тема 2. Векторна алгебра

1. Яка форма завдання вектора називається геометричною і що розуміють під модулем вектора?
2. Яким умовам згідно з означенням повинні відповідати рівні, протилежні, колінеарні, компланарні вектори?
3. Що розуміють під сумою (різницею), добутком вектора зі скаляром? Наведіть геометричне зображення.
4. Які операції над векторами називають лінійними? Якими властивостями вони володіють?
5. Яка форма завдання вектора називається координатною (числовою) і що таке величина вектора?
6. Що називають координатою вектора, який лежить на числовій осі?
7. Яка форма завдання вектора називається алгебраїчною в одно-, дво-, тривимірному просторах?
8. Як розташований відносно координатних осей і площин вектор у тривимірному просторі за умови, що одна або дві з його координат дорівнюють нулю?
9. Що називають проекцією вектора на вісь і як вона визначається?
10. Як визначається модуль вектора, заданого координатами?
11. Наведіть правила відшукання суми (різниці) двох векторів, добутку вектора зі скаляром, якщо вектори задані в координатній формі.

12. Що називають скалярним добутком двох векторів і якими властивостями він володіє?
13. Як відшукуються: скалярний добуток векторів, заданих у координатній формі; кут між двома векторами?
14. Що розуміють під напрямними косинусами вектора, за якими формулами вони обчислюються, якими властивостями володіють?
15. Що називають векторним добутком двох векторів і якими властивостями він володіє?
16. Як відшукується векторний добуток векторів, заданих у координатній формі?
17. Наведіть критерії ортогональності та колінеарності двох векторів, якщо вектори задані в координатній формі.
18. Що називають мішаним добутком трьох векторів і якими властивостями він володіє?
19. У чому полягає геометричний смисл мішаного добутку векторів?
20. Чому дорівнює мішаний добуток векторів, заданих у координатній формі?
21. Наведіть критерій компланарності трьох векторів.
22. Який добуток векторів називають подвійним векторним?
23. Як змінюється знак подвійного векторного добутку при:
а) додатному (круговому) переставленні співмножників; б) від'ємному переставленні співмножників?
24. Який вигляд має подання подвійного векторного добутку векторів через скалярний добуток двох векторів і добуток вектора з числом (формула Лагранжа)?
25. Як подається подвійний векторний добуток у вигляді визначника третього порядку з першим рядком із ортів координатних осей?
26. Як відшукується довжина відрізка, заданого координатами кінцевих точок?
27. За якою формулою обчислюється площа трикутника, заданого координатами вершин?
28. Що розуміють під внутрішнім і зовнішнім поділом відрізка на частини у заданому відношенні?
29. За якої умови відношення λ , у якому здійснюється поділ відрізка на частини, буде від'ємним числом?
30. Як установлюються координати точки, яка поділяє даний відрізок у заданому відношенні?

Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори

1. Що називають одно-, дво-, тривимірним векторним простором?
2. Що таке m -вимірний вектор, координати m -вектора?
3. Які m -вектори називаються пропорційними, рівними?
4. Які операції над векторами називаються лінійними і якими властивостями вони володіють?
5. Що таке нуль-вектор, протилежний вектор, одиничний вектор?
6. Дайте означення лінійного m -вимірного простору.
7. Що називають довжиною вектора, скалярним добутком векторів?
8. Що розуміють під системою m -вимірних векторів?
9. Який вигляд має векторна форма запису СЛАР $m \times n$?
10. Який розділ вищої математики називається лінійною алгеброю?
11. Що розуміють під лінійною комбінацією векторів?
12. Яка система m -векторів називається лінійно залежною (лінійно незалежною)?
13. Сформулюйте та доведіть теорему про лінійну залежність векторів і наслідок з неї.
14. Що розуміють під задачею дослідження системи векторів на лінійну незалежність? Опишіть порядок дій (кроків) її розв'язування.
15. Яке найбільше (найменше) число лінійно незалежних векторів може містити система векторів?
16. Дайте означення базису \mathbf{R}^m "різними мовами".
17. Який базис називають ортогональним?
18. Наведіть і доведіть теорему про розклад вектора за базисом.
19. Опишіть процес розкладу вектора за заданим базисом.
20. Як відшукати базис серед заданої системи векторів?
21. Як здійснити перехід від одного базису до іншого?
22. У якому випадку кажуть, що задано перетворення m -вимірного простору, і що називають образом (прообразом) вектора?
23. Яке перетворення простору називають лінійним? Опишіть смисл властивостей однорідності і лінійності.
24. Що таке: тотожне перетворення, нульовий оператор, оператор повороту?
25. Що розуміють під оберненим лінійним перетворенням?
26. Наведіть означення матриці лінійного оператора.

27. Який оператор називається невиродженим, виродженим (особливим)?
28. У чому полягає умова невиродженості лінійного перетворення?
29. Опишіть операції: множення лінійного перетворення на скаляр, додавання і множення лінійних операторів.
30. Яку матрицю називають матрицею переходу до нового базису?
31. Яким співвідношенням пов'язані між собою матриці лінійних перетворень в різних базисах?
32. У тривимірному просторі вектори, які розташовані на одній прямій або на паралельних прямих, називаються колінеарними. Чи існує поняття "колінеарність" стосовно векторів більшої вимірності?
33. Чи виконується у m -вимірному просторі для довільних трьох точок A, B, C "тотожність трикутника": $\overline{AB} + \overline{CA} + \overline{BC} \equiv \overline{0}$?

Тема 4. Афінний і проєктивний простори

1. Якими об'єктами доповнюється векторний простір для отримання афінного простору?
2. Що розуміють під координатами точки в афінному просторі?
3. Як називається сукупність векторів векторного простору, координати яких задовольняють систему лінійних алгебраїчних рівнянь рангу r ?
4. Яку множину точок афінного простору називають: а) k -вимірною площиною ($k = n - r$); б) гіперплощиною; в) прямою?
5. Які перетворення площини називають афінними?
6. Якими формулами описується афінне перетворення площини?
7. Який вигляд має задання афінного перетворення матрицею?
8. Що розуміють під паралельним зсувом (або трансляцією точки A в точку B)? Наведіть матрицю такого перетворення.
9. Що таке масштабування об'єктів (або розтягання-стискання)? Наведіть матрицю такого перетворення.
10. Якими співвідношеннями визначається поворот об'єктів на площині? Наведіть матрицю такого перетворення.
11. Який простір називають проєктивним?
12. Чим відрізняється за структурою (будовою): а) афінний простір від лінійного (векторного) простору; б) проєктивний простір від лінійного (векторного) простору; в) афінний простір від проєктивного?

13. Що називають проєктивним перетворенням проєктивного простору?

14. У що відображається будь-яка площина при проєктивному перетворенні простору?

15. Що таке степінь точки O відносно кола з центром у точці C ?

Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbf{R}^2)

1. Що розуміють під рівнянням лінії на площині?

2. Виведіть канонічне рівняння кола.

3. Що розуміють під параметричним рівнянням лінії? Який вигляд мають параметричні рівняння кола?

4. У чому полягають основні задачі аналітичної геометрії в \mathbf{R}^2 ?

5. Виведіть рівняння прямої, опишіть геометричний смисл параметрів і констант, які вони містять, якщо задано:

а) точку, через яку проходить пряма, і її напрямний вектор;

б) точку на прямій і допоміжну змінну (параметр), через яку виражені поточні координати точок прямої;

в) дві точки, які належать прямій;

г) точку на прямій і кут нахилу прямої до осі абсцис;

д) кут нахилу прямої до осі абсцис і величину відрізка, який відтинає пряма на осі ординат;

е) величини відрізків, які пряма відтинає на координатних осях;

є) відстань від початку координат до прямої і кут нахилу відповідного відрізка до осі абсцис;

ж) точку на прямій і її нормальний вектор.

6. Яке рівняння називають загальним рівнянням прямої? Наведіть теорему про загальне рівняння прямої.

7. Проведіть дослідження загального рівняння прямої, супроводжуючи кожний випадок геометричною ілюстрацією.

8. Установіть на аналітичному рівні умови, за яких дві прямі перетинаються, паралельні чи збіжні.

9. Що називають в'язкою (жмутком) прямих на площині?

10. Рівністю (нерівністю) нулеві яких визначників, складених із параметрів рівнянь прямих, заданих у загальному вигляді, визначається взаємне розташування трьох прямих на площині?

11. Скільки існує випадків взаємного розташування трьох прямих на площині?

12. Які умови задовольняють визначники (див. питання 10), якщо:

а) прямі попарно перетинаються і не належать одному жмутку;

б) дві прямі паралельні, а третя їх перетинає;

в) всі прямі попарно різні і проходять через одну точку;

г) дві прямі збігаються, а третя їх перетинає;

д) три прямі попарно паралельні;

е) дві прямі збігаються, а третя паралельна їм;

є) усі три прямі збігаються?

13. Як відшукати кут між двома прямими, що описуються рівняннями у загальному вигляді?

14. Виведіть формули кута між двома прямими, умови паралельності і перпендикулярності прямих, які описуються рівняннями, вказаними у запитаннях 5 а) – 5 ж).

15. Здійсніть перехід від загального рівняння прямої до рівняння нормального вигляду.

16. Розв'яжіть задачу відшукування відстані від точки до прямої.

17. Виведіть рівняння бісектрис кутів, утворених двома прямими.

18. Наведіть формулу простих відсотків і укажіть економічний смисл усіх її складових.

19. Що називають кривою другого порядку (К2П) і який вигляд має її загальне рівняння?

20. Які існують різновиди К2П і якими умовами визначається тип кривої?

21. Яке рівняння називають загальним рівнянням кола і як здійснюється перехід від нього до рівняння канонічного виду?

22. Що таке еліпс? Запишіть його канонічне рівняння, проведіть дослідження форми, дайте означення ексцентриситету еліпса.

23. Що таке гіпербола? Запишіть її канонічне рівняння, проведіть дослідження форми, дайте означення асимптот та ексцентриситету гіперболи.

24. Що таке парабола? Які існують різновиди канонічних рівнянь параболи залежно від розміщення на площині фокуса і директриси? Проведіть дослідження форми однієї з них, дайте означення ексцентриситету параболи.

25. Які К2П називаються центральними, нецентральними?

26. У чому полягає задача перетворення координат?
27. Наведіть формули паралельного перенесення осей координат.
28. Наведіть формули повороту осей координат.
29. Опишіть зведення до канонічного виду рівняння К2П, що не містить добутки змінних.
30. Наведіть умови належності рівнянь К2П, що не містять добутки змінних, до еліптичного, гіперболічного чи параболічного типу.
31. Опишіть зведення до канонічного виду загального рівняння К2П.
32. Зведіть до канонічного виду рівняння гіперболи $xy = k$.
33. Якою кривою є графік дробово-лінійної функції?

Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbb{R}^3)

1. Що розуміють під поверхнею у просторі і її рівнянням?
2. Дайте означення сфери і виведіть її рівняння.
3. Виведіть рівняння площини, що проходить через три дані точки.
4. У чому полягає умова належності трьох точок одній прямій?
5. Який вигляд має рівняння площини у відрізках на осях.
6. Наведіть рівняння площини у нормальному вигляді.
7. Запишіть рівняння площини, яка проходить через дану точку M_0 і має заданий нормальний вектор $\bar{N} = (A, B, C)$.
8. Запишіть рівняння площини, яка проходить через задану точку і має неколінеарні напрямні вектори $\bar{s}_1 = (m_1, n_1, p_1)$, $\bar{s}_2 = (m_2, n_2, p_2)$.
9. Запишіть параметричне рівняння площини, яка проходить через задану точку M_0 і має неколінеарні напрямні вектори $\bar{s}_1 = (m_1, n_1, p_1)$, $\bar{s}_2 = (m_2, n_2, p_2)$.
10. Яке рівняння називають загальним рівнянням площини?
11. Сформулюйте і доведіть теорему про загальне рівняння площини.
12. Що називають жмутком (в'язкою) площин: а) властивою; б) невластивою?
(Наведені нижче запитання 13 – 22 стосуються загального рівняння площини.)
13. Який вигляд має рівняння площини, що проходить через початок координат?

14. Якими рівняннями описуються площини, паралельні одній із осей координат?

15. Як виглядають рівняння площин, що проходять через одну із координатних осей?

16. Як напрямлений відносно осей координат нормальний вектор у площин, паралельних координатним площинам?

17. За яких умов загальне рівняння площини описує координатні площини?

18. За яких умов дві площини: 1) перетинаються; 2) паралельні; 3) збігаються?

19. За якою формулою обчислюється кут між двома площинами? Який вигляд має умова ортогональності площин.

20. Як здійснюється перехід від загального рівняння площини до рівняння: 1) у відрізках на осях; 2) у нормальному вигляді?

21. За якими формулами обчислюється відстань від точки до площини?

22. Що таке "бісекторні" площини і якими рівняннями вони описуються?

23. У чому полягає загальний підхід до вивчення рівнянь прямої у просторі?

24. Виведіть рівняння прямої: канонічні; параметричні; що проходить через дві задані точки.

25. Що називають рівнянням прямої у загальному вигляді? Доведіть теорему про загальне рівняння прямої у просторі.

26. Як здійснюється перехід від загального рівняння прямої до її канонічного рівняння?

27. Проведіть дослідження загального рівняння прямої.

28. Установіть умови: паралельності; збігу; перетину і перехрещування двох прямих.

29. Розв'яжіть задачу про відшукання спільної точки двох прямих, що перетинаються.

30. За якою формулою обчислюється кут між двома прямими, які задані: канонічними рівняннями, рівняннями у загальному вигляді?

31. Як відшукується відстань між паралельними прямими?

32. Розв'яжіть задачу про відстань від точки до прямої.

33. Якими числовими характеристиками описуються перехресні прямі і як вони обчислюються?

34. Які існують випадки взаємного розташування прямої і площини?
35. Як описуються в алгебраїчній формі випадки взаємного розташування прямої і площини?
36. Виведіть формулу для обчислення кута між прямою і площиною. Як виводяться з неї умови паралельності і перпендикулярності прямої і площини?
37. Чому вивчення прямої і площини не викликає труднощів з алгебраїчної точки зору?
38. Які криві є одним із найголовніших інструментів систем автоматизованого проектування (САПР) і програм комп'ютерної графіки?
39. Запишіть параметричні рівняння $(x = x(t), y = y(t))$ лінійної, квадратичної і кубічної кривих Без'є.
40. Що називається поверхнею другого порядку?
41. Яке рівняння називають загальним рівнянням поверхні другого порядку?
42. Які поверхні називаються циліндричними (конічними)? Укажіть їх властивості.
43. Запишіть рівняння циліндрів для випадків, коли твірна паралельна осі Ox (Oy , Oz), і зобразіть ці поверхні.
44. У чому полягає метод паралельних перерізів дослідження поверхонь другого порядку?
45. Запишіть канонічні рівняння тривісного еліпсоїда, гіперболоїдів (одно- і двопорожнинного), параболоїдів (еліптичного і гіперболічного), циліндра і конуса 2-го порядку.
46. Який вигляд мають формули переходу від системи координат $xOyz$ до нової системи координат $x'O'y'z'$?
47. Які коефіцієнти формул переходу визначають положення базису нової системи?
48. Скільки коефіцієнтів, що визначають положення базису нової системи є лінійно незалежними?
49. Що характеризують вільні члени формул переходу?
50. Який вигляд мають формули паралельного перенесення координатних осей на вектор з початком у точці O і кінцем у точці O' ?
51. Якими співвідношеннями пов'язані координати точки у вихідній і новій системах координат при перетворенні поворотання?

7. Індивідуально-консультативна робота

Зазначений вид навчальної роботи викладача зі студентами здійснюється за відповідним графіком у формі індивідуальних занять, консультацій, перевірки індивідуальних завдань, перевірки та захисту завдань, що винесені на поточний контроль.

Індивідуально-консультативна робота з теоретичної частини дисципліни проводиться у вигляді:

індивідуальних консультацій (запитання-відповідь стосовно проблемних питань теоретичного матеріалу дисципліни);

групових консультацій (розгляд теоретичних положень, які важко піддаються осмисленню).

Індивідуально-консультативна робота з практичної частини дисципліни проводиться у вигляді:

індивідуальних консультацій (розгляд практичних завдань, стосовно яких виникли запитання);

групових консультацій (розгляд типових прикладів і задач, які викликають утруднення у студентів).

Індивідуально-консультативна робота для комплексної оцінки засвоєння програмного матеріалу проводиться у вигляді:

захисту студентами домашніх індивідуальних завдань;

підготовки рефератів із тем, засвоєння яких викликає утруднення у студентів;

підготовки рефератів для виступу на науковій конференції;

підготовки самостійних творчих робіт, передбачених робочим планом з навчальної дисципліни.

8. Методи навчання

У процесі викладання навчальної дисципліни "Лінійна алгебра та аналітична геометрія" для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачається застосування як активних, так і інтерактивних навчальних технологій серед яких: лекції проблемного характеру, міні-лекції, мозкові атаки і презентації.

Основні відмінності активних та інтерактивних методів навчання від традиційних визначаються не тільки методикою і технікою викладання, але й високою ефективністю навчального процесу, який виявляється у високій мотивації студентів.

Практичне втілення навчальних технологій, які використовуються для активізації процесу навчання, наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

**Розподіл форм та методів активізації процесу навчання
за темами навчальної дисципліни**

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1. Лінійна алгебра	<i>Мозкова атака</i> з питання: "Скільки розв'язків має СЛАР $n \times n$, якщо її визначник дорівнює нулю?" <i>Міні-лекція</i> з питання: "Задача розв'язності однорідних СЛАР". <i>Презентація</i> з питання: "Зв'язок між розв'язками неоднорідної і відповідної їй однорідної СЛАР"
Тема 2. Векторна алгебра	<i>Мозкова атака</i> з питання: "Переваги і недоліки кожної з форм завдання векторів – геометричної, координатної, алгебраїчної – порівняно іншими формами?" <i>Презентація</i> з питання: "Подвійний векторний добуток векторів і його властивості"
Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори	<i>Міні-лекція</i> з питання: "Вектори у просторах \mathbf{R}^1 , \mathbf{R}^2 , \mathbf{R}^3 ". <i>Лекція проблемного характеру</i> з питання: "Лінійна залежність і незалежність системи m -вимірних векторів в \mathbf{R}^m "
Тема 4. Афінний і проєктивний простори	<i>Презентація</i> з питання: "Невластиві точки і невластиві прямі на проєктивній площині та невластиві площини у проєктивному просторі"
Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbf{R}^2)	<i>Міні-лекція</i> з питання: "Визначення типу кривої другого порядку залежно від старших коефіцієнтів її загального рівняння". <i>Мозкова атака</i> з питання: "Зведення до канонічного вигляду рівняння гіперболи $xy = k$ ($k > 0$)"
Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbf{R}^3)	<i>Презентація</i> з питання: "Ознаки аналогії опису рівняннями площин і прямих на площині". <i>Лекція проблемного характеру</i> з питання: "Можливі випадки взаємного розташування прямої і площини (словесний опис і в алгебраїчній формі)"

Лекції проблемного характеру спрямовані на розвиток логічного мислення студентів. У ході викладання теоретичного матеріалу лектор пропонує проблемні питання дискусійного характеру, залучаючи студентів до самостійного розв'язання відповідної задачі. Чітко і зрозуміло сформульована проблема активізує мислення студентів у пошуках правильної відповіді. Проте лектор не чекає ґрунтовної відповіді студентів, а поступово сам висвітлює вирішення відповідної проблеми.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю інформації, складністю логічних побудов та їх узагальнень. Лекційний матеріал подається у так званому структурно-логічному вигляді, зафіксовані в плані лекції питання викладаються стисло. Більш детальне вивчення матеріалу вноситься на самостійне опрацювання.

Мозкова атака як метод вирішення проблем за дуже короткий проміжок часу передбачає спільне обговорення задачі (в малих групах) і здійснення селекції запропонованих ідей щодо її розв'язання. За формою такий підхід до активізації процесу навчання можна здійснювати у вигляді змагання.

Презентації – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень (оригінальне розв'язання задач того чи іншого типу і виконання завдань СР) з метою обміну досвідом.

Використання методик активізації процесу навчання на практичних і лабораторних заняттях за темами навчальної дисципліни наведено в табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Використання методик активізації процесу навчання

Тема навчальної дисципліни	Практичне застосування методик	Методики активізації процесу навчання
1	2	3
Тема 1. Лінійна алгебра	<i>Практичне заняття</i> з теми: "Дослідження прямокутних СЛАР на сумісність та їх розв'язання"	Мозкова атака, презентація
Тема 2. Векторна алгебра	<i>Лабораторне заняття</i> з теми: "Лінійні і нелінійні операції над векторами в геометричній та алгебраїчній формах"	Презентація, мозкова атака

1	2	3
Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори	<i>Лабораторне заняття</i> з теми: "Дослідження систем векторів на лінійну залежність (незалежність), розклад векторів за базисом"	Дискусія
Тема 4. Афінний і проєктивний простори	<i>Практичне заняття</i> з теми: "Розв'язання задач на зсув, масштабування, повертання об'єктів на площині"	Презентація
Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbf{R}^2)	<i>Лекція</i> з теми: "Пряма на площині (в \mathbf{R}^2)"	Міні-лекція, дискусія
Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbf{R}^3)	<i>Практичне заняття</i> з теми: "Задачі на площину і пряму в \mathbf{R}^3 з використанням різних видів рівнянь, дослідження взаємного розташування та відносно координатних осей і площин. Визначення рівнянь геометричних елементів та числових характеристик трикутної піраміди"	Мозкова атака, презентація

9. Методи контролю

Система оцінювання сформованих компетентностей (див. табл. 2.1) у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, практичні і лабораторні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця, контрольні заходи включають:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, практичних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти екзамен, – 35 балів);

модульний контроль, що проводиться з урахуванням поточного контролю за відповідний змістовий модуль і має на меті *інтегровану* оцінку результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля;

підсумковий / семестровий контроль, що проводиться у формі семестрового екзамену, відповідно до графіку навчального процесу.

Поточний контроль із даної навчальної дисципліни проводиться в таких формах:

- активна робота на лекційних заняттях;
- активна участь у виконанні практичних завдань;
- активна участь у виконанні лабораторних робіт;
- проведення письмових контрольних робіт;
- проведення самостійних контрольних робіт;
- виконання домашніх завдань;
- експрес-опитування
- проведення диктанту за лекційним матеріалом.

Модульний контроль із даної навчальної дисципліни проводиться у формі колоквиуму. **Колоквиум** – це форма перевірки й оцінювання знань студентів у системі освіти у вищих навчальних закладах. Проводиться як проміжний міні-екзамен з ініціативи викладача.

Підсумковий / семестровий контроль проводиться у формі семестрового екзамену. **Семестрові екзамени** – форма оцінювання підсумкового засвоєння студентами теоретичного та практичного матеріалу з окремої навчальної дисципліни, що проводиться як контрольний захід.

Порядок проведення поточного оцінювання знань студентів. Оцінювання знань студентів під час практичних занять і лабораторних робіт проводиться за накопичувальною 100-бальною системою.

Критерії оцінювання враховують:

розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;

ступінь засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;

ознайомлення з рекомендованою літературою;

вміння поєднувати теорію з практикою під час розв'язання задач обчислювального і застосовного характеру;

логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і під час виступів в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки.

Максимально можливий бал за конкретним завданням ставиться за умови відповідності індивідуального завдання студента або його усної відповіді всім зазначеним критеріям. Відсутність тієї або іншої складової знижує кількість балів.

Поточний тестовий контроль (колоквіум) проводиться 2 рази за семестр. Письмові контрольні роботи проводяться 2 рази за семестр та включають практичні завдання різного рівня складності відповідно до тем змістового модуля.

Критерії оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів. Загальними критеріями, за якими здійснюється оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів, є: глибина і міцність знань; належний рівень мислення, вміння систематизувати знання за окремими темами і робити обґрунтовані висновки; володіння понятійним апаратом, навичками і прийомами виконання практичних завдань; вміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та обробку.

Виконання завдань самостійних контрольних робіт за темами навчальної дисципліни оцінюється зважаючи на:

- розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;

- ступінь ознайомлення з рекомендованою літературою і засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;

- вміння поєднувати теорію з практикою при розгляді практичних ситуацій, розв'язанні задач, проведенні розрахунків, при виконанні завдань, винесених для самостійного опрацювання;

- повнота урахування вимог до виконання завдання;

- логічність викладеного матеріалу та відповідність його структурі передбаченим у завданні змістовим елементам;

- наявність та повнота розгляду ключових понять (визначень, термінів, різновидів та ін.) предметної області завдання;

- наявність та обґрунтованість підсумкових висновків студента;

- ілюстрування опрацьованого матеріалу наведенням (студентом) власних прикладів та графічного матеріалу.

Порядок підсумкового контролю з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль знань та компетентностей студентів здійснюється на підставі проведення семестрового екзамену. Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування компетентностей (див. табл. 2.1).

Завданням екзамену є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчо використовувати накопичені знання, вміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо. В умовах реалізації компетентнісного підходу екзамен оцінює рівень засвоєння студентом компетентностей, що передбачені кваліфікаційними вимогами. Кожен екзаменаційний білет складається із 5 практичних завдань, які передбачають розв'язання типових завдань та дозволяють діагностувати рівень його компетентності з навчальної дисципліни.

Екзаменаційний білет включає два стереотипних, два діагностичних та одне евристичне завдання, які оцінюються відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця.

Студент, який із поважних причин, підтверджених документально, не мав можливості брати участь у формах поточного контролю, тобто не склав змістовий модуль, має право на його відпрацювання у двотижневий термін після повернення до навчання за розпорядженням декана факультету відповідно до встановленого терміну.

Студент *не може бути допущений* до складання екзамену, якщо кількість балів, отриманих за результатами перевірки успішності під час поточного та модульного контролю відповідно до змістового модуля впродовж семестру, в сумі не досягла 35. Після екзаменаційної сесії декан факультету видає розпорядження про ліквідацію академічної заборгованості. У встановлений термін студент добирає залікові бали.

Студента слід *вважати атестованим*, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової / семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Якщо студентом упродовж семестру набрано менше 35 балів за поточний і модульний контроль, викладач повідомляє про це завідувача кафедри. Витяг із протоколу засідання кафедри про недопущення студента до складання екзамену подається декану факультету. Декан видає розпорядження про недопущення студента до складання екзамену як такого, що *не виконав навчальний план*. Відмітка про недопущення до складання екзамену в заліковій / екзаменаційній відомості успішності ро-

битися за наявності розпорядження декана факультету. У день складання екзамену студенту у "Відомості обліку успішності" записується "не допущений".

Семестровий контроль у формі екзамену проводиться письмово. На екзамен виносяться ключові питання, типові і комплексні завдання, а також завдання, що потребують творчої відповіді, вміння узагальнювати інформацію та синтезувати отримані знання для вирішення певних проблем фахової направленості. Результат екзамену оцінюється у балах (максимальна кількість – 40 балів), що проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності".

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни є сумою балів за екзамен, та балів, отриманих у результаті поточного і модульного контролю за накопичувальною системою, і визначається відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця. Розподіл балів, які отримують студенти протягом семестру, наведено в наступному розділі.

Остаточна оцінка з навчальної дисципліни визначається відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця (табл. 9.1). Оцінки за цією шкалою заносяться до відомостей обліку успішності, індивідуального навчального плану студента та іншої академічної документації.

Таблиця 9.1

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
1 – 34	F		

Зразок екзаменаційного білета

Форма № Н-5.05

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Освітній ступінь "бакалавр"

Напрямок підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки"

Навчальна дисципліна "Лінійна алгебра та аналітична геометрія"

Семестр II

Екзаменаційний білет

1 (стереотипне). Для матриць $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}$ і $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$ знайти:

$$(2A - 3B)^T \cdot B^2.$$

2 (стереотипне). Трикутник ABC задано координатами його вершин: $A(0, -1, 2)$, $B(-1, -2, 7)$, $C(1, -2, 6)$. Знайти його внутрішній кут при вершині A .

3 (діагностичне). Скласти рівняння прямої, що проходить через точку $M(-8, 1)$, паралельно (перпендикулярно) прямій $2x - y + 7 = 0$.

4 (діагностичне). Знайти відстань від точки $P(1, 4, 5)$ до площини, що проходить через три задані точки $M_1(1, 2, 0)$, $M_2(2, 1, 1)$ і $M_3(3, 0, 1)$.

5 (евристичне). Дослідити СЛАР на сумісність і у випадку сумісності знайти розв'язок:

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 - 5x_4 = 4 \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 1 \\ 6x_1 - x_2 + 4x_3 - 11x_4 = 6 \end{cases}$$

Затверджено на засіданні кафедри вищої математики й економіко-математичних методів.

Протокол № ____ від ____ _____ 20__ р.

Зав. кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Критерій оцінювання екзаменаційної роботи з навчальної дисципліни "Лінійна алгебра та аналітична геометрія"

Кожний білет містить п'ять практичних завдань: два завдання *першого рівня* – **стереотипні** – визначають ступінь засвоєння студентом початкових теоретичних основ дисципліни; два завдання *другого рівня* – **діагностичні** – виявляють здатність студента до вирішення типових завдань і одне завдання *третього рівня* – **евристичне** – ставить за мету оцінити глибину знань і творчі можливості студента (табл. 9.2).

Таблиця 9.2

Структура екзаменаційного білета

Рівень завдання	Зміст завдання за рівнем
Перший (стереотипні завдання: 1, 2)	Задачі на виконання дій з матрицями або обчислення визначників; задачі на застосування лінійних та нелінійних операцій над векторами в алгебраїчній формі до задач геометрії
Другий (діагностичні завдання: 3, 4)	Задачі на використання різних видів рівнянь прямої на площині (аналітична геометрія в \mathbb{R}^2); задачі на використання різних видів рівнянь прямої і площини у просторі (аналітична геометрія в \mathbb{R}^3)
Третій (евристичне завдання: 5)	Задачі на дослідження систем лінійних алгебраїчних рівнянь на сумісність та їх розв'язання; задачі на дослідження системи векторів на лінійну залежність та незалежність і розклад вектора за базисом.

За умови виконання всіх завдань білета з демонстрацією: глибоких знань теоретичних положень дисципліни і вміння застосовувати їх під час розв'язання практичних завдань, за високий рівень оформлення письмової роботи студент отримує 40 балів. При цьому: словесні формулювання і символічні математичні записи повинні бути чіткими і лаконічними; формальні викладки (перетворення виразів), числові розрахунки здійснені раціональними (ефективними) способами; використані (за доцільності чи необхідності) наочні засоби (малюнки, графіки, схеми, діаграми тощо), оформлення окремих фрагментів відповідей і в цілому роботи акуратне, без виправлень.

У ході перевірки робіт використовується бальна система оцінювання кожного завдання. Загальна оцінка визначається як сума балів за кожне завдання, округлення до цілого числа виконується на користь студента.

Підсумкова оцінка розраховується як сума балів з навчальної дисципліни, отриманих протягом семестру за накопичувальною системою (максимальна кількість – 60 балів) та балів, отриманих під час екзамену (максимальна кількість – 40 балів).

Бездоганне виконання завдань оцінюються таким чином:

1-й рівень – 6 балів;

2-й рівень – 8 балів;

3-й рівень – 12 балів.

Оцінка за виконання кожного завдання білета знижується залежно від недоліків і допущених помилок, перелік яких наведено в табл. 9.3.

Таблиця 9.3

Зниження оцінки за виконання завдання залежно від недоліків і допущених помилок

Рівень завдання	Бали зниження оцінки	Відповідні недоліки та помилки
1	2	3
Перший	1	Розв'язання завдання виконано правильно, але низька культура математичних записів або коментарі наведені не для всіх кроків розв'язання завдання
	2	Завдання виконано частково: є суттєва помилка в обчисленнях, яка вплинула на отримання правильного результату, або неправильно виконано геометричні побудови
	3	У процесі розв'язання завдання допущена смислова помилка: неправильно підібрана розрахункова формула або геометричне подання не відповідає числовим розрахункам
	4	Наведено лише початкові правильні міркування щодо дій над матрицями або обчислення визначників і здійснення операцій над векторами, але є помилки, що суттєво вплинули на процес правильного розв'язання завдання
	5	Розпочато розв'язання завдання, теоретичний матеріал використано лише на рівні початкових понять, обрано й записано правильні формули для розрахунків, але не здійснено їх застосування

1	2	3
Другий	1	Розв'язання завдання виконано правильно, але низька культура математичних записів або коментарі наведені не для всіх кроків розв'язання завдання
	2	У процесі виконання завдання правильно використано відповідні факти, формули і залежності, але допущено 1 – 2 несуттєві помилки, які не вплинули на правильність подальшого розв'язання і остаточну відповідь
	3	Завдання виконано не повністю: розрахункові формули обрані правильно, але процес обчислення виконано з помилками, що вплинуло на отримання правильного кінцевого результату
	4	Завдання виконано лише частково: розрахункові формули обрані правильно, але остаточний числовий результат не отриманий
	5	Розпочато розв'язання завдання, але допущено суттєву помилку: рівняння прямої чи площини вибрано правильно, але подальші розрахунки помилкові, і остаточний числовий результат не отримано
	6	Є суттєві помилки: при правильному алгоритмі реалізації завдання неправильно вибрано рівняння або розрахункові формули (розрахункові формули не відповідають умові завдання)
	7	Розпочато розв'язання завдання, теоретичний матеріал використано лише на рівні початкових понять, обрано й записано правильні формули для розрахунків, але не здійснено їх застосування
Третій	1	Розв'язання завдання виконано правильно, але низька культура математичних записів, або коментарі наведені не для всіх кроків розв'язання завдання
	2	Розв'язання завдання виконано правильно, але коментар наведено не для всіх кроків розв'язання завдання і не наведено остаточну відповідь
	3	У процесі виконання завдання правильно використано відповідні факти, формули і залежності, але допущено 1 – 2 несуттєві помилки, які не вплинули на правильність подальшого розв'язання і остаточну відповідь

1	2	3
Третій	4	Завдання виконано не повністю: здійснено всі числові розрахунки, але не записано розв'язок системи рівнянь чи розклад вектора за базисом
	5	Завдання виконано не повністю: проведено дослідження СЛАР на сумісність (системи векторів на лінійну незалежність), але не отримано розв'язок СЛАР (розклад вектора за базисом) при правильній реалізації алгоритму розв'язання завдання
	6	Завдання виконано частково: знайдені ранги матриць для застосування критерію сумісності або досліджено систему векторів на лінійну незалежність, але без подальшої реалізації розв'язання
	7	Розв'язання завдання виконано частково: допущено суттєву помилку під час дослідження СЛАР на сумісність, чи системи векторів на лінійну незалежність; не наведено обґрунтування деяких кроків розв'язання завдання
	8	Розв'язання завдання розпочато, але не доведено до логічного кінця: реалізовані лише окремі кроки алгоритму розв'язання, записано правильно деякі формули (без подальших відповідних розрахунків)
	9	Хід розв'язання завдання викладено неправильно, однак окремі його кроки свідчать про наявність деяких базових знань. Наведено обґрунтування не всіх кроків розв'язання завдання
	10	Розпочато розв'язання завдання, теоретичний матеріал використано лише на рівні початкових понять, обрано й записано правильні формули для розрахунків, але не здійснено їх застосування
	11	Вибрано алгоритм розв'язання, який не відповідає умові завдання

(Якщо відповідь така, що при її оцінюванні виникають сумнівні або спірні моменти, то питання вирішується на користь студента.)

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Система оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей студентів денної форми навчання наведена в табл. 10.1.

Система оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей

Професійні компетентності	Навчальний тиждень	Години	Методи та форми навчання		Оцінка рівня сформованості компетентностей		
					Форми контролю	Максимальний бал	
1	2	3	4		5	6	
Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебри						28,0	
<p>Знання, вміння та навички щодо застосування методів лінійної та векторної алгебри при розв'язанні конкретних задач в області комп'ютерних наук, які зводяться до лінійних моделей</p> <p>Здатність використовувати матриці для формування й аналізу таблиць вихідних даних при реалізації функцій інформаційних систем та застосовувати СЛАР при розробці лінійних математичних моделей</p>	1	Ауд.	2	Лекція	Числові матриці та дії над ними	Активна робота на парі	0,3
		СРС	3	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу	Контроль самостійної роботи не проводиться	–
	2	Ауд.	2	Лекція	Визначники квадратних матриць	Активна робота на парі	0,3
			2	Практичне заняття	Операції над матрицями. Обчислення визначників 2-го, 3-го та вищих порядків	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу	Контроль самостійної роботи не проводиться	–
	3	Ауд.	2	Лекція	Системи n лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими (СЛАР $n \times n$)	Активна робота на парі	0,3
			2	Лабораторне заняття	Дії з матрицями та обчислення визначників	Активна робота на парі	0,4
		СРС	5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо дій над матрицями, їх властивостей, елементарних перетворень матриць; обчислення визначників n -го порядку та їх властивостей	Домашнє завдання	0,3

Продовження табл. 10.1

1	2	3	4	5	6		
Знання, вміння та навички щодо застосування методів лінійної та векторної алгебри при розв'язанні конкретних задач в області комп'ютерних наук, які зводяться до лінійних моделей	4	Ауд.	2	Лекція	Системи m лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими (СЛАР $m \times n$)	Активна робота на парі	0,3
			2	Практичне заняття	Розв'язання СЛАР $n \times n$. Дослідження СЛАР $m \times n$ на сумісність та їх розв'язання	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань з щодо розв'язання СЛАР $n \times n$	Письмова контрольна робота з теми: "Лінійна алгебра"	5
						Домашнє завдання	0,3
	5	Ауд.	2	Лекція	Вектори: основні означення, лінійні операції	Активна робота на парі	0,3
			2	Лабораторне заняття	Розв'язання СЛАР	Активна робота на парі	0,4
		СРС	5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо дослідження та розв'язання СЛАР $m \times n$	Домашнє завдання	0,3
		Ауд.	2	Лекція	Нелінійні операції над векторами	Активна робота на парі	0,3
			2	Практичне заняття	Векторна алгебра	Активна робота на парі	0,4
	СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо лінійних та нелінійних операцій над векторами в геометричній та алгебраїчній формах	Домашнє завдання	0,3	

Продовження табл. 10.1

1	2	3	4		5	6	
Знання, вміння та навички щодо застосування методів лінійної та векторної алгебри при розв'язанні конкретних задач в області комп'ютерних наук, які зводяться до лінійних моделей	7	Ауд.	2	Лекція	Лінійні m -вимірні простори (\mathbf{R}^m)	Активна робота на парі	0,3
			2	Лабораторне заняття	Векторна алгебра	Активна робота на парі	0,4
		СРС	5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо застосування векторів до задач геометрії	Домашнє завдання	0,3
			Ауд.	2	Лекція	Лінійні оператори (лінійні перетворення)	Активна робота на парі
		2		Практичне заняття	Лінійні простори та лінійні оператори	Активна робота на парі Самостійна контрольна робота з теми: "Векторна алгебра"	0,4 5
		4	СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо дослідження систем векторів на лінійну незалежність (залежність), розклад векторів за базисом, перехід до нового базису	Домашнє завдання
	9	Ауд.	2	Лекція	Афінний і проєктивний простори	Активна робота на парі Колоквіум за модулем 1	0,3 5
			2	Лабораторне заняття	Дослідження систем векторів на лінійну незалежність (залежність), розклад векторів за базисом	Активна робота на парі Компетентнісно-орієнтовані завдання	0,4 5
		СРС	5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо лінійних операторів	Домашнє завдання	0,3

1	2	3	4		5	6		
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія						32,0		
Здатність оперувати абстрактними математичними об'єктами для научного подання результатів спостережень у різних областях знань за допомогою геометричних образів	Вміння досліджувати геометричні об'єкти на площині та їх властивості шляхом вивчення властивостей рівнянь, геометричними образами яких є ці об'єкти	10	Ауд.	2	Лекція	Пряма на площині	Активна робота на парі	0,3
				2	Практичне заняття	Розв'язання задач на зсув, масштабування, повертання об'єктів на площині. Пряма на площині	Активна робота на парі	0,4
			СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо основ афінної та проєктивної геометрії	Домашнє завдання	0,3
		11	Ауд.	2	Лекція	Криві другого порядку (К2П)	Активна робота на парі	0,3
				2	Лабораторне заняття	Пряма на площині	Активна робота на парі	0,4
			СРС	5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань на розв'язання задач на площині з використанням різних видів рівнянь прямої	Домашнє завдання	0,3
		12	Ауд.	2	Лекція	Зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду	Активна робота на парі	0,3
				2	Практичне заняття	Криві другого порядку	Активна робота на парі Письмова контрольна робота з теми: "Аналітична геометрія на площині"	0,4 5
			СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо складання рівнянь К2П	Домашнє завдання	0,3

Продовження табл. 10.1

1	2	3	4	5	6			
Здатність оперувати абстрактними математичними об'єктами для научного подання результатів спостережень у різних областях знань за допомогою геометричних образів	Вміння досліджувати геометричні об'єкти у просторі та їх властивості шляхом вивчення властивостей рівнянь, геометричними образами яких є ці об'єкти	13	Ауд.	2	Лекція	Площина у просторі	Активна робота на парі	0,3
				2	Лабораторне заняття	Криві другого порядку	Активна робота на парі	0,4
			СРС	5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо зведення загального рівняння К2П до канонічного вигляду	Домашнє завдання	0,3
		14	Ауд.	2	Лекція	Пряма у просторі. Пряма і площина у просторі	Активна робота на парі	0,3
				2	Практичне заняття	Пряма і площина у просторі	Активна робота на парі	0,4
			СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань на розв'язання задач з використанням різних видів рівнянь площини у просторі	Домашнє завдання	0,3
		15	Ауд.	2	Лекція	Поверхні другого порядку (П2П)	Активна робота на парі	0,3
				2	Лабораторне заняття	Пряма і площина у просторі	Самостійна творча робота	4,3
			СРС	5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань на розв'язання задач з використанням різних видів рівнянь прямої у просторі	Домашнє завдання	0,3
		16	Ауд.	2	Лекція	Перетворення координат в \mathbf{R}^3	Активна робота на парі	0,3
							Колоквіум за модулем 2	5

Закінчення табл. 10.1

1	2	3	4		5	6	
Здатність оперувати абстрактними математичними об'єктами для наочного подання результатів спостережень у різних областях знань за допомогою геометричних образів Вміння досліджувати геометричні об'єкти у просторі та їх властивості шляхом вивчення властивостей рівнянь, геометричними образами яких є ці об'єкти	16	CPC	2	Практичне заняття	Поверхні другого порядку. Перетворення координат в \mathbf{R}^3	Активна робота на парі	0,4
			4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань щодо дослідження форми П2П методом перерізів	Самостійна контрольна робота з теми: "Аналітична геометрія в \mathbf{R}^3 "	5
		CPC				4	Підготовка до занять
	17		Ауд.	2	Лабораторне заняття		
		CPC		5	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань на перетворення координат у просторі	Компетентнісно-орієнтовані завдання
			CPC				6
Ауд.	2	Передекзаменаційна консультація		Розв'язання практичних завдань на теми, що входять до підсумкового контролю			
	3	Екзамен	Виконання завдань екзаменаційного білета				
Усього годин	150	Загальна максимальна кількість балів із дисципліни				100	
із них							
аудиторні	64	42,7 %	поточний контроль			60	
самостійна робота	86	57,3 %	підсумковий контроль			40	

Розподіл балів у межах тем змістових модулів наведено в табл. 10.2.

Таблиця 10.2

Розподіл балів за темами

Поточне тестування та самостійна робота						Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2		40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
8	2	7	6	8	19		
Колоквіум				Колоквіум			
5				5			

Примітка: T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Максимальну кількість балів, яку може накопичити студент протягом тижня за формами та методами навчання, наведено в табл. 10.3.

Таблиця 10.3

Розподіл балів за тижнями

Теми змістового модуля			Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Домашні завдання	Самостійна творча робота	Письмові КР	Самостійні КР	Колоквіум	Компетентнісно-орієнтовані завдання	Сума	
Змістовий модуль 1. Лінійна і векторна алгебра	Тема 1	1 тиждень	0,3									0,3	
		2 тиждень	0,3	0,4									0,7
		3 тиждень	0,3		0,4	0,3							1,0
		4 тиждень	0,3	0,4		0,3		5					6,0
	Тема 2	5 тиждень	0,3		0,4	0,3							1,0
		6 тиждень	0,3	0,4		0,3							1,0
	Тема 3	7 тиждень	0,3		0,4	0,3							1,0
		8 тиждень	0,3	0,4		0,3			5				6,0
Тема 4	9 тиждень	0,3		0,4	0,3				5	5		11,0	
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія	Тема 5	10 тиждень	0,3	0,4		0,3						1,0	
		11 тиждень	0,3		0,4	0,3						1,0	
		12 тиждень	0,3	0,4		0,3		5				6,0	
	Тема 7	13 тиждень	0,3		0,4	0,3							1,0
		14 тиждень	0,3	0,4		0,3							1,0
		15 тиждень	0,3		0,4	0,3	4,3						5,3
		16 тиждень	0,3	0,4		0,3			5	5			11,0
	17 тиждень			0,4	0,3						5	5,7	
Сума			4,8	3,2	3,2	4,5	4,3	10	10	10	10	60	

11. Рекомендована література

11.1. Основна

1. Александров П. С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры / П. С. Александров. – М. : Наука, 1979. – 512 с.
2. Виноградов И. И. Аналитическая геометрия : учебник / И. И. Виноградов. – М. : Наука, 1986. – 176 с.
3. Вища математика : підручник / Л. М. Малярець, Л. М. Афанасьєва, Т. В. Денисова та ін. ; заг. ред. д. е. н. Малярець Л. М. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2012. – 772 с.
4. Вища математика : підручник для студентів економічних напрямків підготовки / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець, А. В. Бойко та ін. ; за ред. д. е. н. В. С. Пономаренка. – Х. : Фоліо, 2014. – 670 с.
5. Высшая математика для экономистов / под ред. проф. Н. Ш. Кремера. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 440 с.
6. Игнатъева А. В. Курс высшей математики / А. В. Игнатъева, Т. И. Краснощекова, В. Ф. Смирнов. – М. : Высшая школа, 1968. – 692 с.
7. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии / Д. В. Клетеник. – М. : Наука, 1986. – 324 с.
8. Минорский В. П. Сборник задач по высшей математике / В. П. Минорский. – М. : Наука, 1971. – 352 с.
9. Привалов И. И. Аналитическая геометрия : учебник / И. И. Привалов. – М. : Наука, 1966. – 272 с.
10. Сенчуков В. Ф. Зображення просторових фігур. Навчально-методичний посібник / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 76 с.
11. Сенчуков В. Ф. Вища математика. Загальні розділи : навч. посібн. Ч. 1 / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 444 с.
12. Сенчуков В. Ф. Вища математика. Загальні розділи : навч. посібн. Ч. 3 / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 354 с.
13. Травкін Ю. І. Лінійна алгебра і аналітична геометрія : навч. посібн. / Ю. І. Травкін. – Х. : Майдан, 2009. – 416 с.
14. Четверухин Н. Ф. Проективная геометрия : учебник / Н. Ф. Четверухин. – М. : Просвещение, 1969. – 370 с.

11.2. Додаткова

15. Александров П. С. Лекции по аналитической геометрии / П. С. Александров. – М. : Наука, 1968. – 912 с.
16. Бугров Я. С. Высшая математика : учебник для вузов: В 3-х т. Т. 1 : Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии / Я. С. Бугров, С. М. Никольский; под ред. В. А. Садовниченко. – 6-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2004. – 288 с.
17. Головина Л. И. Линейная алгебра и некоторые ее приложения / Л. И. Головина. – М. : Наука, 1971. – 288 с.
18. Ильин В. А. Линейная алгебра / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука, 1984. – 294 с.
19. Ильин В. А. Аналитическая геометрия / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука, 1988. – 223 с.
20. Казанцев А. В. Основы компьютерной графики. Тексты специального курса лекций. Ч. 1 / А. В. Казанцев. – Казань, 2001. – 62 с.
21. Кузютин В. Ф. Геометрия : учебник / В. Ф. Кузютин, Н. А. Зенкевич, В. В. Еремеев. – СПб. : Лань, 2003. – 416 с.
22. Понарин Я. П. Элементарная геометрия. Т. 1. Планиметрия, преобразования плоскости / Я. П. Понарин. – М. : МЦНМО, 2004. – 312 с.
23. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс. – М. : Мир, 2001. – 604 с.

11.3. Інформаційні ресурси

24. Афінні перетворення – Вікіпідручник [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikibooks.org/>.
25. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Опорный конспект лекций : учеб. пособ. [Электронный ресурс] / В. И. Антонов, М. В. Лагунова, Н. И. Лобкова и др. – М. : Проспект, 2011. – 144 с. – Режим доступа : <http://www.vixri.ru/?p=1077>.
26. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс [Электронный ресурс] / Д. Т. Письменный. – 9-е изд. – М. : Айрис-пресс, 2009. – 608 с. – Режим доступа : <http://www.alleng.ru/d/math/math152.htm>.
27. Протасов Ю. М. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : курс лекций для студентов заочного отделения [Электронный ресурс]

/ Ю. М. Протасов. – М. : Наука, 2010. – 168 с. – Режим доступу : <http://rucont.ru/file.ashx?guid=c5732b5f-b0d0-4957-8b3a-2c96f36abcb8>.

28. Сенчуков В. Ф. Вища математика. Загальні розділи : навч. посіб. Ч. 1 [Електронний ресурс] / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 444 с. – Режим доступу : <http://www.repository.hneu.edu.ua/Сенчуков>.

11.4. Методичне забезпечення

29. Ветлугіна І. В. Методичні рекомендації до самостійної роботи у середовищі Matlab з модуля "Лінійна алгебра. Аналітична геометрія" навчальної дисципліни "Математика для економістів" для студентів галузі знань "Економіка і підприємництво" всіх форм навчання / І. В. Ветлугіна. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 64 с.

30. Дубовик К. М. Методичні рекомендації до самостійної роботи у середовищі Matlab з теми "Елементи векторної алгебри та аналітичної геометрії" навчальної дисципліни "Математика для економістів" для студентів галузі знань "Економіка і підприємництво" всіх форм навчання / К. М. Дубовик. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 48 с.

31. Малярець Л. М. Практичний посібник до розв'язання задач з курсу "Математика для економістів". Ч. 1 / Л. М. Малярець, Л. Д. Широко-рад. – Х. : ВД ХНЕУ, 2008. – 304 с.

32. Методичні рекомендації до виконання контрольних робіт з навчальної дисципліни "Вища математика" для студентів напряму підготовки "Комп'ютерні науки" заочної форми навчання / укл. В. Ф. Сенчуков, К. М. Дубовик. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 112 с.

33. Рєзнік Є. В. Методичні рекомендації до самостійної роботи у середовищі Matlab з навчальної дисципліни "Математика для економістів" (тема "Криві другого порядку") для студентів галузі знань "Економіка і підприємництво" всіх форм навчання / Є. В. Рєзнік. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 44 с.

34. Титарев В. Г. Індивідуальні завдання з основ лінійної алгебри та методичні рекомендації до їх виконання з навчальної дисципліни "Математика для економістів" для студентів усіх напрямів підготовки всіх форм навчання / В. Г. Титарев. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2011. – 64 с.

Додатки

Додаток А
Таблиця А.1

Структура складових професійних компетентностей з навчальної дисципліни "Лінійна алгебра та аналітична геометрія" за Національною рамкою кваліфікацій України

Складові компетентності, яка формується в рамках змістового модуля	Мінімальний досвід	Знання	Вміння	Комунікації	Автономність і відповідальність
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Лінійна алгебра					
Здатність використовувати матриці для формування й аналізу таблиць вихідних даних при реалізації функцій інформаційних систем та застосовувати СЛАР при розробці лінійних математичних моделей	Базові знання методів розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (квадратних і прямокутних)	Знання різновидів матриць, дій над ними, елементарних перетворень матриць; властивості та способи обчислення визначників довільного порядку; критерій сумісності систем лінійних алгебраїчних рівнянь (неоднорідних та однорідних) і методи їх розв'язання	Уміння впроваджувати методи лінійної алгебри при моделюванні різноманітних залежностей між характеристиками складових інформаційних систем	Здатність до застосування набутих відомостей з матричного числення, теорії визначників та систем лінійних алгебраїчних рівнянь при розв'язанні конкретних задач в області комп'ютерних наук, які зводяться до лінійних моделей	Формування базових знань для подальшого опанування методів лінійного математичного програмування і застосування їх до розв'язання оптимізаційних задач в області комп'ютерних наук
Тема 2. Векторна алгебра					
Здатність володіти засобами обробки характеристик явищ і процесів, які мають не тільки числову величину, а й напрям, для використання їх при побудові відповідних математичних моделей	Базові знання щодо форм задання векторів, лінійних і нелінійних операцій над ними та їх властивостей, застосування векторів у задачах геометрії	Розширення базових знань з векторної алгебри для їх застосування при розробці різноманітних математичних моделей	Уміння застосовувати апарат векторної алгебри при моделюванні процесів управління інформаційними системами	Здатність користуватися засобами векторної алгебри при розв'язанні конкретних задач кодування інформації	Підготовленість до самостійного впровадження апарату векторної до засвоєння існуючих і розроблення нових методів реалізації функцій інформаційних систем

1	2	3	4	5	6
Тема 3. Лінійні простори та лінійні оператори					
Здатність використовувати багатовимірні вектори для формалізації результатів спостережень при розробці математичних моделей	Володіння методами аналізу інформації, яка подана у вигляді багатовимірних векторів	Знання основних понять теорії лінійних просторів, методів розв'язання задач щодо дослідження системи векторів на лінійну незалежність, розкладу вектора за базисом, переходу від одного базису до іншого; поняття лінійного перетворення n -вимірного простору, умов його невинродженості, зв'язку між матрицями лінійного оператора в різних базисах	Уміння використовувати лінійні оператори при моделюванні різноманітних залежностей між характеристиками складових інформаційних систем	Здатність до перенесення знань з векторної алгебри на абстрактні простори (виміру більше трьох) у поєднанні із засобами лінійної алгебри	Здатність застосувати теорію лінійних просторів та лінійних операторів при моделюванні процесів управління інформаційними системами
Тема 4. Афінний і проєктивний простори					
Здатність використовувати афінні і проєктивні перетворення в задачах комп'ютерної графіки та візуалізації зображень на площині й у просторі	Набуття базових знань з основ афінної та проєктивної геометрії	Знання щодо означення афінного простору та координат в ньому, лінійних многовидів, поняття гіперплощини та k -вимірної площини; означення афінних перетворень, формул переходу від однієї системи координат до іншої на площині; означення і властивостей проєктивного простору та проєктивних перетворень	Уміння перекладати опис в зображення і зображення в опис	Здатність до створення і редагування зображень	Здатність самостійно виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснювати

1	2	3	4	5	6
Тема 5. Аналітична геометрія на площині (в \mathbb{R}^2)					
Здатність до алгебраїчного аналізу геометричної інтерпретації на площині різноманітних залежностей між характеристиками об'єктів у задачах, що зводяться до моделей, які не є лінійними	Знання щодо різновидів рівнянь прямої на площині, канонічних рівнянь кривих другого порядку та зведення їх загального рівняння до канонічного вигляду за допомогою паралельного перенесення і повороту осей координат	Поглиблення базових знань з геометрії у поєднанні із засобами алгебраїчного аналізу плоских геометричних об'єктів	Уміння щодо дослідження на площині геометричних об'єктів та їх властивостей шляхом вивчення властивостей рівнянь, геометричними образами яких є ці об'єкти	Здатність інтерпретувати за допомогою лінійної і квадратичної залежності зв'язок між числовими характеристиками процесу при моделюванні процесів управління інформаційними системами	Підготовленість до впровадження засобів координатного методу візуалізації в задачах аналізу складових інформаційних систем
Тема 6. Аналітична геометрія у просторі (в \mathbb{R}^3)					
Здатність до алгебраїчного аналізу геометричної інтерпретації у просторі різноманітних залежностей між характеристиками об'єктів у задачах, що зводяться до моделей, які не є лінійними	Знання щодо різновидів рівнянь прямої у просторі, площини у просторі, умов їх взаємного розташування, канонічних рівнянь поверхонь другого порядку та зведення їх загального рівняння до канонічного вигляду за допомогою паралельного перенесення і повороту осей координат	Поглиблення базових знань з геометрії у поєднанні із засобами алгебраїчного аналізу просторових геометричних об'єктів	Уміння щодо дослідження у просторі геометричних об'єктів та їх властивостей шляхом вивчення властивостей рівнянь, геометричними образами яких є ці об'єкти	Здатність надавати за допомогою прямої лінії, поверхонь та площини у просторі геометричну інтерпретацію залежності між функціональною ознакою і факторами-аргументами, що на нього впливає	Підготовленість до геометричної інтерпретації різноманітних залежностей між характеристиками об'єктів при розв'язанні задач в області комп'ютерних наук

Зміст

Вступ.....	3
1. Опис навчальної дисципліни	4
2. Мета та завдання навчальної дисципліни	5
3. Програма навчальної дисципліни	9
4. Структура навчальної дисципліни.....	12
5. Теми лекційних, практичних та лабораторних занять (денна і заочна форми навчання)	16
5.1. Приклади типових практичних завдань за темами.....	25
6. Самостійна робота.....	26
6.1. Контрольні запитання для самодіагностики	28
7. Індивідуально-консультативна робота	40
8. Методи навчання	40
9. Методи контролю	43
10. Розподіл балів, які отримують студенти	52
11. Рекомендована література.....	60
11.1. Основна	60
11.2. Додаткова	61
11.3. Інформаційні ресурси.....	61
11.4. Методичне забезпечення	62
Додатки.....	63

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Робоча програма
навчальної дисципліни
"ЛІНІЙНА АЛГЕБРА
ТА АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ"
для студентів напряму підготовки
6.050101 "Комп'ютерні науки"
всіх форм навчання**

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Денисова** Тетяна Володимирівна
Сенчуков Віктор Федорович

Відповідальний за видання *Л. М. Малярець*

Редактор *О. Г. Лященко*

Коректор *О. Г. Лященко*

План 2016 р. Поз. № 13 ЕВ. Обсяг 67 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*