



НАЗВА КУРСУ

**Вища математика-1: Лінійна алгебра. Диференціальні числення. Інтегральні числення.
Диференціальні рівняння**

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)					
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>					
Спеціальність	<i>G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)</i>					
Спеціалізація	<i>G4.01 Атомна енергетика</i>					
Освітня програма	<i>Атомні електричні станції</i>					
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>					
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>					
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>					
Обсяг дисципліни	<i>300 год./ 10 кредитів</i>					
			Лекції	Практич. занят. (семінари)	Лабор. заняття (комп'ют. практ.)	Індив. заняття
						CPC
	Години		68	66	0	166
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен	Залік	МКР (вказати кількість)	РГР, РР, ГР (вказати кількість)	ДКР (вказати кількість)	Реферат (вказати кількість)
	+	-	1	1	0	0
Розклад занять	<i>На сайті університету, також сайті ІАТЕ</i>					
Мова викладання	Українська					
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Козак Валентина Іванівна, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ afina0706@gmail.com Практичні: Вдовенко Тетяна Іванівна, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ tanyavdovenko1988@gmail.com Степахно Ірина Василівна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук stir@ukr.net					
Розміщення курсу	Сайт кафедри, https://my.kpi.ua/					

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів інтегральної компетентності — здатності до логічного мислення, формування особистості студентів; розвиток їх інтелекту і

здібностей; здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у новітніх технологіях та комп'ютерному дизайнові матеріалів, використовувати методи математичного аналізу в інженерних розрахунках.

Фахові компетентності:

ФК 10. Здатність використовувати аналітичні та експериментальні методи, а також методи моделювання для вирішення професійних завдань.

Програмні результати навчання:

ПРН 01. Знання і розуміння математики, фізики, хімії та інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях в галузі.

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

Викладається в першому семестрі на базі повної середньої або середньої професійної освіти

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії.
2. Вступ до математичного аналізу.
3. Диференціальне числення функції однієї змінної.
4. Невизначений інтеграл.
5. Визначений інтеграл та його застосування.
6. Функції кількох змінних.
7. Диференціальні рівняння.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Дубовик В.П. Вища математика: навч. посіб. / Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
2. Грималюк В.П. Вища математика: У 2 ч.: навч. посіб. / Грималюк В.П., Кухарчук М.М., Ясінський В.В. – К.: Віпол, 2004. – Ч. 1. – 376 с.
3. Дубовик В.П. Вища математика. Збірник задач: навч. посіб. / Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
4. Вища математика. Елементи аналітичної геометрії. Практикум. [Електронний ресурс]: для студентів тепло-енергетичного факультету / НТУУ «КПІ»; уклад. Веригіна І.В., Єрємін Т.В., Поварова О.А. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,67 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2021.–33 с. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/41239>.
5. Вища математика. Вступ до математичного аналізу. Методичні вказівки [Електронний ресурс]: для студентів тепло-енергетичного факультету / НТУУ «КПІ»; уклад. Веригіна І.В., Єрємін Т.В., Поварова О.А. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,67 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2021.–33 с. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/41281>.
6. І. В. Алексеева, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова Математика в технічному університеті : Підручник за ред. О. І. Клесова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : Видавничий дім «Кондор», 2018. — Т. 1. — 496 с.
7. І. В. Алексеева, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова Математика в технічному університеті : Підручник за ред. О. І. Клесова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. — Т. 2. — 504 с.

8. І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова Математика в технічному університеті : Підручник за ред. О. І. Клесова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. — Т. 3. — 456 с.

Додаткова література

1. Стрижак Т.Г. Математичний аналіз: приклади і задачі: навч. посіб. / Стрижак Т.Г., Коновалова Н.Р. — К.: Либідь, 1995. — 240 с.
2. Давидов М. О. Курс математичного аналізу. В 3 ч.— Ч. 1 —. К.: Вища школа, 1990. — 383 с.
3. Давидов М. О. Курс математичного аналізу. В 3 ч. — Ч. 2 — К.: Вища школа, 1991. — 366 с.
4. Денисюк В.П., Репета В.К. Вища математика. Модульна технологія навчання. Навч. посібник: У 4 ч. — Ч.2: — К: Книжк. вид-во Нац. авіац. ун- ту, 2005. — 276 с. 7.
5. Денисюк В.П., Репета В.К., Гаєва К.А., Клешня Н.О. Вища математика. Модульна технологія навчання. Навч. посібник: У 4 ч. — Ч.3: — К: Книжк. вид-во Нац. авіац. ун-ту, 2005. — 444 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Дидактичні матеріали:

На лекційних заняттях – Лекція (електронний варіант), пояснення, проблемні завдання.

Перелік лекцій

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Лекція 1. Матриці . Визначники, їх властивості 1. Матриці. Означення та основні поняття. Різні види матриць. 2. Дії над матрицями: додавання, віднімання, множення на число, множення 3. Визначники квадратних матриць. 4. Властивості визначників другого та третього порядків. 5. Обчислення визначників вищих порядків.
2	Лекція 2. Обернена матриця. Ранг матриці. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь 1. Означення оберненої матриці. Теорема про існування оберненої матриці 2. Властивості оберненої матриці. 3. Матричні рівняння. 4. Поняття рангу матриці, його обчислення. 5. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Основні поняття. 6. Матричний метод розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. 7. Метод Крамера розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. 8. Критерій сумісності систем лінійних алгебраїчних рівнянь, теорема Кронекера-Капеллі. 9. Метод Гауса.
3	Лекція 3. Вектори в системах координат на площині та в просторі. 1. Геометричні вектори у просторі. Означення та основні поняття. 2. Лінійні операції з геометричними векторами, їх властивості. 3. Кут між двома векторами. 4. Проекція вектора на вісь. Властивості проекцій. 5. Розкладання вектора за двома неколінеарними векторами на площині. 6. Розкладання вектора за трьома неколінеарними векторами у просторі. 7. Вектор у прямокутній декартовій системі координат у просторі. 8. Дії над векторами у координатній формі. 9. Напрямні косинуси вектора.
4	Лекція 4. Скалярний, векторний та мішаний добуток векторів. Лінійна залежність/незалежність системи векторів 1. Скалярний добуток векторів та його властивості. 2. Скалярний добуток векторів у координатній формі. Умова перпендикулярності двох векторів. 3. Векторний добуток, його основні властивості. 4. Мішаний добуток трьох векторів, його основні властивості. Умова компланарності векторів. 5. Лінійно залежна та незалежна системи векторів. Базис векторів.
5	Лекція 5. Аналітична геометрія на площині 1. Найпростіші задачі аналітичної геометрії: відстань між двома точками, формула середини відрізка, поділ відрізка у заданому відношенні. 2. Рівняння лінії на площині. 3. Різні види рівняння прямої на площині.

	- Відхилення від точки до прямої на площині. Відстань від точки до прямої на площині. - Кут між прямими на площині. - Умови паралельності та перпендикулярності прямих на площині. - Рівняння бісектрис кутів, утворених при перетині двох прямих на площині.
6	Лекція 6. Аналітична геометрія у просторі. Рівняння площини та прямої у просторі - Рівняння поверхні в просторі. - Різні види рівняння площини у просторі. - Відхилення від точки до площини. Відстань від точки до площини. - Кут між площинами. - Умови паралельності та перпендикулярності площин. - Рівняння лінії у просторі. - Різні види рівняння прямої у просторі. - Взаємне розташування прямих і площин у просторі. - Кут між прямими у просторі. - Кут між прямою та площиною у просторі.
7	Лекція 7. Криві II порядку на площині. Коло, еліпс. Гіпербола Парабола. - Коло. - Еліпс, означення, канонічне рівняння. - Дослідження форми еліпса. Основні характеристики еліпса. Директриси еліпса. - Гіпербола, означення, канонічне рівняння. - Дослідження форми гіперболи. Основні характеристики гіперболи. - Парабола, означення, канонічне рівняння. - Основні характеристики параболи.
8	Лекція 8. Поверхні у просторі. Поверхні другого порядку - Рівняння поверхні у просторі. - Циліндричні поверхні. Циліндричні поверхні другого порядку. - Поверхні обертання. Поверхні обертання другого порядку. - Сфера, еліпсоїд. - Однопорожнинний гіперболоїд. - Двопорожнинний гіперболоїд. - Еліптичний параболоїд. - Гіперболічний параболоїд.

9	Лекція 9. Функція. Послідовність, границя послідовності 1. Функції. Основні поняття та означення. Способи задання. 2. Обмеженість, монотонність функцій. 3. Обернена функція. Обернені тригонометричні функції. 4. Складена функція. 5. Поняття числової послідовності, її границя. 6. Нескінченно малі та нескінченно великі послідовності. 7. Основні теореми про границю послідовності. 8. Арифметичні операції над границями. 9. Перехід до границі в нерівності. Теорема про границю проміжної послідовності. Існування границі монотонної обмеженої послідовності.
10	Лекція 10. Границя функції в точці 1. Означення границі функції в точці. Означення за Гейне та Коші. 2. Основні властивості границі функції. 3. Арифметичні операції над границями. Перехід до границі в нерівності. Теорема про проміжну функцію. 4. Границя функції при $x \rightarrow \infty$. 5. Нескінченно малі і нескінченно великі функції та зв'язок між ними. 6. Леми про нескінченно малі функції. 7. Порівняння нескінченно малих.
11	Лекція 11. Перша і друга чудові границі 1. Перша чудова границя. 2. Наслідки першої чудової границі. 3. Друга чудова границя. 4. Наслідки другої чудової границі
12	Лекція 12. Неперервність функції в точці 1. Різні означення неперервності функції в точці. 2. Одностороння неперервність функції в точці. 3. Точки розриву, їх класифікація. 4. Арифметичні операції над неперервними функціями. Неперервність складеної функції. 5. Неперервність функцій на інтервалі і на відрізку. Теореми Коші і Вейерштраса.
13	Лекція 13. Означення похідної. Правила обчислення похідних 1. Задачі, які приводять до поняття похідної. 2. Означення похідної. 3. Неперервність функції, яка має похідну. Односторонні похідні. 4. Обчислення похідних від основних елементарних функцій. 5. Правила обчислення похідних: похідна суми, добутку, частки функцій. 6. Похідна складеної функції. 7. Теорема про існування і неперервність оберненої функції. Похідна оберненої функції.

14	Лекція 14. Обчислення похідних 1. Похідні гіперболічних функцій. 2. Таблиця похідних. 3. Похідна показниково-степеневі функції. Логарифмічне диференціювання. 4. Диференціювання функцій, заданих параметрично. 5. Неявна функція. Похідна функції, заданої неявно. 6. Геометричний зміст похідної. Рівняння дотичної та нормалі до графіка функції.
15	Лекція 15. Диференціали Основні теореми диференціального числення (формулювання). Правило Лопітала. 1. Диференційовність функції. Диференціал функції. 2. Зв'язок диференціала з похідною, геометричний зміст диференціалу. 3. Диференціал суми, добутку і частки. 4. Застосування диференціала до наближених обчислень. 5. Похідні і диференціали вищих порядків. Формула Лейбніца. 6. Основні теореми диференціального числення (теореми Ферма, Ролля, Лагранжа, Коші) 7. Правило Лопітала
16	Лекція 16. Дослідження функції за допомогою першої та другої похідних. Асимптоти 1. Умови сталості функції. 2. Дослідження монотонності функції. 3. Максимуми, мінімуми. Необхідна умова екстремуму. 4. Достатні умови екстремуму, які встановлюються за допомогою першої і другої похідної. 5. Найбільше і найменше значення функції на відрізку. 6. Опуклість і угнутість кривих. 7. Точки перегину, необхідна і достатня умова перегину. 8. Асимптоти. Вертикальні та похилі асимптоти. 9. Дослідження функцій і побудова графіків.
17	Лекція 17. Невизначений інтеграл. Означення, властивості 1. Первісні функції, їх властивості. 2. Невизначений інтеграл, означення та властивості. 3. Таблиця інтегралів. 4. Заміна змінної у невизначеному інтегралі. 5. Інтегрування частинами невизначеного інтегралу. Приклади. 6. Дробово-раціональні функції та їх інтегрування. Розклад правильного раціонального дробу в суму найпростіших та їх інтегрування.
18	Лекція 18. Основні класи функцій, інтеграли від яких виражаються елементарними функціями 1. Інтегрування тригонометричних функцій. 2. Інтегрування деяких ірраціональних функцій. 3. Інтегрування раціональних функцій від квадратичних тричленів. 4. Інтегрування диференціальних біномів. Теорема Чебишева.

19	Лекція 19. Визначений інтеграл. Означення, основні властивості. Обчислення визначеного інтеграла 1. Задачі, які приводять до поняття визначеного інтегралу. 2. Визначений інтеграл як границя інтегральної суми. 3. Достатні умови існування визначеного інтегралу (без доведення). 4. Властивості визначеного інтегралу. 5. Визначений інтеграл як функція верхньої змінної межі інтегрування. Неперервність та диференційованість цієї функції (теорема Барроу). 6. Формула Ньютона-Лейбніца 7. Заміна змінної у визначеному інтегралі.
20	Лекція 20. Застосування визначеного інтеграла для знаходження площ плоских фігур, довжини дуги та об'ємів тіл обертання 1. Площа плоскої фігури в декартових координатах. 2. Площа фігури, заданої параметричними рівняннями. 3. Площа криволінійного сектора. 4. Довжина плоскої дуги, заданої в декартових координатах. 5. Довжина плоскої дуги, заданої параметричними рівняннями. 6. Довжина плоскої дуги, заданої в полярній системі координат. 7. Довжина просторової кривої. 8. Диференціал дуги. 9. Знаходження об'єма тіла за відомими площами паралельних перерізів. 10. Обчислення об'єму тіл обертання. 11. Площа поверхні обертання.
21	Лекція 21. Невласні інтеграли I та II роду 1. Невласні інтеграли від обмежених функцій по необмеженому проміжку (невласні інтеграли 1-го роду). 2. Невласні інтеграли від необмежених функцій по обмеженому проміжку (невласні інтеграли 2-го роду). 3. Достатні умови збіжності і розбіжності невластних інтегралів. Інтеграли Діріхле I та II роду. Поняття про абсолютну збіжність.
22	Лекція 22. Функції двох змінних. Основні поняття 1. Означення функції кількох змінних. 2. Функція двох змінних, її область визначення. Геометричне тлумачення функції двох змінних. 3. Частинні похідні функції двох змінних, означення, геометричний зміст. 4. Диференційованість функції двох змінних. Необхідна та достатня умови диференційованості функції. 5. Повний диференціал функції двох змінних., застосування до наближених обчислень.
23	Лекція 23. Диференціал функції двох змінних. Похідні вищих порядків функції двох змінних. Екстремуми функції двох змінних, необхідні та достатні умови 1. Дотична площина та нормаль до поверхні. Геометричний зміст диференціала функції двох змінних. 2. Похідна складної функції. Повна похідна. 3. Похідна неявно заданої функції. 4. Похідні вищих порядків. Теорема про мішані похідні. 5. Диференціали вищих порядків. Формула Тейлора для функції двох змінних.. 6. Екстремуми функції двох змінних, необхідні та достатні умови. 7. Дослідження ФБЗ на екстремум

24	Лекція 24. Диференціальні рівняння. Основні поняття 1. Задачі, що приводять до диференціальних рівнянь. 2. Диференціальні рівняння. Порядок диференціального рівняння, означення його розв'язку. 3. Диференціальні рівняння першого порядку. Задача Коші. Теорема про існування та єдиність розв'язку задачі Коші для диференціальних рівнянь першого порядку. 4. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. 5. Диференціальні рівняння першого порядку однорідні відносно змінних.
25	Лекція 25. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі. 1. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Метод Бернуллі. Метод Лагранжа. 2. Рівняння Бернуллі.
26	Лекція 26. Диференціальні рівняння вищих порядків 1. Диференціальні рівняння другого порядку. Задача Коші, означення загального розв'язку. Теорема про існування та єдиність розв'язку. 2. Типи диференціальних рівнянь другого порядку, які допускають зниження порядку. 3. Диференціальні рівняння вищих порядків.
27	Лекція 27. Лінійні диференціальні рівняння n-ого порядку. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння (ЛНДР) 1. Лінійні диференціальні рівняння n-ого порядку. Означення, основні поняття. 2. Властивості розв'язків лінійних однорідних диференціальних рівнянь (ЛОДР). 3. Лінійно залежні та незалежні системи функцій. Визначник Вронського. Фундаментальна система розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння n-ого порядку. 4. Теорема про структуру загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння. 5. Теорема про суперпозицію розв'язків. 6. Побудова частинного розв'язку ЛНДР методом варіації довільних сталих.
28	Лекція 28. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами 1. Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами (ЛОДР). Метод Ейлера. Характеристичне рівняння. 2. Побудова загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку (три випадки). 3. Побудова фундаментальної системи розв'язків ЛОДР n-ого порядку із сталими коефіцієнтами. 4. Знаходження частинних розв'язків лінійного неоднорідного диференціального рівняння (ЛНДР) зі сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною.
29	Лекція 29. Системи диференціальних рівнянь 1. Нормальні та канонічні системи рівнянь 2. Задача Коші. Формулювання теореми існування та єдиності розв'язку задачі Коші 3. Загальний і частинний розв'язки., загальний інтеграл. 4. Розв'язок нормальної системи методом виключення. 5. Лінійні однорідні системи. Загальний розв'язок. 6. Лінійні однорідні системи зі сталими коефіцієнтами і їх розв'язок у випадку простих коренів характеристичного рівняння.

30	Лекція 30. Елементи теорії стійкості 1. Поняття про стійкість розв'язків диференціальних рівнянь 2. Визначення стійкості та асимптотичної стійкості за Ляпуновим. Функції Ляпунова Теорема Ляпунова про стійкість та асимптотичну стійкість. 3. Стійкість нульового розв'язку системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.
31-34	Лекції 31-34. Резерв

На практичних заняттях - Завдання до виконання

Перелік (орієнтовно) практичних занять

Практичне заняття 1. Матриці, дії над ними. Обчислення визначників. .

Практичне заняття 2. Побудова оберненої матриці. Розв'язування матричних рівнянь. Обчислення рангу матриці.

Практичне заняття 3. Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Крамера, Матричний метод. Метод Гауса.

Практичне заняття 4. Скалярний, векторний, мішаний добутки векторів. Базис, розклад вектора за базисом.

Практичне заняття 5. Пряма на площині. Нормальне рівняння прямої на площині.

Практичне заняття 6. Площина в просторі, загальне рівняння. Нормальне рівняння площини. Пряма в просторі. Пряма і площина.

Практичне заняття 7. Криві II порядку. Еліпс, гіпербола. Парабола. Загальне рівняння кривої II порядку. Поверхні II порядку.

Практичне заняття 8. МКР 1

Практичне заняття 9. Обчислення границь числової послідовності.

Практичне заняття 10. Обчислення границь функцій. Перша та друга визначні границі.

Практичне заняття 11. Еквівалентні нескінченно малі величини. Застосування еквівалентних нескінченно малих до обчислення границь..

Практичне заняття 12. Дослідження функції на неперервність. Обчислення похідної функції однієї змінної.

Практичне заняття 13. Логарифмічне диференціювання. Обчислення похідних функцій, задиних параметрично та неявно. Рівняння дотичної та нормалі до графіка функції

Практичне заняття 14. Диференціал. Застосування диференціала до наближених обчислень. Обчислення границь за правилом Лопітала

Практичне заняття 15. Дослідження функції на монотонність та екстремуми, на опуклість. Асимптоти графіка функції

Практичне заняття 16. Повне дослідження функції та побудова її графіка

Практичне заняття 17. Невизначений інтеграл. Таблиця інтегралів. Безпосереднє інтегрування. Метод внесення під знак диференціала. Заміна змінної у невизначеному інтегралі. Інтегрування частинами невизначеного інтегралу.

Практичне заняття 18-19. Інтегрування дробово-раціональних, тригонометричних, ірраціональних функцій.

Практичне заняття 20. Обчислення визначеного інтеграла. Формула Ньютона-Лейбніца . Застосування визначеного інтеграла для знаходження площ плоских фігур. Площа плоскої фігури в декартових координатах. Площа фігури, заданої параметричними рівняннями. Площа криволінійного сектора.

Практичне заняття 21. Застосування визначеного інтеграла для знаходження довжини дуги ліній та об'ємів тіл. Невласні інтеграли 1-го та 2-го роду.

Практичне заняття 22. Функції двох змінних. Знаходження частинних похідних. Похідні вищих порядків функції двох змінних. Повний диференціал функції двох змінних., застосування до наближених обчислень. Дотична площина та нормаль до поверхні.

Практичне заняття 23. Геометричний зміст диференціала функції двох змінних. Дослідження функції двох змінних на екстремум.

Практичне заняття 24. Диференціальні рівняння. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. Диференціальні рівняння першого порядку однорідні відносно змінних.

Практичне заняття 25. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Метод Бернуллі. Метод Лагранжа. Рівняння Бернуллі.

Практичне заняття 26. Диференціальні рівняння вищих порядків. Диференціальні рівнянь другого порядку, які допускають зниження порядку.

Практичне заняття 27. Лінійні однорідні диференціальні рівняння 2- ого порядку зі сталими коефіцієнтами (ЛОДР). Метод Ейлера. Характеристичне рівняння. Фундаментальна система розв'язків ЛОДР.

Практичне заняття 28. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння (ЛНДР). Знаходження частинних розв'язків ЛНДР з сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною. Побудова загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння. Теорема про суперпозицію розв'язків.

Практичне заняття 29. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Побудова частинного розв'язку ЛНДР методом варіації довільних сталих.

Практичне заняття 30. Системи диференціальних рівнянь. Лінійні однорідні та неоднорідні системи зі сталими коефіцієнтами. Метод виключення.

На практичних заняттях - Завдання до виконання (згідно до вказаного списку основної літератури), індивідуальні домашні завдання.

5.2. Технічне забезпечення: Microsoft Office Word, будь яке програмне забезпечення для виконання графічного матеріалу (за бажанням студента), Google classroom.

6 Самостійна робота студента

Види самостійної роботи – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до аудиторних занять, розв'язування домашніх завдань та індивідуальних домашніх завдань (ІДЗ), виконання розрахункової роботи (РР) та підготовка до її захисту (ЗРР), підготовка до модульної контрольної роботи (МКР), самостійне опрацювання тем, що не ввійшли до лекційного курсу (СРС).

6.1. Самостійна робота:

Список питань на самостійне опрацювання

- 1 Числові множини. Множина дійсних чисел. Поняття про комплексні числа
- 2 Розвиток поняття про число. Числові множини: натуральні, цілі, раціональні, дійсні числа.
- 3 Означення комплексного числа.
- 4 Дії з комплексними числами.
- 5 Зображення комплексного числа на координатній площині.
- 6 Модуль та аргумент комплексного числа. Тригонометрична форма комплексного числа.
- 7 Дії над комплексними числами у тригонометричній формі. Формула Муавра.
- 8 Корінь n -го степеня з комплексного числа.
- 9 Показникова форма комплексного числа. Формула Ейлера.
- 10 Системи лінійних однорідних рівнянь.

- 11 Метод Жордано-Гауса
- 12 Нормальне рівняння прямої.
- 13 Нормальне рівняння площини.
- 14 Загальне рівняння лінії II порядку
- 15 Спрощення загального рівняння кривої другого порядку.
- 16 Основні елементарні функції (означення, властивості, графіки).
- 17 Гіперболічні функції.
- 18 Рівномірна неперервність, теорема Кантора.
- 19 Похідні обернених тригонометричних функцій.
- 20 Основні теореми диференціального числення (теореми Ферма, Ролля, Лагранжа, Коші)
- 21 Приклади елементарних функцій, інтеграли від яких не виражаються через елементарні функції
- 22 Інтегрування частинами визначеного інтеграла Знаходження інтеграла $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x dx$
- 23 Невласні інтеграли I та II роду: основні теореми для їх дослідження
- 24 Границя функції двох змінних.
- 25 Неперервність функції двох змінних в точці, в області, в замкненій області. Теореми Вейерштраса та Коші про властивості неперервних функцій.
- 26 Диференціали вищих порядків. Формула Тейлора для функції двох змінних..
- 27 Найбільше та найменше значення неперервної функції на обмеженій замкненій області.
- 28 Умовний екстремум. Метод функції Лагранжа.
- 29 Поле напрямків. Ізокліни. Метод послідовних наближень (метод Ейлера).
- 30 Диференціальні рівняння, які зводяться до однорідних.
- 31 Задачі на складання диференціальних рівнянь

6.2.Індивідуальні завдання

Для якісного вивчення курсу вищої математики студенти повинні виконати розрахункову роботу (РР).

РР-1 (частина 1) „Лінійна алгебра”.

Завданням роботи є перевірити, як студенти засвоїли тему “Лінійна алгебра” і визначити рівень їх навчальних досягнень. Проконтролювати вміння виконувати дії над матрицями, обчислювати визначники, розв’язувати СЛАР.

РР-1 (частина 2) "Границі. Неперервність"

Метою роботи є перевірити знання студентами методів обчислення границі послідовності, границі функції, дослідження функції на неперервність, класифікацію точок розриву функції.

РР-1 (частина 3)" Диференціальне числення функції однієї змінної "

Метою роботи є перевірити знання студентами навичок диференціювання явно заданої, неявно заданої, параметрично заданої функцій, геометричний зміст похідної, застосування похідної для дослідження властивостей функції

РР-1 (частина 4) „Невизначений інтеграл”.

Завданням роботи є перевірити, як студенти засвоїли тему “Невизначений інтеграл” і визначити рівень їх навчальних досягнень. Проконтролювати вміння знаходити первісну, знання методів обчислення невизначених інтегралів та вміння застосовувати їх до різних класів функцій.

РР-1 (частина 5) "Визначений інтеграл"

Метою роботи є перевірити знання студентами методів обчислення визначених інтегралів, уміння обчислювати визначені інтеграли для різних типів функцій та уміння застосовувати їх при розв'язанні фізичних і геометричних задач.

РР-1 (частина 6)" Диференціальні рівняння"

Метою роботи є перевірити знання студентами вміння класифікувати диференціальні рівняння, застосовувати різні методи знаходження їх розв'язку, вміти розв'язувати задачу Коші, розв'язувати системи диференціальних рівнянь

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

Співпраця студентів у розв'язанні проблемних завдань дозволена, але відповіді кожний студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час іспиту категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Співпраця студентів у розв'язанні проблемних завдань дозволена, але відповіді кожний студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час іспиту категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять та консультацій не оцінюється. Однак, студентам рекомендується їх відвідувати, оскільки на них викладається теоретичний та практичний матеріал, розвиваються навички, необхідні для виконання практичних завдань та успішного написання КР, виконання РР та самостійних робіт.

8. Види контролю навчання студента

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, захист РР, написання КР, виконання індивідуальних домашніх завдань (ІДЗ), СРС.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр (**на 8 та 14 тижнях**) з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання графіку освітнього процесу студентами.

Атестація студентів проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «не атестовано». Також не атестується студент у разі невиконання або не захисту хоча б однієї з частин РР, термін подання якої був до тижня проведення атестації, або не написав на позитивну оцінку всі, заплановані на цей час, частини КР.

Семестровий контроль: екзамен.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право і можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (детальніше: https://osvita.kpi.ua/2020_7-170, https://document.kpi.ua/files/2020_7-170.pdf).

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (детальніше: [https:// kpi.ua/code](https://kpi.ua/code)).

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

1. Дистанційне навчання:

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: система Електронний кампус, ресурси платформи дистанційного навчання «Сікорський», сервіс «Google Classroom». Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни і засвоєння матеріалу використовуються сервіси для організації онлайн-конференцій та відеозв'язку (наприклад, «Zoom», «Skype», «Google Meet»), електронна пошта, месенджери (Viber, WhatsApp, Telegram, google документи).

2. Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

- передбачає проведення усіх видів занять дистанційно (з використанням синхронної або асинхронної моделі освітньої взаємодії), у відповідності до Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі та Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- кінцеві терміни виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи переносяться на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);
- у рейтингову систему оцінювання вносяться зміни стосовно нарахування штрафних балів за несвоєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

3. Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 10 балів) сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

старшим викладачем кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ *Козак
Валентиною Іванівною*

старшим викладачем кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ *Вдовенко
Тетяною Іванівною,*

доцентом кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ *Степаню Іриною
Василівною.*

Ухвалено кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 9 від 25.06.2025р.)

Погоджено Методичною комісією ІАТЕ (протокол № 8 від 27.06.2025р.)

Питання, що виносяться на модульну контрольну роботу (частина 1 «Аналітична геометрія»)

1. Вектори (означення вектора, його орта, колінеарність та рівність векторів, компланарність векторів). Лінійні операції над векторами
2. Означення скалярного добутку векторів. Алгебраїчні та геометричні властивості СД (з доведенням).
3. Геометричний та механічний зміст скалярного добутку. Координатна форма запису скалярного добутку.
4. Означення векторного добутку векторів. Алгебраїчні та геометричні властивості ВД (з доведенням).
5. Геометричний та механічний зміст векторного добутку. Координатна форма запису векторного добутку.
6. Означення мішаного добутку векторів. Алгебраїчні та геометричні властивості МД (з доведенням).
7. Геометричний зміст векторного добутку. Координатна форма запису мішаного добутку.
8. Різні види рівняння прямої на площині (з виведенням рівнянь).
9. Нормальне рівняння прямої. Відхилення точки від прямої.
10. Виведення рівняння площини, що проходить через задану точку, перпендикулярно заданому вектору та загальне рівняння площини.
11. Виведення рівняння площини, що проходить через три точки. Записати рівняння площини у відрізках на осях та нормальне рівняння площини. Зведення загального рівняння площини до нормального.
12. Виведення векторного, канонічного (дослідити) і параметричного рівняння прямої в просторі. Запис рівняння прямої, що проходить через дві задані точки та загальне рівняння прямої в просторі. Перехід від загального до канонічного рівняння прямої.
13. Кут між площинами. Кут між прямими на площині. Умови паралельності і перпендикулярності площин та прямих на площині.
14. Кут між прямими в просторі. Кут між прямою та площиною. Умови паралельності та перпендикулярності прямої у просторі площини.

Питання, що виносяться на модульну контрольну роботу: (частина 2 «Невизначений інтеграл. Диференціальне числення функції багатьох змінних»)

- 1) Невизначений інтеграл: означення і основні властивості.
- 2) Інтегрування за частинами у невизначеному інтегралі.
- 3) Заміна змінної в невизначеному інтегралі.
- 4) Інтегрування простих алгебраїчних дробів перших трьох типів.
- 5) Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса і косинуса, за допомогою універсальної тригонометричної підстановки.
- 6) Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса та косинуса і непарних відносно синуса (косинуса).
- 7) Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса та косинуса і парних відносно них.
- 8) Інтегрування виразів, які містять квадратний тричлен під знаком кореня.
- 9) Інтегрування функцій, раціональних відносно аргументу і кореня з дробово-лінійної функції.
- 10) Поняття функції декількох змінних. Область визначення функції.
- 11) Частинні похідні першого порядку.
- 12) Диференціювання функції декількох змінних. Необхідна умова диференціювання. Достатні умови диференціювання функції декількох змінних.
- 13) Повний приріст і повний диференціал. Застосування диференціала до наближених обчислень.
- 14) Частинні похідні вищих порядків. Мішані похідні. Теорема про мішані похідні.

- 15) Диференціювання складних функцій. Повна похідна. Неявні функції і їх диференціювання.
- 16) Екстремум функцій декількох змінних. Необхідна умова екстремуму. Достатні умови екстремуму функції.
- 17) Рівняння дотичної площини та нормалі.

Питання, що виносяться на екзамен

- 1 Визначники другого і третього порядку, їх властивості (з доведенням).
- 2 Матриці. Лінійні операції над матрицями. Основні властивості цих операцій.
- 3 Обернена матриця. Необх. і достат. умова існування оберненої матриці(з довед.). Властивості оберненої матриці.
- 4 Ранг матриці. Елементарні перетворення матриць. Теорема Кронекера-Капеллі.
- 5 Системи лінійних алгебраїчних рівнянь: основні поняття. Розв'язування СЛАР за формулами Крамера (з виведенням формул). Матричний метод розв'язування СЛАР. Метод Гаусса розв'язування СЛАР
- 6 Вектори (означення вектора, його орта, колінеарність та рівність векторів, компланарність векторів). Лінійні операції над векторами Проекція вектора на вісь. Властивості проекції.
- 7 Декартова прямокутна система координат. Розклад вектора по ортам координатних осей. Лінійна залежність та незалежність векторів: основні твердження. Базис системи векторів.
- 8 Направляючі косинуси вектора. Дії над векторами, що задані координатами в базисі. Поділ відрізка в заданому відношенні.
- 9 Означення скалярного добутку векторів Геометричний та механічний зміст скалярного добутку. Координатна форма запису скалярного добутку.
- 10 Означення векторного добутку векторів. Алгебраїчні та геометричні властивості ВД (з доведенням). Геометричний та механічний зміст векторного добутку. Координатна форма запису векторного добутку.
- 11 Означення мішаного добутку векторів. Алгебраїчні та геометричні властивості МД (з доведенням). Координатна форма запису мішаного добутку.
- 12 Різні види рівняння прямої на площині (з виведенням рівнянь).
- 13 Рівняння площини, його види
- 14 Векторне, канонічне(дослідити)і параметричне рівняння прямої в просторі. Записати рівняння прямої, що проходить через дві задані точки та загальне рівняння прямої в просторі. Перехід від загального до канонічного рівняння прямої.
- 15 Кут між площинами. Кут між прямою і площиною. Кут між прямими на площині. Умови паралельності і перпендикулярності площин та прямих на площині.
- 16 Відстань від точки до площини та від точки до прямої в просторі. Відстань між мимобіжними прямими.
- 17 Криві другого порядку та їх характеристики.
- 18 Поверхні другого порядку.
- 19 Означення числової послідовності. Монотонні, обмежені послідовності. Границя послідовності. Геометричний зміст границі послідовності. Достатня ознака існування границі послідовності.
- 20 Границя функції в точці. Геометричний зміст. Односторонні границі.
- 21 Нескінченно великі і нескінченно малі функції: означення, зв'язок між ними. Основні властивості НМФ.
- 22 Перша визначна границя. Наслідки.
- 23 Друга визначна границя. Наслідки.
- 24 Порівняння НМФ. Теорема про перехід до еквівалентних НМФ в границях. Таблиця еквівалентних. Теорема про необхідну та достатню умову еквівалентності НМФ.
- 25 Неперервність функції в точці. Одностороння неперервність. Теорема про неперервність основних елементарних функцій. Теорема про арифметичні операції над неперервними функціями в точці.
- 26 Точки розриву. Класифікація точок розриву. Приклади.

- 27 Основні властивості функції, неперервної на відрізку. Формулювання чотирьох теорем.
- 28 Задачі, що приводять до поняття похідної. Означення похідної, її механічний, фізичний, геометричний зміст. Рівняння дотичної та нормалі.
- 29 Диференційованість функції. Теорема про неперервність диференційовної функції. Правила обчислення похідних: теорема про похідну суми, добутку, частки двох диференційовних функцій.
- 30 Теорема про похідну складеної функції. Похідні гіперболічних функцій. Теорема про похідну оберненої функції. Похідні обернених тригонометричних функцій.
- 31 Похідна складеної функції. Похідні гіперболічних функцій. Похідна неявно заданої функції. Логарифмічне диференціювання. Похідна показниково-степеневі функції.
- 32 Диференціал функції. Зв'язок диференціалу з похідною. Геометричний зміст диференціалу. Застосування диференціалу до наближених обчислень. Правила обчислення диференціалу.
- 33 Інваріантність форми першого диференціала. Обчислення похідної параметрично заданої функції. Похідні і диференціали вищих порядків. Формула Лейбніца. Неінваріантність форми диференціалу порядку вище першого.
- 34 Обчислення похідних вищих порядків функції, заданої параметрично. Формула другої похідної.
- 35 Правило Лопітала.
- 36 Умови сталості функції. Теорема про необхідні умови монотонності функції. Теорема про достатні умови монотонності функції. Критичні точки. Проміжки монотонності.
- 37 Точки локального екстремуму функції. Знаходження найбільшого і найменшого значення функції на відрізку.
- 38 Максимуми і мінімуми. Необхідні умови екстремуму. Достатні умови екстремуму, що встановлюються за допомогою першої і другої похідної.
- 39 Опуклість і вгнутість графіків функцій. Точки перегину. Теореми про достатню умову опуклості (вгнутості) функції та достатню умову існування точки перегину.
- 40 Невизначений інтеграл: означення і основні властивості. Інтегрування за частинами у невизначеному інтегралі.
- 41 Заміна змінної в невизначеному інтегралі. Інтегрування простих алгебраїчних дробів перших трьох типів.
- 42 Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса і косинуса, за допомогою універсальної тригонометричної підстановки. Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса та косинуса і непарних відносно синуса (косинуса).
- 43 Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса та косинуса і парних відносно них.
- 44 Інтегрування функцій, раціональних відносно аргументу і кореня з дробово-лінійної функції.
- 45 Задачі, які приводять до поняття визначеного інтеграла. Означення визначеного інтеграла, його геометричний і фізичний зміст, теорема існування.
- 46 Основні властивості визначеного інтеграла. Інтеграл із змінною верхньою межею. Теорема Барроу.
- 47 Основна формула інтегрального числення (формула Ньютона-Лейбніца). Інтегрування частинами у визначеному інтегралі. Рекурентна формула. Заміна змінної у визначеному інтегралі.
- 48 Обчислення площ плоских фігур в декартових координатах. Обчислення площі криволінійного сектора.
- 49 Обчислення довжин дуг кривих. Обчислення об'ємів тіл. Обчислення площ поверхонь обертання.
- 50 Поняття функції декількох змінних. Область визначення функції. Частинні похідні першого порядку.
- 51 Диференціювання функції декількох змінних. Необхідна умова диференціювання. Достатні умови диференціювання функції декількох змінних.

- 52 Повний приріст і повний диференціал. Застосування диференціала до наближених обчислень.
- 53 Частинні похідні вищих порядків. Мішані похідні. Теорема про мішані похідні. Диференціювання складних функцій. Повна похідна. Неявні функції і їх диференціювання. Рівняння дотичної площини та нормалі.
- 54 Екстремум функцій декількох змінних. Необхідна умова екстремуму. Достатні умови екстремуму функції.
- 55 Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними, означення, знаходження загального розв'язку.
- 56 Диференціальні рівняння 1-го порядку однорідні відносно змінних, означення, знаходження загального розв'язку.
- 57 Лінійні диференціальні рівняння 1-го порядку, означення, знаходження загального розв'язку методом Бернуллі.
- 58 Лінійні диференціальні рівняння 1-го порядку, означення, знаходження загального розв'язку методом Лагранжа.
- 59 Рівняння Бернуллі, означення, знаходження загального розв'язку
- 60 Теорема про структуру загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння 2-го порядку. Теорема про структуру загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння 2-го порядку.
- 61 Знаходження загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння 2-го порядку з постійними коефіцієнтами (корені характеристичного рівняння дійсні різні, дійсні рівні, комплексно спряжені).
- 62 Загальні властивості розв'язків лінійного диференціального рівняння. Метод варіації довільних сталих для лінійного диференціального рівняння 2-го порядку.
- 63 Метод варіації довільних сталих для лінійного диференціального рівняння 2-го порядку.

Приклад завдання РР/РГР

Варіант №30

Завдання 1. Обчислити границі: а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3 + 4x + x^2 + 3x^3}{x^3 - 2x - 1}$;

б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 3x^2 - 1}{x + 12x^3 + x^5}$; в) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x + 6x^3 + x^6}{4 - 12x + x^4}$; г) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(x+2)^2 + (x-2)^2 - (x+2)^3}{(4-x)^3}$.

Завдання 2. Обчислити границю: $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - x - 1}{x^3 + 2x^2 - x - 2}$.

Завдання 3. Обчислити границю: $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 + x - 12}{\sqrt{2x + 3} - 3}$.

Завдання 4. Обчислити границю: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 x - \operatorname{tg}^2 x}{x^3 \arcsin 2x}$.

Завдання 5. Обчислити границі: а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{5x-3}{5x+4} \right)^{x+4}$; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x^2 - 3x - 1}{x^2 - 4x + 2} \right)^{4x-1}$.

Завдання 6. Обчислити границі: а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt[3]{1+x} - 1}{\operatorname{arctg} 2x}$; б) $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{6}} \frac{1 - 2 \sin x}{\pi - 6x}$.

Завдання 7. Обчислити границі: а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{4x} - e^{-2x}}{x + \operatorname{arctg} x}$; б) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{(\ln(4-x))^2}{27 - x^3}$.

Завдання 8. Визначити порядок малості НМФ $\alpha(x) = x\sqrt{1+x} \sin x$ відносно НМФ $\beta(x) = e^{\arcsin x} - 1$ при $x \rightarrow 0$.

Завдання 9. Дослідити на неперервність функцію

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ 1 + \operatorname{tg} x, & 0 \leq x < \frac{\pi}{4}, \\ x + 3, & x \geq \frac{\pi}{4}. \end{cases}$$

Зробити схематичний рисунок.

Завдання 10. Дослідити на неперервність функцію $f(x) = 12^{\frac{1}{x-1}}$. Зробити схематичний рисунок.

Рейтингова система оцінки успішності студентів

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали ($R=100$), з них 50 балів складає стартова шкала ($R_C = 50$) та 50 балів - екзаменаційна шкала ($R_E = 50$).

Стартовий рейтинг R_C студента складається з балів R_K , що студент отримує протягом семестру з кожного контрольного заходу:

- модульний контроль (МК, ваговий бал – 12 (6+6)). МК проводиться у вигляді КР. КР поділена на дві КР (частини). Максимальна кількість балів в сумі за КР складає – 16 балів.
- розрахункова робота та її захист (РР+ЗРР, ваговий бал – 30 (5+5+5+5+5+5)). РР виконується студентом в позааудиторний час (15 балів). Захист РР оцінюється в 15 балів.
- експрес-контроль (ЕК, ваговий бал – 8 але не менше 4 балів). Робота на лекційних та практичних заняттях і самостійної роботи в позааудиторний час.

За несвоєчасне виконання РР та відсутність без поважної причини при проведенні МКР та захисті РР викладач має право виставити не більше, ніж 80% від максимальної кількості балів за даний вид роботи.

Сума вагових балів R_K з кожного контрольного заходу дорівнює розміру стартової шкали $R_C = \sum_K R_K = 50$. Значення стартової рейтингової оцінки R_C доводиться до студентів на останньому занятті.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за МКР (8=4+4 балів), зарахування РР 18 (балів), семестровий рейтинг не менше 30 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру менше 30 балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, усунувши поточні заборгованості, що призвели до цього, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Екзаменаційна робота (ваговий бал - 50) проводиться відповідно до навчального плану у вигляді семестрового екзамену в терміни, встановлені графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою дисципліни. Форма проведення семестрового контролю – комбінована, зміст і структура екзаменаційних білетів (контрольних завдань) та критерії оцінювання визначаються рішенням кафедри. На консультації доводяться до відома студентів правила проведення екзамену, критерії оцінювання, стартові рейтинги, а також зазначається, хто не допущений до екзамену і з якої причини. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу.

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

Після оцінювання відповідей студента на екзамені (виконання екзаменаційної контрольної роботи та відповідей на додаткові питання) викладач підраховує суму R_E балів з екзаменаційної роботи студента. Рейтинг R_E вважається позитивним, якщо студент отримав не менше $0,6R_E = 0,6 \cdot 50 = 30$ балів. Якщо студент отримав оцінку меншу 30 балів, то екзаменаційна робота оцінюється в 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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