



# МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ: ФУНКЦІЇ КІЛЬКОХ ЗМІННИХ

## Робоча програма навчальної дисципліни «Математичний аналіз: функції кількох змінних. Ряди. Функції багатьох змінних» (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Страхова та фінансова математика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	270 годин (72 години – Лекції, 90 годин – Практичні, 108 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота, домашня контрольна робота
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.м.н., доцент Дрозд Вячеслав Володимирович, <a href="mailto:slava572@ukr.net">slava572@ukr.net</a> , к.ф.м.ф., доцент Дем'яненко Ольга Олегівна <a href="mailto:o.dem@ukr.net">o.dem@ukr.net</a> Практичні: к.ф.м.н., старший викладач Сиротенко Антон Володимирович, <a href="mailto:antonsyrotenko86@gmail.com">antonsyrotenko86@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a>

## Програма навчальної дисципліни

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

<b>Цілі дисципліни</b>	<p>Метою навчальної дисципліни є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формування у здобувачів освіти здатності до логічного мислення, розвиток їх інтелектуальних здібностей;</li> <li>– формування необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики у прикладних задачах та інженерних розрахунках;</li> <li>– набуття вміння доводити розв’язок задачі до практично прийняттого результату – числа, графіка, висновка із застосуванням обчислювальних засобів, таблиць і довідників;</li> <li>– формування вміння самостійно використовувати і вивчати літературу з математики та розвивати гнучкість мислення;</li> <li>– формування вміння самостійно аналізувати одержані результати.</li> </ul>
<b>Предмет навчальної дисципліни</b>	<p>Основні визначення щодо числових та функціональних рядів, рядів Тейлора та Фур’є, інтеграла Фур’є.          Основи диференціального числення функцій декількох змінних та вектор-функцій декількох змінних.</p>
<b>Компетентності</b>	<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);          Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК3);          Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7);          Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК8);          Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК9); Здатність працювати автономно (ЗК12);          Здатність адаптуватися і діяти в нових умовах, проявляти творчий підхід та ініціативу (ЗК16);          Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способу й методів дослідження (ЗК17).</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці (РН1);          Знати принципи <i>modus ponens</i> (правило виведення логічних висловлювань) та <i>modus tollens</i> (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень (РН3);          Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми (РН4);          Розв’язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об’єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (РН10);          Розв’язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей (РН11);          Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації (РН12);          Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичного аналізу для дослідження функцій однієї та багатьох дійсних змінних (РН13).</p>

	<p>Знати основні визначення щодо функцій декількох змінних (область визначення, область значень, границя функції, неперервність функції, точки розриву, дотична площина і нормаль до поверхні, частинна похідна та диференціал функції, похідна у заданому напрямі, градієнт, формула Тейлора, екстремум, умовний екстремум);</p> <p>Знати основи диференціального числення вектор-функцій декількох змінних.</p> <p>Знати основи теорії числових та функціональних рядів, рядів Тейлора та Фур'є, інтеграла Фур'є.</p>
--	---

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

**Пререквізити:** Загальний курс вищої математики є фундаментом математичної та інженерної освіти спеціаліста. Він є необхідним для успішного засвоєння спеціальних дисциплін. Навчальна дисципліна «Математичний аналіз: функції кількох змінних-1. Ряди. Функції багатьох змінних» є складовою частиною дисципліни «Математичний аналіз» (ПО2), вивчається в третьому семестрі і базується на знаннях, отриманих при вивченні навчальних дисциплін «Математичний аналіз: функції однієї змінної-1» та «Математичний аналіз: функції однієї змінної-2».

**Постреквізити:** Навчальна дисципліна «Математичний аналіз: функції кількох змінних-1. Ряди. Функції багатьох змінних» передую навчальній дисципліні «Математичний аналіз: функції кількох змінних-2». Освітній компонент «Математичний аналіз» передую вивченню дисциплін «Функціональний аналіз» (ПО10), «Методи математичної фізики» (ПО12), «Комплексний аналіз» (ПО11) та «Теорія ймовірностей» (ПО15).

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Розділ 6. Числові та функціональні ряди</i>				
<i>Тема 6.1. Числові ряди</i>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>11</b>
<i>Тема 6.2. Функціональні ряди</i>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>11</b>
<i>МКР 1 з розділу 6</i>	<b>5</b>		<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Разом за розділом 6</i>	<b>93</b>	32	36	25
<i>Розділ 7. Ряди та інтеграл Фур'є</i>				
<i>Тема 7.1 Ряди Фур'є</i>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<i>Тема 7.2. Інтеграл Фур'є</i>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
<i>Разом за розділом 7</i>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
<i>Розділ 8. Функції багатьох змінних</i>				
<i>Тема 8.1. Дійсні функції багатьох змінних</i>	<b>57</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>13</b>

<i>МКР – 2 з розділів 7,8</i>	<b>5</b>		<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Тема 8.2. Векторні функції багатьох змінних</i>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>9</b>
<i>Разом за розділом 8</i>	<b>89</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>25</b>
<i>Розрахункова робота</i>	1 0			1 0
<i>Екзамен</i>	30			30
Всього годин	270	72	90	108

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

1. Дороговцев А.Я. Математичний аналіз, Том 1, 2. К., Либідь, 1994 – 230 с .
2. Математика в технічному університеті [Електронний ресурс] : підручник / І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова ; за ред. О. І. Клесова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,01 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – Т. 1. – 496 с.  
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/24338>
3. Дубовик В. П. Вища математика: навч. посібн. / Дубовик В. П., Юрик І. І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
4. 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.
5. Математика в сучасному технічному університеті. Практикум. У 4-х частинах. Ч. 1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія [Електронний ресурс]: навчальний посібник / НТУУ «КПІ»; уклад. І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, [та інші]. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,45 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ». 2015. –180 с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/16606>
6. Математика в сучасному технічному університеті. Практикум. Частина 2. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний [та ін.]. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,67 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 249 с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/16620>
7. Дубовик В. П. Вища математика. Збірник задач: навч. посібн. / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
8. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної : збірник завдань до типової розрахункової роботи для студ. I курсу техн.. спец. / Л. Б. Федорова, Н. Р. Коновалова, І. В. Алексєєва, А. Ю. Кіндибалюк, О. П. Трофимчук, В. О. Гайдей. – К. : ІВЦ «Політехніка», 2001. – 65 с.
9. Деякі розділи елементарної математики. Методичні вказівки до типової розрахункової роботи з математичного аналізу. КПІ. 2014.
10. Вступ до математичного аналізу. Методичні вказівки до типової розрахункової роботи з математичного аналізу. КПІ. 2013.
11. Барановська Г.Г. Практикум з математики. Показникова і логарифмічна функції «КПІ». – 2014. –
12. Дороговцев А.Я. Сборник задач по математическому анализу, К.,Вища школа,1991.

##### Додаткова література

13. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. Т.1.2, М., Наука 1981.
14. Никольский С.М. Курс математического анализа. Т.1.2, М., Наука, 1983.
15. Рудин У. Основы математического анализа, М., Мир, 1966.

16. Тер-Крикоров А.М., Шабунин М.И. Курс математического анализа, М., Наука 1988.
17. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, Т.2.3, М., Наука 1969.
18. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу, М., Физматгиз, 1962.
19. Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Задачи и упражнения по математическому анализу, М., Высшая школа, 2000.
20. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу, М., Наука, 1984.

## **Інформаційні ресурси**

1. Барановська Г.Г. Практикум з математики. Показникова і логарифмічна функції [Електронний ресурс] // Електронний каталог науково-технічної бібліотеки НТУУ «КПІ». – 2014. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/8V7A4N5CQ668NADB87TUN4HRX31QT5QRSDDNNK6FLVBFITQ1LTN-00998?func=full-set-set&set\\_number=754749&set\\_entry=000025&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/8V7A4N5CQ668NADB87TUN4HRX31QT5QRSDDNNK6FLVBFITQ1LTN-00998?func=full-set-set&set_number=754749&set_entry=000025&format=999).

2. Дубовик В.П. Вища математика: навч. посібн. / Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-01757?func=full-set-set&set\\_number=797795&set\\_entry=000003&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-01757?func=full-set-set&set_number=797795&set_entry=000003&format=999)

3. Дубовик В.П. Вища математика. Збірник задач: навч. посібн./ Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02049?func=full-set-set&set\\_number=797796&set\\_entry=000018&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02049?func=full-set-set&set_number=797796&set_entry=000018&format=999)

4. 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. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02550?func=full-set-set&set\\_number=797798&set\\_entry=000004&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02550?func=full-set-set&set_number=797798&set_entry=000004&format=999)

5. Стрижак Т.Г. Математичний аналіз. Приклади і задачі: навч. посіб. для студ. техніч. вищих закладів / Стрижак Т.Г., Коновалова Н.Р. – К.: Либідь, 1995. – 238 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03070?func=full-set-set&set\\_number=797800&set\\_entry=000016&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03070?func=full-set-set&set_number=797800&set_entry=000016&format=999)

6. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах: учеб. пособие для студентов вузов. В 2-х частях / Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. – М.: Высш. школа, 1999. – Ч. 1. – 304 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03906?func=full-set-set&set\\_number=797805&set\\_entry=000005&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03906?func=full-set-set&set_number=797805&set_entry=000005&format=999)

7. Сборник задач по математике для вузов. В 4-х частях. Ч. 1. Линейная алгебра и основы математического анализа: Учеб. пособие для вузов / Болгов В. А., Демидович Б. П., Ефимов А. В. и др. Под общ. ред. А. В. Ефимова и Б. П. Демидовича. – 3-е изд., испр. М.: Наука, 1993. – 480 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00457?func=full-set-set&set\\_number=797807&set\\_entry=000002&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00457?func=full-set-set&set_number=797807&set_entry=000002&format=999)

8. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа: уч. пособие. – 22-е изд., перераб. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2005. – 432 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00665?func=full-set-set&set\\_number=797808&set\\_entry=000004&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00665?func=full-set-set&set_number=797808&set_entry=000004&format=999)

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Очна/дистанційна форма

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Числові ряди. Означення числового ряду і його збіжність. Приклади. Критерій збіжності. Властивості збіжних рядів. Необхідна ознака збіжності. Гармонійний ряд. Критерій збіжності числового ряду з невід'ємними членами. <i>Рекомендована література:</i> [14], 11.1-11.3.
2	Ряд і невластивий інтеграл (ознака Коші-Маклорена). Узагальнений гармонійний ряд. Ряди з невід'ємними членами. Ознаки порівняння. Достатні ознаки збіжності. Ознака Даламбера, радикальна ознака Коші. <i>Рекомендована література:</i> [1], 7.2, [3], 34.6.
3	Логарифмічна ознака, ознака Раабе. Стала Єйлера. <i>Рекомендована література:</i> [1], 7.2.
4	Числові ряди з довільними членами. Абсолютна та умовна збіжність. Ознаки Діріхле та Абеля. Знакозмінні ряди; теорема Лейбніца та ряд Лейбніца. <i>Рекомендована література:</i> [1], 7.3, [3], 34.13
5	Абсолютно збіжні ряди, їх властивості. Теорема Коші про групування та переставлення членів ряду. Теорема Рімана про умовно збіжні ряди. Добуток рядів за Коші. <i>Рекомендована література:</i> [1], 7.4.
6	Добуток рядів за Коші. Теорема про добуток абсолютно збіжних рядів. Теорема Абеля та Мертенса <i>Рекомендована література:</i> [1], 7.4
7	Нескінченні добутки Умови збіжності. Зв'язок з рядами. <i>Рекомендована література:</i> [13], 35.
8	Функціональні послідовності, їх збіжність поточкова і рівномірна <i>Рекомендована література:</i> [1], 8.1.
9	Властивості рівномірно збіжних послідовностей. Означення функціонального ряду, його поточкова та рівномірна збіжність. Приклади збіжних рядів, що не є рівномірно збіжними. <i>Рекомендована література:</i> [1], 8.2.
10	Необхідна умова рівномірної збіжності ряду, критерій Коші. Ознаки рівномірної збіжності ВейерштрассаЮ Харді-Діріхле. <i>Рекомендована література:</i> [13], 36.4.
11	Властивості рівномірно збіжних рядів. неперервність суми. Почленне інтегрування та диференціювання рівномірно збіжних рядів. <i>Рекомендована література:</i> [14], 11.8.
12	Степеневі ряди; означення, область збіжності. Теорема Абеля про абсолютну

	збіжність .Радіус збіжності. Теорема Коші-Адамара. <i>Рекомендована література:</i> [13], 37.2.
13	Рівномірна збіжність степеневого ряду; друга теорема Абеля про неперервність суми, теорема Арцела. Інтегрування та диференціювання степеневого ряду. <i>Рекомендована література:</i> [1], 8.4.
14	Ряди Тейлора і Маклорена. Достатня умова представлення функції рядом Тейлора <i>Рекомендована література:</i> [13], 37.6
15	Біноміальний ряд. Теорема про збіжність біноміального ряду. Застосування степеневих рядів. Функції Бесселя. <i>Рекомендована література:</i> [13], 37.6
16	Степеневі ряди з комплексними членами. Показникова функція в комплексній площині. Формула Ейлера. Гіперболічні функції комплексної площини. <i>Рекомендована література:</i> [13], 37.6
17	Означення лінійного евклідового простору. Простір $R[a,b]$ з означеною операцією скалярного добутку функцій. Евклідовий нормований простір. Норма функції в $R[a,b]$ . Ортонормовані системи елементів в евклідовому нормованому просторі. <i>Рекомендована література:</i> [1], 16.1
28	Означення ряду Фур'є. Приклад ряду Фур'є в $R[a,b]$ . Найкраще середньо-квадратичне наближення функцій многочленами. <i>Рекомендована література:</i> [1], 16.1
19	Приклади ортонормованих систем функцій (тригонометричні системи. системи комплекснозначних функцій). Знаходження норми цих функцій. Приклади рядів Фур'є кусково-неперервних функцій на $[-\pi;\pi]$ . Комплексна форма ряду Фур'є. <i>Рекомендована література:</i> [17], 19.1
20	Мінімальна властивість коефіцієнтів Фур'є. Нерівність Бесселя. Замкнені системи функцій. Рівність Парсевалю. <i>Рекомендована література:</i> [1], 16.1
21	Збіжність у середньому квадратичному в $R[a,b]$ . Повна система функцій. Лема Рімана <i>Рекомендована література:</i> [1], 16.1
22	Інтегральне представлення часткової суми ряду Фур'є. Збіжність ряду Фур'є в точці. Ознаки Діні та Ліпшица, наслідки з них. Рівномірна збіжність тригонометричного ряду Фур'є. Диференціювання та інтегрування ряду Фур'є. <i>Рекомендована література:</i> [17], 19.2
23	Формальний перехід від ряду Фур'є до інтегралу Фур'є. Різні форми інтегралу Фур'є. Синус- та косинус-перетворення Фур'є. <i>Рекомендована література:</i> [1], 16.4
24	Інтегральна формула Фур'є, інтеграл Фур'є. Збіжність інтеграла Фур'є в точці, Ознака Діні та ознака Ліпшица.

	<i>Рекомендована література:</i> :[14], 16.3
25	Простір $R_n$ як лінійний, метричний, нормований, евклідовий. Кулі в $R_n$ . Повнота та сепарабельність $R_n$ . Паралелепіеди та куби в метричному просторі. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 10.1
26	Замкнені та відкриті множини в $R_n$ , їх властивості.. Теорема Кантора про замкнені вкладені кулі. Означення покриття множини. Компактної множини. Обмеженість і замкненість компактної множини. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 10.1
27	Границя функції: по множині, по кривій, подвійна границя, повторні границі. Приклади функцій у яких не існує подвійна границя. Неперервні функції в точці на множині.. Неперервні функції на компактах та їх властивості. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 10.2, [4], 7.3
28	Похідна за напрямком. Частинні похідні. Правила їх знаходження. Градієнт функції в точці. Властивості градієнта, приклади. <i>Рекомендована література:</i> :[4], 7.4
29	Диференційовність функції: означення, необхідна умова, критерій диференційовності. Достатня ознака диференційовності. <i>Рекомендована література:</i> :[14], 7.5
30	Повна похідна, похідна складеної функції. Повний диференціал, його властивості. Частинні похідні і диференціали вищих порядків., їх властивості. <i>Рекомендована література:</i> :[14], 7.8
31	Дотична площина і нормаль до поверхні. Формула Тейлора функції багатьох змінних із залишковим членом у формі Лагранжа. Формула Тейлора функції багатьох змінних із залишковим членом у формі Пеано. <i>Рекомендована література:</i> :[13], 39
32	Означення абсолютного та локального екстремума функції багатьох змінних. Необхідні умови існування локального екстремума. Достатні умови. Найбільше і найменше значення функції в замкненій області. <i>Рекомендована література:</i> :[13], 40
33	Векторні функції багатьох змінних як відображення $R_m$ в $R_n$ . Лінійні, неперервні, диференційовані відображення. Приклади неперервних відображень. Ізометричне перетворення. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 12.1
34	Диференційовні відображення. Матриця Якобі і якобіан. Диференціювання складеного відображення. Афінне перетворення. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 12.1
35	Неявні функції двох змінних, їх властивості, умови існування. Теорема про існування оберненого відображення. Поняття дифеоморфізму. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 12.2
36	Умовний екстремум, функція Лагранжа. Необхідні та достатні умови існування умовного локального екстремума. Екстремальні властивості власних чисел симетричної матриці. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 12.3



## Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Знаходження сум деяких рядів за означенням. <i>Література:</i> [12], VII.1
2	Необхідна ознака збіжності числових рядів <i>Література:</i> [12], VII.1
3	Ряди з невід'ємними членами. Ознаки порівняння <i>Література:</i> [12], VII.1
4	Ряди з невід'ємними членами Ознака збіжності Коші та Даламбера. <i>Література:</i> [12], VII.1
5	Дослідження збіжності рядів з невід'ємними членами. Інтегральна ознака збіжності. <i>Література:</i> [12], VII.2
6	<i>Дослідження збіжності знакопозитивних рядів.</i> <i>Теорема Лейбніца. Абсолютна та умовна збіжність</i> <i>Література:</i> [12], VII.3
7	Абсолютна та умовна збіжність рядів з довільними за знаком членами. Ознаки Лейбніца, Діріхле. Ознака Абеля. <i>Література:</i> [12], VII.3
8	Ознаки Діріхле та Абеля для числових рядів з довільними за знаком членами. <i>Література:</i> [12], VII.5
9	Нескінченні добутки, дослідження на збіжність. <i>Література:</i> [12], VIII.2
10	Функціональні ряди. Область збіжності функціонального ряду. <i>Література:</i> [18], V.4
11	Поточкова і рівномірна збіжність функціонального ряду. Ознака Вейєрштрасса рівномірної і абсолютної збіжності. Збіжність рядів за ознаками Харді-Діріхле. <i>Література:</i> [12], VIII.2
12	Інтегрування та диференціювання рівномірно збіжного ряду. Знаходження суми функціонального ряду. <i>Література:</i> [18], V.4
13	Степеневі ряди. Знаходження радіусу та області збіжності ряду. <i>Література:</i> [12], VIII.4
14	Рівномірна збіжність степеневих рядів. Знаходження сум деяких числових рядів. <i>Література:</i> [18], V.4
15	Ряди Маклорена деяких елементарних функцій . <i>Література:</i> [12], VIII.5
16	Застосування степеневих рядів для наближених обчислень

	<i>Література:</i> [12], VIII.5
17	Розвинення в степеневий ряд розв'язків задачі Коші. <i>Література:</i> [12], VIII.5
18	Контрольна робота з розділу 6
19	Тригонометричний ряд Фур'є періодичної функції. <i>Література:</i> [12], XVI.1
20	Ряд Фур'є функцій, що визначені на відрізку. <i>Література:</i> [12], V.6
21	Частинні випадки тригонометричного ряду Фур'є періодичної функції. Ряд Фур'є функцій, графік яких симетричний відносно точки  <i>Література:</i> [12], XVI.2
22	Тригонометричний ряд Фур'є функції, що визначена на відрізку довільної довжини Ряд Фур'є для парних та непарних функцій. <i>Література:</i> [12], V.6
23	Комплексна форма ряду Фур'є. Перетворення Фур'є в комплексній формі <i>Література:</i> [12], XVI.3
24	Інтеграл Фур'є функції, що визначена на всій осі. <i>Література:</i> [12], VI.5
25	Інтеграл Фур'є функцій, що визначені на проміжку. Синус- та косинус-перетворення Фур'є. <i>Література:</i> [12], VI.1
26	Область визначення функцій багатьох змінних <i>Література:</i> [12], VI.1
27	Множина значень функцій багатьох змінних <i>Література:</i> [12], VI.1
28	. Знаходження границь функції ( подвійна, повторна, по множині). <i>Література:</i> [12], VI.3
29	Частинні похідні першого і другого порядку функції багатьох змінних. <i>Література:</i> [12], VI.4
30	Градiєнт. Похідна за напрямком. <i>Література:</i> [12], VI.4
31	Диференційовність функції багатьох змінних. Повний приріст, диференціал першого порядку. <i>Література:</i> [18], VI.3
32	Диференціали вищих порядків. <i>Література:</i> [18], VI.3
33	Заміна змінних в диференціальних виразах.

	<i>Література:</i> [18], VI.4
34	Похідні складених функцій багатьох змінних. <i>Література:</i> [18], VI.4
35, 36	Дослідження функції на локальний екстремум. <i>Література:</i> [12], XI.3
37	Формула Тейлора. <i>Література:</i> [12], XI.3
38, 39	Найбільше та найменше значення функції в області. <i>Література:</i> [18], VI.7
40	Контрольна робота з розділу 8
41	Диференційовані відображення. Матриця Якобі та якобіан, їх знаходження. <i>Література:</i> [12], XII.1
42	Похідна складеної вектор-функції. <i>Література:</i> [12], XII.3
43	Неявні функції. Знаходження диференціалів першого порядку функцій, що задані неявно. <i>Література:</i> [12], XII.3
44	Умовний екстремум, знаходження умовного екстремума методом виключень. Функція Лагранжа. <i>Література:</i> [12], XII.3
45	Диференціали другого порядку функцій, що задані неявно. <i>Література:</i> [12], XII.3

### Самостійна робота

Самостійна робота студента по вивченню дисципліни включає такі види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання домашньої контрольної роботи (тестові завдання в дистанційних курсах на платформі Moodle);
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка до іспиту.
- самостійне вивчення окремих тем:

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
1	<b>Розділ 6. Ряди з невід’ємними членами. Ознаки порівняння.</b> <i>Література:</i> [12], VII.1
2.	<b>Розділ 6. Ознаки Лейбніца, Діріхле. Ознака Абеля.</b> <i>Література:</i> [12], VII.3
3.	<b>Розділ 6. Зв’язок нескінченних добутків з рядами.</b> <i>Література:</i> [12], VIII.2
4.	<b>Розділ 6. Знаходження області збіжності функціонального ряду.</b> <i>Література:</i> [8], V.4

5.	<b>Розділ 6. . Знаходження сум степеневих рядів з використанням почленного інтегрування та диференціювання.</b> <i>Література:</i> [8], V.4
6.	<b>Розділ 6. Застосування степеневих рядів.</b> <i>Література:</i> [12], VIII.5.
7.	<b>Розділ 7. Різні форми інтегралу Фур'є функцій, що визначена на всій осі.</b> <i>Література:</i> [12], VI.5
8.	<b>Розділ 8. Дотична площина та нормальна пряма до поверхні.</b> <i>Література:</i> [8], VI.3
9.	<b>Розділ 8. Знаходження умовного екстремума з використанням функції Лагранжа.</b> <i>Література:</i> [12], XII.3

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Рекомендовані методи навчання:** вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання домашньої контрольної роботи, виконання завдань ДКР з подальшим захистом, написання тестів, підготовку до МКР та іспиту.

#### 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>

#### 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>

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	ДКР	Семестр. атест.
1	9	270	72	90	108	2	2	екзамен

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання [https://document.kpi.ua/files/2020\\_1-273.pdf](https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf).

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, ДКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання ДКР. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали складається з балів, які він отримує за:

- виконання самостійних робіт на практичних заняттях, написання тестів;
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахункової роботи (ДКР) із подальшим захистом.

#### Робота на практичних заняттях

Ваговий бал 1 за кожен самостійну роботу, або виконаний тест

- якщо задачі повністю розв'язані, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо відповідь правильна, але у розв'язку є неточності, то здобувач отримує відсоток від максимуму, який вказується в нормі оцінювання самостійної роботи, або запрограмований у тесті;
- якщо незадовільні відповіді, метод розв'язування задач неправильний, або у випадку відсутності на заході – 0 балів

Максимальний бал  $15=1 \times 15$

#### Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин

Ваговий бал кожної частини 10

МКР-1 «Ряди»

МКР-2 «Диференціальне числення функцій декількох змінних»

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі завдання (більше 90% матеріалу) 9 – 10 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 50 до 90% матеріалу) 5 – 8 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації 0 – 4 бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Максимальний бал  $10 \times 2 = 20$

#### Домашня контрольна робота

Домашня контрольна робота складається з двох частин

ДКР-1 «Ряди»

Ваговий бал 5

ДКР-2 «Диференціальне числення функцій декількох змінних»

Ваговий бал 10

Домашня контрольна робота виконується і захищається частинами, що за змістом відповідають модульній контрольній роботі. Кожна частина ДКР здається в терміни, встановлені викладачем.

При виконанні менше 60% ДКР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.

Максимальний бал 15

#### Штрафні та заохочувальні бали

Штрафні бали можуть накладатись за несвоєчасне виконання всіх видів робіт. Заохочувальні бали можуть нараховуватись за удосконалення дидактичного матеріалу, за участь в наукових конференціях та олімпіадах з вищої математики.

Максимальна кількість штрафних (заохочувальних) балів не перевищує 10% (5 балів)

#### Форма семестрового контролю – екзамен

Ваговий бал кожного завдання 10

На екзамені студенти виконують письмову екзаменаційну роботу. Білет складається з 2 теоретичних питань і 3 практичних завдань.

#### Критерії оцінювання

- «відмінно»: повна відповідь на всі завдання (не менше 90% потрібної інформації; повне, безпомилкове розв'язування завдань) 9 – 10 балів;
- «добре»: достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або є незначні неточності 7 – 8 балів;
- «задовільно»: неповна відповідь на завдання (не менше 60%) та є помилки і певні недоліки 5 – 6 балів;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає умовам до «задовільно» (незадовільна відповідь, неправильний метод розв'язування) 0 – 4 бали.

Максимальний бал  $10 \times 5 = 50$

**Розмір стартової шкали  $R_C = 50$  балів. Розмір екзаменаційної шкали  $R_E = 50$  бали.**

**Розмір шкали рейтингу  $R = R_C + R_E = 100$  балів.**

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

**Студент допускається до екзамену, якщо його рейтинг семестру не менший 30 балів, при цьому він повинен мати зараховані модульні контрольні роботи та ДКР (виконано не менше, ніж на 60%).**

Студенти, які в кінці навчального семестру мають стартовий рейтинг  $R_C < 20$  балів до екзамену не допускаються і повинні виконати додаткові завдання до першого перескладання. Студенти з рейтингом  $20 \leq R_C < 30$  мають можливість добрати бали до допускових, шляхом виконання допускової контрольної роботи на останньому тижні навчального семестру.

**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

#### **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)**

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom та освітньої платформи Moodle.

Поточний контроль може проводитись у вигляді тестових контрольних робіт в Moodle.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:**

Доцент кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Дрозд В.В.

Доцент кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Дем'яненко О.О.

**Ухвалено** кафедрою МАтаТЙ (протокол № 11 від 04.06.2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 22.06.2021)



# МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ: ФУНКЦІЇ КІЛЬКОХ ЗМІННИХ

**Робоча програма навчальної дисципліни «Математичний  
аналіз: функції кількох змінних. Кратні, криволінійні,  
поверхневі та залежні від параметрів інтеграли» (Силабус)**

## Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Страхова та фінансова математика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	270 годин (72 годин – Лекції, 90 години – Практичні, 108 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота, домашня контрольна робота
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.м.н., доцент Дрозд Вячеслав Володимирович, <a href="mailto:slava572@ukr.net">slava572@ukr.net</a> , канд. фіз.-мат. наук, доцент, Дем'яненко Ольга Олегівна <a href="mailto:o.dem@ukr.net">o.dem@ukr.net</a> Практичні: к.ф.м.н., старший викладач Сиротенко Антон Володимирович, <a href="mailto:antonsyrotenko86@gmail.com">antonsyrotenko86@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a>

## Програма навчальної дисципліни

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

<b>Цілі дисципліни</b>	<p>Метою навчальної дисципліни є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формування у здобувачів освіти здатності до логічного мислення, розвиток їх інтелектуальних здібностей;</li> <li>– формування необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики у прикладних задачах та інженерних розрахунках;</li> <li>– набуття вміння доводити розв’язок задачі до практично прийняттого результату – числа, графіка, висновка із застосуванням обчислювальних засобів, таблиць і довідників;</li> <li>– формування вміння самостійно використовувати і вивчати літературу з математики та розвивати гнучкість мислення;</li> <li>– формування вміння самостійно аналізувати одержані результати.</li> </ul>
<b>Предмет навчальної дисципліни</b>	<p>Основні визначення щодо кратних, криволінійних та поверхневих інтегралів, теорії поля.          Основи визначення щодо інтегралів, що залежать від параметра.</p>
<b>Компетентності</b>	<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);          Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК3);          Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7);          Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК8);          Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК9); Здатність працювати автономно (ЗК12);          Здатність адаптуватися і діяти в нових умовах, проявляти творчий підхід та ініціативу (ЗК16); Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способу й методів дослідження (ЗК17).</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці (РН1);          Знати принципи <i>modus ponens</i> (правило виведення логічних висловлювань) та <i>modus tollens</i> (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень (РН3);          Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми (РН4);          Розв’язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об’єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (РН10);          Розв’язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей (РН11);          Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації (РН12);          Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичного аналізу для дослідження функцій однієї та багатьох дійсних змінних (РН13).</p>



	Знати основні визначення щодо кратних, криволінійних та поверхневих інтегралів, теорії поля. Знати основи інтегралів, що залежать від параметра.
--	---

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

**Пререквізити:** Загальний курс вищої математики є фундаментом математичної та інженерної освіти спеціаліста. Він є необхідним для успішного засвоєння спеціальних дисциплін. Навчальна дисципліна «Математичний аналіз: функції кількох змінних-2» є складовою частиною дисципліни «Математичний аналіз» (ПО2), вивчається в четвертому семестрі і базується на знаннях, отриманих при вивченні навчальних дисциплін «Математичний аналіз: функції однієї змінної-1», «Математичний аналіз: функції однієї змінної-2» та «Математичний аналіз: функції кількох змінних-1».

**Постреквізити:** Навчальна дисципліна «Математичний аналіз: функції кількох змінних-2» передуює вивченню дисциплін «Функціональний аналіз» (ПО10), «Методи математичної фізики» (ПО12), «Комплексний аналіз» (ПО11) та «Теорія ймовірностей» (ПО15).

### 11. Зміст навчальної дисципліни

12. Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Розділ 9. Кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли. Теорія поля.</i>				
<b>Тема 9.1. Кратні інтеграли</b>	<b>77</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>17</b>
<i>МКР – 1 (за темою 9.1)</i>	<b>5</b>		<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Тема 9.2. Криволінійні та поверхневі інтеграли.</b>	<b>87</b>	<b>26</b>	<b>44</b>	<b>17</b>
<i>Елементи теорій поля.</i>				
<i>МКР – 2 (за темою 9.2)</i>	<b>5</b>		<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Разом за розділом 9</b>	174	58	76	40
<i>Розділ 10. Інтеграли, що залежать від параметра</i>				
<b>Тема 10.1 Кратні інтеграли, що залежать від параметра. Невластиві інтеграли, що залежать від параметра</b>	<b>34</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Тема 10.2. Перетворення Фур'є</b>	<b>12</b>		<b>4</b>	<b>8</b>
<b>Разом за розділом 10</b>	46	14	14	18
<b>Розрахункова робота</b>	20			20
<b>Екзамен</b>	30			30
<b>Всього годин</b>	270	72	90	108

### 13. Навчальні матеріали та ресурси

#### Базова література

21. Дороговцев А.Я. Математичний аналіз, Том 1, 2. К., Либідь, 1994 – 230 с .
22. Математика в технічному університеті [Електронний ресурс] : підручник / І. В. Алексеєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова ; за ред. О. І. Клесова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,01 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – Т. 1. – 496 с.  
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/24338>
23. Дубовик В. П. Вища математика: навч. посібн. / Дубовик В. П., Юрик І. І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
24. 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.
25. Математика в сучасному технічному університеті. Практикум. У 4-х частинах. Ч. 1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія [Електронний ресурс]: навчальний посібник / НТУУ «КПІ»; уклад. І. В. Алексеєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, [та інші]. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,45 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ». 2015. –180 с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/16606>
26. Математика в сучасному технічному університеті. Практикум. Частина 2. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. В. Алексеєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний [та ін.]. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,67 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 249 с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/16620>
27. Дубовик В. П. Вища математика. Збірник задач: навч. посібн. / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
28. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної : збірник завдань до типової розрахункової роботи для студ. І курсу техн.. спец. / Л. Б. Федорова, Н. Р. Коновалова, І. В. Алексеєва, А. Ю. Кіндибалюк, О. П. Трофимчук, В. О. Гайдей. – К. : ІВЦ «Політехніка», 2001. – 65 с.
29. Деякі розділи елементарної математики. Методичні вказівки до типової розрахункової роботи з математичного аналізу. КПІ. 2014.
30. Вступ до математичного аналізу. Методичні вказівки до типової розрахункової роботи з математичного аналізу. КПІ. 2013.
31. Барановська Г.Г. Практикум з математики. Показникова і логарифмічна функції «КПІ». – 2014. –
32. Дороговцев А.Я. Сборник задач по математическому анализу, К.,Вища школа,1991.

#### Додаткова література

33. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. Т.1.2, М., Наука 1981.
34. Никольский С.М. Курс математического анализа. Т.1.2, М., Наука, 1983.
35. Рудин У. Основы математического анализа, М., Мир, 1966.
36. Тер-Крикоров А.М., Шабунин М.И. Курс математического анализа, М., Наука 1988.
37. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, Т.2.3, М., Наука 1969.
38. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу, М.,Физматгиз, 1962.
39. 16.Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Задачи и упражнения по математическому анализу, М., Высшая школа, 2000.
40. 17.Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу, М., Наука, 1984.

#### Інформаційні ресурси

9. Барановська Г.Г. Практикум з математики. Показникова і логарифмічна функції [Електронний ресурс] // Електронний каталог науково-технічної бібліотеки НТУУ «КПІ». – 2014. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/8V7A4N5CQ668NADB87TUN4HRX31QT5QRSDDNNK6FLVBFITQ1LTN-00998?func=full-set-set&set\\_number=754749&set\\_entry=000025&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/8V7A4N5CQ668NADB87TUN4HRX31QT5QRSDDNNK6FLVBFITQ1LTN-00998?func=full-set-set&set_number=754749&set_entry=000025&format=999).

10. Дубовик В.П. Вища математика: навч. посібн. / Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-01757?func=full-set-set&set\\_number=797795&set\\_entry=000003&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-01757?func=full-set-set&set_number=797795&set_entry=000003&format=999)

11. Дубовик В.П. Вища математика. Збірник задач: навч. посібн./ Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02049?func=full-set-set&set\\_number=797796&set\\_entry=000018&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02049?func=full-set-set&set_number=797796&set_entry=000018&format=999)

12. 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. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02550?func=full-set-set&set\\_number=797798&set\\_entry=000004&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-02550?func=full-set-set&set_number=797798&set_entry=000004&format=999)

13. Стрижак Т.Г. Математичний аналіз. Приклади і задачі: навч. посіб. для студ. техніч. вищих закладів / Стрижак Т.Г., Коновалова Н.Р. – К.: Либідь, 1995. – 238 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03070?func=full-set-set&set\\_number=797800&set\\_entry=000016&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03070?func=full-set-set&set_number=797800&set_entry=000016&format=999)

14. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах: учеб. пособие для студентов вузов. В 2-х частях / Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. – М.: Высш. школа, 1999. – Ч. 1. – 304 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03906?func=full-set-set&set\\_number=797805&set\\_entry=000005&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-03906?func=full-set-set&set_number=797805&set_entry=000005&format=999)

15. Сборник задач по математике для вузов. В 4-х частях. Ч. 1. Линейная алгебра и основы математического анализа: Учеб. пособие для вузов / Болгов В. А., Демидович Б. П., Ефимов А. В. и др. Под общ. ред. А. В. Ефимова и Б. П. Демидовича. – 3-е изд., испр. М.: Наука, 1993. – 480 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00457?func=full-set-set&set\\_number=797807&set\\_entry=000002&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00457?func=full-set-set&set_number=797807&set_entry=000002&format=999)

16. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа: уч. пособие. – 22-е изд., перераб. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2005. – 432 с. – Режим доступу:

[http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00665?func=full-set-set&set\\_number=797808&set\\_entry=000004&format=999](http://library.kpi.ua:8991/F/V467KL684MQGAPRA4I9MDIFGD2VHBNMNBARSIJGRU6SKIP181-00665?func=full-set-set&set_number=797808&set_entry=000004&format=999)

## Навчальний контент

### 14. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Очна/дистанційна форма

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Клітки, кліткові множини в $R_m$ , їх міра і властивості міри. Означення міри Жордана. Міра множини раціональних та ірраціональних точок в $R_1$ .

	<i>Рекомендована література:</i> [14], 12.2.
2	Вимірність криволінійної трапеції і сектора в $R_2$ . Множини міри нуль, її властивості. Міра гладкої дуги в $R_2$ . <i>Рекомендована література:</i> [13], 44.1.
3	Критерій вимірності за жорданом в $R_m$ . Основні властивості міри вимірних множин. <i>Рекомендована література:</i> [1], 14.2
4	Означення кратного інтеграла Рімана, його геометричний та фізичний зміст. <i>Рекомендована література:</i> [14], 12.6.
5	Необхідна і достатня умова існування кратного інтеграла Рімана. Суми Дарбу. <i>Рекомендована література:</i> [13], 44.4.
6	Інтеграл Дарбу, теорема Дарбу. Достатні умови існування кратного інтеграла Рімана. <i>Рекомендована література:</i> [1], 14.3.
7	Класи функцій, що інтегровні за Ріманом в $R_m$ . Основні властивості кратних інтегралів. Теорема про середнє значення кратного інтеграла. <i>Рекомендована література:</i> [1], 14.2
8	Повторні інтегралі. Приклади. Обчислення подвійного інтеграла по прямокутнику. <i>Рекомендована література:</i> [17], 16.2.
9	Обчислення потрійного інтеграла по брус . <i>Рекомендована література:</i> [17], 16.2.
10	Теорема Фубіні. Обчислення подвійного інтеграла по правильній області і потрійного по циліндричному брусу. <i>Рекомендована література:</i> [14], 12.12.
11	Застосування подвійних і потрійних інтегралів в задачах геометрії та фізики. <i>Рекомендована література:</i> [17], 16.2.
12	Поняття регулярного відображення в $R_m$ . Заміна змінних в кратних інтегралах. <i>Рекомендована література:</i> [1], 14.4.
13	Приклади обчислення подвійних інтегралів в полярній та потрійного в циліндричній та сферичній системах координат. Узагальнено-полярна система координат. <i>Рекомендована література:</i> [17], 16.4..
14	Вичерпуючі множини. Означення невластивого кратного інтеграла та його збіжність. <i>Рекомендована література:</i> [1], 14.5.
15	Ознака збіжності невластивого кратного інтеграла для невід'ємних функцій. <i>Рекомендована література:</i> [1], 14.5.
16	Мажорантна ознака. Абсолютна збіжність і відсутність умовної збіжності. Обчислення інтеграла Пуассона за допомогою невластивого інтеграла.

	<i>Рекомендована література:</i> [13], 48.3.
17	Криволінійні інтеграли I роду, їх властивості, формули обчислення. Еквівалентність різних означень. <i>Рекомендована література:</i> [14], 13.1
18	Орієнтація дуги. Задача про роботу сили на криволінійному шляху. Криволінійні інтеграли II роду, еквівалентність різних означень. <i>Рекомендована література:</i> [13], 47.2
19	Формули обчислень криволінійного інтеграла II роду, умови існування. Незалежність криволінійного інтеграла від параметризації кривої. <i>Рекомендована література:</i> [13], 47.5
20	Зв'язність області. Формула Гріна. Умова незалежності криволінійного інтеграла II роду від шляху інтегрування. <i>Рекомендована література:</i> [17], 16.3
21	Циркуляція. Потенціальне векторне поле, необхідні та достатні умови потенціальності поля. Формула знаходження потенціалу. <i>Рекомендована література:</i> [17], 15.3
22	Рівняння в повних диференціалах. Задача про знаходження маси поверхні в $R_3$ <i>Рекомендована література:</i> [13], 47.7
23	Приклад Шварца. Задача про знаходження площі поверхні. Означення, формули обчислення і застосування поверхневих інтегралів I роду в задачах геометрії та механіки. <i>Рекомендована література:</i> [17], 17.2
24	Орієнтація поверхні. Пляшка Кляйна. Задача про знаходження потоку векторного поля через поверхню. <i>Рекомендована література:</i> [14], 13.9
25	Означення поверхневого інтеграла II роду, різні форми його запису, їх еквівалентність, умови існування поверхневого інтеграла II роду. <i>Рекомендована література:</i> [13], 51.1
26	Формули обчислення поверхневого інтеграла II роду. Формула Гаусса-Остроградського. Інваріантне визначення дивергенції векторного поля. <i>Рекомендована література:</i> [14], 13.10
27	Формула Стокса. Інваріантне визначення ротора векторного поля. Циркуляція і ротор. Необхідні і достатні умови потенціальності поля. Векторна форма формули Стокса <i>Рекомендована література:</i> [14], 13.11
28	Поняття скалярного поля, поверхні рівня, швидкість зміни поля в заданому напрямку. Векторне поле, векторні лінії. Потік і дивергенція. <i>Рекомендована література:</i> [13], 52.1
29	Диференціальні операції в теорії поля. Оператор набла, його властивості. Соленоїдальні поля <i>Рекомендована література:</i> [17], 18.4
30	Інтеграл Рімана, залежні від параметра. Теореми про інтегровність та диференційовність за параметром.

	<i>Рекомендована література:</i> :[13], 53.2
31	Рівномірна збіжність . Теорема про граничний перехід в інтегралі Рімана. Невластиві інтеграли Рімана I роду, що залежать від параметра. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 13.2
32	Рівномірна збіжність невластивого інтеграла Рімана I роду. <i>Рекомендована література:</i> :[14], 7.5
33	Критерій рівномірної збіжності невластивого інтеграла, що залежить від параметра. Приклади. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 13.3
34	Ознаки рівномірної збіжності невластивого інтеграла I роду( ознаки Вейєрштрасса, Діріхле). Ознака Абеля. <i>Рекомендована література:</i> :[13], 52.4
35	Теорема про граничний перехід під знаком інтеграла та про інтегрування за параметром невластивого інтеграла. Теорема про диференціювання за параметром і інтегрування по безмежному проміжку інтеграла, що залежить від параметра. <i>Рекомендована література:</i> :[13], 54.3
36	Невластиві інтеграли Рімана II роду, що залежать від параметра. <i>Рекомендована література:</i> :[1], 34.4

#### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Обчислення подвійного інтеграла по прямокутнику та потрійного по брусу. <i>Література:</i> [12], XIV.1
2	Повторні інтеграли. Заміна порядку інтегрування в подвійному інтегралі. Теорема про середнє. <i>Література:</i> [12], XIV.3
3	Заміна змінних. Обчислення подвійного інтеграла в полярних координатах. Узагальнена-полярна система. <i>Література:</i> [12], XIV.4
4	Заміна змінних в подвійному інтегралі. Якобіан переходу <i>Література:</i> [18], VIII.3
5	Невластиві подвійні та потрійні інтеграли. <i>Література:</i> [12], XIV.5
6	Геометричні застосування подвійних інтегралів. Фізичні застосування подвійних інтегралів. <i>Література:</i> [18], VIII.4
7	Обчислення потрійного інтеграла в декартових координатах. <i>Література:</i> [18], VIII.6
8	Зміна порядку інтегрування в потрійному інтегралі.

	<i>Література:</i> [18], VIII.6
9	Заміна змінних в потрійному інтегралі, обчислення потрійного інтеграла в циліндричних та сферичних координатах. <i>Література:</i> [18], VIII.6
10	Заміна змінних в потрійному інтегралі( загальни. випадок). Якобіан переходу. <i>Література:</i> [12], XIV.4
11	Геометричні застосування потрійного інтеграла. Середнє зв'язання функції в тривимірній області. <i>Література:</i> [18], VIII.7
12	Застосування потрійного інтеграла в задачах механіки, термо- та електродинаміки. <i>Література:</i> [18], VIII/8.
13	Кратні інтеграли в $R_m, (m > 3)$ . Декартова система координат. <i>Література:</i> [12], XIV.3
14	Узагальнені сферичні координати. <i>Література:</i> [12], XIV.3
15	Контрольна робота 1 за темою 9.1
16	Криволінійні інтеграли I роду, їх обчислення та застосування. <i>Література:</i> [18], VIII.11
17	Криволінійні інтеграли II роду, обчислення. <i>Література:</i> [18], VIII.11
18	Застосування криволінійних інтегралів II роду в задачах геометрії. <i>Література:</i> [18], VIII.13
19	Застосування криволінійних інтегралів II роду в задачах фізики.. <i>Література:</i> [18], VIII.13
20	Формула Гріна. Обчислення площ плоских фігур за допомогою криволінійного інтеграла. <i>Література:</i> [18], VIII.12
21	Плоске потенціальне поле. Потенціал. <i>Література:</i> [18], VIII.11
22	Рівняння в повних диференціалах. <i>Література:</i> [18], VIII.12
23	Поверхневі інтеграли I роду. Площа поверхні. <i>Література:</i> [12], XV.3
24	Поверхневі інтеграли I роду. Обчислення мас та моментів поверхні. <i>Література:</i> [12], XV.3
25	Поверхневі інтеграли II роду, обчислення. <i>Література:</i> [12], XV.2
26	Знаходження об'єму тіла за допомогою поверхневого інтегралу. <i>Література:</i> [12], XV.2
27	Поверхневі інтеграли II роду, застосування в задачах геометрії.

	<i>Література:</i> [18], VIII.14
28	Поверхневі інтеграли II роду, застосування в задачах механіки та фізики. <i>Література:</i> [18], VIII.14
29	Формула Остроградського –Гаусса. Випадок замкненої поверхні <i>Література:</i> [18], VIII.16
30	Формула Остроградського –Гаусса. Випадок незамкненої поверхні <i>Література:</i> [18], VIII.16
31	Векторна форма формули Остроградського- Гаусса. Дивергенція. <i>Література:</i> [12], XV.2
32	Формула Стокса. Випадок замкненої лінії. <i>Література:</i> [18], VIII.15
33	Формула Стокса. Випадок незамкненої лінії. <i>Література:</i> [18], VIII.15
34	Векторна форма формули Стокса. Ротор. <i>Література:</i> [12], XV.2
35	Потенціальне поле у просторі, знаходження потенціалу, відновлення функції за її повним диференціалом. <i>Література:</i> [18], VIII.13
36	Скалярне поле, швидкість зміни поля в заданому напрямку, градієнт, його обчислення. <i>Література:</i> [18], VIII.17
37	Оператор Гамільтона, його властивості Доведення тотожностей, що містять оператор Гамільтона. <i>Література:</i> [18], VIII.17
38	Контрольна робота 2 за темою 9.2.
39	Збіжність невластивих інтегралів, що залежать від параметра. Неперервність інтегралів, що залежать від параметра. <i>Література:</i> [12], XIII.2
40	Рівномірна збіжність невластивих інтегралів, що залежать від параметра. <i>Література:</i> [12], XIII.3
41	Диференціювання невластивих інтегралів, що залежать від параметра. <i>Література:</i> [18], VII.3
42	Інтегрування невластивих інтегралів, що залежать від параметра <i>Література:</i> [18], VII.3
43	Гамма- та бета-функції Ейлера. Обчислення деяких інтегралів за допомогою інтегралів Ейлера. <i>Література:</i> [12], XIII.4
44	Перетворення Фур'є. Обернене перетворення Фур'є. Інтеграл Фур'є в комплексній формі. <i>Література:</i> [12], XVI.3
45	Синус- та косинус-перетворення Фур'є. <i>Література:</i> [18], VII.5



## Самостійна робота

Самостійна робота студента по вивченню дисципліни включає такі види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання домашньої контрольної роботи (тестові завдання в дистанційних курсах на платформі Moodle);
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка до іспиту.
- самостійне вивчення окремих тем:

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
1	<b>Розділ 9.1. Властивості сум Дарбу.</b> <i>Література:</i> [3], 44.4
2	<b>Розділ 9.1. Узагальнення теореми Фубіні.</b> <i>Література:</i> [4], 12.12
3	<b>Розділ 9.2. Формули для знаходження потенціалу.</b> <i>Література:</i> [7], 15.3
4	<b>Розділ 9.2. Обчислення площ за допомогою криволінійного інтеграла.</b> <i>Література:</i> [7], 16.3
5	<b>Розділ 9.2. Векторна форма формул Остроградського-Гаусса та Стокса..</b> <i>Література:</i> [3], 16.3,4
6	<b>Розділ 10.1. Ознака Абеля.</b> <i>Література:</i> [3], 54.2
7	<b>Розділ 10.2. Синус- та косинус-перетворення тФур'є.</b> <i>Література:</i> [4], 16.4

## Політика та контроль

### 15. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Рекомендовані методи навчання:** вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання домашньої контрольної роботи, виконання завдань ДКР з подальшим захистом, написання тестів, підготовку до МКР та іспиту.

### 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>

### 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>

## 16. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	ДКР	Семестр. атест.
1	9	270	72	90	108	2	2	екзамен

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання [https://document.kpi.ua/files/2020\\_1-273.pdf](https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf).

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, ДКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання ДКР. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали складається з балів, які він отримує за:

- виконання самостійних робіт на практичних заняттях, написання тестів;
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахункової роботи (ДКР) із подальшим захистом.

### Робота на практичних заняттях

Ваговий бал 1 за кожен самостійну роботу, або виконаний тест

- якщо задачі повністю розв'язані, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо відповідь правильна, але у розв'язку є неточності, то здобувач отримує відсоток від максимуму, який вказується в нормі оцінювання самостійної роботи, або запрограмований у тесті;
- якщо незадовільні відповіді, метод розв'язування задач неправильний, або у випадку відсутності на заході – 0 балів

Максимальний бал  $15=1 \times 15$

### Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин

Ваговий бал кожної частини 10

МКР-1 «Ряди»

МКР-2 «Диференціальне числення функцій декількох змінних»

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі завдання (більше 90% матеріалу) 9 – 10 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 50 до 90% матеріалу) 5 – 8 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації 0 – 4 бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Максимальний бал  $10 \times 2 = 20$

### Домашня контрольна робота

Домашня контрольна робота складається з двох частин

ДКР-1 «Кратні інтеграли»

Ваговий бал 5

ДКР-2 «Теорія поля»

Ваговий бал 10

Домашня контрольна робота виконується і захищається частинами, що за змістом відповідають модульній контрольній роботі. Кожна частина ДКР здається в терміни, встановлені викладачем. При виконанні менше 60% ДКР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.  
Максимальний бал 15

#### Штрафні та заохочувальні бали

Штрафні бали можуть накладатись за несвоєчасне виконання всіх видів робіт. Заохочувальні бали можуть нараховуватись за удосконалення дидактичного матеріалу, за участь в наукових конференціях та олімпіадах з вищої математики.

Максимальна кількість штрафних (заохочувальних) балів не перевищує 10% (5 балів)

#### Форма семестрового контролю – екзамен

Ваговий бал кожного завдання 10

На екзамені студенти виконують письмову екзаменаційну роботу. Білет складається з 2 теоретичних питань і 3 практичних завдань.

Критерії оцінювання

- «відмінно»: повна відповідь на всі завдання (не менше 90% потрібної інформації; повне, безпомилкове розв'язування завдань) 9 – 10 балів;
- «добре»: достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або є незначні неточності 7 – 8 балів;
- «задовільно»: неповна відповідь на завдання (не менше 60%) та є помилки і певні недоліки 5 – 6 балів;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає умовам до «задовільно» (незадовільна відповідь, неправильний метод розв'язування) 0 – 4 бали.

Максимальний бал  $10 \times 5 = 50$

**Розмір стартової шкали  $R_C = 50$  балів. Розмір екзаменаційної шкали  $R_E = 50$  бали.**

**Розмір шкали рейтингу  $R = R_C + R_E = 100$  балів.**

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

**Студент допускається до екзамену, якщо його рейтинг семестру не менший 30 балів, при цьому він повинен мати зараховані модульні контрольні роботи та ДКР (виконано не менше, ніж на 60%).**

Студенти, які в кінці навчального семестру мають стартовий рейтинг  $R_C < 20$  балів до екзамену не допускаються і повинні виконати додаткові завдання до першого перескладання. Студенти з рейтингом  $20 \leq R_C < 30$  мають можливість добрати бали до допускових, шляхом виконання допускової контрольної роботи на останньому тижні навчального семестру.

**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

### **17. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)**

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom та освітньої платформи Moodle.

Поточний контроль може проводитись у вигляді тестових контрольних робіт в Moodle.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

#### **Складено:**

Доцент кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Дрозд В.В.

Доцент кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Дем'яненко О.О.

**Ухвалено** кафедрою МАтаТЙ (протокол № 11 від 04.06.2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 22.06.2021)