



МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ 3

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>105 Прикладна фізика та наноматеріали</i>
Освітня програма	<i>Прикладна фізика</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова (нормативна) (цикл загальної підготовки)</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин/4 кредити, 36 годин лекцій, 36 годин практичних, 48 годин СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>на сайті</i>
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к. ф.-м. н. Рибак Олександр Владиславович (semperfi@ukr.net) Практичні заняття: к. ф.-м. н. Рибак Олександр Владиславович</i>
Розміщення курсу	<i>www.youtube.com/watch?v=8pAbx93H3CA www.youtube.com/watch?v=oRLRCsQ5L0o www.youtube.com/watch?v=Fd76POh-V9Y www.youtube.com/watch?v=KSmkyQjrWm4 www.youtube.com/watch?v=6tsbx_USUPE www.youtube.com/watch?v=dQapCOUpXQM www.youtube.com/watch?v=fpVoiR0rmaY</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни «Математичний аналіз 3» є вивчення понять, теорем та методів аналізу функцій декількох дійсних змінних. Отримані навички можна буде застосувати у засвоєнні нових математичних напрямків, а також для розв'язання інженерних або наукових задач із інформатики, математики, фізики, хімії та інших подібних дисциплін.

Предметом дисципліни є множини, розташовані у багатовимірному просторі, та функції, які діють на таких множинах і мають певні регулярності: неперервність, диференційовність, інтегровність.

Програмні результати навчання:

Знання:

- Знання топологічних властивостей множин: замкненості, відкритості, компактності.
- Знання властивостей функцій від декількох змінних.

- Знання теорем, за допомогою яких можна перевірити наявність певних властивостей множини або функції.
- Знання рівностей та співвідношень, де фігурують функції спеціального виду.
- Знання перетворень змінних, за допомогою яких обчислюється площа чи об'єм фігури.

Уміння:

- Визначати, чи має множина певну топологічну властивість.
- Знайти похідну за напрямком, диференціал, мінімуми та максимуми функції.
- Знайти площу чи об'єм фігури, інтеграл від функції на певній області.

Досвід:

- Розв'язання задач із математики та фізики, де використовується похідна, інтеграл, диференціал, градієнт і подібні математичні інструменти.
- Використання теорем та критеріїв, за допомогою яких можна визначити властивості заданої математичної моделі.
- Доведення тотожностей, обчислення числових показників об'єкта чи системи.

Базові компетентності:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 1)
- Знання та розуміння предметної області, розуміння професійної діяльності (ЗК 2).

Спеціальні (фахові) компетентності:

- Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання у професійній діяльності (ФК 7).

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Математичний аналіз 3» студенти зможуть:

- Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів (ПРН 2).

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

Дисципліна «Математичний аналіз 3» базується на навичках, отриманих студентами при вивченні дисциплін «Математичний аналіз 1», «Математичний аналіз 2», «Алгебра та геометрія».

Отримані під час вивчення курсу «Математичний аналіз 3» практичні навички та засвоєні теоретичні знання в подальшому можна використовувати для вивчення інших навчальних дисциплін, пов'язаних із математикою та фізикою: «Диференціальні рівняння», «Теорія функції комплексної змінної», Тензорний аналіз», «Теорія ймовірностей», «Математичне моделювання», «Електродинаміка суцільних середовищ», «Теорія поля».

Необхідні знання і навички:

- Знайомство з границями, похідними та інтегралами функцій однієї змінної.
- Знайомство з поняттям визначника матриці, лінійної залежності векторів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Границі та неперервність функції декількох змінних

Тема 1. Поняття границі для випадку функції декількох змінних.

Тема 2. Границя за напрямком, повторна та подвійна границя.

Тема 3. Неперервність функції у точці, рівномірна неперервність.

Розділ 2. Відкриті, замкнені, компактні множини

Тема 1. Поняття метрики та метричного простору, приклади метрик.

Тема 2. Відкриті та замкнені множини у довільному метричному просторі.

Тема 3. Поняття компактності, властивості функцій на компактних множинах.

Тема 4. Теорема Больцано-Вейєрштраса про компактність замкненої та обмеженої множини у евклідовому просторі.

Тема 5. Теорема Бореля-Лебега про наявність скінченного підпокриття для компакта.

Розділ 3. Похідна за напрямком, диференціал, градієнт функції декількох змінних

Тема 1. Похідна за напрямком та диференціал.

Тема 2. Градієнт функції декількох змінних, зв'язок похідної за напрямком та градієнта.

Тема 3. Пошук мінімумів і максимумів за допомогою першого та другого диференціалів.

Тема 4. Похідна неявно заданої функції.

Розділ 4. Інтеграл функції декількох змінних

Тема 1. Поняття інтеграла для випадку функції декількох змінних.

Тема 2. Теорема Фубіні, зміна порядку інтегрування за двома змінними.

Тема 3. Граничний перехід і диференціювання під знаком інтеграла.

Тема 4. Заміна координат і якобіан переходу, полярні та сферичні координати.

Тема 5. Визначені інтеграли спеціального виду: інтеграл Діріхле, інтеграл Гауса.

Тема 6. Функції, що задаються через інтеграли: бета-функція та гамма-функція.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові навчальні матеріали:

1. Шкіль М.І. Математичний аналіз: Підручник: У 2 ч. Ч.1 – К.: Вища школа, 2005. – 477 с.
2. Шкіль М.І. Математичний аналіз: Підручник: У 2 ч. Ч.2 – К.: Вища школа, 2005. – 510 с.

Допоміжні навчальні матеріали:

1. Дороговцев А. Я. «Математический анализ: краткий курс в современном изложении». – Издание второе. – Киев: Факт, 2004. – 560 с.
2. Зорич В. А. «Математический анализ». Часть II. – Издание четвёртое, исправленное. – Москва: МЦНМО, 2002. – XIV + 794 с.
3. Фихтенгольц Г. М. «Основы математического анализа». Часть 2. – Издание 11-е, стереотипное. – Москва: Лань, 2020. – 464 с.

Факультативні джерела :

1. Подколзин А. С., Садовничий В. А. «Задачи студенческих олимпиад по математике». – Москва: Наука, 1978. – 208 с.

1. **Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

<i>Назви змістових модулів і тем</i>	<i>Всього годин</i>	<i>Лекції</i>	<i>Практичні заняття</i>	<i>СРС</i>
Розділ 1. Границі та неперервність функції декількох змінних	20	6	6	8
<i>Лекція 1. Поняття границі для випадку функції декількох змінних.</i>		2		
<i>Практичне заняття 1. Поняття границі для випадку функції декількох змінних.</i>			2	
<i>Лекція 2. Границя за напрямком, повторна та подвійна границя.</i>		2		
<i>Практичне заняття 2. Границя за напрямком, повторна та подвійна границя.</i>			2	
<i>Лекція 3. Неперервність функції у точці, рівномірна неперервність.</i>		2		
<i>Практичне заняття 3. Неперервність функції у точці, рівномірна неперервність.</i>			2	
Розділ 2. Відкриті, замкнені, компактні множини	34	10	10	14
<i>Лекція 4. Поняття метрики та метричного простору, приклади метрик.</i>		2		
<i>Практичне заняття 4. Поняття метрики та метричного простору, приклади метрик.</i>			2	
<i>Лекція 5. Відкриті та замкнені множини у довільному метричному просторі.</i>		2		
<i>Практичне заняття 5. Відкриті та замкнені множини у довільному метричному просторі.</i>			2	
<i>Лекція 6. Поняття компактності, властивості функцій на компактних множинах.</i>		2		
<i>Практичне заняття 6. Поняття компактності, властивості функцій на компактних множинах.</i>			2	
<i>Лекція 7. Теорема Больцано-Веєрштраса про компактність замкненої та обмеженої множини у евклідовому просторі.</i>		2		
<i>Практичне заняття 7. Теорема Больцано-Веєрштраса про компактність замкненої та обмеженої множини у евклідовому просторі.</i>			2	
<i>Лекція 8. Теорема Бореля-Лебега про наявність скінченного підпокриття для компакта.</i>		2		
<i>Практичне заняття 8. Теорема Бореля-Лебега про наявність скінченного підпокриття для компакта.</i>			2	
Розділ 3. Похідна за напрямком, диференціал,	26	8	8	10

градієнт функції декількох змінних				
Лекція 9. Похідна за напрямком та диференціал.		2		
Практичне заняття 9. Похідна за напрямком та диференціал.			2	
Лекція 10. Градієнт функції декількох змінних, зв'язок похідної за напрямком та градієнта.		2		
Практичне заняття 10. Градієнт функції декількох змінних, зв'язок похідної за напрямком та градієнта.			2	
Лекція 11. Пошук мінімумів і максимумів за допомогою першого та другого диференціалів.		2		
Практичне заняття 11. Пошук мінімумів і максимумів за допомогою першого та другого диференціалів.			2	
Лекція 12. Похідна неявно заданої функції.		2		
Практичне заняття 12. Похідна неявно заданої функції.			2	
Розділ 4. Інтеграл функції декількох змінних	40	12	12	16
Лекція 13. Поняття інтеграла для випадку функції декількох змінних.		2		
Практичне заняття 13. Поняття інтеграла для випадку функції декількох змінних.			2	
Лекція 14. Теорема Фубіні, зміна порядку інтегрування за двома змінними.		2		
Практичне заняття 14. Теорема Фубіні, зміна порядку інтегрування за двома змінними.			2	
Лекція 15. Граничний перехід і диференціювання під знаком інтеграла.		2		
Практичне заняття 15. Граничний перехід і диференціювання під знаком інтеграла.			2	
Лекція 16. Заміна координат і якобіан переходу, полярні та сферичні координати.		2		
Практичне заняття 16. Заміна координат і якобіан переходу, полярні та сферичні координати.			2	
Лекція 17. Визначені інтеграли спеціального виду: інтеграл Діріхле, інтеграл Гауса.		2		
Практичне заняття 17. Визначені інтеграли спеціального виду: інтеграл Діріхле, інтеграл Гауса.			2	
Лекція 18. Функції, що задаються через інтеграли: бета-функція та гамма-функція.		2		
Практичне заняття 18. Функції, що задаються через інтеграли: бета-функція та гамма-функція.			2	

Всього годин	120	36	36	48
---------------------	------------	-----------	-----------	-----------

2. Самостійна робота студента

Силабус навчальної дисципліни «Математичний аналіз 3» розроблено на основі гнучкого підходу до формування навчальних завдань та видів діяльності, які потрібні студентам для досягнення запланованих результатів навчання з подальшим проектуванням навчального досвіду таким чином, щоб максимально підвищити ефективність навчання студентів в подальшому.

За темою кожного практичного заняття студенти отримують домашнє завдання. Задачі у завданнях нагадують ті, що розбираються на практичних заняттях. Виконання домашніх завдань покращує засвоєння лекційного матеріалу.

Також студенти виконують розрахункову роботу зі знаходження інтегралів функцій декількох змінних. Подібні завдання розвивають зосередженість, техніку обробки математичних виразів та вміння знаходити підхід до задачі.

Додатково студентам пропонується задача підвищеної складності, за розв'язання якої вони можуть отримати додаткові бали.

Політика та контроль

3. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Написання контрольної роботи	Здається на окремому аркуші
2	Виконання домашніх робіт	Мінімум 5 із 9

Необов'язкові умови допуску до екзамену:

- Активність на практичних заняттях.
- Відвідування лекційних занять.
- Відвідування практичних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою ¹

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	+
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	+
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	+
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	+
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	+
$RD < 60$	Незадовільно	-
Невиконання умов допуску	Не допущено	-

¹ Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

Співбесіда

На останньому за розкладом занятті викладач проводить семестрову атестацію у вигляді співбесіди зі студентами, які не змогли отримати за рейтингом позитивну оцінку, але були допущені до семестрової атестації.

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 20 балів ($RD < 20$), зобов'язані проходити співбесіду. У цьому разі рейтингова оцінка складається з результатів, отриманих на протязі семестру, та результатів співбесіди.

Студенти, які протягом семестру отримали не менше 20 балів, можуть пройти співбесіду з метою підвищення оцінки. Якщо результати співбесіди є позитивними, студент отримує оцінку за результатами співбесіди. Якщо результати співбесіди є негативними або нижчими за бажаний рівень знань для оцінки, на яку студент претендує, студент отримує оцінку згідно зі своїм рейтингом.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Розв'язання додаткової задачі підвищеної складності	10 балів		

Відвідування занять

Відвідування лекцій та лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного виконання лабораторних робіт та здачі екзамену. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути його практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Студенти, які не з'явилися на контрольний захід, мають написати контрольну роботу на будь-якому наступному занятті або безпосередньо перед екзаменом. Повторне написання модульної контрольної роботи допускається за бажанням студента, якщо втрачено більше 5 балів у порівнянні з максимальною оцінкою.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації ²		8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови	Поточний рейтинг ³	≥ 8 балів	≥ 20 балів

² Там само.

³ Там само.

отримання атестації	Контрольна робота	-	+
	Домашні роботи	мінімум 2 із 9	Мінімум 5 із 9

Академічна доброчесність

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

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

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

Дистанційне навчання

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Сертифікати онлайн-курсів можуть зараховуватись при виконанні певних практичних завдань і враховуватись при поточному і модульному контролі за попереднім узгодженням.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Математичний аналіз 3» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів із серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати письмові завдання.

Навчання іноземною мовою

Враховуючи специфіку навчальної дисципліни, деякі поняття та навчальний матеріал можуть вивчатися англійською мовою. Також у процесі викладання навчальної дисципліни можуть використовуватись відеоматеріали англійською мовою.

4. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю.

Поточний контроль: опитування за темою заняття, модульна контрольна робота.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що отримуються за: 9 основних домашніх робіт, модульну контрольну роботу та розв'язок задачі підвищеної складності (за бажанням).

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

- 1. Виконання домашніх робіт: по 4 бали за кожну з 9 домашніх робіт. Домашня робота зараховується при виконанні щонайменше половини завдань. Разом 36 балів.*
- 2. Модульний контроль: контрольна робота з 6 завдань, за кожне завдання можна отримати від 0 до 4 балів у залежності від повноти та правильності виконання. Разом 24 бали.*

Розрахунок шкали рейтингу ($R = RC + RE + R3$, де RC - сума балів, отриманих під час семестру; RE - бали, отримані під час екзамену; $R3$ — заохочувальні бали за виконання творчих завдань, участь в олімпіадах):

$$\begin{aligned}RC &= 4 \times 9 + 4 \times 6 = 60, \\RE &\leq 40, \\R3 &\leq 10.\end{aligned}$$

Заохочувальні бали:

- 1. Задача підвищеної складності з даного курсу: 10 балів за правильний розв'язок.*

Для отримання студентом відповідної семестрової оцінки його рейтинг має бути:

<i>Рейтингові бали</i>	<i>Визначення</i>	<i>Традиційна оцінка</i>
<i>95...100</i>	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>
<i>85...94</i>	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>
<i>75...84</i>	<i>Добре</i>	
<i>65...74</i>	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>
<i>60...64</i>	<i>Достатньо</i>	
<i>20...59</i>	<i>Незадовільно</i>	
<i>менше 20</i>	<i>Не допущено (потрібна додаткова робота)</i>	

Необхідною умовою допуску до екзамену є: зарахування 5 домашніх робіт, написання контрольної роботи, попередній рейтинг не менше 20 балів.

- 1. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**
 - *Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть зараховуватись за попереднім узгодженням.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав старший викладач кафедри, к. ф.-м. н. Рибак Олександр Владиславович

Ухвалено кафедрою Інформаційної безпеки (протокол № 16/2020 від 27.08.2020)

Затверджено Вченою Радою ФТІ (протокол № 7/1 від 07.09.2020)