

СИЛАБУС
освітнього компонента ОК 7
(умовне позначення ОК в освітній програмі (ОП))

Додаткові аспекти класичної математики

Назва дисципліни:	Додаткові аспекти класичної математики
Рівень вищої освіти:	третій (освітньо-професійний)
Галузь знань:	
Спеціальність:	
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма:	
Сторінка курсу в Moodle:	http://dl.khadi.kharkov.ua
Рік навчання:	2
Семестр:	3 (осінній)
Обсяг освітнього компонента	4 кредити (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Залік
Консультації:	за графіком
Назва кафедри:	кафедра вищої математики
Мова викладання:	українська, англійська (якщо є)
Керівник курсу:	Ярхо Тетяна Олександрівна, д. пед. н., професор
Контактний телефон:	(057)707-37-37
E-mail:	<i>vmatem@khadi.kharkov.ua</i>

Короткий зміст освітнього компонента:

Метою вивчення навчальної дисципліни в системі неперервної математичної підготовки бакалаврів, магістрів і аспірантів є формування математичної компетентності майбутніх докторів філософії, що є основою фундаментальної складової їхньої професійної підготовки.

Предмет дисципліни: вивчення класичної теорії множин як фундаменту розділів класичної математики; теорії нечітких множин як сучасного апарату формалізації невизначеностей; спеціальних питань лінійної алгебри, що складають основу чисельних методів оптимізації; додаткових тем інтегрального числення; теорії стійкості розв'язків диференціальних рівнянь як практично значущої теми теорії диференціальних рівнянь.

Основними завданнями навчальної дисципліни є:

- вивчення основних понять і фактів загальної теорії множин (класичних та нечітких);
- вивчення основних понять і фактів спеціальних питань лінійної алгебри (лінійні простори, лінійні відображення);
- формування навичок практичного застосування спеціальних питань лінійної алгебри до дослідження властивостей лінійних операторів;
- ознайомлення з класичними методами оптимізації, задачею оптимізації;
- формування здатностей дослідження функцій на екстремум;
- вивчення теорії власних і невластивих інтегралів, що залежать від параметру та її практичних застосувань;
- ознайомлення з основами теорії стійкості за Ляпуновим;

– формування здатностей дослідження на стійкість, асимптотичну стійкість точок спокою систем диференціальних рівнянь.

Передумови для вивчення освітнього компоненту: курс обов'язкової дисципліни «Вища математика».

Компетентності, яких набуває здобувач:

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до самовдосконалення.
- ЗК2. Здатність до критики й самокритики.
- ЗК3. Креативність, здатність до системного мислення.
- ЗК4. Наполегливість у досягненні мети.
- ЗК5. Володіння глибоким науковим та культурним світоглядом рівня здобувача наукового ступеня доктора філософії.
- ЗК6. Здатність продуктувати нові ідеї для розв'язання комплексних проблем у галузі професійної та дослідницької діяльності.
- ЗК7. Володіння навичками управління інформацією.
- ЗК8. Володіння методами наукового аналізу.
- ЗК9. Володіння навичками підготовки наукової статті.

Спеціальні (фахові) компетентності:

- СК1. Здатність використовувати класичні математичні методи в обраній науковій діяльності.
- СК2. Володіння високим рівнем класичних теоретичних математичних знань та практичної підготовки; здатність застосування цих знань для вирішення науково-дослідницьких та прикладних завдань.
- СК3. Володіння навичками усної та письмової презентації результатів наукового дослідження.
- СК4. Володіння методологією власного наукового дослідження.
- СК5. Здатність демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, правил та теорій, пов'язаних з предметом дослідження.
- СК6. Володіння навичками створення математичних моделей відомих практичних задач та їхнього аналізу щодо отримання нових наукових результатів, з використанням відомих або розроблених методик.

Результати навчання відповідно до освітньої програми:

- ПРН1. Знання основних понять і фактів загальної теорії множин; спеціальних питань лінійної алгебри; класичних методів оптимізації; теорії власних і невластних інтегралів, що залежать від параметру; основ теорії стійкості за Ляпуновим; основ теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних.
- ПРН2. Володіння навичками практичного застосування спеціальних питань лінійної алгебри до дослідження властивостей лінійних операторів.
- ПРН3. Здатність дослідження функцій на екстремум.
- ПРН4. Здатність практичних застосувань основних положень теорії інтегралів, що залежать від параметру.
- ПРН5. Здатність дослідження на стійкість, асимптотичну стійкість точок спокою теорії диференціальних рівнянь.

Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
1	ЛК Загальна теорія множин. Множини та їхні властивості. Алгебра множин. Поняття про нечіткі множини.	2	2
	ПР -	-	-
	СР Функція приналежності нечіткій множині та методи її побудови. Операції над нечіткими множинами. Нечітка логіка.	18	18
2	ЛК Спеціальні питання лінійної алгебри. Лінійні (векторні) простори.	2	2
	ПР Лінійна залежність і незалежність векторів. Базис лінійному простору.	2	2
	СР Лінійні підпростори.	6	6
3	ЛК Спеціальні питання лінійної алгебри. Лінійні відображення.	2	2
	ПР -	-	-
	СР Лінійні оператори. Власні вектори і власні значення лінійного оператора. Поняття про квадратичні форми.	12	12
4	ЛК Класичні методи оптимізації. Загальна постановка задач оптимізації. Задача безумовної оптимізації.	2	2
	ПР Розв'язання задач на знаходження екстремумів.	2	2
	СР Локальний, умовний і глобальний екстремуми функцій двох змінних.	12	12
5	ЛК Власні інтеграли, що залежать від параметру. Сталі та змінні межі інтегрування.	2	2
	ПР -	-	-
	СР Неперервність, диференційованість, інтегрованість власних інтегралів, що залежать від параметру.	8	8
6	ЛК Невласні інтеграли, що залежать від параметру (першого та другого роду).	2	2
	ПР Знаходження власних та невластних інтегралів, що залежать від параметру та їхніх похідних.	2	2
	СР Рівномірна збіжність інтегралів. Інтеграл Ейлера-Пуассона. Тема-функція. Гама-функція.	16	16
7	ЛК Основи теорії стійкості. Стійкість за Ляпуновим. Другий метод Ляпунова.	2	2
	ПР -	-	-
	СР Системи звичайних диференціальних рівнянь. Теорема Ляпунова про асимптотичну стійкість. Теорема Четаєва про нестійкість. Дослідження на стійкість за першим наближенням.	12	12

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
8	ЛК Поняття про диференціальні рівняння у частинних похідних першого порядку. Основні означення. Постановка задачі про інтегрування диференціальних рівнянь у частинних похідних.	2	2
	ПР Дослідження на стійкість, асимптотичну стійкість точок спокою систем диференціальних рівнянь. Розв'язання задач на доведення стосовно розв'язань диференціальних рівнянь у частинних похідних.	2	2
	СР Властивості рівнянь у частинних похідних першого порядку з однією невідомою функцією.	12	12
Разом	ЛК	16	16
	ПР (ЛР, СЗ)	8	8
	СР	96	96

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (за наявності):

Методи навчання:

- лекції, практичні заняття, пояснення, тощо;
- типові розрахункові роботи;
- стандартизовані тести;
- завдання з поглибленої креативної підготовки;
- контрольні роботи;
- презентації виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- підсумкові комплексні тести.

Система оцінювання та вимоги

1Поточна успішність

1.1 Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальною шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.2 Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

1.3 Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

1.4 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті (лабораторному чи семінарському) за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших

проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

2 Підсумкове оцінювання

2.1 Здобувач вищої освіти отримує залік на останньому занятті з дисципліни за результатами поточного оцінювання. Середня оцінка за поточну діяльність конвертується у бали за 100-бальною шкалою, відповідно до таблиці перерахунку (таблиця 1).

Здобувачі вищої освіти, які мають середню поточну оцінку з дисципліни нижче ніж «3» (60 балів), на останньому занятті можуть підвищити свій поточний бал шляхом складання тестів з дисципліни.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

– «Відмінно»: теоретичний зміст курсу освоєний **цілком**, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, **усі** передбачені програмою навчання навчальні завдання **виконані**, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до **максимального**. (не менше 90 % правильних відповідей);

– «Дуже добре»: теоретичний зміст курсу освоєний **цілком**, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в **основному** сформовані, **усі** передбачені програмою навчання навчальні завдання **виконані**, якість виконання **більшості** з них оцінено числом балів, близьким до **максимального**. (від 82 % до 89 % правильних відповідей);

– «Добре»: теоретичний зміст курсу освоєний **цілком**, без прогалин, **деякі** практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані **недостатньо**, **усі** передбачені програмою навчання навчальні завдання **виконані**, якість виконання **жодного** з них **не оцінено мінімальним** числом балів, деякі види завдань виконані з **помилкам** (від 74 % до 81 % правильних відповідей);

– «Задовільно»: теоретичний зміст курсу освоєний **частково**, але **прогалини не носять істотного** характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в **основному** сформовані, **більшість** передбачених програмою навчання навчальних завдань **виконано**, **деякі** з виконаних завдань, можливо, містять **помилки** (від 67 % до 73% правильних відповідей);

– «Задовільно достатньо»: теоретичний зміст курсу освоєний **частково**, але **прогалини не носять істотного** характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в **основному** сформовані, **більшість** передбачених програмою навчання навчальних завдань **виконано**, **деякі** з виконаних завдань, можливо, містять **помилки** (від 60 % до 66 % правильних відповідей);

– «Незадовільно»: теоретичний зміст курсу освоєний **частково**, необхідні практичні навички роботи **не сформовані**, **більшість** передбачених програм навчання навчальних завдань **не виконано**, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до **мінімального**; при **додатковій самостійній** роботі над матеріалом курсу **можливе підвищення якості** виконання навчальних завдань (**з можливістю повторного складання**)(менше 60 % правильних відповідей);

- **«Неприйнятно»** - теоретичний зміст курсу **не освоєно**, необхідні практичні навички роботи **не сформовані**, **усі виконані** навчальні завдання містять грубі **помилки**, **додаткова самостійна** робота над матеріалом курсу **не приведе** до якого-небудь значимого **підвищення якості** виконання навчальних завдань.**(з обов'язковим повторним курсом)**.

2.1.2 Визначення підсумкової оцінки заліку студента з дисципліни за семестр:

1. Підсумкова оцінка студента з дисципліни кафедри за семестр (ПО) включає результат поточного контролю студента у семестрі (РПК) та результат виконання завдань підсумкового семестрового контролю у формі заліку (Е або З).

2. Визначення ПО у разі підсумкового семестрового контролю у формі заліку здійснюється за схемою

Визначення РПК		
РПК \geq 60б. Усі складові РПК \geq 50б.		РПК < 60б.
Пропозиція студенту: залік, ПО=РПК		
Згода студента	Відмова студента	
	Складання заліку. Визначення З	Складання заліку. Визначення З
Залік. ПО=РПК	ПО=max {РПК, З}	ПО=f (РПК, З) за таблицею 1

Таблиця 1.Визначення ПО= f (РПК, Е); ПО=f (РПК, З).

РПК	Е або З	ПО
0-34 б	0-69 б	ПО= $\frac{РПК+Е(З)}{2}$
	70-74 б	ПО=60б
	75-100 б	ПО=65 б
35-59 б	0-59 б	ПО= $\frac{РПК+Е(З)}{2}$
	60-69 б	60 б
	70-74 б	65 б
	75 -100 б	70 б
60-69 б	0-84 б	ПО= $\frac{РПК+Е(З)}{2}$
	85-100 б	80 б
70-74 б	0-100 б	ПО= $\frac{РПК+Е(З)}{2}$

2.1.3. Визначення РПК.

Необхідною умовою визначення РПК є зарахування викладачем індивідуальних домашніх завдань – типових розрахунків (ТРЗ). РПК визначається за наступними складовими:

- результат контрольних робіт;
- результат роботи на практичних заняттях;
- результат підсумкового тесту;
- результат опросу за теоретичним матеріалом.

РПК обчислюється як середньо-арифметичне значення результатів складових. Контрольні роботи та підсумковий тест виконуються у письмовій формі. Відповіді на питання теоретичного опросу надаються у письмовій формі. Письмові роботи студентів зберігаються на кафедрі протягом року.

2.1.4 Визначення ЗАЛІКУ.

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування викладачем ТРЗ.

Залік проводиться у письмовій формі за білетами, затвердженими на засіданні кафедри, з подальшою співбесідою зі студентом щодо помилок або неточностей письмової роботи.

Під час проведення заліку студентам дозволяється користуватися власними конспектами практичних занять.

Визначення Заліку здійснюється у відповідальності до критеріїв оцінки знань студентів на заліку, затверджених на засіданні кафедри.

2.1.5 Критерії оцінки знань студентів на заліку

1. Кожен екзаменаційний білет (білет залікового завдання) містить 3 завдання: теоретичне запитання та дві задачі.
2. Відповідь на теоретичне запитання передбачає надання означень, їх геометричної і фізичної інтерпретації, формулювання теорем щодо властивостей або інших характеристик математичних об'єктів.
3. Максимальна сума балів за правильне виконання кожного завдання білету складає 30 балів.
4. Оцінювання відповіді на теоретичне запитання здійснюється за системою, наведеною у таблиці 1.

Таблиця 1. Система оцінювання відповіді на теоретичне запитання

Висновок щодо відповіді			Оцінка, бали
1.	Відповідь правильна		
	1.1.	Обґрунтування правильне	30
	1.2.	Є помилки в обґрунтуванні	25
2.	Відповідь завершена		
	2.1.	Є помилки обчислювального характеру	20
	2.2.	Є помилки принципового характеру	15
	2.3.	Відповідь містить невірні означення і формулювання	0
3.	Відповідь незавершена		
	3.1.	Правильною є не менш половини відповіді	15
	3.2.	Правильною є менше половини відповіді	7
	3.3.	Відповідь містить невірні означення і формулювання	0
4.	Відповідь відсутня		0

2.1.6. Оцінювання розв'язання кожної з двох задач білету, здійснюється за системою, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2. Система оцінювання задач

Висновок щодо розв'язання задачі			Оцінка, бали
1.	Розв'язання правильне		
	1.1.	Обґрунтування правильне	30
	1.2.	Є помилки в обґрунтуванні	25

Висновок щодо розв'язання задачі			Оцінка, бали
2.	Розв'язання завершене		
	2.1.	Алгоритм розв'язання правильний. Є помилки обчислювального характеру	20
	2.2.	Алгоритм розв'язання правильний. Є помилки принципового характеру	15
	2.3.	Алгоритм розв'язання неправильний.	0
3.	Розв'язання незавершене		
	3.1.	Правильно виконано і обґрунтовано не менш половини розв'язання	15
	3.2.	Правильно виконано і обґрунтовано менш половини розв'язання	7
	3.3.	Алгоритм розв'язання неправильний	0
4.	Розв'язання відсутнє		0

2.1.7. У разі одержання студентом за виконання завдань екзаменаційного білету (білету залікового завдання) суми балів, що перевищує або дорівнює 75, студентіві пропонується виконання додаткового теоретичного завдання креативного характеру: доведення формул, властивостей або інших характеристик математичних об'єктів.

2.1.8. Максимальна сума балів за правильне виконання додаткового завдання складає 10 балів.

2.1.9. Оцінка заліку визначається за Таблицею відповідності шкали оцінювання ХНАДУ з національною шкалою та шкалою ЄКТС.
Залікові письмові роботи студентів зберігаються на кафедрі протягом року.

Примітка. При проведенні підсумкового семестрового контролю знань студентів (заліку) лектор повинен мати наступну документацію:

- робочу програму навчальної дисципліни;
- положення про систему контролю знань студентів з дисципліни кафедри вищої математики, затверджені на засіданні кафедри та підписані завідувачем кафедри;
- критерії оцінки студентів на заліку, затверджені на засіданні кафедри вищої математики;
- білети залікового завдання, затверджені на засіданні кафедри вищої математики;
- залікову відомість, підписану деканом факультету;
- рейтинг поточної успішності студентів, що містить підсумки виконання ТРЗ та складових поточного контролю знань.

Таблиця 2 - Шкала переведення балів у національну систему оцінювання

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою
від 60 балів до 100 балів	зараховано
менше 60 балів	незараховано

Таблиця 3 - Відповідність підсумкових рейтингових оцінок у балах оцінкам за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою (екзамен, залік)	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	A	«Відмінно» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком , без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані , якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального .
82 – 89	Добре	B	«Дуже добре» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком , без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані , якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального .
75 – 81		C	«Добре» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком , без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо , усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані , якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилкам
67 – 74	Задовільно	D	«Задовільно» - теоретичний зміст курсу освоєний частково , але прогалини не несуть істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано , деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки .
60 – 66		E	«Достатньо» - теоретичний зміст курсу освоєний частково , деякі практичні навички роботи не сформовані , багато передбачені програмою навчання навчальні завдання не виконані , або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мініимального .
35 – 59	Незадовільно	FX	«Незадовільно» - теоретичний зміст курсу освоєний частково , необхідні практичні навички роботи не сформовані , більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мініимального ; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань(з можливістю повторного складання)
1 – 34		F	«Неприйнятно» - теоретичний зміст курсу не освоєно , необхідні практичні навички роботи не сформовані , усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки , додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значимого підвищення якості виконання навчальних завдань.(з обов'язковим повторним курсом)

Політика курсу:

- курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
- освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;
- самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).
- списування під час контрольних робіт та заліків заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

Рекомендована література: *(література не пізніше 10 років, окрім 1 фундаментального класичного підручника або монографії)*

1. Базова література

1. Барковський В. В. Вища математика для економістів / В. В. Барковський, Н. В. Барковська. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 448 с.
2. Барабаш О. В. Вища математика для економістів. Конспект лекцій. Частина 1 / О. В. Барабаш, А. П. Мусієнко, В. В. Собчук. – К.: ДУТ, 2019. – 224 с.
3. Клебка В. Ю. Вища математика в прикладах і задачах / В. Ю. Клебка, В. Л. Голець. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 594 с.
4. Литвин І. І. Вища математика / І. І. Литвин, О. Н. Конончук, Г. О. Железняк. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 368 с.
5. Пафик С. П. Границя та неперервність функції. Похідна та її застосування : навч.- метод. посіб. / С. П. Пафик, І. О. Савченко; за ред. О. В. Лісового. – К., 2017. – 44с.
6. Ярхо Т. О. Невизначений інтеграл: теоретичні та практичні аспекти формування операційно-технологічних математичних компетенцій (для практичних занять і самостійної роботи): навчальний посібник / Т. О. Ярхо, Т. В. Ємельянова, О. Д. Пташний, Т. Б. Фастовська; за ред. Т. О. Ярхо. – Харків: ХНАДУ, 2019. – 188 с.
7. Навчальний посібник «Вища математика: Інтегральне числення функції однієї змінної. Диференціальні рівняння» для студентів технічних спеціальностей / Укл. Г. М. Кулик, О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Степаненко, Н. П. Ярема – К.: НТУУ «КПІ». – 2016. – 278 с.
8. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник для інженерних спеціальностей [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського, уклад.: І. М. Копась. – Електронні текстові данні (1 файл: 2504 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 126 с.
9. Зюбанов О. Є. Навчальний посібник «Диференціальні рівняння» / О. Є. Зюбанов. – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2018. – 72 с.

10. Бусарова Т. М. Кратні та криволінійні інтеграли [Текст]: навчальний посібник для самостійної роботи / Т. М. Бусарова, Т. С. Гришечкіна, В. М. Кузнецов, Г. А. Папанов; ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2016. - 93 с.

2. Допоміжна література

1. Ярхо Т.О. Практикум з вищої математики. Визначений інтеграл та його застосування: навчально-методичний посібник / Т. О. Ярхо, І. І. Мороз. - Х.: ХНАДУ, 2016. - 75 с.
2. Ярхо Т. О. Практикум з вищої математики. Невизначений інтеграл: навчально-методичний посібник / Т. О. Ярхо, Т. В. Ємельянова, Т. Б. Фастовська та ін. - Х.: ХНАДУ, 2017. - 147 с.

3. Мороз І. І. Лекції і практикум з вищої математики. Функція багатьох змінних: навчально-методичний посібник для іноземних студентів / І. І. Мороз. - Х.: ХНАДУ, 2018. - 84 с.

4. Мороз І. І. Функції однієї змінної. Границі і неперервність функцій. / Мороз І. І., Нацик Л. Д. - Х.: ХНАДУ, 2014. - 65 с.

5. Ярхо Т. О. Кратні інтеграли та їхні застосування: теоретичні й практичні аспекти формування операційно-технологічних математичних компетенцій. Навчально-методичний посібник (для практичних занять і самостійної роботи) / Т. О. Ярхо, С. В. Гадецька, Т. В. Ємельянова, І. І. Мороз. - Харків: ХНАДУ, 2020. - 104 с.

6. Михайленко І. В. Лекції і практикум з вищої математики «Криволінійні інтеграли» для іноземних студентів: навчально-методичний посібник / І. В. Михайленко, В. О. Нестеренко. - Харків: ХНАДУ, 2019. - 91 с.

7. Нестеренко В. О. Методичні вказівки до типових занять з вищої математики з теми «Криволінійні інтеграли та їх застосування» / В. О. Нестеренко, Ж. В. Саппа. - Х.: ХНАДУ, 2010. - 50 с.

Додаткові джерела:

1. дистанційний курс: <http://dl.khadi.kharkov.ua>

Розробник (розробники)

силабусу навчальної дисципліни

 підпис

 Тетяна ЯРХО

 ПІБ

Гарант освітньо-професійної програми

 підпис

 ПІБ

Завідувач кафедри

 підпис

 Тетяна ЯРХО

 ПІБ