МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

математичний Факультет

Кафедра ЗАГАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ

 **ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан математичного факультету

 \_\_\_\_\_\_ \_С.І.Гоменюк\_\_\_\_\_\_

 (підпис) (ініціали та прізвище)

 «\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_\_\_

**МЕТОДИ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПІДВИЩЕНОЇ СКЛАДНОСТІ**

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 111 Математика

освітньо-професійної програми Математика, Комп’ютерна математика,

**Укладач: Гречнєва Марина Олександрівна, к.ф.-м.н., доцент кафедри загальної математикии**

|  |  |
| --- | --- |
| Обговорено та ухваленона засіданні кафедри загальної математикиПротокол №\_\_\_\_ від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ р.Завідувач кафедри загальної математики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_І.В. Зіновєєв\_\_\_\_ (підпис) (ініціали, прізвище ) | Ухвалено науково-методичною радою математичного факультету  Протокол №\_\_\_\_від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_202\_\_ р.Голова науково-методичної ради математичного факультету \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.С.Пшенична\_\_ (підпис) (ініціали, прізвище ) |

|  |  |
| --- | --- |
| Погоджено з навчально-методичним відділом\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (підпис) (ініціали, прізвище) | Погоджено з навчальною лабораторією інформаційного забезпечення освітнього процесу (підпис) (ініціали, прізвище) |

2021 рік

**1. Опис навчальної дисципліни**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** |
| **Галузь знань, спеціальність,** **освітня програма** **рівень вищої освіти**  | **Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі**  | **Характеристика навчальної дисципліни** |
| очна (денна) форма здобуття освіти | заочна (дистанційна) форма здобуття освіти |
| **Галузь знань**11 Математика та статистика  | Кількість кредитів – 4  | **Вибіркова** |
| Нормативна |
| **Спеціальність**111 Математика | Загальна кількість годин –120 | **Семестр:** |
| **Спеціалізація**  | 7-й |   |
| \*Змістових модулів – 6 | **Лекції** |
| **Освітньо-професійна програма**Математика, Комп’ютерна математика | 20 год. |  |
| **Практичні** |
| Рівень вищої освіти: **бакалаврський**  | Кількість поточних контрольних заходів – 12 | 20 год. |  |
| **Самостійна робота** |
| 80 год. |  |
| **Вид підсумкового семестрового контролю**: залік |

### **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Методи розв’язання задач підвищеної складності» є забезпечення засвоєння студентами основних закономірностей, принципів та методів навчання математики, методів і прийомів підготовки вчителя до уроку математики, методів і прийомів організації навчання математиці на уроках факультативної та поглибленої підготовки. Ознайомлення з основними факультативними курсами, а також з методикою підготовки до олімпіад.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Методи розв’язання задач підвищеної складності» є: підготовка студентів до викладання факультативних курсів математики і навчання методиці розв’язання задач олімпіадного рівня. Саме цьому питанню і присвячена дисципліна «Задачі підвищеної складності елементарної математики», який є органічним продовженням курсу шкільної математики та методики ії викладання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути

таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

|  |  |
| --- | --- |
| Заплановані робочою програмою результати навчаннята компетентності  | Методи і контрольні заходи |
| **1** | **2** |
| *Результати навчання*:* вміння розв’язувати задачі підвищеної складності;
* застосовування поняття векторної алгебри при розв’язанні економічних задач;
* використання поняття екстремуму функції в економічних задачах;

*Компетентності:** Здатність до навчання, в тому числі, і самостійного.
* Здатність використовувати математичні методи.
* Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
* Здатність створювати математичну модель розв’язуваної проблеми.
* Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних. Здатність пояснювати в математичних термінах результати, отримані під час розрахунків.
* Готовність розв’язувати нові проблеми у нових галузях знань
 |  ТестуванняІндивідуальні практичні завданняЗахист реферату за обраною темоюПідсумкові заходиІндивідуальні практичні завданняПідсумкові заходиІндивідуальні практичні завданняПідсумкові заходи |

**Міждисциплінарні зв’язки.** Для оволодінням курсу студент повинен мати знання основ наступних дисциплін: аналітична геометрія, математичний аналіз, лінійна алгебра, дискретна математика, алгебра і теорія чисел, педагогіка та методика викладання математики й інформатики, шкільний курс математики і методика ії викладання.

**3. Програма навчальної дисципліни**

***Змістовий модуль 1.*** *Метод математичної індукції (ММІ).*

Індукція і дедукція. Повна і неповна індукція. Недостатність неповної індукції. Принцип математичної індукції. Метод математичної індукції: класичне та узагальнене формулювання. Приклади застосування індуктивних та дедуктивних міркувань до розв’язання математичних задач. Приклади застосування методу математичної індукції.

***Змістовий модуль 2.*** *Елементи комбінаторики* ***.*** *Елементи теорії ймовірностей.*

 Комбінаторика. Поняття комбінаторних задач. Правило добутку множин. Кортежі. Довжина кортежу. Кортежі довжини k. Впорядкованість елементів кортежу. Олімпіадні задачі на розміщення з повтореннями та без повторень. Узагальнене правило добутку множин. Перестановки. Сполучення з повторенням та без повторень. Трикутник Паскаля. Біном Ньютона та приклади його застосування. Комбінаторні задачі із геометричним змістом. Відомості із історії теорії ймовірностей. Класичне означення ймовірності події. Підрахунок кількості можливих варіантів подій.

***Змістовий модуль 3.*** *Методи доведення та розв’язування нерівностей. Доведення тотожностей. Розв’язання рівнянь.*

 Поняття одномонотонних послідовностей. Одномонотонні послідовності розмірності 2×2, 2×3, 2×n, Одномонотонні послідовності розмірності 3×3, 3×n та m×n, Застосування одномонотонних послідовностей до доведення класичних нерівностей. Векторний спосіб доведення нерівностей. Векторна нерівність Коші-Буняковського. Розв’язання рівнянь та систем рівнянь за допомогою векторної нерівності Коші-Буняковського. Метод упорядкування. Доведення нерівностей за допомогою ідеї упорядкування. Пошук закономірностей.

***Змістовий модуль 4.*** *Розв’язання алгебраїчних рівнянь в цілих числах*

Остачі від ділення. Олімпіадні задачі 5-7 класів: остачі, ознаки подільності, математичні ребуси та шифри. Основні теореми на остачі. Метод розкладання на множники Застосування формул скороченого множення. Застосування ММІ до розв’язання задач в цілих числах. Порівняння та системи порівнянь першого ступеня. Позиційні системи числення та їх застосування до задач на подільність, задач на доведення простоти числа. Розв’язання нелінійних рівнянь у цілих числах.

 ***Змістовий модуль 5.*** *Задачі логіки на принцип Діріхле. Задачі на розфарбовування.*

Класичне та узагальнене формулювання принципу Діріхле. Задачі арифметики й алгебри, до розв’язання яких застосовується принцип Діріхле. Застосування принципу Діріхле до розв’язання задач комбінаторики. Застосування принципу Діріхле до розв’язання задач геометрії. Розв’язання задач в яких розфарбування відоме. Розв’язання задач на пошук можливого або заданого розфарбування. Застосування принципу розфарбовування до розв’язання логічних задач. Задачі на пошук відповідного умовам розфарбування із застосуванням принципу Діріхле.

***Змістовий модуль 6.*** *Принцип парності. Принцип крайнього.**Інваріанти*

Класичне та узагальнене формулювання принципу парності. Застосування принципу парності до розв’язання задач арифметики. Застосування принципу парності до розв’язання задач алгебри. Застосування принципу парності до розв’язання задач геометрії. Застосування принципу парності до розв’язання задач аналізу. Класичне та узагальнене формулювання принципу крайнього. Застосування принципу крайнього в задачах арифметики. Принцип крайнього в задачах алгебри. Застосування принципу крайнього в задачах алгебри. Застосування принципу крайнього в задачах геометрії. Принцип крайнього в задачах аналізу.Класичне та узагальнене поняття інваріанту. Задачі на пошук заданого інваріанту. Інваріант як метод розв’язання задач на подільність. Інваріант як метод розв’язання алгебраїчних задач. Інваріант як метод розв’язання геометричних задач. Застосування інваріантів до розв’язання логічних задач. Застосування інваріантів до розв’язання задач аналізу.

**4. Структура навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Змістовий модуль | Усьогогодин | Аудиторні (контактні) години | Самостійна робота, год | Система накопичення балів |
| Усьогогодин | Лекційні заняття, год | Практичнізаняття, год | Теор.зав-ня, к-ть балів | Практ.зав-ня,к-ть балів | Усього балів |
| о/дф. | з/дистф. | о/д ф. | з/дистф. | о/д ф. | з/дистф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| 1 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 3 | 7 | 10 |
| 2 | 15 | 4 | 2 |  | 2 |  | 11 |  | 3 | 7 | 10 |
| 3 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 3 | 7 | 10 |
| 4 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 3 | 7 | 10 |
| 5 | 15 | 4 | 2 |  | 2 |  | 11 |  | 3 | 7 | 10 |
| 6 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 3 | 7 | 10 |
| Усього за змістові модулі | 90 | 40 | 20 |  | 20 |  | 50 |  | 18 | 42 | 60 |
| Підсумковий семестровий контроль**залік** | 30 |  |  |  |  |  | 30 |  | 10 | 30 | 40 |
| Загалом | **90** | **100** |

***\*На кожен змістовий модуль необхідно передбачити проведення мінімум одного поточного комплексного контрольного заходу, який би діагностував як рівень засвоєння теоретичних знань здобувачів, так і рівень сформованості вмінь та навичок****.*

**5. Теми лекційних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № змістового модуля | Назва теми | Кількістьгодин |
| о/дф. | з/дистф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Метод математичної індукції (ММІ) | 2 |  |
| 2 | Елементи комбінаторики. Елементи теорії ймовірностей. | 4 |  |
| 3 | Методи доведення та розв’язування нерівностей. Доведення тотожностей. Розв’язання рівнянь. | 4 |  |
| 4 | Розв’язання алгебраїчних рівнянь в цілих числах | 2 |  |
| 5 | Задачі логіки на принцип Діріхле.Задачі на розфарбовування. | 4 |  |
| 6 | Принцип парності. Принцип крайнього. Інваріанти. | 4 |  |
| Разом | 20 |  |

**6. Теми практичних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № змістового Модуля | Назва теми | Кількістьгодин |
| о/дф. | з/дистф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Метод математичної індукції (ММІ) | 4 |  |
| 2 | Елементи комбінаторики. Елементи теорії ймовірностей. | 4 |  |
| 3 | Методи доведення та розв’язування нерівностей. Доведення тотожностей. Розв’язання рівнянь. | 2 |  |
| 4 | Розв’язання алгебраїчних рівнянь в цілих числах | 4 |  |
| 5 | Задачі логіки на принцип Діріхле.Задачі на розфарбовування. | 4 |  |
| 6 | Принцип парності. Принцип крайнього. Інваріанти. | 2 |  |
| Разом | 20 |  |

1. **Види і зміст поточних контрольних заходів \***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № змістового модуля | Вид поточного контрольного заходу | Зміст поточного контрольного заходу | \*\*Критерії оцінювання | Усього балів |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | Теоретичне завдання – тест 1  | Питання для підготовки:1. Матриці.
2. Операції над матрицями.
3. Правила множення матриць.
4. Визначник та його властивості.
5. Правила обчислення визначників.
6. Мінор та алгебраїчне доповнення елементів матриці.
7. Вироджена матриця.
8. Обернена матриця. Поняття СЛАР.
9. Поняття матриці та розширеної матриці системи.
10. Ранг матриці та методи його знаходження. Сумісність СЛАР.
11. Теорема Кронекера-Капеллі.
12. Фундаментальна система розв’язків.
 | Правильно/неправильно | **5** |
| Практичне завдання : тест 1,розв’язання практичні завдань | Вимоги до виконання та оформлення:Тестові практичні завдання виконуються в системі Moodle у відведений час.Розв’язання задач включає в себе умову, рисунок(за необхідністю), повне розв’язання, відповідь і здаються впродовж тижня після кожного практичного заняття | Правильно/неправильноПри наявності розв’язку і 1 суттєвої помилки знімається половина балів;наявність більше однієї суттєвої помилки – 0 балів | **6****4** |
| **Усього за ЗМ 1****контр.****заходів** | **2** |  |  | **15** |
| 2 | Теоретичне завдання – тест 2  | Питання для підготовки:1. Визначення вектору.
2. Колінеарність векторів.
3. Компланарність векторів.
4. Лінійні операції над векторами.
5. Проекція вектору на вісь.
6. Лінійна залежність векторів.
7. Поняття базису векторного простору.
8. Поняття ортонормованого базису.
9. Скалярний добуток векторів.
10. Векторний добуток векторів.
11. Мішаний добуток векторів.
12. Загальне рівняння прямої на площині.
13. Рівняння прямої у відрізках на осях координат.
14. Рівняння прямої, що проходить через дві точки.
15. Рівняння прямої, що задана через кутовий коефіцієнт.
16. Відстань від точки до прямої.
17. Взаємне розташування прямих на площині.
 | Правильно/неправильно | **5** |
|  | Практичне завдання :тест 2,розв’язання практичні завдань | Вимоги до виконання та оформлення:Тестові практичні завдання виконуються в системі Moodle у відведений час.Розв’язання задач включає в себе умову, рисунок(за необхідністю), повне розв’язання, відповідь і здаються впродовж тижня після кожного практичного заняття | Правильно/неправильноПри наявності розв’язку і 1 суттєвої помилки знімається половина балів;наявність більше однієї суттєвої помилки – 0 балів | 64 |
| **Усього за ЗМ 2****контр.****заходів** | **2** | … | … | **15** |
| 3 | Теоретичне завдання – тест 3  | Питання для підготовки: 1. Числова послідовність.
2. Границя послідовності.
3. Границя функції.
4. Нескінченно малі та великі величини.
5. Методи розкриття невизначеностей границі функції.
6. Перша та друга особливі границі.
7. Похідна функції у точці.
8. Правила диференціювання функції.
9. Похідні елементарних функцій.
10. Похідна складної функції.
11. Похідна оберненої функції.
12. Похідна параметрично заданої функції.
13. Похідні функції вищих порядків.
14. Поняття частинної похідної функції багатьох змінних.
15. Частинні похідні вищих порядків функції багатьох змінних.
16. Екстремум функції двох змінних.
 | Правильно/неправильно | **5** |
| Практичне завдання :тест 3,розв’язання практичні завдань | Вимоги до виконання та оформлення:Тестові практичні завдання виконуються в системі Moodle у відведений час.Розв’язання задач включає в себе умову, рисунок(за необхідністю), повне розв’язання, відповідь і здаються впродовж тижня після кожного практичного заняття | Правильно/неправильноПри наявності розв’язку і 1 суттєвої помилки знімається половина балів;наявність більше однієї суттєвої помилки – 0 балів | 64 |
| **Усього за ЗМ 3****контр.****заходів** | **2** | … | … | **15** |
| 4 | Теоретичне завдання – тест 4  | Питання для підготовки: 1. Поняття первісної функції.
2. Невизначений інтеграл та його властивості.
3. Основні методи інтегрування.
4. Замінна змінної у невизначеному інтегралі.
5. Інтегрування частинами.
6. Інтегрування дрібно-раціональних функцій.
7. Поняття визначеного інтегралу.
8. Властивості визначеного інтегралу.
9. Заміна змінної у визначеному інтегралі.
10. Інтегрування визначеного інтегралу частинами.
11. Невласні інтеграли.
12. Поняття збіжності невласних інтегралів.
 | Правильно/неправильно | **5** |
| Практичне завдання :тест 4,розв’язання практичні завдань | Вимоги до виконання та оформлення:Тестові практичні завдання виконуються в системі Moodle у відведений час.Розв’язання задач включає в себе умову, рисунок(за необхідністю), повне розв’язання, відповідь і здаються впродовж тижня після кожного практичного заняття | Правильно/неправильноПри наявності розв’язку і 1 суттєвої помилки знімається половина балів;наявність більше однієї суттєвої помилки – 0 балів | 64 |
| **Усього за ЗМ 4****контр.****заходів** | **2** | … | … | **15** |
| **Усього за змістові модулі контр.****Заходів** | **8** |  |  | **60** |

**8. Підсумковий семестровий контроль\*\*\***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма  | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу | Критерії оцінювання | Усього балів |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Залік** | Теоретичне завдання: з*ахист індивідуального завдання*  | *Завдання, шкала оцінювання та терміни виконання у відповідному розділі дисципліни в Moodle* <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=4929> | Максимальна кількість балів отримується за умов повного розкриття теми індивідуальногозавдання та дотримання всіх вимог до оформлення. При неповному розкритті теми – 12 балів, при помилках в оформленні – 15 балів.  | **20** |
| Практичне завдання: підсумковий тест | Підсумковий контроль на сторінці курcу в Moodle : <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=4929> | Кожне завдання оцінюється в 2 балів. При наявності розв’язку і 1 суттєвої помилки знімається половина балів;наявність більше однієї суттєвої помилки – 0 балів | **20** |
| Усього за підсумковий семестровий контроль |  | **40** |

**9. Рекомендована література**

**Основна**:

1. Агаханов Н. X., Подлипский О.К. Математика. Районные олимпиады. 6-11 классы. – Москва : Просвещение, 2010. 148с.
2. Апостолова Г.В. Ціла та дробова частина числа. – Київ : Факт, 1996. 97с.
3. Бабинская О. Сборник олимпиадных задач по математике. – Москва : Наука, 1981. 112с.
4. Башмакова И.Г. Диофант и диофантовы уравнения. Москва : Наука, 1972. 75с.
5. Вишенський В.А. Українські математичні олімпіади. Київ : Вища школа, 1993. 415с.
6. Вышенский В.А. Сборник задач киевских математических олимпиад. Киев : Вища школа, 1984. 238с.
7. Лейфура В.М. Задачі міжнародних математичних олімпіад та методи їх розв'язування. – Львів, 1999. 128с.
8. Лоповок Л.М. Збірник математичних задач логічного характеру. Київ : Радянська школа, 1972. 151с.
9. Мельник М.П., Лукавецький В.І. Олімпіади юних математиків. Київ : Радянська школа, 1985. 104с.
10. Федак І.В. Методи розв'язування олімпіадних завдань з математики і не тільки їх. – Чернівці : Зелена Буковина, 2002. 337с.
11. **Ясінський В.А. Задачі математичних олімпіад та методи їх розв’язування. Тернопіль : Навчальна книга - Богдан, 2008. 208 с.**
12. Математичні олімпіади школярів України: 2001 - 2006 рік / В.М.Лейфура, І.М.Мітельман, В.М.Радченко, В.А.Ясінський. Львів, Каменяр, 2006. 348с.

### **Додаткова**

1. Пойа Д. Математическое открытие. Москва : Наука, 1977. 448с.
2. Петраков И.С. Математические кружки в 8-10 классах. Москва : Просвещение, 1987. 113с.
3. Васильев Н.Б., Гутенмахер В.Л., Раббот Ж.М. Заочные математические олимпиады. Москва : Просвещение, 1986. 230с.
4. Агаханов Н.Х., Купцов Л.П., Нестеренок Ю.В. Математические олимпиады школьников. Москва : Просвещение: Учеб. лит. , 1997. 208 с.
5. Толок В.О., Киричевський В.В., Волкова Т.Д. Курс математики для економістів. Навчальний посібник в трьох частинах. Ч.1 Київ : Наукова думка, 2002. 336 с.
6. Толок В.О., Киричевський В.В., Волкова Т.Д. Курс математики для економістів. Навчальний посібник в трьох частинах. Ч.2 Київ : Наукова думка, 2002. 413 с.
7. Толок В.О., Киричевський В.В., Волкова Т.Д. Курс математики для економістів. Навчальний посібник в трьох частинах. Ч.3 Київ : Наукова думка, 2002. 211 с.
8. [Hardy](https://www.amazon.com/s/ref%3Ddp_byline_sr_book_1?ie=UTF8&field-author=G.H.+H.+Hardy&text=G.H.+H.+Hardy&sort=relevancerank&search-alias=books) G. H.A Course of Pure Mathematics: Third Edition, Paperback, 2021. 457р.

**Інформаційні джерела**:

1. Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Тришин И. М., Высшая математика для экономического бакалавриата : учебник и практикум / М : Издательство Юрайт, 2012. 909 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://static.my- shop.ru/product/pdf/109/1084583.pdf](http://static.my-shop.ru/product/pdf/109/1084583.pdf)
2. Кремер Н. Ш. Математика для экономистов и менеджеров. М : КНОРУС, 2015. 480 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.knorus.ru/upload/knorus_new/pdf/7019.pdf>
3. Бугров Я. С., Никольский С. М. Высшая математика. М : Дрофа, 2004. 288 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.booksshare.net/index.php?author=bugrovyas&book=2004&category=math&id1=4](http://www.booksshare.net/index.php?author=bugrov-yas&amp;book=2004&amp;category=math&amp;id1=4)
4. Барабаш О. В., Дзядик С. Ю., Жданова Ю. Д., Омецинська О. Б., Онищенко В. В., Шевченко С. М. Вища математика. Частина 1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Диференціальне числення функції однієї та багатьох змінних. Київ : ДУТ, 2015. – 435 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi59/0043305.pdf>
5. Коваленко Л.Б. Вища математика для менеджерів. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2010, 292с. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi60/0044261.pdf>
6. Воронов М.В., Мещеряков Г.П. Высшая математика для экономистов и менеджеров Ростов-н/Д : Феникс , 2004, 288с. Режим доступу: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi18/0012039.djvu>
7. Городнов В. П. Вища математика (популярно, із прикладами) Харків : Вид-во НУА, 2005. 383с. Режим доступу : <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi31/0025860/>
8. Лавренчук В.П., Настасієв П.П., Мартинюк О.В., Кондур О.С. Вища математика. Загальний курс. Чернівці : Книги – ХХІ, 2010. 556с. Режим доступу : <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi31/0025289.pdf>
9. Малютіна Т. І., Долгіх В. М. Вища математика для економістів Теорія ймовірностей і математична статистика. Суми : ДВНЗ УАБС НБУ, 2009. – 66 с. Режим доступу: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi28/0021473.pdf>
10. Оглобліна, О. І. Вища математика : конспект лекцій. Суми : СумДУ, 2010. - 112 с. Режим доступу : <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi20/0016741.pdf>