

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет інформаційних технологій і математики
Кафедра математичного аналізу та статистики

СИЛАБУС
обов'язкового освітнього компонента

МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОЛІМПІАДНИХ І
КОНКУРСНИХ ЗАДАЧ З МАТЕМАТИКИ
(назва освітнього компонента)

підготовки бакалавра
(назва освітнього рівня)

спеціальності 014 Середня освіта (Математика)
(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Середня освіта. Математика
(назва освітньо-професійної програми)

Луцьк – 2023

**Силабус навчальної дисципліни МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ
ОЛІМПІАДНИХ І КОНКУРСНИХ ЗАДАЧ З МАТЕМАТИКИ підготовки
бакалавра, галузі знань 01 Освіта / Педагогіка, спеціальності 014 Середня освіта
(Математика), за освітньою програмою Середня освіта. Математика**

Розробники: Федунік-Яремчук Оксана Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, Бушев Дмитро Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент

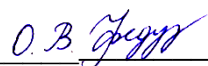
Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:

 (Швай О. Л.)

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри математичного аналізу та статистики

протокол № 2 від 5 вересня 2023 р.

Завідувач кафедри:  (Федунік-Яремчук О.В.)

I. Загальний опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна (очна) форма навчання	01 Освіта / Педагогіка, 014 Середня освіта (Математика), Середня освіта. Математика, перший (бакалаврський)	Нормативна
Кількість годин/кредитів 150/5		Рік навчання четвертий
		Семестр восьмий
		Лекції 38 год.
ІНДЗ: €		Практичні (семінарські) 38 год.
		Самостійна робота 64 год.
		Консультації 10 год.
	Форма контролю: екзамен (8 семестр)	
Мова навчання		українська

II. Інформація про викладачів

ППП Федуник-Яремчук Оксана Володимирівна
 Науковий ступінь кандидат фізико-математичних наук
 Вчене звання доцент
 Посада завідувач кафедри, доцент

Контактна інформація
 Електронна адреса викладача: Fedunyk-Yaremchuk.Oksana@vnu.edu.ua
 Телефон: 050-140 54 98

ППП Бушев Дмитро Миколайович
 Науковий ступінь кандидат фізико-математичних наук
 Посада доцент

Контактна інформація
 Електронна адреса викладача: Bushev.Dmitro@vnu.edu.ua
 Телефон: 093-552 09 91

Дні занять
 Аудиторні заняття проводяться за розкладом:
<http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi>
 Консультації викладача відповідно затвердженого графіку.

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

У курсі «Методи розв'язування олімпіадних і конкурсних задач з математики» вивчаються та класифікуються за методами розв'язування різні типи нестандартних задач, що пропонуються учням до розв'язання на факультативних заняттях з математики, олімпіадах і турнірах з математики.

2. Пререквізити (попередні курси, на яких базується вивчення освітнього компонента).

Вивчення даної дисципліни базується на знаннях шкільного курсу математики, а також таких освітніх компонентів, як математичний аналіз, лінійна алгебра, алгебра і теорії чисел, дискретна

математика, практикум розв'язування задач шкільного курсу математики, методика навчання математики.

Постреквізити (освітні компоненти, для вивчення яких потрібні знання, уміння і навички, що здобуваються після закінчення вивчення даного освітнього компонента).

Знання різних методів розв'язування олімпіадних задач використовуються для більш глибокого засвоєння окремих розділів елементарної математики, а також значно полегшують засвоєння необхідних знань, умінь та навичок для підготовки учнів до олімпіад, конкурсів і турнірів з математики.

3. Мета і завдання освітнього компонента.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Методи розв'язування олімпіадних і конкурсних задач з математики» є ознайомлення студентів з методами розв'язування математичних задач конкурсного та олімпіадного характеру, забезпечення і реалізація умов професійного становлення майбутнього вчителя математики закладу загальної середньої освіти, викладача закладу фахової передвищої освіти.

. Формування особистості, розвиток інтелекту, аналітичного та синтетичного мислення, математичної культури та інтуїції; оволодіння теоретичними основами, понятійним апаратом та методами розв'язання олімпіадних та конкурсних задач; набуття знань, умінь для подальшого успішного вивчення інших математичних дисциплін та навичок застосування отриманих знань на практиці; формування таких загальних та спеціальних (фахових та предметних) компетентностей:

- **ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях.
- **ЗК2.** Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.
- **ЗК4.** Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.
- **ЗК6.** Здатність до міжособистісної взаємодії та роботи у команді у сфері професійної діяльності на основі етичних принципів, толерантності, до спілкування з представниками інших професійних груп різного рівня.
- **ФК1.** Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмета.
- **ФК2.** Здатність забезпечувати навчання учнів державною мовою; формувати та розвивати їх мовно-комунікативні уміння і навички в області предметної спеціальності.
- **ФК3.** Здатність виявляти й окреслювати мету та завдання педагогічної діяльності, здійснювати проектування процесів навчання й виховання учнів з урахуванням їх вікових та індивідуальних особливостей, освітніх потреб і можливостей; добирати та застосовувати ефективні методики й технології навчання, виховання й розвитку учнів.
- **ФК4.** Здатність формувати і розвивати в учнів ключові та предметні компетентності засобами навчального предмета та інтегрованого навчання; формувати в них ціннісне ставлення, розвивати критичне мислення.
- **ФК6.** Здатність до формування учнівського колективу, навичок командної роботи; знаходження ефективних шляхів мотивації учнів до саморозвитку; спрямування на прогрес і досягнення з урахуванням здібностей та інтересів кожного з них.
- **ПК2.** Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі.
- **ПК5.** Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів.
- **ПК6.** Здатність розв'язувати задачі шкільного курсу математики різного рівня складності і пояснювати їх розв'язання учням.
- **ПК8.** Здатність до застосування ефективних педагогічних методик й освітніх технологій для забезпечення та оцінки якості навчання математики у закладах середньої освіти, до формування в учнів ключових і предметних компетентностей з математики.

4. Результати навчання (Компетентності).

Кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє ОК «Методи розв'язування олімпіадних і конкурсних задач з математики»:

- **РН4.** Здійснює добір і застосовує сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів; критично оцінює результати їх навчання та ефективність уроку.
- **РН7.** Демонструє знання основ фундаментальних і прикладних наук (відповідно до предметної спеціальності), оперує базовими категоріями та поняттями предметної області спеціальності.
- **РН8.** Генерує обґрунтовані думки в галузі професійних знань як для фахівців, так і для широкого загалу державною та іноземною мовами.
- **РН10.** Демонструє володіння сучасними технологіями пошуку наукової інформації для самоосвіти та застосування її у професійній діяльності.
- **РН11.** Виявляє навички роботи в команді, адаптації та дії у новій ситуації, пояснює необхідність забезпечення рівних можливостей і дотримання гендерного паритету у професійній діяльності.
- **ПРН8.** Називає, класифікує і аналізує задачі шкільного курсу математики різних рівнів складності, демонструє здатність їх розв'язувати.
- **ПРН10.** Вибирає математичні методи розв'язування задач, враховує умови виконання математичних тверджень, коректно проектує умови та твердження на нові класи об'єктів, аналізує і упорядковує відповідності між поставленою задачею й відомими моделями.
- **ПРН12.** Генерує в учнів розуміння основ математичного моделювання, готовність до застосування моделювання для розв'язування задач, формування математичних компетентностей учнів.

5. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					Форма контролю* / бали
	Усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Консультації	Самостійна робота	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль I. Елементи теорії чисел та комбінаторики у олімпіадних та конкурсних задачах						
Тема 1. Парність, подільність, ознаки подільності, остачі. Принцип Діріхле	23	6	6	1	10	УО, РЗ /5
Тема 2. Комбінаторні олімпіадні задачі	24	6	6	2	10	УО, РЗ /5
Разом за змістовним модулем I	47	12	12	3	20	10
Змістовий модуль II. Рівняння, функціональні рівняння						
Тема 3. Методи розв’язування алгебраїчних рівнянь. Діофантові рівняння.	23	6	6	1	10	УО, РЗ /5

Тема 4. Функціональні рівняння та методи їх розв'язування	24	6	6	2	10	УО, РЗ /5
Разом за змістовним модулем II	47	12	12	3	20	10
Змістовий модуль III. Нерівності. Деякі типи логічних задач						
Тема 5. Нерівності та методи їх доведення. Метод математичної індукції.	20	4	6	2	8	УО, РЗ /3
Тема 6. Задачі на переливання та зважування. Задачі на розфарбовування та пакування. Інваріанти. Принцип крайнього.	19	6	4	1	8	УО, РЗ /4
Тема 7. Математичні ігри та стратегії.	17	4	4	1	8	УО, РЗ /3
Разом за змістовним модулем III	56	14	14	4	24	10
Види підсумкових робіт						
Модульна контрольна робота за ЗМ1						20
Модульна контрольна робота за ЗМ2						20
Модульна контрольна робота за ЗМ3						20
ІНДЗ						10
Всього годин	150	38	38	10	64	100

Методи контролю*: УО – усне опитування, РЗ – розв'язування задач, ІНДЗ – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти.

6. Завдання для самостійного опрацювання.

Самостійна робота здобувачів освіти включає:

- Опрацювання матеріалу – 20 год. Перевірка здійснюється під час опитування та розв'язання задач.
- Підготовка до практичних занять, виконання домашніх завдань – 22 год. Перевірка здійснюється під час практичних занять.
- Виконання ІНДЗ – 10 год. Перевірка здійснюється під час захисту ІНДЗ.
- Підготовка до контрольних робіт – 12 год. Перевірка здійснюється під час контрольного заходу.

IV. Політика оцінювання

Оцінювання навчальних досягнень з дисципліни «Методи розв'язування олімпіадних і конкурсних задач з математики» здійснюється згідно «Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки» (<https://cutt.ly/GNUonHt>) за 100 бальною шкалою.

Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань, самостійне розв'язання індивідуальних завдань) та підсумковий модульний контроль (письмові модульні контрольні роботи).

Максимальна кількість балів, яку може отримати студент під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Передбачається виконання індивідуальних завдань. Варіант ІНДЗ включає себе набір завдань, що охоплюють одну або кілька близьких тем.

Підсумковий модульний контроль включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час модульного контролю за семестр складає 60 балів. Письмові модульні контрольні роботи містять типові задачі відповідного змістового модуля і теоретичне питання з обґрунтуванням.

Здобувачі вищої освіти мають можливість додатково отримати бали за виконання індивідуальних завдань дослідницького характеру, зокрема, написання та опублікування наукових тез та статей з тематики дисципліни. За рішенням кафедри здобувачам, які брали участь у роботі конференцій, підготовці наукових публікацій, конкурсах студентських наукових робіт за тематикою ОК й досягли значних результатів, може бути присуджено додаткові (бонусні) бали, які зараховуються як результати поточного контролю. Систему бонусних балів погоджує науково-методична комісія факультету інформаційних технологій і математики. При цьому загальна кількість балів, що вноситься до відомості за поточну роботу не може перевищувати 40 балів.

Підсумкова семестрова оцінка може виставлятися без складання екзамену за результатами поточного і модульного контролю у випадку, якщо студент успішно виконав усі завдання, набрав при цьому не менше 75 балів і погоджується із цим результатом. Така оцінка виставляється в день проведення екзамену в присутності здобувача освіти. Якщо здобувач освіти бажає підвищити рейтинг, то він складає екзамен.

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

18 – 20 балів студент отримує, якщо при вивченні змістового модуля він показав розуміння теоретичних тверджень, знання викладає чітко, логічно, грамотно. Правильно розв'язує задачі, при цьому вільно володіє методами розв'язування і застосовує теоретичні положення, передбачені силабусом.

15 – 17 балів студент отримує, якщо при вивченні певної теми показує розуміння теоретичного матеріалу і методів розв'язування задач, а також вміння їх застосовувати, але допускає окремі несуттєві теоретичні помилки або помилки в обчисленнях.

12 – 14 балів студент отримує, якщо він самостійно розв'язує завдання обов'язкового рівня, ілюструє означення математичних понять, формулювання теорем, але при відповідях на теоретичні питання не розуміє окремих моментів в обґрунтуваннях.

7 – 11 балів за МКР студент отримує, якщо він має фрагментарні знання, допускає суттєві помилки, має низький рівень теоретичної підготовки, не вміє розв'язати типові задачі.

0 – 6 балів за МКР студент отримує, якщо він не засвоїв основних понять, не вміє розв'язати завдання обов'язкового рівня, допускає суттєві помилки.

Критерії оцінювання ІНДЗ

9 – 10 балів ставиться, якщо студент правильно розв'язав всі завдання, повністю описав хід розв'язання, допустив лише неточності в оформленні чи незначну помилку в обчисленні.

7 – 8 балів ставиться, якщо студент не повністю дослідив поставлені завдання, допустив помилки в обчисленнях або виконав 80% завдань.

5 – 6 балів ставиться, якщо студент не повністю розв'язав задачу або допустив помилки при розв'язанні завдань, але виконано правильно не менше 70% від всіх завдань.

3 – 4 бали ставиться, якщо студент пропустив суттєві моменти розв'язання або допустив грубі помилки, виконав не менше 30% від загальної кількості завдань.

1 – 2 бали ставиться, якщо студент під час роботи над ІНДЗ показав незнання основних методів розв'язування, допустив грубі помилки, виконав менше 30 % від загальної кількості завдань.

Вирішення конфліктних ситуацій

Будь-яка конфліктна ситуація, яка виникає в учасників освітнього процесу вирішується згідно «Положення про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ВНУ імені Лесі Українки» (<https://cutt.ly/c4y6eVI>).

Політика викладача щодо здобувача освіти

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту (<https://cutt.ly/j4y6zs9>) і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки

(<http://surl.li/bdoop>), загальноприйнятих моральних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності. Атмосфера на заняттях повинна бути творчою, відкритою до конструктивної критики. Недопустимі запізнення на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; списування.

Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, навчання за програмою «Подвійний диплом») навчання може відбуватися в онлайн-формі за погодженням із викладачем.

Визнання результатів навчання з математичного аналізу, які отримані у формальній освіті, здійснюється згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у ВНУ імені Лесі Українки» (<https://cutt.ly/yNUt5Y4>). Визнання результатів навчання шляхом перезарахування кредитів та результатів навчання, отриманих у формальній освіті, можливе: під час переведення студента з іншого навчального закладу; під час поновлення студента на навчання до ВНУ імені Лесі Українки; за результатами навчання в рамках програм академічної мобільності, програм «Подвійний диплом», під час здобуття студентом ступеня вищої освіти у двох і більше навчальних закладах або ОПП.

Підстава для визнання результатів навчання – це надана студентом академічна довідка, завірена у встановленому порядку, індивідуальний навчальний план (залікова книжка) студента або додаток до диплому про попередню освіту. Рішення щодо зарахування залікових кредитів, отриманих у формальній освіті, приймає створена розпорядженням декана Предметна комісія.

Політика щодо академічної доброчесності

Під час навчання учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/8NUhbbB>), дотримуватись етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності.

Під час оцінювання результатів навчання студенти не користуються забороненими засобами (мобільний телефон, планшет, конспект, навчальна література, інші джерела інформації, в тому числі Інтернет-ресурси), самостійно виконують запропоновані завдання.

Політика щодо дедлайнів та перескладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно, використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують всі завдання для аудиторних занять, всі домашні завдання.

Прозвітуватися про виконання завдань можна під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу. Заборгованість із модуля повинна бути ліквідована студентом до початку підсумкового контролю з наступного модуля. Кінцевий термін ліквідації заборгованості з модульного контролю обмежується початком заліково-екзаменаційної сесії.

Перескладання модульних контрольних робіт заборонено. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються нижчою оцінкою.

V. Підсумковий контроль

Екзамени проходять у письмовій формі (тривалість 90 хв.). На іспит виносяться основні питання, типові задачі, а також завдання, що потребують творчої відповіді та умінь синтезувати отримані знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

У кожному екзаменаційному білеті міститься по два теоретичних питання, також набір задач,

вибраних із кожної модульної контрольної роботи. Максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Оцінка за семестр у випадку складання іспиту є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час іспиту.

Повторне складання екзамену допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює декан факультету.

Перелік екзаменаційних питань

1. Означення та властивості відношення подільності.
2. Необхідна та достатня умова подільності суми і різниці двох чисел на ціле число.
3. Достатня умова подільності добутку чисел на ціле число.
4. Ознаки подільності на 2, 3, 4, 5, 9, 11, 25.
5. Прості та складені числа. Взаємно прості числа.
6. Достатня умова для встановлення простоти числа.
7. Теорема Евкліда про нескінченність множини простих чисел.
8. Теорема про розклад натурального числа на множники.
9. Найбільший спільний дільник (НСД) та найменше спільне кратне (НСК) декількох чисел.
10. Теорема про знаходження НСК двох чисел використовуючи НСД цих чисел.
11. Теорема про знаходження НСК і НСД двох чисел використовуючи розклад на множники цих чисел.
12. Метод математичної індукції.
13. Розклад на множники виразів $a^n - b^n$, $a^{2n+1} + b^{2n+1}$.
14. Геометрична прогресія. Формула суми членів геометричної прогресії.
15. Теорема про ділення з остачею.
16. Формули для знаходження остач від ділення на m суми, різниці, добутку двох цілих чисел та натурального числа в натуральному степені.
17. Формула остачі від ділення на m алгебраїчної суми n чисел.
18. Теорема Ферма.
19. Наслідок з теореми Ферма.
20. Принцип Діріхле та його узагальнення.
21. Методи розв'язування алгебраїчних рівнянь.
22. Діофантові рівняння.
23. Монотонні функції та їх властивості.
23. Нерівність Бернуллі і методи її доведення.
24. Опуклість функції. Приклади.
25. Достатня умова опуклості функції.
26. Нерівність Єнсена для опуклих функцій.
27. Використання нерівності Єнсена для доведення нерівностей між середніми.
28. Геометрична інтерпретація нерівностей між середніми.
29. Означення перестановок, комбінацій, розміщень без повторень і формули для їх знаходження.
30. Задачі на переливання та зважування.
31. Задачі на розфарбовування та пакування.
32. Інваріанти.
33. Принцип крайнього.
34. Основні стратегії у задачах-іграх.
35. Поняття функціонального рівняння та його розв'язку. Приклади.
36. Методи розв'язування функціональних рівнянь.

VI. Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	Необхідне перескладання

VII. Рекомендована література та інтернет-ресурси

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Бушев Д. М., Федунік-Яремчук О. В., Соліч К. В. Методи розв'язування олімпіадних і конкурсних задач з математики: методичні вказівки. Луцьк: Волин. нац. ун-т імені Лесі Українки, 2023. 70 с.
2. Байсалов Дж. У., Мекуш О.Г., Соліч К. В. , Федунік-Яремчук О. В. Методи розв'язування олімпіадних задач: навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 014 Середня освіта (Математика). Луцьк: Волин. нац. ун-т імені Лесі Українки, 2018. 205 с.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сарана О.А. Математичні олімпіади: просте і складне поруч. Навчальний посібник. К.:А.С.К., 2005. 344 с.
2. Федак І.В. Методи розв'язування олімпіадних завдань з математики і не тільки їх. Чернівці: Зелена Буковина, 2002. 337 с.
3. Федак І.В. Функціональні рівняння: Навчальний посібник. (Видання друге). Івано-Франківськ: ПНУ, 2018. 144с.
4. Ясінський В.А. Задачі математичних олімпіад та методи їх розв'язання. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2005. 208 с.
5. Ясінський В.А. Олімпіадна математика: функціональні рівняння, метод математичної індукції. Харків: Видавнича група «Основа», 2005. 96 с.
6. Ясінський В.А. Практикум з розв'язування задач математичних олімпіад. Харків:Видавнича група «Основа», 2006. 128 с.
7. Мерзляк А.Г., Номіровський Д.А., Полонський В.Б., Якір М.С. Алгебра і початки аналізу : початок вивчення на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень: підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти: Гімназія, 2018. 512 с.
8. Мерзляк А.Г., Номіровський Д.А., Полонський В.Б. та ін. Алгебра і початки аналізу : початок вивчення на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень: підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти: Гімназія, 2019. 304 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Анікушин А., Артемчук О., Жук І., Кравченко Ю., Мекуш О., Молодцов О., Ніколаєв А., Рубльов Б, Сігетій І., Тригуб А., Ховрак С. Математичні олімпіадні змагання школярів України: 2019/2020 навч. рік: навч.-метод. посіб. / ред. Б.В. Рубльов. Харків: Гімназія, 2021. 496 с.
2. Вишенський В.А. Українські математичні олімпіади. К.: Вища школа, 1993. 415 с.

3. Войцехівська В. Функціональні рівняння. К.: ТОВ «Праймдрук», 2012. 48 с.
4. Лейфура В.М., Мітельман І.М. Математичні олімпіади школярів України. 1991– 2000.К.: Техніка, 2003. 541 с.
5. Лось В.М., Тихієнко В.П. Математика: навчаємо міркувати. Розв'язування нестандартних задач: навчальний посібник. К.: Кондор, 2005. 312 с.