

# МЕТОДИЧНИЙ КОМЕНТАР ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З МАТЕМАТИКИ У 2018/2019 НАВЧАЛЬНОМУ РОЦІ

**Михайло БУРДА** — завідувач відділу математичної та інформатичної освіти Інституту педагогіки НАПН України, доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПН України;

**Дарина ВАСИЛЬЄВА** — старший науковий співробітник відділу математичної та інформатичної освіти Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук;

**Ольга ВАШУЛЕНКО** — старший науковий співробітник відділу математичної та інформатичної освіти Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук

**Навчальні програми.** У 2018/2019 навчальному році учні 5 — 9 класів закладів загальної середньої освіти продовжуватимуть навчатися за оновленою навчальною програмою (затвердженою наказом МОН України №804 від 7.06.2017 р.). В програмі уточнено зміст математичної та ключових компетентностей, розвантажено очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності і зміст навчання з метою забезпечення їх відповідності віковим особливостям учнів. Актуальними залишаються методичні рекомендації Міністерства освіти і науки України та Інституту педагогіки НАПН України попереднього року щодо організації освітнього процесу\*.

У 2018/2019 навчальному році учні 10 класів вивчатимуть математику на рівні стандарту (3 години на тиждень) або на профільному рівні (9 годин на тиждень). Для вивчення математики на профільному рівні, укладено 2 навчальні програми. Одна призначена для учнів, які вивчали математику поглиблено у 8-9 класах, друга програма — для учнів, які в основній школі навчалися в загальноосвітніх класах і обрали математичний профіль лише в 10 класі. Основна мета оновлення програм — забезпечити перехід від традиційної знанневої, інформаційної освітньої парадигми до компетентнісної. У програмах реалізовано компетентнісний підхід, відповідно до якого кінцевим результатом навчання є сформовані математична і ключові компетентності як здатності учня успішно діяти в навчальних і життєвих ситуаціях. Опис математичної компетентності подано у першому стовпці «Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності» програм, а у другому — зміст навчального матеріалу, необхідний для їх досягнення. Результати навчально-пізнавальної діяльності, як і в програмі для 5 — 9 класів, упорядковані

\* Математика. Інформатика: методичні рекомендації МОН України щодо організації навчального процесу в 2017/2018 навчальному році; оновлені на компетентнісній основі навчальні програми 5 — 9 класів; методичні коментарі провідних науковців щодо впровадження ідей Нової української школи. — К.: УОВЦ «Оріон», 2017. — 96 с.

© Бурда М. І., Васильєва Д. В., Вашуленко О. П., 2018

за знанневим, діяльнісним і оцінно-ціннісним компонентами і конкретизовані їх складниками («розуміє», «називає», «наводить приклади», «класифікує», «зображає», «застосовує» тощо).

Відбулося розвантаження програм шляхом приведення у відповідність до змісту навчання очікуваним результатам навчально-пізнавальної діяльності. Уточнені і скореговані результати навчання учнів з метою спрощення деяких із них.

У програмі рівня стандарту вилучені вимоги: досліджує властивості функцій; обчислює значення тригонометричних виразів за допомогою тотожних перетворень і обчислювальних засобів із заданою точністю; встановлює взаємне розміщення прямих і площин у просторі та інші.

У змісті навчального матеріалу також вилучено деякий матеріал. Наприклад, не передбачено вивчення: границя функції в точці, деякі застосування інтеграла, випадкова подія, відносна частота події. Для профільного рівня у змісті навчального матеріалу вилучено: взаємно однозначна відповідність між елементами множин, рівнопотужні множини, числові множини, множина дійсних чисел, рівносильні перетворення рівнянь, рівняння-наслідки, застосування властивостей функцій до розв'язування рівнянь, рівносильні перетворення нерівностей, рівняння і нерівності, що містять знак модуля та ін. Приділяється більша увага розв'язуванню сюжетних задач як засобу набуття учнями ключових компетентностей.

*Щодо організації навчання в 11 класах.* Підручники 10 класів в минулому навчальному році не містили тем «Похідна та її застосування» та «Координати, геометричні перетворення та вектори у просторі». За відсутністю можливості забезпечити учнів навчальними матеріалами, ці теми могли не вивчатися в 10 класі. Тож потрібно з'ясувати, чи вивчали учні теми «Похідна та її застосування» і «Координати, геометричні перетворення та вектори у просторі» в 10 класі і, відповідним чином, організувати навчальний процес у 11 класі.

**Загальні вимоги до формування математичної та ключових компетентностей.** До

математичної компетентності належать: змістова, процесуально-операційна, дослідна, інформаційно-технологічна.

**Змістова** (має уявлення про ідеї та методи математики, її роль у пізнанні дійсності; володіє формально-логічними (означення, властивості, ознаки математичних об'єктів) і оперативними (методи, прийоми, способи діяльності) знаннями; розуміє математичні формули і моделі як такі, що дають змогу описувати властивості об'єктів, процесів та явищ).

**Процесуально-операційна** (зображує математичні об'єкти, встановлює і обґрунтовує їхні властивості; класифікує їх за ознаками; обґрунтовує математичні твердження; застосовує означення, властивості й ознаки математичних об'єктів до розв'язування задач; вимірює і обчислює геометричні величини; застосовує математичні методи, прийоми і способи діяльності у процесі розв'язування суто математичних і практичних задач).

**Дослідна** (висуває та перевіряє гіпотези; складає програми діяльності, передбачає її результати; приймає рішення в умовах неповної, надлишкової, точної та ймовірнісної інформації; оцінює правильність і раціональність розв'язаних задач, інтерпретує отримані результати з урахуванням конкретних умов і цілей дослідження).

**Інформаційно-технологічна** (використовує інформаційно-комунікаційні технології у навчальній діяльності; відшукує і опрацьовує математичну інформацію (підручники, довідники, Інтернет-ресурси); оцінює здобуту інформацію, систематизує й узагальнює її, робить правильні висновки). Залежно від мети і завдань рівня навчання математики повнота оволодіння цими компетентностями різна. Крім того, зміст навчання має сприяти *формуванню ключових компетентностей*. У навчальних програмах для 10 — 11 класів, як і для 5 — 9 класів, виокремлено чотири наскрізні лінії ключових компетентностей («Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність»). Ці компетентності спрямовані на посилення мотивації, інтересу до навчання, на вироблення в учнів здатності застосовувати знання й уміння у різних сферах діяльності, реальних практичних ситуаціях, а також на здобуття досвіду, формування цінностей та поглядів, які можуть бути впроваджені на практиці. Ключові компетентності набуваються в процесі розв'язування задач практичного змісту.

Математична і ключові компетентності взаємозв'язані. Їх формування передбачає дотримання певних дидактичних і методичних вимог до процесу навчання.

**1.** Важлива вимога — посилення прикладної спрямованості змісту навчання математики, яка передбачає успішне використання знань, умінь і навичок як при вивченні теоретичного матеріалу, розв'язанні математичних задач та задач практичного змісту, так і для оволодіння іншими предметами в процесі навчання. У зв'язку з цим рекомендується, де це можливо, показувати виникнення математичного факту із практичної ситуації та після його обґрунтування ілюструвати застосування на практиці, в майбутній професійній діяльності, при вивченні інших дисциплін. Дієвим засобом посилення прикладної спрямованості навчання є застосування методу математичного моделювання. Він дає змогу розширити межі застосування математичних методів, зокрема у природничих, гуманітарних і соціальних дисциплінах. Вивчаючи математику на профільному чи поглибленому рівні, корисно пропонувати учням нескладні задачі на оптимізацію. Їх розв'язання сприяє виробленню умінь будувати та досліджувати найпростіші математичні моделі. Крім того, питання прийняття оптимальних рішень людині доводиться розглядати на різних рівнях — від побутового до проблем управління, транспорту, ефективного використання природних ресурсів. Тому навчальний матеріал має містити оптимізаційні задачі різних рівнів складності та основні способи їх розв'язання.

**2.** Успішне вироблення компетентностей передбачає *забезпечення мотивації, інтересу до навчання*. Важливу роль тут відіграє використання історичного матеріалу, який стимулює наукову творчість, пробуджує критичне ставлення до фактів, дає учням уявлення про математику як невід'ємну складову загальнолюдської культури. Ознайомлення з іменами та біографіями видатних українських математиків і педагогів, які творили науку, робили визначні відкриття, сприятиме також національному і патріотичному вихованню школярів. Варто якомога ширше використовувати естетичний, художньо-графічний, емоційно-ціннісний потенціал математики. Вибір фізико-математичного, математичного профілю навчання передбачає наявність в учня усвідомленого інтересу, мотивів до навчання математики, схильності до вибору в майбутньому професії, пов'язаної з нею. Одним із способів мотивації є створення проблемних ситуацій, організація навчально-дослідницької і пошукової роботи, виконання проектних робіт (індивідуальних, парних, групових). У процесі виконання таких робіт учні знайомляться з етапами та методами наукових досліджень, пошуковою та творчою діяльністю. На доступних прикладах слід показувати учням, як розвивалися математичні поняття і відношення, теорії та методи. Все

це робить математику привабливою для учнів, сприяє творчому використанню набутих математичних компетентностей на практиці.

**3. Доступність навчального матеріалу** — необхідна умова набуття компетентностей. Вивчення математики на рівні стандарту, як правило, має спиратися на наочність, інтуїцію учнів, їхній життєвий досвід. Ознайомлення учнів із математичними фактами, за можливості, має розпочинатися з аналізу прикладів із довкілля, моделей, графіків, малюнків, фактів з інших навчальних предметів тощо. Вивчаючи тригонометричні, показникові, логарифмічні функції, учень повинен вміти встановлювати та ілюструвати за графіками основні їх властивості, застосовувати ці властивості до розв'язання нескладних рівнянь, до опису реальних процесів. Не слід приділяти занадто багато уваги виконанню громіздких перетворень тригонометричних, показникових та логарифмічних виразів і спеціальним методам розв'язування відповідних рівнянь. Основні ідеї математичного аналізу будуть доступними учням, якщо викладати їх на наочно-інтуїтивній основі. Так, слід приділити увагу як роз'ясненню механічного змісту похідної і виробленню геометричних уявлень про неї, так і розв'язуванню нескладних прикладних задач на знаходження найбільших і найменших значень реальних величин. При вивченні геометрії увага приділяється формуванню чітких уявлень про взаємовідношення геометричних об'єктів і відношень між ними з об'єктами навколишнього світу, вироблення вмінь зображати просторові фігури, конструювати і класифікувати їх, розв'язувати нескладні задачі на знаходження відстаней та кутів у просторі, елементів многогранників і круглих тіл, зокрема практичного змісту. Важливо, щоб наочність виконувала не лише ілюстративну, а й евристичну роль, сприяла створенню в учнів випереджального уявлення про суть змісту нового навчального матеріалу, полегшувала його сприйняття та розуміння.

**4. Діяльнісна спрямованість навчання**, що передбачає: постійне залучення учнів до різних видів навчально-пізнавальної діяльності; засвоєння не лише теоретичних, а й оперативних знань (як треба діяти в конкретних ситуаціях, щоб досягти поставленої мети); засвоєння способів міркувань, які застосовуються у математиці; створення методичних ситуацій, які стимулюють самостійні відкриття учнями математичних фактів; ознайомлення з порадами, вказівками, правилами щодо того, як діяти у певній навчальній ситуації. Засвоївши такі поради чи вказівки, учні більш вмотивовано і результативно виконують відповідні завдання практичного змісту. Навчання на профільному рівні передбачає також самостійне складання учнями алгоритмічних приписів чи евристик,

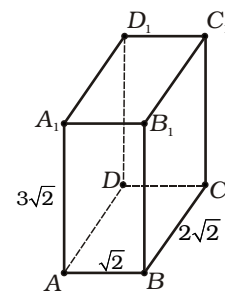
ознайомлення із структурою задач, їх видами та способами і прийомами розв'язання. Застосування навчального матеріалу до розв'язування задач, зокрема практичного змісту, значно покращується, якщо увагу приділяти систематизації вивчених фактів (таблиці, схеми, задачі за даними таблиць, класифікації).

**5. Навчання математики має бути диференційованим** — орієнтованим на учнів із різними навчальними досягненнями. Цьому сприяють зразки розв'язування типових задач, проблемні запитання і завдання, навчальний матеріал для тих, хто бажає поглибити свої знання, набори вправ і задач різної складності. Рекомендується дотримуватись залежно від рівня навчання таких основних вимог до задач: чотири рівні складності (початковий, достатній, середній, високий); опорні задачі; пари аналогічних задач (для класної і домашньої роботи); задачі за таблицями; задачі з неповними і суперечливими даними; вправи на складання задач; задачі високого рівня складності, що включають елементи задач середнього і достатнього рівнів, а останні — елементи задач початкового рівня; групи задач із спільними чи аналогічними способами розв'язання (ідеями, планами); задачі з використанням у розв'язанні допоміжних елементів.

Добір системи вправ має врахувати внутрішню логіку курсу математики та бути орієнтованим на етапі засвоєння нового матеріалу на основі набутих знань (вправи для пояснення нового матеріалу, закріплення знань, самостійної, практичної діяльності, рефлексії). Система вправ має бути варіативною, включати вправи: за видами (на обчислення, доведення, побудову, дослідження), характером умови та її поданням (усні, письмові, графічні та ін.), способами розв'язування, взаємозв'язку (прямих, обернених, протилежних і ін.).

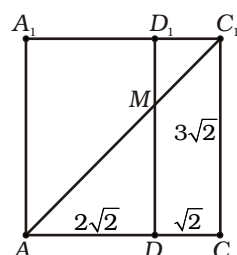
Вивчаючи математику на профільному рівні більшу увагу приділяємо вправам, розв'язання яких потребує творчості, застосування нестандартних способів.

*Наприклад.* У прямокутному паралелепіпеді  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$   $AB = \sqrt{2}$ ,  $BC = 2\sqrt{2}$ ,  $DD_1 = 3\sqrt{2}$ . Чому дорівнює найкоротша відстань на поверхні паралелепіпеда від точки  $A$  до точки  $C_1$ ?



**Розв'язання.** Якщо повернути грань  $DCC_1 D_1$  навколо ребра  $DD_1$  так, щоб грані  $AA_1 D_1 D$  і

$DCC_1D_1$  лежали в одній площині, а точки  $C$  і  $C_1$  лежали на прямих  $AD$  і  $A_1D_1$  відповідно, отримаємо таку фігуру:



Очевидно, що найкоротша відстань між точками  $A$  і  $C_1$  дорівнює довжині діагоналі  $AC_1$ .

Оскільки  $AD + DC = CC_1$ , то  $AC_1$  є діагоналлю квадрата і  $AC_1 = \sqrt{2} \cdot 3\sqrt{2} = 6$ .

**6.** Важливо забезпечити інтенсивне навчання, що передбачає систематичне використання програмно-педагогічних засобів. Вони дають змогу активізувати навчально-пізнавальну, дослідницьку діяльність учнів, посилити самостійність в опануванні компетенціями, викликати інтерес до навчання математики. У процесі використання цих засобів враховуються такі їх можливості: 1) інтегрованість (застосування однієї й тієї самої наочності з різним цільовим призначенням; поєднання наочно-образної інформації із знаково-символьною, спільний аналіз яких сприяє виробленню евристичних, дослідницьких умінь; підкріплення графічних образів понять, властивостей геометричних фігур їх числовими характеристиками, що дає змогу проводити дослідження); 2) конструктивність (перенесення комп'ютерних зображень реальних предметів та їх властивостей на відповідні моделі, де увага приділяється поелементному їх створенню, внаслідок чого учень самостійно формує означення нових понять, властивості математичних об'єктів чи способи діяльності); 3) інтерактивність (використання ППЗ у різних методичних технологіях; підтримка активних методів навчання; моделювання і конструювання математичних об'єктів; логічна організація фрагментів навчального матеріалу); 4) візуалізація (унаочнення абстрактних понять, різних граничних переходів шляхом використання відповідних динамічних моделей; різне їх перетворення (переміщення, зміна форми і розмірів, розташування на площині) сприяє розвитку образного мислення, творчих та евристичних його складових).

**7.** Застосування організаційних форм і методів навчання, що передбачають співпрацю (рольові ігри, дослідницькі проекти, експерименти, групові завдання тощо). Якщо учні залучатимуться до спільної діяльності, то це сприятиме їхній соціалізації та успішному перейманню суспільного досвіду. Відповідно до цілей навчання

розрізняють такі організаційні форми: навчальні заняття (урок, лекція, семінар, лабораторне заняття, практичне заняття, індивідуальне заняття, навчальна конференція, консультація, навчальна гра та ін.); самостійна робота (робота з джерелами різного виду (підручники, навчальні посібники, збірники задач, довідники, фільми, сайти тощо), участь у роботі гуртків та ін.); практична підготовка (формування в учнів практичних умінь (вимірювання, побудови, конструювання, моделювання,) і досвіду використовувати математичні знання на практиці).

#### Реалізація наскрізних ліній ключових компетентностей

Наскрізна лінія «Здоров'я і безпека» стосується становлення учня як емоційно стійкого члена суспільства, здатного вести здоровий спосіб життя і формувати навколо себе безпечне життєве середовище. Її реалізація уможливорює інтегрування знань багатьох предметів (математика, фізика, біологія, ОБЖ, фізкультура тощо). Відомості, що стосуються здоров'я і безпеки, можна використати з метою забезпечення мотивації до навчання математики, вироблення окремих практичних умінь. Наприклад, вивчення теми «Логарифмічна функція» чи «Логарифмічні нерівності» буде більш вмотивованим, якщо запропонувати учням розв'язати таку задачу:

Відомо, що ємність легень людини виражається формулою  $f(x) = 100 \cdot \frac{\ln x - 2}{x}$ , де  $x$  — вік людини в роках ( $x \geq 10$ ),  $f(x)$  — ємність легень у літрах. Як з'ясувати, у якому віці ємність легень більша, ніж у 15 років.

Для формування в учнів умінь використовувати набуті знання на практиці під час вивчення степеневі функції пропонуємо задачу: Під час пожежі при тривалості теплового впливу 30 с і щільності теплового потоку  $12 \text{ кВт/м}^2$  відбувається загорання дерев'яних конструкцій; при  $10,5 \text{ кВт/м}^2$  — обгорає фарба на пофарбованих металевих конструкціях, обвуглюються дерев'яні конструкції. Людина відчуває сильний біль, коли температура верхнього шару шкірного покриву ( $\sim 0,1 \text{ мм}$ ) підвищується до  $45^\circ\text{C}$ . Час досягнення «порога болю»  $\tau$  (с), пов'язаний зі щільністю теплового потоку  $q$  ( $\text{кВт/м}^2$ ) співвідношенням  $\tau = \left(\frac{35}{q}\right)^{1,33}$ . За допомогою калькулятора встановіть час досягнення «порога болю» в умовах: а) загорання дерев'яних конструкцій; б) обвуглення дерев'яних конструкцій.

Для формування компетентностей стосовно здоров'я і безпеки доцільними є задачі з фабулами про: режим харчування, якість харчових продуктів, уміння складати харчовий раціон з урахуванням можливостей, потреб та користі; безпечне використання електроприладів та ін-

ших технічних засобів; негативний вплив шкідливих звичок на молодий організм; застереження щодо надмірного використання ІКТ тощо.

Реалізація наскрізної лінії «**Громадянська відповідальність**» спрямована на формування відповідального члена громади і суспільства, свідомого ставлення особистості як члена суспільства до його вимог, уміння відповідати за власне життя, дії, вчинки. Її реалізація уможливує інтегрування знань багатьох предметів (математика, історія, право, економіка, мистецтво тощо). Для формування компетентностей доцільно використовувати задачі з фабулами про: права і обов'язки людини, права дитини; роль законів у житті суспільства; демократичні та національні цінності; роль ЗМІ у суспільному житті; участь громадян у житті громади і суспільства; необхідність суспільно значимих дій і вчинків; співпраця та спілкування з іншими людьми; повага до державних символів, історії, культури; економічні чинники розвитку суспільства; необхідність засвоєння знань, зокрема історичних і політико-правових.

*Наприклад.* Поліетиленові пакети дуже важко піддаються утилізації і вимагають багатьох років для розкладання. Ці пакети забруднюють навколишнє середовище, містять шкідливі хімічні компоненти полімерних матеріалів, а при їх спалюванні виділяються отруйні сполуки, що забруднюють атмосферу. Середньостатистичний житель України витрачає на поліетиленові пакети від 150 до 200 грн на рік, хоча можна придбати багаторазові господарські екосумки (термін придатності — 3 роки) вартістю  $p$ :  $30 \text{ грн} \leq p \leq 75 \text{ грн}$ . Скільки грошей міг би зекономити житель України, користуючись для покупок екосумкою: а) за рік; б) за три роки?

Наскрізна лінія «**Підприємливість та фінансова грамотність**» націлена на розвиток лідерських ініціатив, здатності успішно діяти в технологічному швидкозмінному середовищі, забезпечення кращого розуміння учнями практичних аспектів фінансових питань (здійснення заощаджень, інвестування, запозичення, страхування, кредитування тощо). Реалізація цієї змістової лінії надає можливість інтегрувати знання з математики, економіки, права, історії, української та іноземної мов тощо. Для формування компетентностей доцільно використовувати задачі з фабулами про: податки; цінні папери; банківську справу; сімейний бюджет; вартість товарів і послуг; страхування; благодійність.

*Наприклад.* При якій швидкості легкового автомобіля витрати пального будуть найменшими, якщо їх приблизно можна описати функцією  $y(x) = 0,0017x^2 - 0,18x + 10,2$ , де  $x$  — швидкість автомобіля в км/год ( $30 < x < 200$ ),  $y$  — кількість літрів пального на 100 км.

Наскрізна лінія «**Екологічна безпека та сталій розвиток**» стосується формування в учнів соціальної активності, відповідальності та екологічної свідомості, готовності брати участь у вирішенні питань збереження довкілля і розвитку суспільства, усвідомлення важливості сталого розвитку для майбутніх поколінь. Ця наскрізна лінія дає можливість інтегрувати знання з математики, екології, історії, економіки, фізики, хімії, біології тощо. Для формування компетентностей доцільно використовувати задачі з фабулами про: зміни клімату; природні катаклізми і техногенні аварії; забруднення довкілля (викиди, відходи); використання застарілих технологій; використання небезпечних матеріалів; економне використання енергоресурсів; екологічність продукції споживання; порушення правил безпеки і технологій (грунти, водні ресурси).

*Наприклад.* Швидкість росту пустель світу через нераціональне природокористування сягає 20 га/хв, а площа сільськогосподарських земель, включаючи пасовища та рілля, приблизно дорівнює 45 млн км<sup>2</sup>. Через який час кількість сільськогосподарських земель зменшиться вдвічі?

**Урізноманітнення організаційних форм, методів і засобів навчання.** Для розвитку інтелектуального і творчого потенціалу учнів доцільне використання нових інформаційних технологій. Ефективним у цьому контексті може стати інтерактивне навчання, за допомогою якого створюється атмосфера співробітництва та взаємодії. За інтерактивного навчання освітній процес організовується таким чином, що практично всі учні залучаються до пізнавальної діяльності, при цьому кожний робить індивідуальний внесок у вирішення загальних навчальних завдань. Використання інтерактивних прийомів і методів навчання сприяє:

розвиткові мислення учнів (зокрема, критичного): спонукання їх до висловлення своєї думки, стимулювання вироблення творчого ставлення до будь-яких висновків, правил тощо. Деякі з інтерактивних форм навчання («Робота в парах», «Робота у групах», «Карусель», «Пошук інформації» та інші) спрямовані на самостійне осмислення матеріалу, допомагають замислитися («Чи справді це так?»), дослідити факти, проаналізувати алгоритми розв'язків, зрозуміти їхню суть, перевірити результати діяльності свої і свого товариша, знайти при необхідності помилку. Використання цих прийомів стимулює до відстоювання власної думки, участі в дискусії, здійсненні самоконтролю і самооцінки. Застосування прийомів «Аналіз ситуації», «Вирішення проблем» сприяє навчанню учнів протистояти тиску більшості, з'ясуванню позитивного і

негативного не тільки в діях товаришів, а й у власних; порівнювати себе з іншими й ретельно оцінювати власну поведінку.

Забезпечити успішне навчання математики можна за умови наскрізного застосування інформаційно-комунікаційних технологій. Заввадження ІКТ має перейти від одноразових проєктів у системний процес, який охоплює всі види діяльності. ІКТ суттєво розширюють можливості вчителя, оптимізують управлінські процеси, таким чином формуючи в учня технологічні компетентності. Візуалізація навчального матеріалу дозволяє інтенсифікувати навчання; активізувати навчальну та пізнавальну діяльність; набувати досвіду образного представлення знань і навчальних дій. Спектр форм візуалізації навчального матеріалу достатньо широкий. Наприклад, комп'ютерні презентації, флешанімації, відео/аудіоматеріали, зображення, діаграми, схеми, графіки, інтелект-карти тощо. Для візуалізації теоретичного матеріалу також стануть у нагоді такі програмні засоби, як GeoGebra чи Desmos.

Сучасні умови функціонування суспільства вимагають від людини інтегрованих знань і умінь. З цією метою доцільно використовувати «Хвильові занурення» — проєктний підхід у навчанні, який передбачає детальне вивчення певної тематики. Бувають предметні хвильові занурення (учні вивчають детально одну тему в межах одного предмета) та тематичні хвильові занурення (учні вивчають одну тему на різних предметах). Наведемо приклад, як можна реалізувати тематичне хвильове занурення при вивченні теми «Графіки функцій, геометричні перетворення графіків функцій». На уроці математики учні знайомляться з основним теоретичним матеріалом про графіки функцій. На уроці інформатики будують графіки засобами ІКТ. На уроці географії будують і читають графіки температур. На уроці фізики аналізують і будують графіки руху тіл, розв'язують відповідні задачі. На уроці біології досліджують графіки зміни росту людини. На уроці економіки графіки зміни курсу валют. На уроці англійської мови вивчають терміни: функція, графік функції, область значень тощо.

Учні дуже рідко засвоюють інформацію, що надається їм у готовому вигляді. У такому контексті, все більш актуальним стає змішане навчання. За такого навчання частину відомостей учень опановує самостійно онлайн (він сам контролює час, місце, ритм та послідовність виконуваних завдань), а частина відомостей — у класі з учнями та вчителем. Однією з моделей для змішаного навчання є «Перевернутий клас» — організація навчального процесу, коли учні спершу самостійно вивчають теоретичний матеріал онлайн, а потім йдуть до школи, щоб на базі здобутих знань та засвоєних правил і інструкцій отримати

додаткові відомості від учителя, набути досвіду в застосуванні теоретичного матеріалу, працювати над проєктами. Тобто основна теоретична частина курсу засвоюється учнем самостійно онлайн. Звісно, не освоївши теорію самостійно, учень не зможе розв'язувати задачі, брати активну участь у дискусіях із вчителем чи реалізувати проєкт.

Щоб зацікавити учнів до самостійної навчальної діяльності, необхідно забезпечити її посиленість, доступність і різноманітність, враховуючи при цьому вікові та індивідуальні особливості учнів. Будь-яку самостійну роботу слід починати з постановки мети та роз'яснення способів дії. Рекомендуються такі види самостійної роботи учнів: 1) робота з книжкою чи Інтернет-ресурсами; 2) розв'язування задач і вправ; 3) підготовка доповідей та рефератів; 4) виконання практичних і лабораторних робіт; 5) виконання індивідуальних та групових завдань; 6) домашні лабораторні дослідження та спостереження; 7) технічне моделювання та конструювання. До самостійної роботи відносять і виконання учнями навчальних проєктів. Учні під час виконання проєкту досягають реальні процеси та об'єкти, проживають конкретні ситуації, залучаються до проникнення в середину явищ, процесів і способів конструювання нових об'єктів. Мета — створити умови, за яких учні: самостійно й охоче набувають знання з різних джерел; вчаться користуватися набутими знаннями для вирішення пізнавальних і практичних завдань; набувають комунікативні вміння, працюючи в різних групах; розвивають у себе дослідницькі вміння, системне мислення.

Для ефективного управління навчальним процесом учителю необхідний *постійний зворотній зв'язок з учнями*: як вони засвоїли новий навчальний матеріал, як опрацювали матеріал вдома, з якими проблемами зустрілися? Важливо, щоб будь-який контроль знань і навичок сприймався вчителем не як покарання, а як засіб для здійснення моніторингу результативності навчальної діяльності учнів. Організувати зворотній зв'язок швидко, якісно і завжди мати доступ до його результатів, дають можливості сервіси для здійснення опитування, анкетування, тестування тощо. Використовуючи їх, можна: організувати різноманітні заходи; збирати відомості про учнів; вирішувати питання, що виникають у колективі; здійснювати корекцію навчального плану в залежності від побажань учнів; перевіряти розуміння учнями навчального матеріалу; перевіряти знання та навички учнів (у класі та поза ним); здійснювати корекцію знань і планування навчальної роботи, на підставі отриманих результатів; залучати кожного учня до обговорення проблеми, дискутування, роботи над проєктом тощо. За наявності у кожного учня в класі планшета або ж смартфона, ці сервіси можна використовувати

на уроці. В інших випадках — краще запланувати роботу з ними вдома або ж у комп'ютерному класі. Вчитель може використовувати багато різноманітних сервісів, наприклад Kahoot, Quizziz, Quizalize, Triventy, Plickers, Google Form.

Доцільне використання цих засобів сприяє підвищенню ефективності навчання, інтересу учнів до математики, а також дає змогу залучити їх до активної роботи на уроці.

Сучасна школа покликана зацікавити учнів навчанням, зокрема і навчанням математики, та підготувати їх до повноцінного життя у соціумі. Основною метою навчання математики в школі є формування в учнів математичної компетентності на рівні, достатньому для забезпечення життєдіяльності в сучасному світі, успішного оволодіння знаннями з інших освітніх галузей у процесі шкільного навчання, забезпечення інтелектуального розвитку учнів, розвитку їх уваги, пам'яті, логіки, культури мислення та інтуїції. Щоб учні у майбутньому могли успішно реалізувати себе в житті, слід сформуванню у них високий рівень математичної компетентності та розвинути навички, що стосуються:

- креативного та інноваційного мислення;
- інформаційної грамотності та використання ІКТ;
- комунікації рідною та англійською мовами;
- дослідницької діяльності та винахідливості;
- підприємливості та співробітництва;
- роботи в командах та персональної відповідальності;
- ефективного вирішення проблем та прийняття рішень тощо.

Математика володіє величезним потенціалом для розвитку в учнів навичок креативного та інноваційного мислення, роботи в командах та персональної відповідальності, комунікації рідною та англійською мовами, дослідницької діяльності тощо. За допомогою математики можна здійснювати позитивний вплив на формування ціннісних орієнтацій учнів та на набуття ними досвіду використання знань на практиці. Саме тому

аббревіатура системи навчання STEM у явному вигляді стосується математики ( Mathematics).

Запроваджувати STEM-підходи до навчання математики в школі бажано поступово, але комплексно: на уроках і під час організації позакласної роботи. Учителі математики разом з іншими учителями готують учнів до участі у різноманітних конкурсах і змаганнях, що стосуються STEM-програми в позашкільній освіті: Мала академія наук, Фестиваль науки Sikorsky Challenge, Технічна студія «Винахідник», Фестиваль ROBOTICA, Міжнародний природознавчий конкурс «Геліантус», Всесвітня Олімпіада з Робототехніки «World Robot Olympiad», Конкурси Intel Techno Ukraine та Intel Eco Ukraine, Науково-технічний турнір за міжнародними програмами First LEGO League, наукові пікніки, хакатони і багато іншого.

Значну увагу реалізації програми впровадження STEM-освіти бажано приділити безпосередньо на уроках математики, мотивуючи учнів до науково-дослідної діяльності. З кожним навчальним роком має відбуватися нарощення такої діяльності учнів.

У 5 – 6 класах доцільно стимулювати учнів до проведення пошукової роботи під керівництвом вчителя.

Учням 7 – 8 класів можна пропонувати дитячі квазі-дослідницькі роботи (на основі навчального матеріалу з програми виконати всі етапи наукового дослідження і самостійно отримати новий для них факт).

Для учнів 8 – 9 класів варто пропонувати самостійно вивчити теми, що виходять за межі програмного матеріалу. Учні працюють самостійно і лише інколи радяться з вчителем. Результат – написання і захист роботи на МАН, участь у творчих конкурсах і фестивалях.

Для учнів 10 – 11 класів можна ставити завдання, що стосуються окремих розділів математики, які виходять за межі навчальної програми. Старшокласників можна залучати до роботи в групах з магістрами, аспірантами та молодими вченими.

**Порівняльна таблиця функціональних можливостей веб-сервісів**

	Kahoot	Quizziz	Quizalize	Triventy	Plickers	Google Form
Підійде для домашньої роботи		+				+
Можна грати в команді	+		+			
Необхідність у WiFi в учнів	+	+	+	+		+
Підійде для класної роботи	+	+	+	+	+	+
Автоматично генерується QR код для входу				+		
Наявність смартфона чи комп'ютера в учнів	+	+	+	+		+
Наявність смартфона у вчителя при запуску вікторини у класі					+	
Наявність комп'ютера у вчителя при запуску вікторини у класі	+	+	+	+	+	+