

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ

О.І. Глобін

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

Методичний посібник

Київ
Педагогічна думка
2012

УДК 373.016:51](072)
ББК 74.262.21p-25
Г54

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту педагогіки НАПН України
(протокол № 13 від 19 грудня 2011 р.).*

Рецензенти:

В. В. Лопінський, к.ф.-м.н., доцент, завідувач лабораторії навчання інформатики Інституту педагогіки НАПН України.

В. Г. Бевз, доктор педагогічних наук, професор кафедри математики та теорії і методики навчання Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова.

Глобін О.І.

Г54 Міжпредметні зв'язки в умовах профільного навчання математики: методичний посібник для вчителів/ Глобін О. І. – К.: Педагогічна думка, 2012. – 88 с.
ISBN 978-966-644-294-2

У посібнику з позицій системного аналізу розкрито сучасний зміст і структуру поняття «міжпредметні зв'язки», визначено їх функції у систематизації та поглибленні знань учнів, формуванні у них цілісного світосприйняття, розвитку мислення, пізнавальної активності і самостійності школярів, розглянуто шляхи та засоби ефективної реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики в профільній школі. В посібнику розкрито можливості використання завдань міжпредметного змісту в навчанні математики, розглянуто методику формування міжпредметних і загальнонавчальних умінь, пізнавальної активності учнів класів різних профілів у процесі розв'язування і складання міжпредметних задач.

Посібник призначений для вчителів математики. Він також буде корисним слухачам закладів післядипломної педагогічної освіти, студентам педагогічних навчальних закладів. Його використання в практичній роботі сприятиме удосконаленню методики навчання математики в профільній школі, підвищенню ефективності процесу навчання, рівня навчальних досягнень учнів профільних класів з математики.

**УДК 373.016:51](072)
ББК 74.262.21p-25**

ISBN 978-966-644-294-2

© Інститут педагогіки
НАПН України, 2012
© Глобін О.І., 2012
© Педагогічна думка, 2012

ЗМІСТ

Передмова	4
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ	10
1. Інтеграційні процеси в освіті	10
1.1. Становлення і розвиток теорії інтегрованого навчання	10
1.2. Загальні принципи інтеграції освіти.....	12
2. Сучасний зміст поняття «міжпредметні зв'язки»	15
2.1. Сутність поняття «міжпредметні зв'язки».....	16
2.2. Функції міжпредметних зв'язків	19
2.3. Класифікації міжпредметних зв'язків.....	21
2.4. Шляхи реалізації міжпредметних зв'язків у навчальній та позаурочній роботі.....	24
РОЗДІЛ II. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	28
3. Формування в учнів ключових компетентностей на основі реалізації міжпредметних зв'язків	28
3.1. Підготовка учнів до сприймання знань	28
3.2. Формування загальнонаукових понять	29
3.3. Навчання учнів міжпредметному перенесенню знань	30
3.4. Методичні принципи побудови міжпредметних (інтегрованих) уроків.....	31
3.5. Проблемний підхід до здійснення міжпредметних зв'язків	35
3.6. Використання інформаційно-комунікаційних технологій.....	36
3.7. Принципи відбору міжпредметного матеріалу до уроку.....	40
4. Моделювання процесу навчання	42
4.1. Планування міжпредметних зв'язків.....	42
4.2. Особливості роботи вчителів у команді	45
РОЗДІЛ III. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАВДАНЬ МІЖПРЕДМЕТНОГО ЗМІСТУ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	50
5. Концепція навчання математики на основі міжпредметної інтеграції в класах різних профілів	50
6. Зміст поняття «міжпредметне завдання»	53
7. Класифікації міжпредметних завдань	55
8. Принципи побудови системи міжпредметних завдань	56
РОЗДІЛ IV. МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗАВДАНЬ З МАТЕМАТИКИ	58
9. Методичні особливості навчання розв'язуванню міжпредметних завдань	58
10. Методика застосування міжпредметних завдань у навчанні математики в класах різних профілів	61
10.1. Гуманітарні профілі навчання	61
10.2. Природничий, технологічний, економічний напрями	66
10.3. Математичний та фізико-математичний профілі навчання.....	68
11. Реалізація міжпредметних зв'язків при проведенні курсів за вибором.....	70
Заключне слово	80
Рекомендована література	83

ПЕРЕДМОВА

Нинішній етап наукового розвитку визначається взаємопроникненням (інтеграцією) окремих наук одна в одну і, особливо, проникненням математики в інші галузі знань. Це зумовлено значною кількістю комплексних проблем, що стоять перед людством, розв'язання яких можливе лише із залученням знань з різних галузей науки. Конкретним відображенням у шкільному навчанні тих інтеграційних процесів, що відбуваються сьогодні в науці, має стати системне і цілеспрямоване здійснення в навчально-виховному процесі зв'язків між окремими навчальними предметами – міжпредметних зв'язків (МПЗ). Така необхідність обумовлюється дидактичними принципами, виховними задачами школи, завданням підготовки старшокласників до самостійного й свідомого вибору профілю подальшого навчання у вищій школі, а також майбутньої професії. В умовах предметного навчання МПЗ властиві методологічна, формувальні (навчальна, розвивальна, виховна, комунікативна) та конструктивна (системоутворююча) функції, які всебічно впливають на процес навчання – від постановки цілей до його організації й отримання результатів.

Відмінна особливість математики як навчального предмета полягає в її дуальній природі. З одного боку, це самостійний навчальний предмет, який має власну, чітко визначену логічну структуру побудови, що, в свою чергу, зумовлює строгу послідовність вивчення (логіку розгортання) навчального матеріалу. З другого – підпорядкований, тобто математичні знання, набуті учнями в процесі навчання, мають забезпечувати успішне засвоєння школярами споріднених предметів, а тому у змісті навчання математики¹ мають бути адекватно враховані потреби усіх природничих предметів, інформатики й економіки. Якщо перший аспект постійно перебуває в полі професійної активності вчителів, то для другого характерним є «залишковий» принцип реалізації (якщо вистачить часу на уроці).

У шкільній практиці переважає однобічне використання математичного апарату в навчальному процесі, коли математика виступає лише джерелом необхідних знань. Використання ж на уроках математики знань, отриманих учнями при вивченні інших навчальних предметів, можливість спиратися на уявлення, сформовані при їх вивченні, залишається, як правило, поза увагою вчителів. Практична реалізація міжпредметних зв'язків зводиться, переважно, до спроб безпосередньо зв'язати математику з іншими шкільними предметами (зокрема предметами природничого циклу) шляхом виявлення й використання на уроках їх спільних змістових елементів. Це вимагає додаткового взаємоузгодження змісту і термінології, часового узгодження, внесення змін до навчальних планів. Як наслідок, такий підхід може бути реалізований лише на рівні домовленості окремих вчителів-предметників і лише на обмежений період часу, а тому в більшості випадків не дає стабільного позитивного результату.

Низька вмотивованість вчителів математики до реалізації міжпредметних зв'язків особливо яскраво простежується з часу введення зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО), мета якого полягає в тому, щоб оцінити ступінь підготовленості учасників тестування з математики, а конкретніше – визначити рівень оволодіння випускниками шкіл лише предметними (математичними) знаннями, вміннями та способами діяльності, з метою конкурсного відбору для навчання у вищих навчальних закладах². Саме варіанти ЗНО (а зовсім не

¹ Зміст навчання математики в цілісному вигляді можна охарактеризувати такими основними компонентами: система математичних знань; система умінь і навичок математичної діяльності; досвід застосування математики в життєвих (навчальних) ситуаціях.

² Програма зовнішнього незалежного оцінювання з математики: Додаток №4 до наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 14.07.2011 №791. «Про затвердження програм зовнішнього незалежного оцінювання» http://dneprtest.dp.ua/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=61

навчальні програми і підручники) стають визначальним фактором математичної підготовки випускника середньої школи.

Об'єктивну проблему практичної реалізації міжпредметних зв'язків становить і той факт, що більшість вчителів математики є спеціалістами лише в «своєму» предметі й не достатньо глибоко орієнтуються в суміжних дисциплінах. Звідси часто випливає «не бачення» вчителями можливостей і переваг використання на уроках математики фактів з інших природничих предметів.

Серед інших об'єктивних й суб'єктивних причин пасивного використання міжпредметних зв'язків у шкільній практиці можна виокремити наступні. До об'єктивних слід віднести:

- недостатню методичну базу (структура та зміст більшості нині діючих підручників, навчальних і методичних посібників не зорієнтовані на міжпредметну структуру навчальних знань), що не дає змоги повною мірою реалізувати принцип міжпредметних зв'язків у практиці шкільного навчання;

- розбіжність у часі вивчення спорідненого матеріалу на уроках з різних навчальних предметів;

- різне трактування одних і тих самих понять у різних навчальних предметах;

- трудомісткість і значні часові затрати при підготовці вчителя до міжпредметних занять;

- неефективність одностороннього використання міжпредметних зв'язків (ситуація, коли вчитель одного предмета, наприклад фізики, намагається реалізувати міжпредметні зв'язки, а на заняттях з інших навчальних предметів, наприклад математики, знання, одержані учнями на уроках фізики, не використовуються);

- відсутність в освітньому стандарті та програмах з математики рекомендацій зі здійснення міжпредметних зв'язків.

Серед суб'єктивних причин недостатньої уваги з боку вчителів до реалізації МПЗ на уроках основними є:

- слабка мотивація вчителів шкіл до реалізації міжпредметних зв'язків;

- недостатня теоретична й практична підготовка вчителів до проведення навчальних занять з використанням МПЗ;

- практична відсутність у школах спільних методичних об'єднань учителів математики і предметів природничого циклу.

Наразі, у зв'язку зі збільшенням обсягу інформації, що підлягає засвоєнню учнями в школі, через необхідність їх підготовки до самоосвіти, виникає необхідність формування у випускників середньої школи нового інтегративного способу мислення на основі узагальнених умінь, що мають властивість широкого перенесення. Такі уміння, сформовані в процесі навчання математики, потім вільно використовуються учнями при вивченні інших предметів і в практичній діяльності.

Пізнання світу можливе лише на основі всебічного, системного вивчення його реальних об'єктів (предметів і процесів дійсності), виявлення всіх їх істотних зв'язків і відношень, а також встановлення законів прояву та функціонування цих зв'язків. У свою чергу, взаємозв'язок предметів і процесів дійсності існує й виявляється лише у процесі їх взаємодії на всіх структурних рівнях (від мікросвіту до метагалактик), тобто має універсальний характер. Ця універсальна взаємодія зумовлює як саме існування конкретних матеріальних об'єктів, так і їхні специфічні сторони і властивості. Оскільки кожний об'єкт реального світу має безліч сторін і властивостей, то з іншими об'єктами він перебуває в безлічі взаємозв'язків. Тому залежно від поставленої мети можливі різні підходи до вивчення цих взаємозв'язків: за специфікою механізму здійснення (механічні, фізичні, хімічні, біологічні, історичні, соціальні тощо); за формами буття (просторові й часові); за ступенями узагальненості (одиничні, часткові, загальні, універсальні) тощо.

Наведене вище свідчить, що в сучасних умовах навчання математики та предметів природничого циклу слід будувати на інтегративних засадах, а саме:

1. Міжпредметні зв'язки слід розглядати як дидактичну форму загальнонаукового принципу системності.

2. Реалізація МПЗ має здійснюватися цілісно, тобто не лише на рівні змісту освіти, а й на методологічному, методичному та організаційному рівнях (змістового та процесуально-операційного компонентів).

3. Система міжпредметних зв'язків має виступати не лише як мета, а й як один із ефективних засобів навчання та розвитку учнів.

4. Ефективність здійснення МПЗ досягається за умови, що цим питанням займатиметься не один окремо взятий вчитель-ентузіаст, а всі вчителі-предметники (зокрема, математики і предметів природничого циклу) однаково зацікавлено й узгоджено.

5. Різноманіття міжпредметних зв'язків у процесі навчання може забезпечувати формування у школярів цілісної системи поглядів на світ лише в системі: комплексного вивчення одного й того самого об'єкта на уроках різних навчальних предметів; використання методів однієї науки для вивчення різних об'єктів інших наук; залучення різними науками одних і тих самих теорій і законів для вивчення різних об'єктів.

6. Залежно від мети використання міжпредметних зв'язків, від конкретних умов їх встановлення обираються методи і прийоми їх реалізації в навчальному процесі, добираються і відповідним чином формулюються питання і завдання для учнів.

7. Стосовно активізації пізнавальної діяльності учнів реалізація МПЗ має полягати в розв'язуванні на уроках різних навчальних предметів однорідних пізнавальних завдань, націлених на засвоєння аналогічних за своєю структурою знань (понять, теорій, законів). При цьому набуті учнями пізнавальні уміння під впливом міжпредметних зв'язків стають узагальненими і загальнопредметними.

8. Принципово важливим є навчання учнів математичної мови як специфічного засобу комунікації. Грамотна математична мова є свідченням чіткого, організованого мислення, а володіння цією мовою (розуміння точного змісту висловлювань, логічних зв'язків між ними) поширюється і на володіння природною мовою, що є вагомим внеском у формування й розвиток мислення учнів загалом.

9. Використання інформаційно-комунікаційних технологій дає змогу розв'язувати деякі задачі нетрадиційними способами, а також розв'язувати прикладні задачі, які раніше не розглядалися в шкільному курсі математики через складність математичного апарату (наприклад, задачі оптимізації з кількома змінними і заданими обмеженнями). При цьому головними компонентами процесу розв'язування стають постановка задачі та дослідження одержаних результатів, тобто здійснення учнями дослідницької, творчої роботи, а її рутинну (обчислювальну) частину виконує комп'ютер.

10. Провідним засобом формування в учнів навички повсякденного користування математикою при вивченні усіх природничих предметів має стати широке і системне застосування методу математичного моделювання протягом вивчення усього курсу математики. Це стосується введення понять, виявлення зв'язків між ними, змісту і характеру прикладів та ілюстрацій, доведень, побудови системи вправ і завдань, визначення системи контролю. Такий підхід посилить прикладну спрямованість навчання математики, сприятиме формуванню в учнів стійких мотивів до оволодіння математичними знаннями.

11. В умовах варіативності програм і підручників, розмаїття підходів до розроблення структури змісту навчальних предметів математика має стати не лише джерелом, а й споживачем знань, запропонованих на уроках природничо-наукового циклу, спиратися на уявлення, сформовані при їх вивченні.

12. Шкільні навчальні програми мають будуватися з якнайбільшим урахуванням можливостей здійснення міжпредметних зв'язків. При цьому переслідуються такі цілі:

- формування в учнів загального уявлення про природу на основі діалектичної єдності всіх природничо-наукових знань;
- забезпечення системності знань через реалізацію внутрішньо-предметних та міжпредметних зв'язків, що веде до свідомого і міцного їх засвоєння, сприяє розвитку наукового (цілісного) мислення і пам'яті;
- формування в школярів уміння встановлювати всебічні зв'язки між поняттями й теоріями, які відображають об'єктивно існуючі відношення в природі;
- розвиток логічного, творчого, практичного (це дуже важливо в сучасних умовах) мислення;
- формування цілісного уявлення про явища природи.

Ключове завдання модернізації освіти в Україні полягає в забезпеченні у старшій загальноосвітній школі профільного навчання, яке покликане сприяти гуманізації навчання, задоволенню освітніх потреб, самоактуалізації особистості, утвердженню унікальності, неповторності й самоцінності індивідуальності школяра. Необхідність профілізації шкільного навчання визначається зростаючими вимогами суспільства до професійної компетентності й когнітивної активності майбутніх фахівців, зумовлена реаліями сучасної соціально-економічної ситуації, коли професійна освіта стає гарантом соціальної стабільності людини, основою соціально-економічного розвитку країни.

З погляду теорії та методики навчання математики, всі різноманітні навчальні профілі доцільно об'єднати в три напрями, залежно від тієї ролі, яку відіграє математика, та основних функцій математичної освіти в кожному з них: загальноосвітній (або інформаційний) – освіта за допомогою математики; загальнонауковий (або прикладний) – математика як елемент профільної підготовки; математичний (або теоретичний) – власне математична освіта. Такий підхід дає цілком логічне обґрунтування диференціації навчання математики у профільній школі за трьома рівнями (базовим, профільним і поглибленим), а також дозволяє визначити три основні стратегії навчання:

- 1) навчання за допомогою математики (інформаційний, розвивальний, виховний аспекти);
- 2) навчання математики у практико-прикладному контексті (апаратний, інструментальний, профільний аспекти),
- 3) навчання саме математики (науковий, методологічний, світоглядний аспекти).

Перша стратегія передбачає навчання математики як загальноосвітньому предмету (гуманітарні профілі навчання) і полягає в безпосередньому формуванні в учнів універсальних (тобто не пов'язаних безпосередньо з математикою) умінь на предметному математичному матеріалі. Наприклад, розвивати інформаційні, рефлексивні, комунікативні уміння. Реалізація зв'язків математики з іншими навчальними предметами має більше сприяти формуванню особистісних якостей старшокласників, ніж складових предметної (математичної) компетентності. Пріоритет має бути наданий логіко-мовному, комунікативному та естетичному аспектам реалізації МПЗ.

Друга полягає у вивченні математики як спорідненого основному (профільному) навчальному предмету (навчальні профілі природничого та технологічного напрямів) і передбачає цілеспрямоване переведення предметного (математичного) вміння в універсальне. Наприклад, вивчаючи на уроці математики різні види рівнянь, учні вчаться працювати з алгоритмами, моделями, формулами тощо. При переході в інший навчальний кабінет, навіть умінь, вони вже використовують під час навчання або фізики, або хімії, або біології. Таким чином відбувається опосередковане переведення предметного вміння в універсаль-

не. Реалізація МПЗ математики, з огляду на основне її призначення як методу пізнання й універсального апарату дослідження природних, економічних та соціальних явищ, при зазначеному підході має більше сприяти вивченню профільних предметів (прикладний компонент), ніж формалізованому вивченню самої математики (теоретичний компонент).

Третя стратегія має за основну мету цілеспрямоване формування в учнів тих складових математичної компетентності, які розвиваються завдяки заняттям саме математикою. Ці уміння певною мірою формуються і на уроках з інших навчальних предметів, але при вивченні математики вони формуються насамперед. До таких «базисних» математичних умінь належать уміння логічно мислити, доводити, обґрунтовувати, аргументувати, розпізнавати логічно некоректні міркування, уміння будувати математичні моделі та працювати з ними, встановлювати межі застосування отриманого результату, володіння мовою математики як засобом комунікації, організації спілкування та спільної діяльності. Навчання математики відбувається на поглибленому рівні як профільному предмету (математичний та фізико-математичний профілі навчання). МПЗ мають розглядатись як взаємний зв'язок навчальних предметів на теоретичному (методологічному), змістовому, операційному та комунікативному рівнях, тобто математика виступає і як самостійний навчальний предмет (як основа для оволодіння майбутньою професією, що безпосередньо пов'язана з математикою та її застосуваннями), і як споживач знань, одержаних учнями при вивченні інших навчальних предметів (у тому числі предметів суспільно-гуманітарного циклу), і як джерело знань та методів, необхідних для вивчення природничих предметів, і як опорний компонент для створення умов, при яких учні опановують уміння роботи в команді, набуття початкового досвіду викладання.

У навчанні математики на всіх рівнях профілізації доцільно не прямолінійно (жорстко) наголошувати на застосуванні МПЗ, а м'яко звертати увагу учнів на їх існування та важливість. Пов'язано це передусім з тим, що спроба безпосереднього здійснення міжпредметних зв'язків (на свідомому рівні) зачіпає лише зовнішній бік проблеми ефективного використання МПЗ у навчанні математики. Переведення реалізації МПЗ у план внутрішнього сприйняття (на підсвідомому рівні) через опосередковану, ненав'язливу, природну інтеграцію знань допоможе розв'язанню означеної проблеми.

Одним з ефективних шляхів реалізації міжпредметних зв'язків має стати інтеграція навчання у профільних класах на основі модельного підходу. Саме математичне моделювання може зіграти роль універсального чинника, здатного реалізувати інтегруючу функцію МПЗ в умовах профільної диференціації навчання і спроможного забезпечити випускникам профільних класів всебічне поєднання широкої загальнонаукової підготовки з «вузькою спеціалізацією» обраного навчального профілю. Справа в тому, що у процесі застосування математичних моделей у різних науках відбувається інтеграція знань про якісні аспекти досліджуваних явищ (наприклад, суто фізичних, біологічних або економічних) зі знаннями про їх кількісні характеристики та структурні особливості. З огляду на це, математичне моделювання відіграє роль фактора єднання наукового знання.

Цілісна система реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики, природничих предметів (фізики, астрономії, хімії, біології, географії), інформатики, економіки, а також предметів гуманітарного циклу включає такі складові:

Дидактичну з такими обов'язковими компонентами: 1) мета; 2) завдання; 3) принципи; 4) змістова основа (загальні поняття, закони й теорії); 5) діяльнісна основа (загальні навчально-пізнавальні вміння); 6) загальні методи дослідження (спостереження, експеримент, висунення гіпотез і побудова теорій, моделювання); 7) засоби та методи здійснення МПЗ на навчальних заняттях; 8) форми організації навчальних занять, що сприяють реалізації МПЗ; 9) система завдань (у тому числі міжпредметних) прикладного (практичного) змісту,

дослідницького характеру, що вимагають від учнів комплексного застосування знань із різних навчальних предметів.

Методологічну, яка включає знання вчителями: 1) теоретичних засад МПЗ (їх зміст і сутність, види, класифікації, функції, основні складові, способи реалізації тощо); 2) змісту і структури курсів суміжних предметів; 3) сучасних освітніх технологій.

Організаційно-методичну, яка передбачає володіння вчителями уміннями: 1) здійснювати понятійне (змістовне) і часове узгодження вивчення математики та суміжних предметів; 2) забезпечувати наступність у формуванні в учнів розуміння загальних понять, методів, вивченні законів і теорій; 3) застосовувати загальні підходи до формування в учнів умінь і навичок навчальної роботи; 4) розкривати взаємозв'язки між явищами різної природи, що вивчаються суміжними предметами; 5) передбачати труднощі і помилки, які можуть виникнути в учнів при формуванні міжпредметних знань і умінь; 6) визначати систему цілей і задач, які сприяють реалізації МПЗ; 7) планувати навчально-виховну роботу, спрямовану на реалізацію МПЗ, моделювати предметні та інтегровані уроки тощо; 8) планувати різні форми організації навчально-пізнавальної (зокрема й самостійної) діяльності учнів, добирати найбільш раціональні методи навчання на основі МПЗ, необхідне методичне забезпечення та дидактичне оснащення уроків; 9) організовувати навчально-пізнавальну діяльність учнів на уроці залежно від його мети і завдань, враховуючи індивідуальні особливості школярів; 10) організовувати й керувати роботою предметних гуртків і факультативів; 11) формувати в учнів пізнавальний інтерес та позитивну мотивацію до вивчення математики та предметів природничого циклу на основі МПЗ; 12) володіти методикою проведення комплексних (інтегрованих) навчальних занять.

Психолого-комунікативну – знання вікових психологічних особливостей учнів класу, індивідуальних особливостей кожного з них, психологічних основ спілкування з ними, психолого-педагогічних умов формування знань і умінь з окремих навчальних предметів, а також уміння орієнтуватися в психологічних ситуаціях в учнівському колективі, встановлювати міжособистісні відносини, володіти методами управління діяльністю учнів.

Науково-методичну – уміння адаптувати нові педагогічні технології для реалізації МПЗ, удосконалювати традиційні методики розв'язування задач міжпредметного змісту; організувати самоосвітню роботу з оволодіння системою МПЗ у навчанні природничих предметів; аналізувати та узагальнювати власний досвід роботи з реалізації МПЗ; узагальнювати і впроваджувати позитивний досвід колег.

У пропонованому посібнику ставиться мета розкрити деякі аспекти ефективної реалізації міжпредметних зв'язків при навчанні математики в профільній школі. При цьому вчителю не нав'язується методика подання навчального матеріалу, закріплення і контролю знань, конкретний зміст, методи, засоби й організаційні форми навчання, співвідношення між самостійною роботою учнів і роботою разом із вчителем, між індивідуальними і колективними формами роботи тощо. Все це кожний вчитель має визначити особисто з урахуванням власних професійних переконань, уподобань і досвіду, специфіки умов, в яких відбувається навчальний процес, індивідуальних особливостей окремих учнів і класного колективу в цілому.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Сучасну шкільну освіту, без перебільшення, можна назвати процесом формування в свідомості учнів адекватної моделі оточуючого світу. Кожний навчальний предмет відтворює свою певну частку цього світу, і ці частини мають об'єднатися в свідомості учнів у загальне світосприйняття. Формуванню в учнів цілісного уявлення про навколишнє оточення, взаємозв'язки між фактами і явищами, які спостерігаються в природі й житті суспільства, допомагає здійснення в навчальному процесі міжпредметних зв'язків (МПЗ).

1. Інтеграційні процеси в освіті

Нині загально визнано, що одним із найважливіших рушійних механізмів прогресу наукового пізнання є взаємодія об'єктів, виділення всіх їх істотних зв'язків і відношень, а також законів їх існування і видозміни. Такий інтеграційний зв'язок явищ можна розглядати як найбільш загальну закономірність існування світу, що вивчається наукою і є результатом і виявом універсальної взаємодії всіх об'єктів і явищ. Поняття «інтеграційний процес» стало невід'ємною частиною організації теоретичних основ різних наук, зокрема й педагогічної. Інтеграція в навчанні – один із головних напрямів активних пошуків нових педагогічних рішень, які сприяють розвитку творчого потенціалу як окремих учителів, так і колективів освітніх установ з метою ефективнішого впливу на учнів.

У шкільному навчанні зараз застосовуються різні способи інтеграції. При цьому слід мати на увазі, що ці способи не можуть бути абстрактно хорошими або поганими. Суть проблеми полягає в тому, щоб не відкидати один з них і застосовувати інший, а запровадити систему інтеграційних заходів з урахуванням вікових особливостей учнів усіх рівнів освіти. Запровадження такої системи, системи, яка не відкидає диференціацію в навчанні, а доповнює її, може більшою мірою, ніж традиційне предметне навчання сприяти вихованню широко ерудованої молоді людини, яка володіє цілісним світоглядом, здатністю самостійно систематизувати знання, якими володіє, нешаблонно підходити до розв'язання різних проблем.

1.1. Становлення і розвиток теорії інтегрованого навчання

Проблему навчальної інтеграції можна назвати класичною. Вона виникла у ті часи, коли у школах було запроваджено роздільне викладання навчальних предметів, зумовлене диференціацією наук. У процесі дроблення шкільних предметів порушувався природний взаємозв'язок, який існує між об'єктами і явищами реального світу. Проте, вже в епоху Відродження (XIV – XVI ст.) прогресивні педагоги, виступаючи проти схоластики в навчанні, підкреслювали важливість формування в учнів уявлень про взаємозв'язки природних явищ.

Видатний чеський педагог, класик світової педагогіки Ян Амос Коменський (1592 – 1670) стверджував: «Все, що знаходиться у взаємному зв'язку, має викладатись у такому ж зв'язку». На його думку, слід «вчити всіх усьому». Він вважав, що школа повинна давати дітям всебічну освіту, яка б розвивала їхній розум, моральність, відчуття і волю.

Відомий англійський філософ-просвітник XVII ст. Джон Локк (1632 – 1704) вважав, що в кожного суб'єкта є стрижень, навколо якого об'єднуються знання, одержані ним за допомогою органів чуття. Таким стрижнем він вважав ідею, яка полягає в тому, що зміст одного предмета має наповнюватися визначеннями, елементами і фактами з іншого предмета з метою отримання знань не тільки з основ наук, а й різноманітних умінь для їх практичного застосування в житті.

На небезпеку відриву одного навчального предмета від іншого звертав увагу швейцарський педагог Йоганн Генріх Песталоцці (1746 – 1827). Він писав: «Приведи в своїй

свідомості усі по суті взаємозв'язані між собою предмети в той саме зв'язок, в якому вони дійсно перебувають у природі».

Цю ж думку пропонував у своїх роботах Йоганн Фрідріх Гербарт (1776 – 1841) — німецький філософ, психолог і педагог: «Розумова діяльність школярів безпосередньо залежить від зв'язку між навчальними предметами». Він стверджував, що «область розумового середовища» учня виявляється в його здатності відтворити раніше засвоєні знання у зв'язку з тими знаннями, які засвоюються ним у даний момент. У таких умовах створюються можливості практичного використання знань.

Німецький педагог Фрідріх Вільгельм Адольф Дістерверг (1790 – 1866) також виступав за необхідність використання інтеграційних зв'язків. Він вважав, що «більше користі приносить розгляд одного і того самого предмета з десяти різних боків, ніж навчання десяти різним предметам з одного боку».

Найповніше в класичній педагогіці психолого-педагогічне обґрунтування дидактичної значущості міжпредметних зв'язків дав великий вітчизняний педагог Костянтин Дмитрович Ушинський (19.2(2.3).1824 – 22.12.1870 (3.1.1871)). У книзі «Людина як предмет виховання» К. Д. Ушинський розповідає про різні види асоціативних взаємозв'язків між предметами: за протилежністю, схожістю, часом, єдності місця, розсудливою частиною та ін. Він вважав, що без зв'язку між навчальними предметами в учнів не може бути системних і цілісних знань. Відсутність такого зв'язку, на його думку, – головна вада схоластичної школи, що формувала людей, які завчали величезний обсяг теоретичного матеріалу, але не були спроможні користуватися ним практично в реальному житті.

У педагогіці початку ХХ ст. також було чимало цікавих пошуків на шляху інтеграції освіти. Найбільш перспективне просування в цьому напрямі було здійснено «Гуртком Московських міських вчительок» (1910 – 1915 рр.) під керівництвом Н. І. Попової. Вчительки розробили оригінальну програму, в основу якої була покладена ідея якнайповнішого об'єднання предметів у інтегрований курс. При цьому головне місце мали посісти дві області знань: природознавство – знайомство дитини з навколишньою природою і суспільствознавство — знайомство з людьми, суспільством, установами і обов'язками. Встановлюючи взаємовідношення між гуманітарними і природничими предметами, вони висували ідею вивчення єдиного предмета – «Світознавства», інтегруючого в собі всю решту навчальних дисциплін в єдиний освітньо-виховний комплекс.

У вітчизняній педагогіці метод інтеграції був найповніше упроваджений в 20-х роках у формі комплексних програм, які були введені в 1923 р. Сутність комплексної системи викладання полягала в концентрації явищ і об'єктів навколо загальної ідеї. Були виділені три головні навчальні блоки, які визначали спрямованість змісту освіти: суспільствознавство, трудоведення, природознавство. Навчальні предмети за такої логіки позбавлялися своєї самостійності. Вони або повністю розчинялися в інтегрованих курсах, або зберігалися в середній ланці навчання, однак повинні були «працювати» своїм змістом на вивчення комплексних тем: «Місто», «Фабрика», «Колгосп». У результаті заняття не давали учням необхідних предметних, а тим більше, систематичних знань.

У 1931р. комплексне навчання було відкинуто. Основною причиною стало жорстке зіставлення принципів комплексності й предметності, запереченні самостійної ролі навчальних предметів, що призводило до ігнорування таких найважливіших дидактичних принципів, як науковість, систематичність, послідовність навчання. Навчальні програми, створені в 1931 – 1932 рр., знову поставили весь зміст шкільної освіти на предметну основу.

Дослідження проблеми інтеграції навчальних дисциплін відновилися в 50-60-х роках минулого століття. У цей період з'являються дослідження зі зміцнення зв'язків між предметними та професійно-технічними знаннями, потім – зі встановлення і розвитку змістов-

них, системних, дидактичних зв'язків між шкільними предметами. В обіг входить новий термін «Міжпредметні зв'язки», який вперше був використаний Ю. А. Самарініним (1901 – 1984) – відомим психологом, завідувачем кафедри педагогіки і педагогічної психології Ленінградського державного університету.

У 80-х роках ХХ ст. з'являються роботи, присвячені широким можливостям інтеграції в педагогіці, її об'єктивній необхідності, формам і механізмам реалізації, впливу на структуру педагогічного знання й освіти. Однак, незважаючи на те, що результати дидактичних, методичних, психофізіологічних досліджень, а також педагогічна практика підтверджували необхідність міжпредметної інтеграції, кількість навчальних предметів постійно збільшувалася, учні, як і раніше, були перевантажені.

Певний час вказівки на здійснення МПЗ були присутні безпосередньо в навчальних програмах середніх шкіл. Вперше вони з'явилися у 1981 р. Але внаслідок відсутності обґрунтованої системи, однобічності, випадковості відбору міжпредметних тем, вони не забезпечували реалізації ідей міжпредметних зв'язків належним чином. З 1985 року міжпредметні зв'язки стали зазначатися в узагальненому вигляді в кінці основних розділів програми. Зараз розділ «Міжпредметні зв'язки» у програмах для загальноосвітніх навчальних закладів України відсутній.

На початку ХХІ ст. проблема реалізації міжпредметних зв'язків не втратила своєї актуальності. Педагоги-практики продовжують розробляти сценарії інтегрованих уроків, впроваджуються інтегровані навчальні курси, створюються підручники. Особливі можливості використання міжпредметної інтеграції відкриваються у зв'язку з широким впровадженням у роботу шкіл інформаційно-комунікаційних технологій.

Таким чином, проблема інтеграції в освіті, маючи довгу історію, не тільки не втратила свого значення, а й стає все більш актуальною, зважаючи на вимоги, що висувуються суспільством до сучасної школи. Дедалі посилюється взаємопроникнення понять і теорій різних галузей знань, взаємовплив ідей, методів і законів, утворення особливих інтегрованих наук, переплетіння всіх елементів наукового знання й узгодження їх функцій в рамках всієї людської культури. Сьогодні багато педагогів, методистів і вчителів усвідомлюють, що інтеграція надає додає процесу навчання нову якість. Передусім, це ефективний засіб комплексного розв'язання навчально-виховних завдань через узагальнення й систематизацію знань, цілеспрямоване формування загальнонавчальних і спеціальних умінь, підвищення пізнавального інтересу учнів. Інтеграція також змінює і роль вчителя-учителя в навчальному процесі – з ланки, що лише передає учням знання, він перетворюється на людину, яка веде школярів до знань, до їх усвідомлення, осмислення й узагальнення.

1.2. Загальні принципи інтеграції освіти

Інтеграція (від лат. *integratio* – поєднання, відновлення) – об'єднання в єдине ціле раніше розрізнених частин та елементів системи на основі їх взаємозалежності і взаємодоповнюваності. Результатом інтеграції є поява якісно нової, інтегративної властивості системи, яка не зводиться до суми властивостей об'єднаних елементів і забезпечує більш високу ефективність функціонування усїєї цілісності. У навчанні інтеграцію розглядають як процес встановлення зв'язків між структурними компонентами змісту освіти (досвід пізнавальної діяльності, зафіксований у формі знань; досвід виконання відомих способів діяльності – у формі умінь діяти за зразком; досвід творчої діяльності – у формі умінь приймати нестандартні рішення в нових ситуаціях; досвід ставлень до навколишньої дійсності – у формі ціннісних орієнтацій) з метою формування в кожного учня цілісного уявлення про світ, виховання орієнтованої на розвиток і саморозвиток особистості.

Розглядаючи інтеграцію освіти з позицій системного аналізу, можна сформулювати три загальні принципи, які визначають її організацію в умовах традиційного предметного навчання:

- принцип єдності інтеграції та диференціації;
- принцип антропоцентризму (особистісно орієнтованого характеру інтеграції);
- принцип культуровідповідності.

Названі три принципи інтеграції фіксують три основні аспекти організації освіти: внутрішній, особистісний і зовнішній. Принцип єдності інтеграції і диференціації виражає спосіб самоорганізації освіти; принцип антропоцентризму визначає положення учня і вчителя в інтегрованій освітній системі; принцип культуровідповідності характеризує ставлення освіти до її культурного оточення.

Принцип єдності інтеграції та диференціації. Інтеграція не може існувати без диференціації. Плюс обов'язково передбачає мінус, лівий бік може бути визначений тільки стосовно правого, гора є лише там, де є низ тощо. У діалектичному розумінні інтеграція та диференціація є неподільною парою. Межа, яка розділяє інтеграцію та диференціацію, одночасно й поєднує їх, отождиває одне поняття служить засобом змістового наповнення іншого.

Ігнорування цієї важливої обставини, розуміння інтеграції тільки як злиття, викликає процес некерованої диференціації й обертається ще більшим предметним шкільної освіти, зумовлює подальше розмиття в свідомості учнів цілісності світосприйняття.

Інтеграція та диференціація можуть розглядатися як найбільш загальні категорії, за допомогою яких можливе уявне моделювання освіти як системи, що саморозвивається. Процес розвитку супроводжується диференціацією системи: зростає збільшується кількість її складових, множаться внутрішні й зовнішні зв'язки, система та її середовище набувають нових функцій. Ускладнення зовнішніх і внутрішніх відношень на певному етапі обертається втратою цілісності та руйнуванням самої системи. Власна структура освітньої системи настільки ускладнюється, що виникають серйозні труднощі в ефективному виконанні нею освітніх завдань. Освіта поступово перестає відповідати тим вимогам, які висуває до неї нове середовище.

Така проблемна ситуація, відома як криза освіти, активізує пошук нових освітніх форм і значно посилює інтеграційні процеси. Останні починають переважати над процесами диференціації. Оскільки ж на попередньому етапі історичного розвитку система помітно ускладнилася й з'явилася достатня кількість нових її складових, то в процес інтеграції включається множина нових елементів. Це, в свою чергу, зумовлює необхідність подальшої диференціації й т.д. Таким чином, освіта в процесі свого історичного розвитку постійно пульсує: періоди посиленої диференціації змінювалися періодами переважної інтеграції, внаслідок чого освітня система реорганізується і змінює свою домінуючу форму.

Діалектично зв'язані категорії інтеграції та диференціації дають змогу в гранично абстрактному вигляді змоделювати процес історичного розвитку освіти. Скориставшись цією моделлю можна дати інтерпретацію деяких відомих історичних фактів. Наприклад.

Розвиток науки, техніки і виробництва в епоху Відродження істотно збільшив потребу в освічених людях і значно підвищив вимоги до якості освіти – очікування культурного середовища по відношенню до освіти стало іншим. Мінялася і школа: вона стала демократичнішою, доступнішою, розпочалося навчання на рідних мовах, з'явилися порівняно дешеві друковані підручники. Все це, а також цілий ряд інших нових чинників зробили навчання в школі більш легким, у школі стало набагато більше учнів, істотно зросло можливість для їхньої самостійної роботи. Подальша інтеграція нових елементів освітньої системи привела до відмови від індивідуальної й переходу до колективної класно-урочної форми навчання.

Інший приклад. XVI – XVII століття – період становлення природознавства. Обсяг наукових знань, який треба було засвоїти в школі, почав стрімко зростати. Традиційне, на той час, навчання, засноване на механічному запам'ятовуванні оригінальних текстів, втратило ефективність. Диференціація навчального змісту дезінтегрувала схоластичну систему й спричинила зворотний процес: увесь масив наукових знань, що перевершував можливості дитячої пам'яті, почав особливим чином інтегруватися педагогікою в підручники (принцип доступності навчання), в інформаційно ємні художні образи (принцип наочності). Наприклад, підручник Я. А. Коменського «Світ чуттєвих речей в картинках» (1658р.) призначений до того, щоб за допомогою зображень і простих пояснень формувати в у дитини реалістичну картину світу.

Принцип антропоцентризму. Видатним досягненням педагогічної теорії, розробленої на початку XX ст. передовими вченими і діячами освіти, яке безпосередньо вплинуло на розвиток всієї системи освіти, стало визнання принципу антропоцентризму основним принципом педагогіки.

Цей принцип був сформульований основоположником міжпредметної інтеграції Джоном Дьюї на межі XIX й XX століть: «Нині починається, зміна в справі нашої освіти, що полягає в переміщенні центру тяжіння. Ця зміна, – революція, подібна тій, яку провів Коперник, коли астрономічний центр був переміщений із Землі на Сонце. В даному випадку дитина стає сонцем, навколо якого обертаються засоби освіти, вона – центр, навкруг якого вони організуються». Основна ідея міжпредметної інтеграції розпочала, початку XX століття (трудова школа) – перетворення учня в суб'єкт інтеграційних процесів в освіті.

Міжпредметна інтеграція кінця XX ст. полягає в іншому. Вершина інтеграційних процесів у сучасній освіті – інтегровані навчальні курси – є втіленням дидактично необґрунтованих декларацій про гуманізацію навчання, необхідності звернення до особистості учня і т.д. Як і в системі традиційного предметного навчання, дитина залишається на периферії інтегрованих курсів, не виступаючи в ролі суб'єкта інтеграції навчального змісту. Вчитель створює інтегрований курс і в готовому вигляді пропонує його учням. Його педагогічна позиція не відрізняється від тієї, яку він займає при традиційному предметному викладанні: учню представляється фіксована система наукових знань, яку він має засвоїти і точно відтворити. З уведенням безлічі інтегрованих курсів (адже у кожній школі вони можуть бути свої) в навчанні, по суті, нічого не змінюється: інтеграція міжпредметного змісту відбувається незалежно від учня, а його власна активність зводиться до засвоєння готового змісту.

Інтеграційна суб'єктність учня в системі традиційного навчання обмежена завданням засвоєння готового знання. Учень активізується настільки, наскільки це необхідно, щоб перенести інформацію з підручника в свою пам'ять, а що понад це – особиста справа вчителя і учня, оскільки виходить за межі ЗУНівської дидактики. Навчання ЗУНівського типу відштовхується від фіксованої системи знань і завершується в аналогічній системі, сформованій у свідомості учня. У цих межах учень може так або інакше виявляє себе суб'єктом навчання лише на рівні внутрішньопредметної інтеграції.

Сучасна дидактика мету навчання розглядає не тільки як знання, уміння й навички, але й особистісні сенси (компетентнісний підхід до навчання). Принциповою для компетентнісного підходу є ідея про нерозривну єдність, цілісність знань, умінь і особистісних якостей людини. Компетентність є особистісним утворенням, яке формується на основі здобутих знань, досвіду діяльності, вироблених ціннісних орієнтацій, ставлень, оцінок. При цьому, кінцевим результатом навчання предмета стають сформовані певні компетентності як здатності учня успішно діяти в навчальних і життєвих ситуаціях і нести відповідальність за свої дії. Самі ж знання, не втрачаючи свого значення, стають засобами самоорганізації мислення учня.

Таким чином, другий принцип інтеграції позначає істотне підвищення рівня інтегрованості сучасної освіти. У традиційній освіті область його застосування обмежена межами внутрішньопредметної інтеграції. Лише коли системні предметні знання із зразка і результату перетворюються на засоби і форми розвитку свідомості, тоді самі навчальні предмети втрачають традиційну замкнутість і відособленість один від одного. Учень стає суб'єктом не тільки внутрішньопредметної, а й міжпредметної інтеграції, яка розширює свій антропоцентричний характер до системи освіти загалом.

Принцип культуровідповідності інтеграції освіти. Проблема освіти і середовища проходить в історії педагогіки три послідовні рівні саморозвитку. Перший – освіта і природа (Я. Коменський, Ж.-Ж. Руссо). Другий – освіта і життя (Л. М. Толстой, Дж. Дьюї, С. Т. Шацький та ін.). Цей тип співвідношення освіти і середовища притаманний трудовій школі першої третини ХХ ст., а також знаходить своє відображення в радянській педагогіці, що розглядала «зміцнення зв'язку школи з життям» як одне зі своїх головних завдань. Третій – освіта і культура. Орієнтація на культуру – це новий тип педагогічної свідомості, що активно розвивається останнім часом (В. С. Біблер, В. П. Зінченко, Е. В. Бондаревська і ін.).

Взаємозв'язок освіти і культури можна назвати співвідношенням, що генерує не тільки нові педагогічні цінності (духовність, діалог культур й ін.), а й визначає культуру як загальну модель організації освіти. Сучасна освіта все більше набуває культуровідповідного характеру. Культура є для неї моделлю образу, відповідно до якого вона самоорганізовується. Правильним є і зворотне – освіта виступає як модель культури, як та автономна галузь, в якій концентруються і відтворюються в малому масштабі основні процеси, що відбувалися, відбуваються й очікуються в культурі. Культура і освіта – це симетричні макро- і мікросвіти, що дзеркально відбивають один одного. У кожному з них генеруються процеси, одержуючи подальший розвиток у симетричному світі.

Навчальний предмет як дидактична система, домінуюча в традиційній освіті, увійде як складова в дидактичну систему вищого порядку – інтегрований освітній простір, в якому будуть збережені всі значущі дидактичні функції предметного навчання. Процес навчання в інтегрованому просторі дасть змогу повноцінно розв'язувати завдання культурної ідентифікації особистості, систематично формувати теоретичні гуманітарні поняття й особистісні культурні сенси. Він забезпечить необхідні дидактичні умови для занурення учня в культуру, для того, щоб особа переживала культуру народу як свою власну долю, була в культурі, жила нею, наповнювала своє життя змістом у процесі її творчого розвитку.

2. Сучасний зміст поняття «міжпредметні зв'язки»

У концепції сучасної шкільної освіти інтеграція розглядається не як сума, механічне об'єднання окремих питань з різних шкільних предметів, а як їх органічне взаємопроникнення, яке дає якісно новий результат, нове системне і цілісне утворення. У шкільному навчанні інтеграція – це природний взаємозв'язок навчальних предметів (розділів і тем різних навчальних предметів) на основі провідних наукових ідей та положень із послідовним, глибоким і багатограним розкриттям процесів та явищ, що вивчаються.

Основою інтеграції є реалізація в навчальному процесі міжпредметних зв'язків. Саме з їх допомогою можливе найбільш ефективне розв'язання завдань уточнення й збагачення конкретних уявлень учнів про навколишню дійсність, про людину, природу і суспільство. Врахування міжпредметних зв'язків при навчанні сприяє систематизації й поглибленню знань учнів, формуванню в них навичок і умінь самостійної пізнавальної діяльності, перенесенню знань, одержаних на попередніх ступенях навчання, на більш високі рівні освіти. Це особливо важливо для навчання математики, методи якої використовуються в багатьох галузях знань і людської діяльності.

2.1. Сутність поняття «міжпредметні зв'язки»

В історії педагогіки накопичилася цінна спадщина з теорії та практики міжпредметних зв'язків: обґрунтовувалась об'єктивна необхідність відображення в шкільному навчанні існуючих взаємозв'язків реального світу; підкреслювалася світоглядна функція міжпредметних зв'язків, їх роль для розумового розвитку учнів як загалом, так і при навчанні окремим предметам; виявлявся позитивний вплив МПЗ на формування загальноосвітніх та предметних знань як цілісної системи; розроблялися методики скоординованого викладання різних навчальних предметів тощо.

У дидактичних дослідженнях були визначені основні принципи організації навчання на основі міжпредметних зв'язків:

- встановлення зв'язків між шкільними навчальними предметами;
- усунення суперечностей у вживанні загальної термінології вчителями різних предметів;
- наступності (спадкоємності) у викладанні змісту окремих предметів;
- взаємопроникнення знань, набутих при вивченні різних предметів;
- зв'язку теоретичних знань із їх практичним застосуванням;
- спільної роботи вчителів з розвитку інтелектуальних здібностей учнів.

З наведеного випливає, що явище міжпредметних зв'язків – багатомірне, що його сутність не може бути визначена однозначно. Впорядкування смислових значень поняття МПЗ, як і впорядкування видів міжпредметних зв'язків, можливе лише на основі системного підходу, спрямованого на розкриття багатоаспектності та поліфункціональності міжпредметних зв'язків у навчанні та заснованого на широкому використанні поелементного аналізу як структури змісту навчального предмета, так і структури процесу навчання (його мети, методів, засобів, форм організації).

Дидактичне поняття «міжпредметний зв'язок» як система має структуру, що складається з трьох елементів:

- знання (уміння) з однієї предметної області;
- знання (уміння) з іншої предметної області;
- зв'язки цих знань (умінь) в процесі навчання.

Кожний з цих елементів відрізняється варіативністю. Зв'язки охоплюють різні предметні області – суспільні, природничі, технічні науки. Синтез знань має в кожному конкретному випадку певну пізнавальну функцію – пояснення причинно-наслідкових зв'язків у загальних об'єктах, узагальнення й виведення нового узагальненого знання, конкретизації загальних понять, класифікації явищ і процесів, доведення (обґрунтування) узагальнених ідей тощо. У логічно завершеному вигляді міжпредметний зв'язок є вираженим у загальній формі, усвідомленим відношенням між елементами структури різних навчальних предметів.

Таким відношенням може бути нове знання, яке сформувалося завдяки засвоєнню зв'язків між знаннями з різних предметів. Це знання за своїм змістом і способом формування в навчальному пізнанні носить міжпредметний характер (наприклад, фізико-математичні, фізико-хімічні, біохімічні, історико-географічні, політико-економічні, літературно-історичні тощо поняття).

Таким відношенням може бути нове узагальнене уміння, сформоване в результаті засвоєння зв'язків між способами навчально-пізнавальної діяльності, які застосовуються при вивченні різних предметів. Нове уміння є міжпредметним, оскільки може використовуватися у вивченні різних навчальних предметів при оперуванні загальними для них міжпредметними знаннями (наприклад, уміння усного і письмового мовлення, розрахунково-вимірні, художньо-образотворчі, графічні уміння, узагальнені уміння розумової діяльності та ін.).

Як конкретна дидактична форма вияву загальнонаукового принципу системності, міжпредметні зв'язки виконують методологічну функцію.

У ролі дидактичного принципу, на основі якого будуються системи міжпредметного навчання (в рамках навчальної теми, навчального предмета, навчальної проблеми, позакласної діяльності тощо) міжпредметні зв'язки виконують конструктивну функцію.

Формувальна функція міжпредметних зв'язків полягає в тому, що як загальнопедагогічний засіб здійснення комплексного підходу до навчання, вони створюють умови для формування світогляду, пізнавальної активності й самостійності учнів. Цю функцію міжпредметні зв'язки виконують у навчанні під впливом методичних і психологічних чинників, перебуваючи навчально-пізнавальною діяльністю учнів і навчаючої діяльністю вчителя.

У структурі поняття міжпредметних зв'язків можна виділити світоглядну, загальнопедагогічну, дидактичну, методичну, психологічну складові.

Таким чином, заглиблення педагогічної науки в суть дидактичної категорії міжпредметних зв'язків приводить до висновків про поліфункціональність, варіативність, відносність їх смислових значень у загальній організації навчального процесу. В єдності методологічної, конструктивної і формувальних функцій міжпредметні зв'язки визначають сучасний міжпредметний (інтегрований) підхід до побудови змісту й організації процесу навчання предмету (зокрема, математики) з позицій загальних принципів системності та комплексності.

Міжпредметні зв'язки передбачають взаємну узгодженість змісту освіти з різних навчальних предметів, добір та побудову навчального матеріалу, які визначаються як загальними цілями освіти, так і врахуванням виховних завдань, зумовлених специфікою кожного навчального предмета.

Для продуктивного засвоєння учнями знань, для їхнього інтелектуального розвитку засобами різних предметів шкільного курсу надзвичайно важливо встановити широкі зв'язки як між різними розділами курсів, що вивчаються, так і між різними предметами в цілому. При цьому цінність становлять зв'язки не лише із спорідненими за змістом предметами, а й міжциклові зв'язки. Велике значення інтеграції для розвитку інтелектуальних творчих здібностей учнів пояснюється тим, що в сучасній науці все більше посилюється тенденція до синтезу знань, до усвідомлення і розкриття спільності об'єктів пізнання і дана тенденція в майбутньому буде посилюватися.

Математика використовує елементи знань з інших предметів для демонстрації застосувань власних законів, теорій, методів. Елементи змісту інших навчальних предметів, що характеризують певний об'єкт реальної дійсності, також можна й потрібно реалізовувати на уроках математики для вивчення цього об'єкту з інакших позицій (наприклад, кількісних показників чи просторових відношень). Це дасть змогу істотно підвищити рівень розуміння, глибину вивчення учнями змісту інформатики, фізики, хімії, біології та ін. навчальних предметів. При організації та здійсненні міжпредметних зв'язків математики і предметів природничого циклу, створюються найбільш сприятливі умови для розвитку самостійного пошуково-творчого, інтегрованого образу мислення учнів, яке сприяє діалектичному аналізу всього, що відбувається в природі та суспільстві, цілісному сприйняттю картини світу. На цій основі в учнів формуються не лише уміння та навички з основ предмета, а й науковий світогляд, чим закладається міцний фундамент гармонійного розвитку особистості. Крім того, знижується навчальне навантаження, скорочуються недоречні, небажані та педагогічно не обґрунтовані повторення у вивченні окремих навчальних тем, що, своєю чергою, сприяє формуванню свідомого й відповідального ставлення учнів до навчання, пом'якшенню психологічного навантаження, посиленню мотивації та підтриманню постійного інтересу школярів до навчальної діяльності.

Формування загальної системи знань учнів про реальний світ, різні форми його прояву, що відображають взаємозв'язки, – одна з основних освітніх функцій міжпредметних зв'язків. Кожний навчальний предмет є джерелом тих або інших видів міжпредметних зв'язків, тож потрібно виділити ті з них, які можна використовувати в змісті математичної освіти, й ті, що йдуть від математики в інші навчальні предмети. При цьому слід враховувати, що зв'язки між окремими предметами мають свою специфіку, яка накладає відбиток на методику навчання. Наприклад, при навчанні математики слід звернути увагу на вдосконалення вивчення тих її розділів, які широко застосовуються в предметах природничого-наукового циклу (інформатики, фізики, хімії, біології, географії, економіки тощо). Необхідно також зміцнювати зв'язки математики з предметами гуманітарного циклу.

При цілеспрямованому й послідовному використанні МПЗ у процесі навчання забезпечується можливість наскрізного застосування знань, умінь, навичок, одержаних на уроках різних предметів. Навчальні предмети починають допомагати один одному. В результаті підвищується ефективність навчання і виховання. Отже, в послідовному здійсненні принципу міжпредметних зв'язків містяться важливі резерви подальшого вдосконалення навчально-виховного процесу. Виявлення та подальше здійснення міжпредметних зв'язків, необхідних і важливих для розкриття провідних положень навчальних тем, дає змогу:

- зосередити увагу вчителів і учнів на ключових аспектах навчальних тем різних предметів, які відіграють важливу роль у розкритті провідних наукових ідей;
- здійснювати поетапну організацію роботи зі встановлення міжпредметних зв'язків, поступово ускладнюючи пізнавальні завдання, розширюючи поле дії творчої ініціативи й пізнавальної самодіяльності школярів, застосовуючи все різноманіття дидактичних засобів для ефективного здійснення багатосторонніх міжпредметних зв'язків;
- формувати пізнавальні інтереси учнів засобами різних навчальних предметів в їх органічній єдності;
- здійснювати творчу співпрацю між учителями вчителями й учнями;
- вивчати найважливіші світоглядні проблеми та питання сьогодення засобами різних навчальних предметів і наук, пов'язуючи їх з життям.

Встановлення зв'язків між різними навчальними предметами – необхідна умова системного оволодіння учнями основами наук. Послідовне й систематичне здійснення МПЗ сприяє формуванню в учнів системного способу мислення, розвитку в них інтересу до знань. Міжпредметні зв'язки у процесі їх постійного застосування в навчанні різним предметам сприяють також розв'язанню і суто навчальних завдань щодо закріплення предметних знань і умінь учнів.

Досягнення головної освітньої мети залежить від того, якою мірою учні навчені сприймати інформацію та використовувати її. Тому освоєння вчителями сучасних інформаційних технологій є об'єктивною необхідністю. Застосування вчителями-предметниками на уроках інформаційно-комунікаційних технологій дає простір для відпрацювання необхідних предметних прийомів і, водночас, сприяє виробленню в учнів навичок освоєння комп'ютерних технологій і застосування їх при розв'язуванні конкретних прикладних задач. Чим ширша сфера застосування комп'ютерних технологій, тим більше навичок з їх освоєння опанують учні, що дуже важливо у зв'язку з безперервною зміною технологій, особливо в царині програмних засобів.

Цілеспрямоване застосування інформаційно-комунікаційних технологій із залученням міжпредметних зв'язків у навчальній практиці забезпечує:

- природну зміну видів навчальної діяльності в рамках одного уроку;
- розширення можливостей ілюстративного (прикладного) супроводу уроку;
- організацію самостійної і дослідницької діяльності учнів.

На основі міжпредметних зв'язків будується узгоджена діяльність вчительського колективу і скоординоване управління всім ходом навчально-виховної роботи. Крім того, МПЗ спонукають кожного вчителя до постійної самоосвіти, творчості й взаємодії з іншими вчителями-предметниками. Це сприяє підвищенню педагогічної майстерності й об'єднанню педагогічного колективу в розв'язанні єдиних завдань навчання. Узгодженість навчально-виховного процесу з усіх предметів дає змогу досягати більшого ефекту в загальному розвитку учнів, гармонійно розвивати всі сфери їхньої розумової, емоційної і фізичної діяльності.

Таким чином, міжпредметні зв'язки є узгодженою конструкцією змісту навчального матеріалу двох або більше навчальних предметів, основними характеристиками якої є:

- смислове співвідношення елементів змісту, що входять до складу двох і більше навчальних предметів;
- адекватність методичних прийомів, а також форм організації навчальної діяльності предметам, між якими встановлюється зв'язок;
- забезпечення цілеспрямованого формування в учнів умінь і навичок комплексного використання знань при розв'язуванні навчальних задач.

Рушійною силою в здійсненні міжпредметних зв'язків є суперечність між проблемою, яка виникає, і неможливістю її вирішити на базі одного навчального предмета.

Призначення міжпредметних зв'язків полягає в тому, що вони:

- забезпечують формування в учнів наукової картини світу, визначаючи взаємозв'язок між різними формами руху матерії;
- здійснюють координацію навчального матеріалу, побудовану на принципах наступності, розвитку та системності;
- задають міжпредметний рівень засвоєння знань і розвитку мислення, що забезпечує широке перенесення знань, узагальнений характер сформованості пізнавальних умінь;
- передбачають єдине визначення загальнонаукових понять, координацію процесу їх формування.

Встановлення зв'язків між навчальними предметами – необхідна умова розвитку системи знань, оволодіння основами наук. Формування в учнів наукового світогляду спирається на наукову картину світу і вимагає встановлення органічних зв'язків між усіма складовими частинами змісту освіти. Узгодженість навчально-виховного процесу з усіх предметів дозволяє досягати більшого ефекту в загальному розвитку учнів, гармонійно розвивати всі сфери їхньої розумової, емоційної та фізичної діяльності. У результаті, навчання, виховання і розвитку, заснованих на цілеспрямованій реалізації міжпредметних зв'язків, формується здатність учнів цілісно сприймати навколишній світ, уміння самостійно встановлювати істотні причинно-наслідкові зв'язки між предметами і явищами. На основі міжпредметних зв'язків може будуватись узгоджена діяльність вчительського колективу і скоординоване управління всім ходом навчально-виховної роботи.

2.2. Функції міжпредметних зв'язків

Міжпредметні зв'язки всебічно впливають на процес навчання – від постановки завдань і організації до його результатів. В умовах предметної системи навчання їм властиві методологічна, формувальні (освітня, розвивальна, виховна), конструктивна і комунікативна функції.

Методологічна функція міжпредметних зв'язків у навчальному пізнанні виявляється через єдність різноманітних процесів і явищ, що вивчаються різними навчальними предметами. Виражаючи діалектичний метод пізнання, міжпредметні зв'язки сприяють виявленню загального, особливого і одиничного у вивченні об'єктів. Вони приносять в навчальне пі-

знання методологічний апарат сучасної науки. Їх здійснення сприяє залученню школярів до системного мислення. Вони розширюють область пізнання, виділяючи зв'язки між елементами знань з різних навчальних дисциплін як об'єкти засвоєння. Орієнтація на засвоєння міжпредметних зв'язків зіштовхує учнів із методологічними проблемами правомірності перенесення і синтезу знань із різних наукових систем. Це посилює дію дедукції й індукції, аналізу та синтезу, узагальнення й конкретизації при загальному зростанні кількості пошукових шляхів пізнання. Міжпредметні зв'язки виступають як метод діяльності учнів, що розвиває у них здатність до синтезу знань із різних предметів, здатність в одиничному бачити загальне і з позицій загального оцінювати особливе.

МПЗ формують науковий світогляд учнів, який виступає як методологічний орієнтир у пізнанні й оцінці явищ дійсності. Учні можуть зрозуміти роль окремих наук у загальній системі знань про світ лише в процесі системного освоєння основ наук. Цьому сприяє освоєння за допомогою міжпредметних зв'язків світоглядних ідей як універсальних форм знання, в яких виражено і зміст, і спосіб пізнання світу, і ставлення до нього.

Міжпредметні зв'язки виконують свою методологічну функцію в процесі навчання тоді, коли ідея міжпредметності знань застосовується педагогічним колективом як регулятивна норма практики.

Освітня функція міжпредметних зв'язків полягає в тому, що з їх допомогою вчитель формує такі якості знань учнів, як системність, глибина, усвідомленість, гнучкість. Міжпредметні зв'язки виступають як засіб формування математичних понять, сприяють засвоєнню зв'язків між ними і загальними природничо-науковими поняттями.

Розвивальна функція міжпредметних зв'язків визначається їх роллю в розвитку системного і творчого мислення учнів, у формуванні їхньої пізнавальної активності, самостійності, пізнавальних інтересів і позитивної мотивації навчання. Міжпредметні зв'язки допомагають подолати предметну інертність мислення і розширюють кругозір учнів.

Виховна функція міжпредметних зв'язків виражена в їх сприянні всім напрямкам виховання школярів у процесі навчання. Вчитель математики, спираючись на зв'язки з іншими предметами, реалізує комплексний підхід до виховання.

Конструктивна функція міжпредметних зв'язків полягає в тому, що з їх допомогою вчитель математики вдосконалює зміст навчального матеріалу, методи і форми організації навчання, здійснює комплексні форми навчальної і позакласної роботи.

Комунікативна функція міжпредметних зв'язків спрямована на формування готовності та здатності учнів розуміти інших, поважати іншу точку зору. Сформована комунікативна компетентність дозволяє розвивати навчально-пізнавальну діяльність школярів на основі реалізації навчальних і пізнавальних цільових установок, неформальне (творче) ставлення до справи. Найбільший ефект від цього процесу досягається в умовах взаємопов'язаного викладання кількох навчальних предметів. Завданням міжпредметного навчання є навчити школярів встановлювати й засвоювати зв'язки між пізнавальними і навчальними уміннями в процесі взаємопов'язаного вивчення конкретних предметів. Ця діяльність може мати позитивний результат тільки в тому випадку, якщо учень володіє повноцінною комунікативною компетентністю.

Усі функції міжпредметних зв'язків тісно взаємопов'язані, а єдність їх реалізації ефективно впливає на освіту, виховання і всебічний розвиток особистості учня в процесі навчання. Важливе значення має при цьому істотна перебудова й удосконалення методів і форм організації навчального процесу (інтегровані (комплексні) уроки, міжпредметні екскурсії, конференції, конкурси, олімпіади, підготовка доповідей міжпредметного характеру, використання пошукових методів навчання, проблемно-пізнавальних завдань, елементів дослідження тощо). Ці форми й методи організації навчально-пізнавальної діяльності школярів сприяють продуктивнішій реалізації принципу єдності навчання, виховання й розвитку

школярів в навчальному процесі, стимулюють розвиток їхньої творчої, пізнавальної активності, інтересів і здібностей.

2.3. Класифікації міжпредметних зв'язків

Враховуючи різноманіття функцій міжпредметних зв'язків у навчальному процесі, їх класифікація не може мати лінійний характер. З позиції цілісності процесу навчання МПЗ функціонують на рівні трьох взаємозв'язаних типів:

1. Змістовно-інформаційні;
2. Операційно-діяльнісні;
3. Організаційно-методичні.

Кожний з названих типів міжпредметних зв'язків ділиться на види.

Відповідно до основних видів знань, що входять в інформаційну структуру навчального предмета, можна виділити такі види змістовно-інформаційних міжпредметних зв'язків:

1. Наукові – за складом наукових знань: фактологічні (факти), понятійні (поняття), теоретичні (теорії, закони, проблеми);

2. Методологічні – за знаннями про пізнання: гносеологічні (філософія і методи науки), історико-наукові (історія науки), семіотичні (мова науки), логічні (логіка, структура наукових теорій);

3. Світоглядні – за знаннями про ціннісні орієнтації: діалектико-матеріалістичні, ідейно-політичні, політико-економічні, етичні, естетичні, правові.

Фактологічні зв'язки (міжпредметні зв'язки на рівні фактів) – це встановлення спорідненості фактів, що вивчаються в різних навчальних предметах, і таких, що розкривають загальні ідеї та теорії. Необхідно розрізняти факти-зв'язки і факти-явища. Фактичні зв'язки можуть здійснюватися в рамках внутрішньоциклових або міжциклових зв'язків навчальних предметів. Їх психологічну основу становить механізм утворення асоціацій за суміжністю, схожістю, часом дії. Пізнавальна діяльність учнів при цьому спирається на процеси запам'ятовування й актуалізації фактичного матеріалу. Вже на цьому рівні відбувається перенесення й узагальнення знань, проходять розумові процеси аналізу і синтезу, формуються «комплекси фактів» як стадії в розвитку загальнопредметних понять. В учнів формуються уміння різнобічного аналізу фактів, їх зіставлення, узагальнення, пояснення з позицій загальнонаукових ідей, уміння ввести факти з різних навчальних предметів у загальну систему знань про світ.

Понятійні зв'язки. Поняття — це форма людського мислення, за допомогою якого пізнаються загальні, істотні ознаки предметів.

Теоретичні зв'язки. Теорія — це система наукових знань, в якій відображено взаємозв'язок фактів, понять, постулатів, наслідків, практичних положень, що належать до певної предметної області. Водночас кожна конкретна теорія фіксує загальні зв'язки і відношення, які виявляються в інших предметних областях. Такими, наприклад, є еволюційна теорія, яка наповнюється біологічним змістом, загальні принципи й закони розвитку матерії тощо. Теоретичні міжпредметні зв'язки в сучасних умовах навчання є поелементним приростом нових компонентів загальнонаукових теорій і знань, одержаних на уроках зі споріднених предметів.

До операційно-діялісного типу міжпредметних зв'язків належать зв'язки між способами навчально-пізнавальної діяльності й уміннями учнів, які формуються в них при вивченні різних навчальних предметів. У шкільних навчальних програмах спеціально виділений розділ «Навчальні досягнення учнів», у якому названі уміння, якими мають оволодіти учні в результаті вивчення тієї, чи іншої теми. Порівняння переліку умінь у програмах з предметів природничо-наукового циклу показує їх спільність, що визначається єдністю

методів наукового пізнання природи й навчально-виховних завдань: уміння оцінної діяльності; уміння пізнавальної діяльності; уміння практичної діяльності. До міжпредметних зв'язків названого типу належать наступні їх види:

1) практичні, які сприяють виробленню трудових, конструктивно-технічних, обчислювальних, експериментальних, мовних умінь;

2) пізнавальні, які сприяють формуванню загальнонаукових узагальнених умінь розумової, творчої, навчальної, пізнавальної, самоосвітньої діяльності;

3) ціннісно-орієнтаційні, необхідні для вироблення умінь оцінної, комунікативної, художньо-естетичної діяльності, що має велике значення у формуванні світогляду школяра.

Міжпредметні зв'язки, орієнтовані на формування узагальнених пізнавальних умінь, передбачають ієрархію загальних і специфічних способів дій. Інтелектуальні уміння — це найбільш загальні уміння, які надають навчальній діяльності пізнавального, розумового характеру. Вони важливі для вивчення всіх предметів, але залежно від змісту навчального матеріалу й застосування відповідних наукових методів набувають специфічних рис. Наприклад, у предметах природничо-наукового циклу специфічні міжпредметні зв'язки за методами науки пов'язують мислення учнів із загальнонауковими методами абстрагування, моделювання, аналогії, ідеалізації, уявного експерименту тощо. Опора на методи науки сприяє формуванню загальнопредметних умінь практичної діяльності. Застосування математичних методів у курсах фізики, хімії, біології, географії дає змогу кількісно оцінити процеси, що вивчаються, логічно обґрунтувати окремі закони.

Творчі уміння відносяться до узагальнених загальнопредметних умінь. У своєму різноманітті вони відображають структуру творчої діяльності при вивченні будь-якого предмета: бачення проблеми; виявлення нового зв'язку об'єкта; орієнтація в альтернативних способах розв'язання проблеми; самостійне перенесення знань і умінь у нову ситуацію; узагальнення накопичених даних і їх відображення в новому знанні.

Міжпредметні зв'язки здійснюються на основі використання відповідних методів і організаційних форм навчання. Це зумовлює необхідність виділення ще одного типу міжпредметних зв'язків — організаційно-методичних. Цей тип зв'язків підпорядкований першим двом (змістовно-інформаційному та операційно-діяльністному) типам зв'язків, які мають самостійне значення.

Види зв'язків організаційно-методичного типу розрізняються:

1. За часом здійснення:

- хронологічні — зв'язки за послідовністю їх здійснення (попередні (ретроспективні), супутні (синхронні), перспективні (випереджувальні));

- хронометричні — зв'язки за тривалістю взаємодії системоутворюючих елементів (локальні, середньої дії, тривалої дії);

2. За широтою здійснення (міжкурсові, внутрішньоциклові, міжциклові);

3. За способами засвоєння зв'язків у різних видах знань (репродуктивні, пошукові, творчі);

4. За способом взаємозв'язку предметів (двобічні, багатосторонні, системні (коли зв'язки математики з іншими предметами реалізуються в методичних системах, націлених на формування систем загальнонаукових понять, на розкриття комплексних навчальних проблем));

5. За напрямом (прямі, зворотні, відновні);

6. За постійністю реалізації (епізодичні, постійні, систематичні);

7. За рівнем планування навчально-виховного процесу (поурочні, тематичні та ін.);

8. За загальнопредметними уміннями (навчальні, пізнавальні, оцінні, прикладні), які формуються на основі узгоджених між учителями суміжних предметів єдиних підходів до розвитку в учнів умінь навчальної діяльності;

9. За формами організації роботи учнів і вчителя (індивідуальні, групові, колективні, комплексні семінари, екскурсії, інтегровані уроки тощо), в яких реалізуються комплексні міжпредметні зв'язки, тобто зв'язки різних видів, об'єднані загальною навчальною метою.

Часовий чинник показує:

1) які знання, що залучаються з інших шкільних предметів, вже одержані учнями, а який матеріал ще тільки належить вивчати в майбутньому (хронологічні зв'язки);

2) яка тема в процесі здійснення міжпредметних зв'язків є провідною за термінами вивчення, а яка другорядною (хронологічні синхронні зв'язки).

3) як довго відбувається взаємодія в процесі здійснення міжпредметних зв'язків.

Важливу для конкретного предмета роль грають цільові міжпредметні зв'язки, оскільки без їх реалізації вивчення даного навчального матеріалу вважається неможливим. Реалізація міжпредметних зв'язків «як результат» необхідна для забезпечення навчання іншого предмета, але при цьому вони сприяють і глибшому вивченню даного предмета.

Реалізація попередніх міжпредметних зв'язків при плануванні навчального курсу (розділу, теми) полягає у визначенні допоміжних його завдань на основі виявлення дидактичних цілей навчання інших предметів на відповідному етапі. Перспективні міжпредметні зв'язки повинні ініціюватися предметами, що потребують елементів змісту іншого навчального предмету.

Міжпредметні зв'язки за напрямом демонструють:

1) чи є один, два або декілька навчальних предметів джерелом міжпредметної інформації для конкретно даної навчальної теми, що вивчається на міжпредметній основі;

2) чи використовується міжпредметна інформація тільки при вивченні навчальної теми базового навчального предмета (прямі зв'язки), чи дана тема є також «постачальником» інформації для інших тем, інших предметів відповідно до навчального плану школи (зворотні або відновні зв'язки).

Міжпредметні зв'язки за умінями, що формуються, умовно можна розділити на такі види:

- за умінями планування (складання (подумки, письмово) плану майбутньої дії, прийняття плану розв'язання лише після аналізу умов, даних і основної частини майбутньої дії; попереднє уявне складання алгоритму розв'язування задачі);

- за інтелектуальними умінями (логічно обґрунтовувати (доводити) відповіді на поставлені питання; порівнювати явища, знаходити спільність і відмінність, робити висновки й узагальнення раціональним способом (таблиць для порівняння, графіків для дослідження залежності, схем для з'ясування принципу дії тощо); єдиного підходу до застосування систем одиниць вимірювання; раціональне структурування й конспектування навчального матеріалу);

- за умінями працювати з інформацією (вибору джерела інформації (підручника, книги, довідника, Internet і т.д.) і знаходження необхідних даних; застосування прийомів «біглого» читання, виписування, складання конспекту і т.д.).

За методами і засобами навчання міжпредметні зв'язки можна розділити на наступні види:

- узгодження методів і методичних прийомів навчальної роботи з різних предметів (усне опитування, картки-завдання, самостійна робота учнів, лабораторні роботи, проблемний виклад, евристична бесіда, поєднання викладу й закріплення і т.д.);

- координація методичних прийомів вивчення однотипних елементів у різних предметах (аналіз завдання, єдність запису даних, графічний аналіз залежностей і т.д.);

- доцільне застосування однакових (різних) методів дослідження при вивченні спорідненого навчального матеріалу на уроках різних предметів;

- єдиний підхід до методики формування умінь і навичок учнів у навчальному процесі (форми організації і структура занять, показ прийомів діяльності, способи управління ро-

ботою учнів, форми підбиття підсумків і т.д.).

Види міжпредметних зв'язків можуть різнитись залежно від обраного базового критерію. Наприклад, за критерієм спрямованості зв'язки можуть бути прямі та зворотні. Прямий зв'язок спостерігатиметься при інтеграції двох предметів, коли один із них виступає основою міжпредметної інтеграції, наприклад, вивчення математики на фізичній основі. Зворотний зв'язок. Його можна показати на прикладі цих же предметів, але вже фізика вивчатиметься на математичній основі. В цьому випадку по відношенню до математики здійснюватиметься зворотний зв'язок, а по відношенню до фізики – прямий.

За критерієм просторового розташування зв'язки діляться на горизонтальні і вертикальні. Горизонтальний зв'язок здійснюється тоді, коли інтегровані предмети вивчаються одночасно. Вертикальний зв'язок можна спостерігати, якщо інтегровані предмети вивчаються в різних часових рамках. У такому разі для здійснення міжпредметної інтеграції доцільно або повернутися назад, або рухатися вперед, здійснюючи міжпредметне випередження.

За критерієм вираженості, зв'язки розподіляються на спрямовані й супутні. Спрямований зв'язок (явний) – зв'язок, що визначається планами, програмами, стандартами. Супутній зв'язок (неявний) є фоновим матеріалом при вивченні тієї або іншої теми.

Наведений перелік класифікацій міжпредметних зв'язків можна продовжувати. Проте якою б не була запропонована модель класифікації МПЗ, вона завжди має спиратися на три основні системотвірні складові: інформаційна структура навчального предмета; морфологічна структура навчальної діяльності; методичні особливості організації процесу навчання для досягнення конкретної мети (результату).

2.4. Шляхи реалізації міжпредметних зв'язків у навчальній та позаурочній роботі

Міжпредметні зв'язки в шкільному навчанні є конкретним виявом інтеграційних процесів, що відбуваються сьогодні в науці й у житті суспільства. Ці зв'язки відіграють важливу роль в підвищенні практичної та науково-теоретичної підготовки учнів. За допомогою багатосторонніх міжпредметних зв'язків закладається фундамент для формування в учнів умінь комплексного бачення проблем реальної дійсності, різнопланових підходів до їх розв'язання. Загалом вони є одним із інструментів, націлених на соціалізацію випускника.

Встановлення зв'язків між математикою і спорідненими навчальними предметами (інформатикою, фізикою, хімією, біологією, географією, трудовим навчанням, економікою тощо) спрямоване на усвідомлення учнями системи зв'язків, що об'єктивно існують у багатовимірному освітньому просторі між математикою і предметами природничого циклу. Зазначимо, що специфіка цих зв'язків полягає в тому, що часто вони мають опосередкований характер, і навіть досвідченим учителям буває складно визначити шляхи їх можливої реалізації. Ефективність використання МПЗ значною мірою залежить від ступеня координації знань учнів з різних навчальних предметів та наявності єдиного підходу до трактування окремих наукових понять, ідей, методів, процесів і явищ та врахування часу їх вивчення.

Міжпредметні зв'язки здійснюються в різних формах організації навчальної і позаурочної діяльності. Найбільш важливими та перспективними для формування наукового світогляду й мислення школярів, цілісного сприйняття ними реальних об'єктів і явищ є проведення уроків на міжпредметній основі.

Урок міжпредметного характеру має відповідати певним дидактичним вимогам. Він повинен мати чітко сформульоване навчально-пізнавальне завдання, для розв'язання якого необхідне залучення знань з інших предметів; забезпечити високу активність учнів із застосування знань з інших предметів; містити знання світоглядного характеру, узагальнені знання, що спираються на зв'язок, синтез знань із різних предметів, причинно-наслідкові зв'язки, які різнобічно розкривають суть явищ, що вивчаються; викликати позитивне став-

лення учнів, збуджувати в них інтерес до пізнання; бути націленим на узагальнення певних розділів навчального матеріалу суміжних предметів.

Методичні прийоми здійснення міжпредметних зв'язків на уроці

Загальні прийоми, орієнтовані на встановлення міжпредметних зв'язків	Специфічні прийоми, орієнтовані на встановлення міжпредметних зв'язків
<p>Домашні завдання з інших предметів. Включення у виклад вчителя міжпредметного матеріалу одного або кількох інших предметів Бесіда і відтворення знань іншого предмета. Застосування наочної допомоги, приладів, фрагментів відеофільмів тощо. Постановка проблемних питань. Повідомлення учнів за матеріалами іншого предмета та їх обговорення. Розв'язування кількісних і якісних задач, кросвордів міжпредметного характеру тощо.</p>	<p>Робота з підручниками з кількох предметів на уроці. Виготовлення й використання комплексної наочної допомоги, що узагальнює навчальний матеріал кількох предметів. Виконання письмових самостійних робіт, які розробляються й оцінюються вчителями різних предметів. Комплексні завдання, міжпредметні тести, диференційовані по предметах групові завдання. Ведення міжпредметних зошитів (виконання завдань із різних предметів, спрямованих на розв'язання загальної навчальної проблеми). Групова робота вчителів з організації вивчення міжпредметних проблем. Проведення міжпредметних гуртків, конференцій, олімпіад учнів.</p>

У процесі встановлення міжпредметних зв'язків можна виділити такі етапи і шляхи їх реалізації:

- початковий (підготовчий) етап, приурочений до початку вивчення навчальної теми на міжпредметній основі;
- основний етап, представляє безпосереднє розкриття провідних положень теми на міжпредметній основі.

Сутність цих етапів полягає в наступному:

Підготовчий етап забезпечує загальну орієнтацію учнів у змісті навчальної теми, їхню психологічну готовність до її вивчення на міжпредметній основі. З цією метою на початку вивчення теми проводиться робота, яка скеровує учнів на усвідомлення інтеграційного характеру змісту теми, на необхідність при розкритті її провідних положень використовувати знання з інших предметів, а також на розуміння того, як має бути організована для цього робота. В результаті вчитель разом з учнями визначає перспективний план вивчення теми на широкій міжпредметній основі.

На цьому етапі реалізуються:

1. Орієнтація школярів в змісті навчальної теми, унаслідок чого учні підводяться до розуміння її міжпредметного характеру. Розкривається предмет, завдання і значення математики як науки, основні положення якої відбиті в змісті теми; розкривається інтеграційний характер математики як науки, її природний зв'язок із фізикою, інформатикою, хімією, біологією тощо.

2. Виділення учнями під керівництвом вчителя провідних положень теми, постановка перед учнями питань, спрямованих на цілісне сприйняття її змісту і спонукаючих школярів до міжпредметного пошуку. Попереднє ознайомлення із змістом теми дає змогу підвести учнів до розуміння того, що цей зміст неоднорідний, проте в ньому можна виділити ті стрижневі положення, які є основою системних (комплексних) знань.

3. Пояснення вчителем значення міжпредметних зв'язків у процесі навчання.

Успішна реалізація підготовчого етапу – необхідна передумова для здійснення основного етапу вивчення теми на міжпредметній основі.

На основному етапі, відповідно до розробленого вчителем спільно з учнями плану вивчення теми, вчителем складається програма безпосереднього розкриття провідних положень теми. На цьому етапі відбувається:

1. Орієнтація школярів у змісті теми, вивчення якої вони розпочинають: конкретизація провідного положення, яке належить розкрити на міжпредметній основі; постановка перед учнями конкретних навчальних цілей і висвітлення основних шляхів їх досягнення за допомогою міжпредметних зв'язків.

2. Застосування вчителем системи питань і навчальних завдань, що носять, як правило, проблемний, евристичний характер.

3. Пошук школярами необхідних та істотних опорних міжпредметних знань. Здійснення міжпредметних зв'язків у процесі розкриття провідних положень навчальної теми найбільш ефективно, коли необхідні й істотні знання використовуються для подолання суперечностей, що виникають в процесі розв'язування проблеми, коли учні переконуються в можливості їх подолання шляхом використання знань з інших предметів.

Застосування вчителем в ситуації виникнення в учнів утруднень при виконанні міжпредметних завдань певних прийомів, таких, наприклад, як «розв'язування за зразком», «наближення» необхідних опорних знань (потрібне знання вчитель «наближає» до учня у вигляді допоміжного завдання, запропонованого в потрібний момент), «навідна підказка» в процесі виконання завдання (учню пропонується тільки один елемент необхідного знання у вигляді «підказки»).

На початковій стадії оволодіння учнями інструментарієм міжпредметного синтезу, коли реалізація пізнавальних потреб учнів утруднена, можливий наступний шлях проведення цієї роботи: «вчитель → зразок діяльності для учнів → «наближення» → «підказка» → самостійна робота школярів. Надалі, у міру оволодіння учнями механізмом встановлення міжпредметних зв'язків, кількість ланок цього ланцюга буде зменшуватися в напрямі зліва направо. Цей процес не буде прямолінійним: у ньому будуть і повернення, і перестановка місцями деяких елементів наведеного ланцюжка співвідношення педагогічного керівництва вчителя і самостійної роботи школярів.

4. Постійне звернення до виконання учнями вправ з розвитку самостійності у встановленні міжпредметних зв'язків: пошук необхідних опорних знань, розвиток організаційних умінь із здійснення міжпредметних зв'язків. Цей педагогічний шлях тісно пов'язаний з уже розглянутими шляхами, безпосередньо витікає з них і продовжує їх.

5. Застосування гнучких форм взаємодії учасників педагогічного процесу з реалізації міжпредметних зв'язків:

- проведення міжпредметних письмових робіт, семінарів, олімпіад, конференцій, екскурсій;
- координація діяльності вчителів – встановлення багатосторонніх і різнопланових контактів між ними.

Здійснення міжпредметних зв'язків в навчанні математики відбуватиметься ефективніше при дотриманні системи методичних умов. Передусім учителю необхідно глибоко усвідомити загальну мету здійснення міжпредметних зв'язків в навчальному процесі, а саме: забезпечити послідовне формування наукового світогляду учнів, розуміння ними закономірностей наукового розвитку й усвідомлене застосування теоретичних знань до

аналізу й оцінки фактів, явищ і процесів реальної дійсності. Окрім цього, важливо знати основні типи й види зв'язків, які в органічній єдності сприяють навчанню, вихованню і розвитку учнів з урахуванням сучасних вимог, що висувуються до навчання математики.

Важливий бік діяльності вчителя – його ознайомлення з програмами й підручниками із суміжних предметів настільки, наскільки це необхідно для використання їх змісту у навчанні математики. Бажано заздалегідь визначити зміст і обсяг роботи, намітити організаційні форми здійснення внутрішньопредметних та міжпредметних зв'язків і відобразити це в тематичному плануванні. Дієву допомогу вчителям можуть надати методичні об'єднання. Наприклад, складання й систематичне застосування графіка спільної роботи, в якому зазначаються плановані терміни повідомлення, пояснення й закріплення навчального матеріалу і використання відповідних методів, прийомів та способів навчальної діяльності.

Безпосередньо на навчальних заняттях вчителю доцільно використовувати наступні методичні прийоми:

- пояснення нової теми з опорою на раніше відомий учням фактичний або теоретичний матеріал із курсів математики попередніх класів або іншого навчального предмета;
- формування нового прийому або способу навчальної діяльності (наприклад, складання плану розв'язування задачі, аналіз змісту поняття з урахуванням того, як воно формувалося при вивченні суміжного предмету);
- навчання прийомам пригадування й самостійного застосування (актуалізації) раніше засвоєних знань й умінь, зокрема з використанням наочності (малюнків, таблиць, схем тощо);
- використання завдань на доведення, що вимагають від учнів пригадування головного змісту вивченого раніше матеріалу з інших курсів і предметів та його узагальнення на основі щойно вивченого;
- узагальнення знань на міжпредметній основі шляхом складання різних схем, таблиць, графіків;
- створення проблемних ситуацій на міжпредметній основі, постановка проблемних завдань, що вимагають перенесення й узагальнення знань, засвоєних при вивченні суміжних навчальних предметів, стимулюючих розумову діяльність учнів;
- проведення інтегрованих уроків;
- систематичне залучення учнями раніше засвоєних знань з інших навчальних предметів, а також із «зовнішніх» джерел інформації: науково-популярної літератури, телебачення, internet, життєвого досвіду;
- проведення міжпредметних учнівських олімпіад, конференцій, дискусій, екскурсій.

Таким чином, учитель має в своєму розпорядженні достатньо великий вибір форм, методів і прийомів ефективної реалізації міжпредметних зв'язків. Важливо лише враховувати при цьому вікові й індивідуальні особливості учнів, рівень їхньої підготовки та постійно підтримувати їхній інтерес до виявлення та використання МПЗ. Слід також ретельно добирати інформацію з інших навчальних предметів, щоб додаткові відомості не переважили урок і не закривали собою зміст математичного навчального матеріалу.

РОЗДІЛ II. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Життя в сучасному (інформаційному) суспільстві таке, що людині вже у шкільному віці необхідно володіти вміннями орієнтуватися в потоках інформації, ефективно діяти в проблемних і незнайомих ситуаціях, самостійно створювати нові продукти діяльності, бути комунікативною, емоційно стійкою тощо. У зв'язку з цим навчання на основі інтеграційного (міжпредметного) підходу стає однією зі світових тенденцій сучасної освіти.

Основним завданням міжпредметного навчання є оволодіння учнями вміннями ефективно застосовувати набуті знання на практиці як засіб, інструмент розв'язання різноманітних життєвих задач. Разом з тим, міцні предметні знання, вміння і навички, є необхідною, але не достатньою умовою для успішного розвитку особистості дитини. Реалізація міжпредметного підходу у навчанні передбачає перехід до особистісно орієнтованого діяльнісного змісту освіти і заснованого на його основі формування в учнів універсальних способів пізнання, ціннісних орієнтирів і ставлень до оточуючого світу, тобто формування в них ключових компетентностей.

3. Формування в учнів ключових компетентностей на основі реалізації міжпредметних зв'язків

В умовах становлення і розвитку в Україні інформаційного суспільства запровадження компетентнісної моделі шкільної математичної освіти, в основі якої лежать системно-діяльнісний та особистісно орієнтований підходи, стає об'єктивно необхідним. Сутність компетентнісного підходу полягає в тому, щоб сформувати в учнів не тільки систему знань, умінь і навичок, але й сукупність взаємозалежних смислових орієнтацій, досвіду діяльності, необхідних для здійснення особистісно й соціально значимої продуктивної діяльності стосовно об'єктів реальної дійсності, тобто сформувати в учнів ключові компетентності, необхідні для життя в суспільстві та швидкозмінному світі.

Компетентність — це набута у процесі навчання інтегрована здатність індивіда, яка складається зі знань, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці. Ключова компетентність — це спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності³. Маючи інтегративну природу, ключові компетентності, забезпечують універсальність освіти, дозволяючи учню не просто відтворювати набуті знання, вміння і навички в штучно створених умовах навчального процесу, а й творчо їх використовувати в незнайомій ситуації, в реальній дійсності.

Величезний потенціал для розвитку компетентностей школярів містять міжпредметні зв'язки. Цей розвиток відбувається шляхом формування в учнів системності знань, динамічного мислення через створення проблемних ситуацій, розв'язування міжпредметних завдань. В учнів формуються узагальнені знання та вміння, які дають змогу розв'язувати багато задач шляхом перенесення відомого способу дій на цілий клас аналогічних завдань. Оскільки узагальнення знань передбачає виділення стригиневих ідей, інтеграцію знань в єдину систему, то воно допомагає формуванню в учнів ключових компетентностей, а отже, є важливою складовою компетентнісного змісту навчання, у тому числі навчання математики.

3.1. Підготовка учнів до сприймання знань

Підготувати учнів до активного сприймання нових знань (незнайомого їм навчального матеріалу) означає встановити внутрішній зв'язок знань, які мають бути засвоєні, із знаннями, що вже є в учнів, і забезпечити перехід від засвоєного раніше до невідомого.

³ Державний стандарт базової і повної середньої освіти. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п>

Це положення засноване на випереджаючому відображенні, що є особливим видом відображення, яке дає людині можливість передбачити результати виконання намічених на майбутнє дій і вчинків: цілеспрямовано діюча людина, вивчаючи яку-небудь нову для неї тему, передбачає використання знань у своїй майбутній діяльності. Розвитку такого передбачення активно сприяють міжпредметні зв'язки в навчанні школярів.

Реалізація МПЗ на початку пояснення нового матеріалу допомагає вчителю конкретизувати навчальну мету заняття, швидко включити учнів в його активне сприйняття. Для того, щоб із найменшими витратами часу залучити учнів до процесу активного сприйняття знань за допомогою міжпредметних зв'язків, можна користуватися нескладними методичними прийомами. До них належать: нагадування, нескладні завдання і питання міжпредметного змісту, історичні екскурси, порівняння тощо.

Методичний прийом нагадування (пригадування) будується на основі внутрішньопредметних зв'язків і дає помітні позитивні результати в навчанні. Більш дієвим цей прийом стає, коли притягуються знання з суміжних предметів. Пригадування урізноманітнює підготовку учнів до сприйняття нового, розширює можливості активізації учнів, сприяє створенню умов для самостійного мислення в процесі засвоєння теми, що вивчається. Стимулювання пригадування не лише готує сприйняття, а й сприяє стійкості, цілеспрямованості та зосередженості уваги.

Учням спочатку важко самостійно застосувати знання, засвоєні раніше на уроках інших предметів, в нових умовах. Тому найбільш економічним шляхом відтворення знань з суміжних предметів є нагадування вчителем того, що вже відомо учням.

Першорядним завданням нагадування є підготовка спрямованості уваги учнів на те, що вивчається. Розв'язати його можна різними способами: повідомити учням про те, що даний факт, подія, явище їм відомі, оскільки вивчалися раніше у суміжному предметі; поставити питання, відповідь на яке вимагає пригадування матеріалу з суміжного предмета; дати завдання на пригадування знань з іншого предмета; залучити відомі факти, поняття, твердження, організувати порівняння, зіставлення матеріалу різних предметів.

3.2. Формування загальнонаукових понять

Відбиваючи комплексний підхід до навчання й виховання, міжпредметні зв'язки дають змогу виокремити як головні елементи змісту кожного предмета, так і взаємозв'язки між ними. МПЗ формують конкретні знання учнів, розкривають гносеологічні проблеми, без яких неможливе системне засвоєння основ наук. Міжпредметні зв'язки включають учнів в оперування пізнавальними методами, що мають загальнонауковий характер (абстрагування, моделювання, аналогія, узагальнення тощо).

Здійснення міжпредметних зв'язків передбачає однакове, якщо це можливо, трактування понять, якими оперують у різних навчальних предметах. У зв'язку з цим потрібно розкривати учням зміст одного й того само поняття в різних предметах. Якщо вчитель ставить головною метою уроку засвоєння загальних понять та ідей, то він повинен домагатися цілковитого розуміння школярами їх суті. З метою глибшого засвоєння учнями змісту понять, що вводяться у змісті різних предметів і виражаються одним і тим самим терміном (наприклад, «вектор» у математиці та фізиці), необхідно проводити відповідні паралелі під час їх пояснення.

В процесі формування математичних понять потрібно розширювати, поглиблювати розуміння учнями їх істотних ознак на новому фактичному матеріалі. Це стосується спільних визначень понять, які зустрічаються як у курсі математики, так і, наприклад, у курсі фізики («функція», «вектор», «симетрія», «вимірювання величин» тощо). Необхідно також навчати учнів всебічно аналізувати проблеми, що вивчаються в різних навчальних предметах, робити певні узагальнюючі висновки синтезуючого характеру, спираючись на конкретні факти, спостереження, зіставлення.

Вихованню в учнів наукового світогляду сприяє розв'язування на уроках математики завдань із фізичним, хімічним, географічним й іншим змістом для обґрунтування практичної значущості формул, понять, властивостей, що вводяться. Ці завдання можна пропонувати учням після пояснення нової теми з математики у вигляді завдань з міжпредметним змістом оскільки більшість формул, теорем математики застосовуються при розв'язуванні задач із природничих предметів. Наприклад, при розв'язуванні задач на застосування формули довжини кола, площі круга можна запропонувати учням задачі з фізичним змістом.

3.3. Навчання учнів міжпредметному перенесенню знань

Навчання — двосторонній процес, в якому діяльність вчителя і учнів суттєво різняться. Вчитель намагається передати учням знання, виявляє логічні зв'язки між окремими частинами змісту, демонструє можливості використання цих зв'язків для набуття нових знань. Учень приймає (або не приймає) ці знання, набуває індивідуального досвіду пізнання, вчиться самостійно застосовувати знання. Оскільки процес засвоєння відбувається під керівництвом учителя, саме від нього багато в чому залежить результат навчання.

Успішність оволодіння учнями уміннями міжпредметного перенесення знань виявляється в тому, що вони вміють застосовувати:

- поняття і факти зі споріднених навчальних предметів для розширення поля застосовності теоретичних знань, що вивчається в даному предметі;
- теоретичні знання, засвоєні на уроках різних предметів, для пояснення (ілюстрації) фактів, що розглядаються в даному навчальному предметі;
- практичні уміння і навички, одержані на уроках споріднених предметів, для отримання нових даних для поглиблення знань з даного навчального предмета.

Процес навчання учнів міжпредметному перенесенню знань у навчальній діяльності можна умовно представити таким, що відбувається на трьох рівнях.

На першому рівні (репродуктивному або рівні відтворення) основна мета вчителя полягає в тому, щоб навчити учнів використовувати на уроках математики знання, одержані ними при вивченні природничо-наукових предметів. Досягнення цього рівня використання міжпредметних зв'язків передбачає наступні три етапи:

Перший етап. Організація вчителем повторення учнями необхідних відомостей із відповідних навчальних предметів.

Другий етап. Пояснення вчителем нового навчального матеріалу із використанням фактів і понять з цих навчальних предметів для підтвердження та ілюстрації теоретичних положень.

Третій етап. Виклад вчителем нового матеріалу, із зверненням до певної природничо-наукової теорії з суміжного предмета для розкриття ролі та значення математичних фактів і методів у науковому пізнанні.

Другий рівень навчання учнів міжпредметному перенесенню знань так само, як і перший, також передбачає проходження трьох етапів. Але, якщо на першому рівні вчитель вимагав від учнів відтворення знань того матеріалу суміжної дисципліни, який він використовував у процесі пояснення, то тепер основна увага приділяється самостійному застосуванню школярами відомостей із споріднених навчальних предметів. Тому другий рівень можна назвати рівнем застосування знань.

На першому етапі вчитель вимагає від учнів самостійного (без попереднього повторення в класі) відтворення окремих знань фактичного або теоретичного характеру з суміжного предмета. Ця вимога допомагає виявленню ступеня готовності учнів застосовувати знання до нової навчальної ситуації, а також подоланню психологічного бар'єру, суть якого полягає в утрудненнях учнів, що виникають при необхідності розкрити зміст певного навчального матеріалу на уроках суміжного предмета.

На другому етапі вчитель вимагає вже не тільки відтворення знань, а й залучення учнями фактів і понять, засвоєних ними на уроках суміжних предметів, для підтвердження важливості знань, щойно засвоєних на уроках математики.

На третьому етапі від учнів вимагається самостійне залучення якої-небудь теорії, вивченої на уроках, наприклад фізики, для пояснення або ілюстрації положень, що вивчаються в курсі математики.

Основна мета на третьому рівні навчання учнів міжпредметному перенесенню знань полягає в тому, щоб навчити школярів самостійно застосовувати поняття, факти, закони і теорії, які були засвоєні ними в процесі вивчення різних навчальних предметів, для пояснення (ілюстрації) положень, явищ, процесів, що вивчаються на уроках математики, фізики, хімії та інших предметів У зв'язку з цим розглядуваний третій рівень можна назвати узагальнюючим. Він складається з таких послідовних етапів:

Перший етап. Пояснення вчителем того, як виявляються в явищах, що вивчаються на уроках даного предмета загальні наукові закони.

Другий етап. Пояснення вчителем місця явищ, що вивчаються, в загальній картині світу.

Третій етап. Відтворення учнями загальних наукових законів при поясненні явищ, що вивчаються на уроках даного навчального предмета.

Відзначимо, що наведені рівні й етапи навчання умовні, а перелік дій вчителя та учнів не можна вважати повним. У практичній роботі вчителя етапи навчання учнів міжпредметному перенесенню знань можуть значною мірою варіюватися. Основна мета використання запропонованої моделі навчання полягає в тому, щоб допомогти вчителю впорядкувати роботу з реалізації міжпредметних зв'язків, оцінки досягнутих результатів навчання (ступеня оволодіння учнями уміннями переносити й використовувати знання, одержані на заняттях із суміжних предметів).

3.4. Методичні принципи побудови міжпредметних (інтегрованих) уроків

У процесі навчання міжпредметні зв'язки функціонують як чинник комплексного впливу на особистість учня, на її всебічний розвиток, пізнавальні й етичні інтереси й уподобання. Однією з дієвих форм організації навчання на міжпредметній основі є міжпредметні (інтегровані) уроки.

Міжпредметний (інтегрований) урок – це урок, який проводиться з метою розкриття загальних закономірностей, законів, ідей, теорій, відображених у різних науках і відповідних їм навчальних предметах. Його проведення забезпечує формування в учнів цілісної системи уявлень про закони пізнання навколишнього світу в їх взаємозв'язку та взаємозумовленості, сприяє поглибленню знань, розширенню діапазону їх практичного застосування до подальшого вивчення процесів та явищ оточуючої дійсності. Міжпредметні уроки дають змогу учням поглиблено вивчати матеріал з кожного з предметів, інтегрованих у заняття, а вчителю продемонструвати можливість практичного застосування набутих ними практичних і теоретичних знань.

Міжпредметний (інтегрований) урок можна розглядати як специфічну форму організації навчальної діяльності учнів у вигляді заняття, яке спільно проводять два (іноді кілька) вчителів різних предметів, з метою різностороннього вивчення теоретичних (наукових) положень і об'єктів реальної дійсності. Від традиційного інтегрований урок відрізняється передусім специфікою навчального матеріалу, який на ньому розглядається. Предметом аналізу на інтегрованих уроках є багатопланові об'єкти, інформація про які міститься в різних навчальних предметах. Вчитель розкриває зміст навчального матеріалу, використовуючи наукову інформацію з різних навчальних предметів, реалізуючи міжпредметні зв'язки.

Головна роль у проведенні інтегрованого уроку може належати вчителю того навчального предмета, в межах якого відбувається інтеграція знань і вмінь. Однак керівництво

вчителем провідного предмета процесом навчання має здійснюватися на демократичній основі. Інший варіант – керівник інтегративного уроку визначається за відносним рівнем розподілу (питомою вагою) навчального матеріалу, який буде розглядатись на уроці.

Учні на інтегрованих уроках здобувають ґрунтовні знання про складні об'єкти, використовуючи інформацію з різних навчальних предметів, отримують можливість по-новому побачити явища які вивчаються, обдумувати їх з інших позицій. За таких умов розширюються можливості для синтезування знань, формування в учнів умінь переносити знання з однієї галузі науки на іншу (з одного навчального предмета на споріднений). Це стимулює їхню аналітико-синтетичну діяльність, розвиває потребу системного підходу до об'єктів пізнання, формує вміння аналізувати і порівнювати складні об'єкти, процеси та явища реальної дійсності. В результаті цього досягається інтегративне, цілісне сприйняття дійсності як необхідна передумова формування наукового світогляду людини.

Залежно від дидактичної мети інтегровані уроки поділяють на уроки вивчення нового матеріалу, уроки систематизації та узагальнення знань і комбіновані уроки. Доцільно виділяти інтегровані уроки розв'язування задач (на базі уроку формування та закріплення умінь), уроки інтегрованих комплексних завдань (на базі уроку перевірки та контролю знань), інтегровані уроки-семінари (на базі уроку узагальнення та систематизації знань). Інтегровані уроки-конференції доцільно проводити на завершальному етапі вивчення окремих тем програми, наприклад, під час вивчення тем, пов'язаних із застосуванням знань з математики у інших галузях знань і практичної діяльності.

Загальна структура інтегрованого уроку традиційна: вступ (формулюються мета і завдання уроку, активізуються опорні знання учнів), основна частина (розкривається зміст навчального матеріалу) і завершальна частина (підбиваються підсумки, оцінюється робота учнів, повідомляється домашнє завдання).

Основні вимоги до організації міжпредметного уроку:

- урок повинен мати чітко визначене і сформульоване навчально-пізнавальне завдання;
- мають бути забезпечені позитивна мотивація, висока активність і зацікавленість учнів;
- встановлення міжпредметних зв'язків має сприяти розумінню учнями суті понять, положень, процесів і явищ, що розглядаються на уроці;
- наприкінці міжпредметного уроку необхідно сформулювати висновки, що відповідають меті та завданням його проведення.

Основою розробки інтегрованих уроків є інтеграційно-тематичний підхід, при якому за змістову, методичну й організаційну одиницю процесу навчання береться не урок, а навчальна тема (розділ) предмету. Під навчальною темою (для математики і предметів науково-природничого циклу) розуміють логічне угруповання навчального матеріалу навколо певних провідних наукових положень, ідей або методів. У змісті навчального предмета навчальні теми розташовані таким чином, що, з одного боку, вони підпорядковані провідним змістовно-методичним лініям навчального предмета, а з другого – в процесі вивчення теми відбувається конкретизація його провідних ідей.

Провідні ідеї навчального предмета (поняття, положення, закони, принципи, теорії, методи наук) виражають суть матеріалу, що вивчається, надають йому внутрішню єдність й органічну цілісність, відіграючи роль своєрідних розумових «віх» в процесі оволодіння предметним змістом. Таким чином, провідні ідеї виконують функцію системоутворюючих зв'язків у змісті навчальних предметів, являючи «стрижень» цього змісту, навколо якого відбувається об'єднання, концентрація навчального матеріалу. Тобто, провідні ідеї ніби «зшивають» окремі вузли (блоки, модулі) знань (навчальні теми) в єдину систему.

Кожна навчальна тема, як правило, пов'язана з іншими темами цього ж навчального предмета, а також з різними темами інших навчальних предметів. Тобто у кожній темі, яка вивчається, внутрішньо-предметні і міжпредметні зв'язки можуть діяти одночасно.

Для реалізації інтегрованого підходу на уроках вчителю передусім необхідно чітко визначити для себе мету проведення того чи іншого міжпредметного уроку. Загальнопредметною метою інтеграції може бути, наприклад, формування в учнів цілісного уявлення про те, або інше поняття, явище, процес або метод, певного стилю мислення тощо. Водночас кожен урок повинен мати свою конкретну, чітко сформульовану мету, визначену з позиції загальної мети інтеграції.

Далі вчителю необхідно проаналізувати зміст навчального матеріалу, що буде вивчатися. Інтегровані уроки можна будувати як на основі змісту базових навчальних предметів, які визначені інваріантною частиною навчального плану, так і змісту курсів за вибором, які пропонуються його варіативною частиною. Для проведення інтегрованих уроків необхідно також проаналізувати, програми з різних навчальних предметів, виявити споріднені теми й об'єднати їх з позиції провідної ідеї і провідних положень «свого» навчального предмета. При цьому вчитель може планувати цілу послідовність (систему) міжпредметних уроків.

При плануванні та реалізації інтегрованого (міжпредметного) підходу до навчання математики необхідно, по-перше, розглянути міжпредметність як зріз навчальних програм окремих предметів старшої (профільної) школи для реалізації їх змісту на уроках математики; по-друге, передбачити можливість залучення знань різних наук (змісту елективних курсів), що не входять до основної навчальної програми. Слід також врахувати особливості методик навчання різних предметів, звернути увагу на взаємозв'язок інтеграції й диференціації.

Відповідно до змісту запланованого до вивчення матеріалу, вчителю необхідно передбачити вибір відповідних методів, засобів і форм організації навчання, які б дали змогу всебічно відбити зміст того, що буде вивчатися, включити школярів в активну самостійну навчально-пізнавальну діяльність.

Наприклад, для реалізації взаємозв'язків між навчальними предметами доцільно проводити інтегровані дні. Інтегративними днями називають навчально-виховні заходи, призначені для інтеграції змісту знань із різних предметів на основі поняття чи групи понять, що є важливою віхою у навчальному процесі. Під час таких днів відбувається інтеграція знань учнів і зусиль вчителів кількох предметів з метою забезпечення цілісності знань. Суть таких днів полягає в тому, що в один день проводять уроки з різних предметів лише на одну або споріднені теми.

Інтегративні дні доцільно проводити з профільно-значущих питань. Можна використувати різноманітні форми навчання: традиційні, бінарні, інтегровані уроки, лабораторні та практичні роботи, заняття у виробничій майстерні, лекції, екскурсії тощо. Загалом структура інтегрованого дня має такі блоки: теоретичний, лабораторно-практичний, виробничо-прикладний, підсумковий, блок контролю, позаурочний блок. У першій половині інтегративного дня доцільно застосовувати переважно словесні методи навчання, що мають сформувати «образ» обраного професійного (відповідно до профілю навчання) поняття. Ядром цього «образу» повинні стати загальнонаукові фундаментальні знання. З ядром має бути пов'язана оболонка із загальнотехнічних і професійних знань. Практичні методи переважають у другій частині такого дня. Наприкінці інтегративного дня потрібно узагальнити вивчений матеріал, виділити міжпредметні зв'язки, наголосити на важливості цих зв'язків у професійній діяльності, провести контрольне опитування.

Значно ефективніше інтегративні дні завершувати позаурочною навчально-розважальною програмою, зокрема тематичною вікториною, виставкою учнівських робіт, конкурсом реалізованих (втілених) ідей тощо.

Зауважимо, що методика проведення інтегративних днів повинна передбачати узгодженість дій учителів різних предметів, щоб уникнути неоднозначності трактування одних і тих само явищ, позначення однакових величин, дублювання матеріалу тощо.

Деякі складнішими для вчителя є методики «занурення», які значно ефективніші від звичайних інтегрованих уроків. Існують різні моделі «занурення»: моделі, що передують концентрованому навчанню (паралельна система навчання, інтегровані уроки, інтегровані дні); «занурення» як модель інтенсивного навчання із застосуванням сугестивного впливу; «занурення» як модель тривалого заняття одним або кількома предметами; «занурення» в предмет, або однопредметне «занурення»; двопредметна система «занурення»; тематичне «занурення», або «занурення» в образ; евристичне (метапредметне) «занурення»; «занурення» в порівняння або міжпредметне «занурення»; «занурення» як компонент колективного способу навчання; виїзне «занурення»; «конверсна» система викладання.

Оскільки інтеграція не самоціль, а певна система діяльності вчителя, то необхідно передбачити конкретний результат міжпредметного навчання, що полягає, як правило, в:

- підвищенні рівня знань з предмета, який виявляється на основі умінь учнів багатогранно інтерпретувати засвоєвані поняття, закономірності тощо з використанням відомостей різних наук (навчальних предметів);
- зміні рівня інтелектуальної діяльності, про що свідчить вміння учнів розглядати навчальний матеріал з позицій провідної ідеї, встановлювати різноманітні взаємозв'язки між проблемами, що вивчаються в різних навчальних предметах;
- зростанні пізнавального інтересу школярів, що виявляється в здійсненні учнями активної й самостійної діяльності на уроці та в позаурочний час.

Підводячи підсумок сказаному, можна сформулювати такі основні дидактичні вимоги до інтегрованого (міжпредметного) уроку.

1. Міжпредметний урок повинен мати чітко сформульоване навчально-пізнавальне завдання, для розв'язання якого необхідне залучення знань з інших предметів.
2. На міжпредметному уроці має бути забезпечена висока активність учнів із застосування ними знань із різних навчальних предметів.
3. Реалізація міжпредметних зв'язків повинна бути спрямована на пояснення сутності й причинно-наслідкових зв'язків наукових (теоретичних) знань і реальних об'єктів, процесів, явищ, що розглядаються на уроці.
4. Міжпредметний урок повинен містити висновки світоглядного, узагальнюючого характеру, що спираються на зв'язок знань із різних предметів. Учні можуть усвідомити об'єктивність таких висновків лише переконавшись у необхідності залучення знань із суміжних предметів.
5. Міжпредметний урок повинен викликати в учнів позитивні емоції, збуджувати в них інтерес до пізнання зв'язків між знаннями з різних предметів.
6. Міжпредметний урок завжди має бути націлений на узагальнення певних тем (розділів) навчального матеріалу суміжних предметів. Тому доцільно використовувати різні види інтегрованих уроків, забезпечуючи реалізацію узагальнюючої функції міжпредметних зв'язків: узагальнюючі уроки, уроки-бесіди, уроки-лекції, уроки-конференції, уроки-«мандрівки», уроки-семінари, уроки-екскурсії, комплексні (міжпредметні) домашні завдання тощо.
7. Важливе значення для організації та проведення інтегрованих уроків має зацікавлена співпраця вчителів різних предметів з метою узгодження процесу вивчення багатопланових об'єктів.

Потенціал інтегрованих уроків реалізується за таких умов: правильне виділення міжпредметних об'єктів вивчення; раціонально організована робота вчителів у процесі підготовки до занять; узгодженість дій викладачів та учнів у процесі проведення уроків, активізація пізнавальної діяльності учнів на всіх етапах заняття, використання різних форм навчальної діяльності й забезпечення послідовності між ними; оперативне використання зворотного зв'язку з метою регулювання педагогічного процесу. Тривалість інтегрованого

уроку залежить від обсягу навчального матеріалу і, здебільшого, не перевищує двох академічних годин. Час на його проведення виділяється з бюджету навчальних годин, передбачених у відповідних предметах на узагальнення і систематизацію знань.

Організуючи проведення інтегрованого уроку, вчителю доводиться, виділяти необхідний додатковий час (іноді досить значний) для ретельної підготовки відповідних наочних матеріалів, технічних засобів тощо. Тому такі уроки проводять нечасто.

3.5. Проблемний підхід до здійснення міжпредметних зв'язків

Одним із шляхів здійснення міжпредметних зв'язків в умовах предметної системи навчання у профільній школі є постановка і розв'язування комплексних міжпредметних навчальних проблем і їх послідовне розв'язування за допомогою міжпредметних пізнавальних завдань. Це ефективний засіб формування в старшокласників світоглядних уявлень про цілісність наукової картини світу і озброєння їх методологією його пізнання.

Термін «міжпредметна» означає, що сформульована навчальна проблема охоплює зміст низки навчальних предметів і передбачає його комплексне використання в процесі розв'язування проблеми. Комплексність конкретизує проблему за трьома параметрами:

- включення певного комплексу знань і умінь із різних навчальних предметів;
- здійснення певної послідовності різних видів міжпредметних зв'язків;
- розв'язання в комплексі загальних завдань навчання, розвитку і виховання учнів шляхом розв'язування ними міжпредметних проблем.

Стрижень міжпредметних проблем становлять загальнопредметні ідеї, які знаходять в проблемі конкретну форму вираження. Зважаючи на ці ідеї, у рамках міжпредметної проблеми відбувається узагальнення, включення в нові зв'язки фактів, понять, теоретичних положень, що вивчаються в різних предметах. На тлі предметної системи знань виникає новий комплекс знань, який відбиває інтеграційні тенденції науки.

Розв'язування різних за змістом міжпредметних проблем передбачає організацію навчального процесу як дидактичної системи, тобто як сукупності цілей, змісту, дидактичних процесів, принципів, форм, методів, засобів навчання, що утворюють єдину цілісну структуру, спрямовану на досягнення цілей освіти. Зокрема, дидактична система, спрямована на розв'язування міжпредметної комплексної навчальної проблеми, обмежена змістовними, часовими і предметними рамками. Її організація підкоряється принципам проблемності, колективності, комплексності. Проблемність означає: систематичне розв'язування міжпредметних пізнавальних завдань; колективність – організацію спільної діяльності учнів і вчителів при висуненні й розв'язуванні таких завдань; комплексність – реалізацію в єдності різних функцій міжпредметних зв'язків та їх видів.

Найважливішим чинником перебудови змістовно-логічної структури навчального матеріалу з позицій проблемного підходу є міжпредметна інтеграція. Можливі три дидактичні підходи до перебудови навчального матеріалу предметів на основі принципу проблемності при здійсненні міжпредметної інтеграції: тематичний, проблемно-тематичний, широкий проблемний.

Тематичний підхід – це використання міжпредметних пізнавальних завдань, проблемних питань, завдань для розкриття провідних ідей і основних понять навчальної теми предмету. При цьому зберігається задана в програмах логічна структура матеріалу, в якій завдяки ретроспективності і перспективності міжпредметних зв'язків виникають нові компоненти знань, нові зв'язки локального характеру. Перебудова навчального матеріалу обмежується окремими уроками або їх фрагментами. Тематичний підхід забезпечує органічну єдність конкретного й абстрактного в засвоєнні знань. При переході від однієї навчальної теми до іншої відбувається розвиток міжпредметних зв'язків і знання учнів набувають узагальненості, глибини, мобільності, зростає їх світоглядне значення.

Проблемно-тематичний підхід – це висунення загальної для навчальної теми міжпредметної проблеми та її поетапне розв’язування на декількох уроках. При проблемно-тематичному підході основною дидактичною одиницею навчального пізнання стає навчальна проблема, структурована відповідно до логіки її розв’язування. Логіка розв’язування навчальної проблеми вимагає широкого використання внутрішньопредметних і міжпредметних зв’язків, що підвищує рівень узагальненості предметних знань і вимагає включення не тільки понятійних, а й теоретичних, міжпредметних зв’язків.

Широкий проблемний підхід – це висунення загальної для низки навчальних предметів проблеми та її послідовне розв’язування в умовах колективної роботи учнів і вчителів. Широкі міжпредметні проблеми відображають спільні для предметів навчально-виховні завдання і вимагають взаємодії вчителів споріднених навчальних предметів у створенні загальної програми процесу навчання як дидактичної системи, в плануванні уроків, що розкривають загальну проблему.

Організація навчального процесу, спрямованого на розв’язування міжпредметних навчальних проблем включає наступні етапи:

- розроблення загальної програми, що визначає основні напрями в змісті, методах і формах навчальної роботи на уроках з предметів, між якими встановлюються зв’язки;
- конкретизація загальної програми на окремих уроках і темах суміжних навчальних предметів, визначення послідовності міжпредметних пізнавальних завдань відповідно до етапів розв’язування проблеми;
- здійснення програми навчання, введення коректив на основі зворотного зв’язку шляхом взаємоконтролю вчителів різних навчальних предметів.

Розроблення загальної програми своєю чергою передбачає:

- 1) вибір навчальної проблеми світоглядного характеру;
- 2) визначення системи міжпредметних понять, що розкривають зміст проблеми, встановлення взаємозв’язків між ними і послідовності введення в різних предметах;
- 3) визначення рівнів розв’язання проблеми на основі розв’язання частинних проблемних питань, що розвивають зміст певних понять на конкретному навчальному матеріалі різних навчальних предметів;
- 4) розроблення основних етапів пізнавальної діяльності учнів, загального напрямку в спільній роботі вчителів, методики навчання;
- 5) розроблення системи предметних уроків, зв’язаних логікою процесу розв’язування міжпредметної проблеми.

3.6. Використання інформаційно-комунікаційних технологій

В умовах швидкої інформатизації суспільства з’явилися широкі можливості використання комп’ютерних технологій у навчанні математики. Використання комп’ютера на уроках — один із найефективніших засобів, що дає змогу інтенсифікувати освітній процес, активізувати пізнавальну діяльність учнів, підвищити ефективність уроку.

При навчанні математики можуть знайти застосування, такі можливості сучасних комп’ютерів як:

- швидкість і надійність оброблення інформації будь-якого вигляду (при цьому для обробки числової інформації можна використовувати не тільки комп’ютер, а й калькулятор);
- представлення інформації в графічній формі (за своїми графічними (демонстраційними) можливостями комп’ютери перевершують можливості традиційних засобів візуалізації тим, що дозволяють активно впливати на хід демонстрацій, а це значно підвищує їх методичну цінність);
- зберігання і швидка передача великих обсягів інформації (наприклад, всі використувані в курсі математики таблиці можуть зберігатися в пам’яті комп’ютера, необхідна інформація видається на екран після одного-двох натискань клавіш).

Можливості застосування комп'ютера на уроках залежать від електронних засобів навчального призначення (програмного забезпечення). Названі засоби, можна умовно розділити на інформаційні, навчальні і тестуючі. Їх використання в старшій школі дозволяє прищепити учням інтерес до математики, сприяти розвитку логічного мислення старшокласників.

Електронні засоби навчального призначення створюються для надання допомоги вчителю при поясненні нового матеріалу, закріпленні пройденого, перевірці знань тощо. Їх використання дає змогу скоротити час пояснення, закріплення вивченого, розширює кругозір учнів; підвищує ефективність емоційного впливу на них навчального матеріалу. Візуальна насиченість навчального матеріалу робить його яскравим, переконливим і сприяє підвищенню інтересу до предмета, що вивчається.

Інше призначення навчальних електронних засобів — допомогти учню в його пізнавальній діяльності на уроці та позаурочний час. За їх допомогою можна виконувати різноманітні обчислювальні операції, аналізувати функції, будувати й досліджувати математичні моделі різних процесів і явищ, використовувати машинну графіку для унаочнення навчального матеріалу тощо. Використання електронних засобів навчального призначення учнями здійснюється за участі і під керівництвом вчителя.

Наразі розроблено значну кількість зазначених засобів, орієнтованих на використання при навчанні математики та природничих предметів. Вони дозволяють розв'язувати за допомогою комп'ютера досить широке коло задач різного змісту та різних рівнів складності. Це такі програмні засоби, як *DERIVE*, *EUREKA*, *GRANI*, *Gran-2D*, *Gran3D*, *DG*, *Maple*, *Mathematika*, *MathLab*, *Maxima*, *Numeri*, *Reduce*, *Statgraph*, *Maple*, *MathCAD*, *CABRI*, *SketchPad* та інші. На жаль, більшість із них мають англійський інтерфейс та розроблені без урахування особливостей українських шкільних програм з математики, фізики, хімії, біології.

Найбільш придатним для використання в процесі навчання математики та природничих предметів у загальноосвітніх навчальних закладах нині є комплект програм *Gran* (*Gran1*, *Gran-2D*, *Gran-3D*). Зазначені програмні засоби призначені насамперед для розв'язування широкого класу задач шляхом моделювання об'єктів, що фігурують в умові задач. Вони надають можливість провести необхідний чисельний експеримент, швидко виконати потрібні обчислення чи графічні побудови, перевірити ту чи іншу гіпотезу, випробувати той чи інший метод розв'язування задачі. Водночас, названі засоби *GRAN-2D* та *GRAN-3D*, не вимагають від користувачів наявності стійких вмінь роботи з комп'ютером, мають «дружній» україномовний інтерфейс, розроблений з урахуванням сучасних вимог до педагогічних навчальних засобів.

Названі електронні засоби можуть бути використані практично на всіх уроках математики в старшій школі, зокрема при вивченні видів і властивостей числових функцій, методів розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем, елементів теорії ймовірностей і математичної статистики, виконанні просторових побудов і розв'язуванні стереометричних задач.

Використання означених програм дає можливість учневі розв'язувати окремі задачі, не знаючи відповідного аналітичного апарату, методів і формул, правил перетворення виразів тощо. Наприклад, учень може розв'язувати рівняння і нерівності та їх системи, не знаючи формул для відшукування коренів, методу виключення змінних, методу інтервалів тощо, обчислювати значення похідних та інтегралів, не пам'ятаючи їх таблиць, досліджувати функції, не знаючи алгоритмів їх дослідження тощо. Водночас, завдяки можливостям графічного супроводу комп'ютерного розв'язування задачі, учень чітко й легко розв'язуватиме досить складні задачі, впевнено оволодіє відповідною системою понять і правил. Використання електронних засобів зазначеного типу дає можливість у багатьох випадках зробити розв'язування задачі настільки ж доступним, як просте розглядання рисунків чи

графічних зображень. Відповідні програмні засоби перетворюють окремі формули і методи математики в «математику для всіх». Вони стають доступними, зрозумілими, легкими і зручними для використання, а той, хто розв'язує задачу, стає користувачем математичних методів, можливо не володіючи їх будовою і обґрунтуванням, аналогічно до того, як він використовує інші комп'ютерні програми (текстові, графічні, музичні редактори, електронні таблиці, бази даних, операційні системи, експертні системи тощо), не знаючи, як і за якими принципами вони побудовані, якими мовами програмування описані, які теоретичні положення взято за їх основу.

З другого боку, такий підхід до вивчення математики дає наочні уявлення про поняття, що вивчаються, розвиває образне мислення, просторову уяву, дозволяє досить глибоко проникнути в сутність досліджуваного явища, неформально розв'язувати задачу. При цьому на передній план виступає з'ясування проблеми, постановка задачі, побудова відповідної математичної моделі, предметна інтерпретація отриманих за допомогою комп'ютера числових результатів. Усі технічні операції щодо опрацювання побудованої математичної моделі, реалізації методу відшукування розв'язку, оформлення і подання результатів опрацювання вхідних даних покладаються на комп'ютер.

З наведеного видно, як може змінюватися (причому в досить широкому діапазоні) зміст і структура навчальної діяльності учнів при вивченні математики залежно від специфіки обраної ними предметної галузі, спрямованості навчання, індивідуальних нахилів і здібностей. При цьому комп'ютерний супровід навчання математики з використанням електронних засобів навчального призначення дає вагомий педагогічний ефект, полегшуючи, розширюючи і поглиблюючи розуміння учнями методів математики та їх застосувань.

Крім зазначених вище електронних засобів вчителів, за необхідності, може використовувати різноманітні тренажери, програми для контролю знань, збирання статистичних даних стосовно навчального процесу та їх опрацювання тощо. Використання таких програм дає йому змогу інтенсифікувати спілкування з учнями й учнів між собою, більше уваги приділити задачам на доведення, завданням на постановку задач, побудову їх математичних моделей, розроблення і дослідження методів розв'язування задач, дослідження розв'язків, логічний аналіз умов задач, пошук нестандартних підходів до розв'язування задач, виявлення закономірностей, яким підпорядковуються досліджувані процеси та явища, перекласти на комп'ютер рутинні, чисто технічні й нецікаві операції, ручне виконання яких практично не розвиває інтелект дитини, а часто навіть, навпаки, гасить його, коли дитина уподібнюється до машини, виконуючи замість неї обчислювальні, графічні й інші технічні операції.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках математики та природничих предметів дає учням можливість наочного уявлення про поняття, що вивчаються, а це, в свою чергу, значно сприяє розвитку образного мислення, оскільки всі рутинні обчислювальні операції та побудови виконує комп'ютер, залишаючи учневі час на дослідницьку діяльність.

Заняття з математики, орієнтовані на використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні, мають проводитися у відповідним чином оснащеному технічними засобами класі. У таких класах мають вивчатися всі навчальні предмети природничо-математичного циклу. Це буде сприяти розширенню й поглибленню міжпредметних зв'язків, інтеграції окремих навчальних предметів, їх взаємопроникненню та взаємовпливу, що, зрештою, дасть можливість школярам оволодівати елементами нових інформаційних технологій та інформаційної культури при вивченні різних навчальних предметів.

На уроках математики з використанням ІКТ доцільніше застосовувати словесні і наочні методи навчання, а на уроках інформатики – практичні. На інтегрованих уроках математики й інформатики з використанням ІКТ результативніше поєднувати ці методи. При виконанні

залікових, творчих робіт і самостійних завдань на інтегрованих уроках математики та інформатики можливо застосовувати пошуковий і дослідницький методи навчання.

Для успішного використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні математики вчитель математики повинен володіти цими технологіями в необхідному обсязі. До них належать технології візуалізації математичних понять, підготовки комп'ютерних тестів, роботи з готовими програмними продуктами (зокрема електронними підручниками, довідниками, програмами для математичних розрахунків тощо).

Перспективним вбачається освоєння елементів математичного моделювання з використанням сучасних інформаційних технологій. Потрібно зазначити, що усвідомлення учнями величезної ролі прикладної математики в сучасному суспільстві приводить до актуалізації вивчення математики в профільній школі. Математика з сухої, абстрактної (за уявленнями багатьох учнів) науки перетворюється на складний інструмент розв'язування безлічі самих різноманітних (у тому числі міжпредметних) завдань, володіння яким, безсумнівно, стане в подальшому в нагоді.

Одним з перспективних напрямів застосування інформаційно-комунікаційних технологій є використання ресурсів мережі Інтернет. Ось деякі з них:

- розміщення навчальної інформації з математики (включаючи завдання) на сервері школи;
- створення і розміщення на шкільному сервері інтерактивних електронних підручників із різних розділів математики;
- створення і розміщення на сервері тематичних добірок завдань великого обсягу (300 – 400) для їх індивідуального виконання учнями;
- автоматизована генерація індивідуальних домашніх завдань для учнів (із розміщенням на сервері) тощо.

Запровадження названих видів інформаційно-комунікаційних технологій необхідно передбачає створення техніко-технологічної інфраструктури навчального закладу, яке включає:

- перехід від початкового оснащення школи декількома автономними комп'ютерами, що мають вихід до Інтернету, до комп'ютерних класів на базі однорангових мереж, і далі – до функціонування загальношкільної мережі з виділеним сервером, якою зв'язані декілька комп'ютерних класів, комп'ютери окремих вчителів (керівників методичних об'єднань) і адміністрації;
- формування (перебудова) інформаційного середовища школи, для забезпечення можливості здійснення гнучкого управління процесом навчання: забезпечення кожному вчителю підтримки проведення різних форм навчальних занять у комп'ютерному класі; можливості керувати процесом навчання й відслідковувати його ефективність; надання учням контрольованого доступу до різних типів навчальних матеріалів (електронних підручників, тестів, симуляцій, презентацій тощо); організації самостійної роботи вчителів і учнів та інше;
- забезпечення ефективної експлуатації й адміністрування шкільної мережі: підтримка забезпечення доступу комп'ютерів до Інтернету; підтримка програмних і апаратних конфігурацій; адміністрування прав доступу до інформації користувачів різних категорій; забезпечення швидкого відновлення систем з різним складом прикладного програмного забезпечення; управління мережними пристроями тощо.

Інтернет — передусім важливе джерело інформації. У зв'язку із постійним зростанням обсягів інформації в учнів необхідно формувати інформаційну культуру. Під нею розуміється знання джерел інформації, прийомів і способів раціональної роботи з ними, застосування їх у практичній діяльності. Як узагальнення і систематизація знань і способів діяльності

учнів може бути запропоноване виконання проектних і творчих робіт: комп'ютерні презентації або веб-сторінки про історію розвитку певної наукової ідеї, про застосування матеріалу, що вивчається на уроках математики, в інших галузях знань. Виконання творчих завдань передбачає використання учнями інформаційно-комунікаційних технологій, освоєння проектно-дослідницької діяльності: роботу з інтернет-ресурсами, створення комп'ютерних публікацій, буклетів, презентацій і веб-сторінок для представлення результатів самостійної дослідницької роботи. Потім ці роботи захищаються перед учнями класу, колективно аналізуються й рецензуються результати їх виконання.

Такий вид роботи розвиває творчі, дослідницькі здібності учнів, підвищує їхню активність, сприяє набуттю навичок, які можуть виявитися корисними в житті. Інформаційно-комунікаційні технології створюють умови для самовираження й самоствердження учнів з огляду на те, що плоди їхньої творчості можуть виявитися потрібними і корисними для інших. Подібна перспектива створює сильну мотивацію для їхньої самостійної пізнавальної діяльності або в групах. Крім реалізації міжпредметних зв'язків, в даному напрямі розв'язується завдання формування комунікативних навичок учнів.

Можна запропонувати наступні напрями у використанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в навчанні математики:

- створення міжпредметних курсів математики й інформатики (паралельне вивчення окремих тем теоретичної інформатики та математики);
- робота з усвідомленого використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні математики, створення авторських електронних навчально-методичних комплексів;
- використання на заняттях з інформатики в комп'ютерному класі відповідного програмного забезпечення, що впливає на вивчення математики;
- розвиток комунікативних навичок учнів у процесі підготовки ними доповідей, проектів з математики з використанням Інтернет-ресурсів.

3.7. Принципи відбору міжпредметного матеріалу до уроку

Організація навчання математики у класах різних профілів передбачає математичну підготовку учнів в органічному поєднанні з вивченням усіх природничих предметів, їх міжпредметної інтеграції на основі застосування математичних методів (зокрема, методу математичного моделювання). При цьому, математична та природничо-наукова підготовка в профільних класах має бути орієнтована не тільки на обов'язкове засвоєння учнями конкретних знань, а й на формування умінь моделювання реальних процесів. Необхідно також враховувати, що при формуванні в учнів компетентностей в галузі природничих наук, частина загальнонаукових, загальнонавчальних та соціально-особистісних компетентностей формуються за участі гуманітарних предметів.

У природничих науках математика є не лише галуззю загальноосвітніх знань, а й потужним методом наукового пізнання. Тому навчання математики в класах різних профілів має відрізнятися не тільки обсягом знань, якими мають опанувати учні, а й рівнем його обґрунтованості, абстрактності, загальності, прикладної спрямованості. Це, з одного боку, сприятиме кращому розумінню учнями значення математики як науки, усвідомленню ними універсальності математичних знань, необхідності повнішого і свідомого володіння математичними методами, а з іншого — формуванню у школярів природничих знань як цілісної системи.

Зміст курсу математики старшої (профільної) школи тісно пов'язаний зі змістом навчальних предметів природничо-наукового циклу різними видами міжпредметних зв'язків (попередніми, супутніми, перспективними, понятійними, фактичними, теоретичними та

ін.). Реалізація цих зв'язків передбачає залучення теоретичних і емпіричних відомостей із різних предметів для багатоаспектного висвітлення основних питань шкільного курсу математики з метою формування в учнів цілісних і системних знань. Механізм формування таких знань полягає у міжпредметному синтезі, результати якого повинні стати засобом отримання нових знань, основою для подальшого пізнання, розвитку особистості учня. Таким чином, реалізація міжпредметних зв'язків математики з іншими навчальними предметами передбачає здійснення комплексного підходу до відбору навчального матеріалу, який включає:

- 1) аналіз навчального матеріалу курсу математики з метою виявлення питань, для висвітлення яких можливо залучити міжпредметний матеріал;
- 2) аналіз і добір матеріалу суміжних предметів, зв'язки із якими вчитель передбачає реалізувати в процесі навчання;
- 3) доцільне дозування міжпредметного матеріалу, що включається в зміст уроку, і прогнозування передбачуваних результатів міжпредметного синтезу.

В курсі математики основної школи переважають попередні та супутні зв'язки, а в курсі математики старших класів – супутні й перспективні. У зв'язку з цим цілі реалізації міжпредметних зв'язків різні. Якщо в 7-9 класах найважливіша мета – формування в учнів понятійно-теоретичної бази, на основі якої будуватиметься подальше вивчення курсу, то в 10-11 класах – формування системних знань з предмета, розширення наукового світогляду учнів.

З урахуванням цього можна виділити наступні принципи добору міжпредметного матеріалу до уроку математики:

- відповідності міжпредметного матеріалу цілям і предметному змісту навчання математики;
- спрямованості міжпредметних зв'язків на розв'язання доцільних навчальних проблем;
- використання різноманітних видів міжпредметних зв'язків при провідному значенні попередніх і супутніх зв'язків у 7-9 класах і супутніх і перспективних у 10-11 класах.

Для вироблення в учнів навичок виконання математичних перетворень вчителі часто пропонують учням для розв'язування безліч однотипних завдань. Така одноманітна робота стомлює школярів, вони втрачають інтерес до роботи ще до того, як необхідні навички встигнуть сформуватися. Щоб підтримати інтерес учнів до навчання, завданням, що вимагають застосування одного й того само математичного прийому, потрібно намагатися надавати різні форми, залучаючи відомості з інших предметів, однак уроки математики при цьому не повинні перетворюватися на уроки фізики або інших предметів із застосуванням математики. Пропонуючи учням на уроках математики те, чи інше завдання прикладного характеру, вчителю треба чітко усвідомлювати, яку мету переслідує робота над його розв'язуванням. Потрібно також враховувати, які знання з інших предметів необхідно буде використовувати школярам для розв'язування таких завдань. Слід також витримувати загальний дидактичний принцип посильності кожного завдання в загальному ланцюзі вправ, поступового наростання їх складності, зв'язку між вивченим матеріалом, матеріалом, який наразі вивчається і тим, який буде вивчатися в подальшому.

Провідним принципом, який має визначати структуру профільного навчання математики, є поступове моделювання у навчальному процесі елементів професійної діяльності фахівця відповідного профілю. Старшокласників бажано навчити застосовувати математику як інструмент для розв'язання прикладних задач в обраній галузі, самостійно отримувати нові знання за результатами власних пошуків і досліджень, нові наукові чи прикладні результати, доповідати про одержані результати своєї роботи зацікавленій аудиторії, аналізувати роботу своїх товаришів, навчати молодших учнів тощо. Іншими словами, бажано на-

вчити школярів виконувати в учнівському колективі різні ролі: користувача та розробника, експерта та дослідника, підлеглого (виконавця) та керівника (організатора), учня та учителя.

Реалізація цього принципу, у певній мірі, може бути забезпечена:

- системою факультативів та елективних курсів, орієнтованих на різні типи мислення (насамперед образного, прикладного, теоретичного), на розвиток різних видів діяльності, формування критичного стилю мислення;
- організацією самостійної дослідницької роботи учнів, системою індивідуальних завдань, спрямованих на розвинення математичних здібностей учнів, їхнього інтересу до застосувань математики;
- організацією (у межах варіативного компоненту навчального плану) професійно-орієнтованої практики старшокласників, а також набуття ними початкового викладацького досвіду.

4. Моделювання процесу навчання

Ефективність процесу навчання багато в чому залежить від уміння вчителя правильно добрати зміст навчального матеріалу, організувати урок та грамотно обрати ту чи іншу форму проведення заняття. Тому планування є необхідною й істотною ланкою підготовки вчителя до ефективного здійснення міжпредметних зв'язків і являє собою один із засобів їх реалізації в практиці навчання старшокласників. Планування міжпредметних зв'язків дає змогу вчителю успішно реалізувати всі їх функції, передбачити всю різноманітність форм організації навчання на уроках, домашньої та позакласної роботи учнів.

4.1. Планування міжпредметних зв'язків

У практиці навчання склалися чотири основні способи планування міжпредметних зв'язків: мережеве, курсове, тематичне і поурочне.

Мережеве планування зазвичай здійснює голова предметної методичної комісії з метою:

- виявлення спільних елементів змісту різних навчальних предметів для визначення «можливих» (супутніх) міжпредметних зв'язків;
- виявлення тих елементів змісту, що вимагають попереднього вивчення в іншому предметі, для визначення «необхідних» (попередніх і перспективних) міжпредметних зв'язків.

Результати планування можуть бути представлені у формі мережевого графіка (рис.1) або карти плану, в яких відображаються основні зв'язки навчальних тем різних суміжних предметів, виділяються вузлові (з найбільшим числом зв'язків) теми.

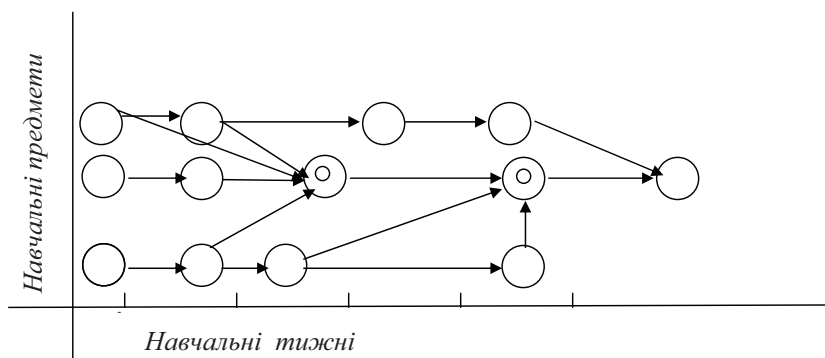


Рис.1. Мережевий графік планування міжпредметних зв'язків

На рис. 1 колами, сполученими стрілками, паралельними горизонтальній осі (Навчальні тижні), показана послідовність вивчення тем суміжних навчальних предметів, іншими

стрілками – наявність зв'язків в їх змісті. Концентричними колами позначені вузлові теми, що мають найбільше число зв'язків з іншими навчальними предметами (математика, фізика, хімія).

Мережевий графік є формою представлення моделі навчального процесу і відображає зміст і обсяг навчальної діяльності учнів у певні проміжки часу з урахуванням міжпредметних зв'язків. Така модель наочно демонструє логіку побудови процесу навчання різних суміжних навчальних предметів, їх взаємозв'язки, найбільш важливі вузлові теми, тимчасові зв'язки у вивченні окремих питань тощо.

Модель у формі мережевого графіка є важливим засобом управління процесом навчання. На її основі керівники школи можуть вносити корективи в розклад, контролювати своєчасність вивчення важливих навчальних тем. Відвідування уроків з вузлових тем, що зв'язують знання учнів із кількох предметів, дають можливість керівнику школи побачити попередню роботу інших вчителів, рівень засвоєння учнями потрібних знань, завчасно спланувати й скоротити загальну кількість відвідувань уроків.

Доповненням до мережевого графіка служить план-карта, в якому відображається не тільки послідовність вивчення навчальних тем, а й перелік понять, що вивчаються в суміжних предметах.

Курсове планування – це планування міжпредметних зв'язків усередині навчального курсу. Його здійснює вчитель. Наявність курсового плану дає змогу вчителю заздалегідь визначити необхідний для вивчення кожної навчальної теми зміст із суміжних предметів, вчасно дати учням домашні завдання на повторення опорних знань з інших предметів. Використання курсового плану дає вчителю можливість наперед спланувати консультації й відвідування уроків вчителів інших предметів, дібрати необхідну навчальну й методичну літературу до кожної навчальної теми.

Існують різні підходи до аналізу міжпредметних зв'язків. Один із них – тематичний підхід, заснований на послідовному аналізі міжпредметних зв'язків від однієї навчальної теми до іншої.

Для того, щоб визначити можливість і доцільність вивчення певних навчальних тем на міжпредметній основі, а також з метою, доступного, всебічного і системного розкриття їх провідних положень, а через сукупність знань з кожної теми формування в учнів їх цілісної системи з навчального предмета в цілому, можна побудувати дидактичну модель МПЗ на основі здійснення внутрішнього і зовнішнього структурно-логічного аналізу змісту кожної з тем базового та суміжних навчальних предметів. Внутрішній – це структурно-логічний аналіз змісту теми базового навчального предмета, щодо виявлення її провідних положень і основних елементів, які утворюють (можуть утворювати) зв'язки з навчальним матеріалом інших предметів. Зовнішній – це структурно-логічний аналіз тем інших предметів (або курсів за вибором) навчального плану школи з метою визначення області перетину їх змісту із змістом теми, що вивчається, і виявлення «опорних» міжпредметних знань, які необхідно буде використовувати, для всебічного і наукового розкриття провідних положень теми базового навчального предмета.

Представити дидактичну модель можна у вигляді таблиці 1 міжпредметних зв'язків.

Таблиця 1.

Основні положення теми базового навчального предмета	Знання, з інших предметів, що використовуються для розкриття основних положень теми
1	2

Критеріями відбору «синтезованого» змісту теми базового навчального предмета можуть бути:

- ступінь вагомості (значущості) знань з інших предметів для розкриття провідних, основоположних ідей базового навчального предмета;
- ступінь узагальнення різнорідних знань та можливість їх природної інтеграції в зміст теми, що вивчається.

У дидактичній моделі міжпредметні зв'язки визначаються змістом навчального матеріалу, а тому задаються статично. В реальному ж навчанні МПЗ виявляються в процесі їх встановлення, а тому розглядаються в динаміці і в органічній єдності з внутрішньо-предметними зв'язками. В цьому полягає якісна відмінність дидактичної моделі міжпредметних зв'язків від реального процесу оволодіння ними школярами.

Одним з можливих варіантів курсового планування міжпредметних зв'язків є проблемний підхід до його здійснення, що полягає у виділенні навчальної проблеми світоглядного характеру, спільної для всього навчального курсу, яка дає змогу систематизувати знання учнів з різних предметів із позицій певної ідеї.

Різновидом проблемного підходу до курсового планування є планування міжпредметних зв'язків із метою формування провідних наукових понять. При проблемному курсовому плануванні вчитель, головним чином, повинен орієнтуватися на встановлення понятійних міжпредметних зв'язків. Це важливо для розвитку математичного мислення учнів.

Здійснюючи курсове планування, слід постійно враховувати, що лише в сукупності всього свого різноманіття міжпредметні зв'язки забезпечують формування цілісного світогляду школярів. Тому важливо поєднувати і різні підходи до планування міжпредметних зв'язків при вивченні навчального курсу.

На основі курсового планування виконується тематичне планування міжпредметних зв'язків. У тематичному плані відображаються логічна структура навчального матеріалу, опорні знання з суміжних предметів, супутні й перспективні зв'язки. Складаючи тематичний план, вчитель бачить, для чого, з якою пізнавальною метою необхідно використовувати на окремих уроках ті або інші завдання з інших навчальних предметів: у одних випадках для створення необхідної опори при введенні нових понять, в других – для пояснення причинно-наслідкових зв'язків в явищах, що вивчаються, в третіх – для предметної конкретизації загальних теоретичних положень тощо. Залежно від пізнавальних цілей використання міжпредметних зв'язків добираються методи і прийоми їх здійснення, формулюються питання і завдання для учнів.

Тематичне планування створює в учителя загальне уявлення про те, які знання і з яких предметів буде необхідно повторити учням до кожного уроку, які поняття й знання з інших предметів слід буде використати для розкриття основних положень навчальної теми і які світоглядні ідеї розвиватимуться на основі міжпредметних зв'язків. Таке планування враховує різноманіття видів міжпредметних зв'язків і дозволяє виділити основні шляхи активізації пізнавальної діяльності учнів у процесі вивчення кожної навчальної теми.

Загальна схема тематичного планування міжпредметних зв'язків може бути представлена у формі наступної таблиці 2.

Таблиця 2

		Клас _____ Тема _____					
Теми, дати уроків	Основні предметні поняття й навички	Зв'язок з іншими предметами			Методи, прийоми навчання	Наочні. посібн.	Задання: 1) з предмету; 2) міжпредметні
		Факти	Поняття	Навички			
1	2	3	4	5	6	7	8

Дана форма плану може бути змінена вчителем залежно від конкретних умов встановлення міжпредметних зв'язків у навчанні.

З метою підвищення ефективності організації навчально-пізнавальної діяльності учнів із здійснення міжпредметних зв'язків корисно спланувати їх систему на кожному уроці з вивчення навчальної теми. Таке поурочне планування здійснюється з урахуванням виду застосування міжпредметних зв'язків на уроці:

- фрагментарне, коли лише окремі фрагменти або окремий етап уроку передбачають використання міжпредметних зв'язків;
- вузлове, коли опора на знання з інших предметів становить необхідну умову засвоєння нового матеріалу або його узагальнення в кінці навчальної теми;
- синтезоване, яке вимагає синтезу знань з різних предметів упродовж всього уроку і спеціально проводиться для узагальнення матеріалу декількох навчальних тем або всього курсу.

Поурочний план показує, коли, на якому етапі уроку і як, якими способами знання з інших предметів включаються у вивчення нового або закріплення вивченого навчального матеріалу.

Поурочне планування включає:

- формулювання мети і завдань уроку з урахуванням міжпредметних зв'язків;
- формулювання конкретних питань до учнів, що вимагають відтворення і застосування знань з суміжних предметів;
- визначення понять;
- світоглядні висновки, узагальнюючі математичні факти і закони фізики та/або інших предметів;
- домашнє завдання, що включає завдання міжпредметного змісту.

Поурочне планування зручно представляти у вигляді плану-конспекту або у вигляді таблиці 3:

Таблиця 3

Етапи уроку	Питання міжпредметного змісту	Методи і прийоми навчання	Засоби наочності	Внутрішньо- та міжпредметні зв'язки
1	2	3	4	5

Складаючи поурочні плани, вчитель має знати, що учні вже засвоїли з необхідних опорних знань на уроках з інших предметів, узгоджувати з учителями суміжних предметів постановку питань і завдань, щоб уникнути дублювання і досягти розвитку загальних ідей і понять, їх поглиблення і збагачення. Цьому допомагає взаємовідвідування уроків та вивчення планів реалізації міжпредметних зв'язків, які складають колеги.

Плани мають бути обговорені на засіданнях методичних комісій за циклами предметів. Таке обговорення дає змогу попередити помилки, усунути неточності у формулюванні питань, в трактуванні тих саме понять в суміжних предметах, визначити єдині підходи в поясненні учням суті процесів і явищ, вибрати найбільш раціональні методи навчання.

4.2. Особливості роботи вчителів у команді

Стартовим майданчиком для реалізації міжпредметного підходу в процесі навчання є створення команди вчителів різних предметів з єдиною педагогічною ідеологією й високою мотивацією працювати спільно над загальною проблемою. Основними чинниками успішної роботи команди вчителів є координація, постійний взаємозв'язок, чітке планування і гнучкість у спільній роботі.

Координація передбачає постійні контакти між вчителями як в організаційному, так і змістовому аспектах. Особливо важливі взаємні консультації з суміжних питань, що да-

ють можливість, наприклад, вчителю математики краще розуміти фізичні або біологічні процеси, а вчителю фізики й біології зайвий раз пригадати математичні формули, теореми і методи. Тому в процесі безпосередньої реалізації програми спільної діяльності корисно проводити щоденні (періодичні) «п'ятихвилинки» до початку занять, а наприкінці навчального дня – міні-засідання з аналітичним «розбором польотів».

Планування – визначальний чинник успішної роботи команди вчителів. Від того, наскільки детально буде продумана їхня взаємодія, багато в чому залежатиме результат роботи команди. У плануванні бажано не допускати загальних формулювань і розмитих дат. Особливу увагу слід приділити детальному визначенню обов'язків і сфери відповідальності кожного вчителя. Одному з них можна запропонувати виконувати функції координатора і ініціативного лідера, що жодною мірою не повинно принижувати ролі й відповідальності інших членів команди. Це умовне лідерство. Обов'язки лідера повинні по черзі передаватися іншим учителям.

Гнучкість в роботі команди передбачає передусім творче ставлення вчителів до здійснення міжпредметної інтеграції. Змістовна інтеграція різних навчальних програм – справа непроста. Практика показує, що в процесі реалізації міжпредметного підходу можуть виникати різні проблеми, починаючи з десинхронізації предметних знань і закінчуючи відмінностями в позначенні та трактуваннях одних і тих самих понять і термінів у різних предметах. Може статися так, що для планованого міжпредметного проекту математична складова є вже пройденим матеріалом (ретроспективний міжпредметний зв'язок), а фізико-хімічна вимагає знань і умінь, які учням лише належить засвоїти в недовзі (перспективний міжпредметний зв'язок). Такого роду проблеми природні, оскільки кожен навчальний предмет має свої стандарти і вимоги до змісту освіти на кожному рівні навчання. Слід брати до уваги те, що сучасний стан проблеми навчальної інтеграції вимагає врахування того факту, що предметний стандарт первинний, а робота з синхронізації змісту – похідна від стандартів окремих навчальних предметів. Саме в таких ситуаціях команді вчителів і потрібно виявити творчу ініціативу й педагогічну гнучкість: дещо перекоструювати зміст, застосувати методи випереджаючого навчання, використати прийоми розробки довгострокових проектів тощо.

Основним змістовним засобом навчальної інтеграції є міжпредметні проекти, які орієнтовані на пошук якого-небудь практично значущого рішення. Компоненти спільної роботи вчителів над міжпредметним проектом:

- розроблення спільного змісту міжпредметних проектів;
- розроблення спільної методики його реалізації;
- розроблення предметного змісту проектів і частинних методик його реалізації.

Упродовж навчального року досить запланувати 3-4 таких проекти. Короткий зміст кожного з них включає:

- опис практичної проблемної ситуації;
- формулювання проблеми;
- передбачувану форму результату;
- визначення ресурсів і меж для здійснення задуманого;
- вимоги до результатів проекту й опис умов перевірки (випробувань) отриманого результату;
- перелік документації, яка має бути оформлена й представлена після завершення проекту.

Кожен член команди уважно ознайомлюється з коротким змістом проекту. Після цього починається етап координації та спільної роботи:

- взаємні консультації;

- узгодження змісту навчальних програм;
- розробка навчально-методичного забезпечення (конспектів уроків, дидактичних засобів, наочних і роздаткових матеріалів тощо).

Практично в такому само вигляді короткий опис проекту одержують і школярі. Учні так само, як і вчителі, працюють над проектом в командах – малих групах (по 3-5 осіб), що, однак, не виключає можливості виконання індивідуальних проектів.

Залежно від змісту проекту він може бути короткостроковим (наприклад, сконструювати модель простого механічного моторного човна) або довгостроковим (наприклад, спроектувати модель системи освітлення (опалювання, охоронної (пожежної) сигналізації житлового будинку (котеджу) (як варіант – від сонячної енергії)). У вимоги до результатів проекту можна включити виготовлення міні-моделей сконструйованих об'єктів або побудову їх віртуальних аналогів за допомогою комп'ютера.

Методика роботи над проектом містить кілька етапів.

1. Опрацювання проекту командою вчителів.

Перш ніж давати проект для виконання учням, вчителі самі мають «відчути» кожен етап його виконання, проробити кожен елемент. Лише після цього вони зможуть почуватися упевнено в класі при роботі з учнями. З другого боку, не бажано показувати приклади-аналоги учням, бо вони часто прагнуть просто скопіювати їх, чим знижується розвивальний, творчий і виховний потенціал проекту.

2. Формулювання цілей і результатів міжпредметного проекту.

Ефективність виконання проекту багато в чому залежить від чітко сформульованих цілей і запланованих результатів навчання: які конкретні знання і уміння набудуть учні в процесі роботи над проектом, який прогнозований приріст відбудеться у навчальних і особистісних досягненнях учнів наприкінці проекту порівняно з його початком тощо. Ці цілі і результати виконання проекту мають бути доведені до відома учнів, бути доступні й зрозумілі. Бажано, щоб учні після роботи над проектом змогли переконатися в підвищенні рівня своїх знань і вдосконаленні навиків. Цей момент дуже важливий з психологічного погляду: якщо учні бачитимуть і усвідомлюватимуть результати своєї роботи (як кількісні (матеріальні), у вигляді сконструйованого проекту і одержаної оцінки й заохочення, так і якісні – у вигляді приросту і зміни в своїх знаннях і здібностях), вони з більшим бажанням працюватимуть над такими проектами.

3. Опрацювання кожної складової проекту (математичної, природничо-наукової і технологічної).

Бажано, щоб кожний з учителів мав уявлення про основні поняття й закономірності з суміжних галузей знань, які будуть задіяні в проекті. Так, учитель математики, наприклад, повинен знати, які фізико-хімічні поняття й закономірності, а також, які теми з технології (з інформатики) будуть потрібні в процесі його реалізації. А вчителю-технологу, своєю чергою, варто знати математичну й природничо-наукову складові проекту. На цьому етапі дуже важлива узгоджена робота вчителів над змістом суміжних предметів, постійне взаємне консультування та взаємонавчання. Таким чином, міжпредметний підхід до навчання опосередковано стає могутнім засобом підвищення професійної кваліфікації вчителів.

4. Опрацювання етапів проектування: дизайну, конструювання і випробування.

Як вчителі, так і учні повинні мати уявлення про загальні етапи технологічного проектування, а також про особливості роботи на кожному конкретному етапі. Так, на етапі дизайну основна робота пов'язана з пошуком ідеї й концепції проекту, а також з його графічним втіленням. Цей етап включає уроки математики, природничого циклу, трудового навчання, образотворчого мистецтва. На етапі конструювання основна робота зосереджується в навчальній (експериментальній) майстерні або кабінеті (лабораторії) інформатики. Тут не-

обхідно дібрати відповідний матеріал для виготовлення моделі або комп'ютерні програмні засоби, організувати процес з конструювання окремих частин моделі та проекту в цілому. Етап пробних випробувань і оцінки моделі включає елементи тестування, вимірювання, збору даних і статистичної обробки результатів випробувань. Даний етап може відбуватися на уроках всіх дисциплін.

5. Дидактична підтримка проекту.

На даному етапі складається список дидактичних засобів і необхідних навчальних матеріалів для здійснення міжпредметного проекту. Цей список може включати короткі конспекти уроків з усіх суміжних предметів, набір наочних засобів, пакет роздаткових матеріалів, глосарій термінів, список рекомендованої літератури, електронні засоби навчального призначення. Кожний з учителів має підготувати всі необхідні дидактичні засоби і матеріали. Це може бути окрема тека за даним конкретним проектом, копії якої роздаються всім членам команди вчителів. Надалі ця тека може бути оформлена у вигляді методичної допомоги й використовуватися іншими вчителями.

Крім спільної методики роботи над проектом, вчителі-предметники опрацьовують власні методики з кожного предмета окремо. Технологія роботи вчителя на даному етапі багато в чому схожа на етапи загальної методики, розглянутої вище. Відмінність полягає в тому, що, якщо на попередніх етапах йшлося про інтеграційні (спільні) процедури, то на даному етапі – про предметні (власні) форми і методи навчання в рамках міжпредметного проекту. Зокрема, формулюються цілі й результати навчання конкретному навчальному предмету, вказується відповідність цих цілей позиціям відповідного предметного стандарту, детально опрацьовується кожна тема, включена в міжпредметний проект, розробляються системи завдань і вправ, комплектуються тестові й контрольні роботи, здійснюються вибір і поєднання відповідних методів і форм навчання.

Особливу увагу слід приділяти методам і формам конструктивного навчання: активного включення учнів у розумовий процес; стимуляції та підтримці навчальних дискусій; висловлювання і обґрунтування власних ідей і поглядів (нехай навіть помилкових на початку); заохочення ініціативи й кмітливості в процесі роботи; розвитку критичного і творчого мислення учнів.

Основна предметно-методична мета роботи над міжпредметним проектом полягає в створенні умов для самостійного творчого дослідження й проектування конкретної моделі зусиллями самих учнів. Учитель у цьому випадку виступає як координатор, консультант і організатор роботи учнів. Йому необхідно продумати щонайменші деталі: які конкретні питання ставити учням, щоб спровокувати їх на дискусію, які підказки давати, щоб не порушувати процес їхнього самостійного пошуку, які роздаткові матеріали підготувати до уроку, щоб школярі не відволікалися від основної ідеї проекту тощо.

Істотний компонент роботи над проектом – його оцінка. Головна ідея оцінки полягає в її всебічності: оцінюються всі продукти навчально-пізнавальної діяльності учнів, які були створені в процесі роботи над проектом. Це сама модель об'єкта або процесу як основний результат роботи учнів, начерки малюнків, чернетки математичних розрахунків, вимірювань, короткі записи основних конструктивних ідей, копії статей або інших матеріалів, які були використані для роботи, фотографії, невдалі примірники моделі, дані, зібрані під час пробних випробувань моделі, креслення, графіки тощо. Всі ці продукти навчально-пізнавальної діяльності збираються в так звані навчальні портфоліо. Їх форма може бути довільною. Наприклад, це може бути спеціальна коробка, в яку складаються перелічені матеріали. У портфоліо можуть бути включені і магнітні носії інформації (флеш-пам'ять) з набраними комп'ютерними текстами, комп'ютерною графікою, витягами статей із енциклопедій і інтернетівських сайтів, а також аудіо- і відеоматеріали за темою проекту, навіть персональні

електронні листи учнів, якими вони обмінювалися з проблеми проекту. Основна ідея портфоліо – показати повний обсяг роботи, пошуків і досліджень, який був виконаний учнями в процесі підготовки міжпредметного проекту. Учні мають бути впевнені, що кожен елемент у портфоліо, навіть чорнові начерки і невдалі примірники моделі, буде детально вивчений і об'єктивно оцінений командою вчителів. Тим самим портфоліо як система оцінки несе в собі дієвий мотиваційний потенціал.

Водночас необхідна диференціація оцінки окремих елементів портфоліо й індивідуального внеску кожного учасника команди. Оцінка роботи з пошуку і копіювання статті, використаної в проекті, наприклад, відрізнятиметься від кількісної оцінки роботи з виконання тривимірного малюнка моделі. Індивідуальна складова оцінки формується на основі виконаних учнями індивідуальних тестових завдань і контрольних робіт. Кінцева оцінка портфоліо складається з оцінок окремих елементів. Тут найбільш зручна кумулятивна оцінка. У кожному конкретному випадку команда вчителів може розробити власну методику оцінювання виконаного проекту. Структура портфоліо і конкретні його елементи можуть бути обговорені й деталізовані командою вчителів і представлені для ознайомлення учням до початку роботи над проектом. Бажано також ознайомити учнів із критеріями оцінки проекту, а також продумати види заохочення найбільш оригінальних розв'язань.

РОЗДІЛ III. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАВДАНЬ МІЖПРЕДМЕТНОГО ЗМІСТУ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

5. Концепція навчання математики на основі міжпредметної інтеграції в класах різних профілів

Сучасні тенденції щодо модернізації середньої освіти спрямовані на створення в старшій ланці школи класів різних профілів. Такі перетворення визначаються, насамперед, соціальним замовленням суспільства, що ставить перед школою цілком конкретне завдання – дати кожному учневі повну середню освіту й допомогти йому в професійному виборі.

Нині в Україні працюють загальноосвітні навчальні заклади різного типу: загальноосвітні й спеціалізовані школи, ліцеї, коледжі, гімназії, приватні школи тощо. Значно розширився спектр навчальних профілів – фізико-математичний, гуманітарний, технічний, педагогічний, економічний і т.д. Таке різноманіття типів шкіл і навчальних профілів дає можливість кожному старшокласнику реалізувати право власного самостійного вибору предмета (напряму) навчання відповідно до своїх уподобань і схильностей, що відповідає основній меті запровадження профільної диференціації – сприяти більш повному врахуванню індивідуальних запитів учнів, розвиткові їхніх інтересів і здібностей, досягненню цілей освіти.

Навчання математики у старшій школі диференціюється за трьома рівнями: базовим, профільним і поглибленим. На базовому рівні зміст навчання математики спрямований на завершення формування в учнів уявлення про математику як елемент загальної культури. При цьому не передбачається, що в подальшому випускники школи продовжуватимуть вивчати математику або пов'язуватимуть з нею свою професійну діяльність.

Програма профільного рівня визначає дещо ширший зміст і вищі вимоги до його засвоєння у порівнянні з базовим рівнем. Вивчення математики на цьому рівні передбачається передусім у тих випадках, коли вона тісно пов'язана з профільними предметами і забезпечує їх ефективне засвоєння. Крім того, на цьому рівні здійснюється математична підготовка старшокласників, які не визначилися щодо напряму спеціалізації.

Навчання математики на поглибленому рівні спрямоване, перш за все на формування у старшокласників основ математичної діяльності, поглиблене засвоєння предмета з орієнтацією на майбутню професію, безпосередньо пов'язану з математикою або її застосуваннями.

Кожен з названих рівнів має як змістові, так і організаційно-методичні особливості. Разом з тим, навчальні програми з математики для всіх рівнів навчання передбачають формування в старшокласників уявлень про математику як частину загальнолюдської культури, як наукового методу пізнання світу.

Диференціація змісту навчання в старших класах здійснюється на основі курсів трьох типів: базових, профільних і курсів за вибором (елективних курсів). Кожний із курсів цих трьох типів робить свій внесок у розв'язання завдань профільного навчання. *Базові загальноосвітні курси* відбивають обов'язкову для всіх школярів інваріантну частину освіти й спрямовані на завершення загальноосвітньої підготовки учнів. *Профільні курси* забезпечують поглиблене вивчення окремих предметів і орієнтують насамперед на підготовку випускників школи до отримання професійної освіти.

Курси за вибором – це новий елемент навчального плану, що доповнює зміст профілю, дає змогу задовольняти різноманітні пізнавальні інтереси старшокласників. З добре розробленою системою елективних курсів кожний учень може одержати освіту з певним

бажаним ухилом у ту або іншу галузь знань. Мета курсів за вибором – орієнтація на індивідуалізацію навчання учнів, на підготовку до усвідомленого й відповідального вибору ними сфери майбутньої професійної діяльності.

Міжпредметні зв'язки – органічний компонент навчального процесу, який виконує функцію інтеграції (як встановлення взаємозв'язку) різноманітних споріднених, а іноді й різнорідних, знань з метою отримання нового за своїми якостями знання (ширина, глибина, достовірність, обґрунтованість, практичність, прикладні можливості тощо). МПЗ реалізуються в трьох основних компонентах структури змісту загальної освіти кожного окремо взятого навчального предмета, зокрема математики:

- у системі знань, що якісно перетворюється під впливом міжпредметних зв'язків й інтеграційних процесів;
- у системі вмінь, які набувають характеру навчально-пізнавальної діяльності, що реалізує міжпредметні зв'язки й ідеї інтеграції;
- у системі видів діяльності і відносин, які формуються навчальним пізнанням у процесі синтезу знань із різних предметів.

В умовах профільного навчання математики, реалізація міжпредметних зв'язків здійснюється на трьох рівнях інтеграції.

На першому рівні інтеграції реалізація МПЗ має на меті об'єднання кількох окремо взятих навчальних предметів, взаємодоповнюючих один одного на основі спільності структурних елементів змісту навчання, спільності понять, ідей, концепцій у викладенні окремих розділів навчальних програм.

Другий рівень інтеграції являє собою дидактичний синтез, що здійснюється як на рівні змісту, так і на рівні методів, принципів, форм діяльності (наприклад, інтегровані урок, лекція, практикум, семінар).

Третій рівень інтеграції пов'язаний з появою нового навчального предмета (або створенням елективного міжпредметного курсу, наприклад, «математичне моделювання»), що має власні предмет і об'єкт вивчення, розроблену систему методів, які дають змогу на достатньому рівні викладати основні поняття й теорії даного навчального предмета й здійснювати широке перенесення отриманих знань у нові умови.

В умовах реалізації профільно-диференційованого підходу найважливішим завданням учителя стає навчання учнів самостійному використанню міжпредметного матеріалу для розв'язування навчальних проблем, що вимагає від педагога цілеспрямованої й послідовної (поетапної) роботи з формування й розвитку в школярів умінь здійснювати самостійний синтез і перенесення знань і способів дій, а найважливішою умовою його ефективного вирішення є мотивація пізнавальної діяльності.

У класах різних профілів навчання математики передбачається:

- як профільному предмету (математичний та фізико-математичний профілі навчання);
- як спорідненому предмету (профілі, на яких математика вивчається на профільному рівні, якому відповідають біолого-хімічний, біолого-фізичний, біотехнологічний, хіміко-технологічний, фізико-хімічний, агро-хімічний профілі природничо-математичного напрямку);
- як загальноосвітньому предмету (в класах суспільно-гуманітарного напрямку (крім економічного профілю), філологічного, художньо-естетичного, спортивного напрямів та технологічного профілю, де математика вивчається на базовому рівні).

Реалізація міжпредметних зв'язків залежно від рівня навчання математики має свої відмінні особливості:

- на рівні профільного предмета МПЗ мають розглядатись як взаємний зв'язок навчальних предметів на змістовому, операційному та комунікативному рівнях, тобто математика

виступає і як самостійний навчальний предмет, і як споживач знань, отриманих учнями при вивченні інших навчальних предметів (зокрема і предметів суспільно-гуманітарного циклу), і як джерело знань та методів, необхідних для вивчення природничих предметів, і як опорний компонент для створення умов, за яких учні опановують уміння роботи в команді, набувають початковий досвід викладацької діяльності;

- на рівні спорідненого предмета реалізація МПЗ математики, з огляду на основне її призначення як методу пізнання й універсального апарату дослідження природних, економічних та соціальних явищ, має більше сприяти вивченню профільних предметів (прикладний компонент), ніж формалізованому вивченню самої математики (теоретичний компонент);
- на рівні загальноосвітнього предмета реалізація зв'язків математики з іншими навчальними предметами має більше сприяти формуванню особистісних якостей старшокласників, ніж предметних (математичних) компетентностей. Пріоритет має бути наданий логіко-мовному, комунікативному та естетичному аспектам реалізації МПЗ.

У навчанні математики на всіх рівнях профілізації доцільно не прямолінійно (жорстко) наголошувати на застосуванні міжпредметних зв'язків, а м'яко звертати увагу учнів на їх існування та важливість. Пов'язано це передусім з тим, що спроба прямолінійного здійснення міжпредметних зв'язків (на свідомому рівні) зачіпає лише зовнішній бік проблеми ефективного використання МПЗ у навчанні математики. Переведення реалізації МПЗ у план внутрішнього сприйняття (сприйняття на підсвідомому рівні) через опосередковану (м'яку), ненав'язливу, природну інтеграцію знань допоможе розв'язанню означеної проблеми.

Водночас розв'язання завдань шкільного навчання математики стосовно реалізації міжпредметних зв'язків виглядає досить проблематично. Передусім це пов'язано зі скороченням навчального часу на вивчення програмного матеріалу, передбаченого інваріантною частиною базового навчального плану. Розв'язання цієї проблеми вбачається у перенесенні вивчення учнями основного міжпредметного змісту курсу математики для усіх профілів і рівнів навчання на курси за вибором з математики.

Курси за вибором відіграють важливу роль у системі профільного навчання. На відміну від факультативних курсів, що існують нині в школі, елективні курси є обов'язковими для вивчення старшокласниками. Їх використання дозволяє перейти на більш високий рівень знань, дещо перевищити державний стандарт за рахунок активізації процесу навчання, поєднувати інформаційні й діяльнісні методи, сформувати в старшокласників навички застосування на практиці інформаційних ресурсів та інформаційно-комунікаційних технологій.

Курси за вибором пов'язані насамперед із задоволенням індивідуальних освітніх інтересів, потреб і схильностей кожного школяра. Саме вони по суті і є найважливішим засобом побудови індивідуальних освітніх траєкторій, тому що найбільшою мірою пов'язані з вибором кожним учнем змісту навчання залежно від його інтересів, здібностей, подальших життєвих планів.

Ці курси, як правило, складаються з невеликих за змістом навчальних модулів, враховують різноманіття інтересів і можливостей учнів, поглиблюють та розширюють основний курс математики у відповідності до обраного профілю навчання. З одного боку, курси за вибором покликані допомогти учневі переконатися в правильності професійного вибору, сприяти формуванню у старшокласників професійно важливих якостей особистості, мотивувати їхнє самовиховання та вибір професії, з іншого – слугувати розвитку в школярів прикладних математичних знань та умінь у тих або інших сферах діяльності, знайомити учнів з основами майбутніх професійних знань. Наприклад, «Застосування математичних моделей у розв'язуванні задач фізики», «Математичні основи економічних знань», «Методи математичної статистики у сучасній біології», «Основи

наукової діяльності» тощо. Природно, що в будь-якому елективному курсі може буде присутня прагматична складова, але не слід повністю підмінити розвиток у школярів інтересу власне до математики як до науки, як до навчального предмету, інтересом до неї як до засобу вступу до вищого навчального закладу.

Доцільним вбачається поступове скорочення навчання математики в профільних класах в умовах монопредметної класно-урочної системи. Поступово домінуючого значення мають набути такі форми організації профільного навчання математики як динамічні слайд-лекції, дидактичні (рольові) ігри, інтегровані (бінарні, тернарні) уроки математики, поєднання вивчення алгебри і початків аналізу з комп'ютерною обробкою даних, одержаних під час виконання лабораторних і практичних робіт на уроках фізики, астрономії, хімії, біології, уроки «однієї задачі (проблеми)», «однієї ідеї», навчання у співробітництві, метод проєктів, науково-практичні конференції школярів (у тому числі дистанційні) тощо. При цьому, важлива роль належатиме дистанційній підтримці навчання, яка дозволить змістовно забезпечити профільну орієнтацію навчання математики у класах різних профілів (забезпечити широкий вибір курсів за вибором), компенсувати обмеженість освітніх можливостей школи (особливо сільської), підвищити доступність школярів до якісної освіти, реально задовольнити індивідуальні освітні потреби старшокласників.

Запровадження дистанційної підтримки профільного навчання математики розширить наявні та створить додаткові умови для підвищення його якості й ефективності, сприятиме підвищенню фундаментальності шкільної математичної та природничої освіти, формуванню грамотної, мобільної, адаптивної особистості, яка критично оцінює власний потенціал, наявні можливості й ресурси. Досягти цього можна буде лише в результаті спільної, зкоординованої роботи усіх навчальних і наукових освітніх установ.

Контроль навчальних досягнень учнів профільних класів має ґрунтуватися на позитивному принципі (враховується саме рівень досягнень учня, а не ступінь його невдач), відбивати динаміку розвитку його особистісного прогресу (порівнювати виявлені досягнення кожного старшокласника не тільки з критеріями (нормами) оцінювання, а й з його попередніми невдачами чи успіхами).

Важливим компонентом контролю знань учнів має стати систематичне їх залучення до самостійного оцінювання власної діяльності. Необхідно, щоб у ході кожної перевірки школяр не лише дізнавався про те, чому він навчився і яких припустився помилок, але й усвідомлював справедливість оцінки. Ознайомлення учнів з критеріями оцінювання покликано поступово розвивати в них змістовне розуміння сутності засвоєних знань. Під час оцінювання, вчителю важливо виявляти доброзичливість, поєднувати помірковану вимогливість з індивідуальним підходом.

6. Зміст поняття «міжпредметне завдання»

Засобом реалізації міжпредметних зв'язків у педагогічному процесі виступає міжпредметне завдання як один з різновидів навчального завдання, особливістю якого є синтез знань і умінь з різних наук, різних навчальних предметів. Таке завдання можна схарактеризувати як пізнавальне завдання, що включає учня в діяльність із засвоєння структурних компонентів змісту навчання: системи загальнонаукових і предметних знань, що складають основу наукового світогляду; системи умінь і навичок пізнавальної діяльності; досвіду творчої діяльності; досвіду емоційно-ціннісного ставлення до навколишньої дійсності і до себе; досвіду міжособистісних стосунків і суспільних відносин.

Міжпредметне завдання передбачає оволодіння учнями основними загальнонавчальними вміннями інформаційно-логічного характеру, вміннями організації власної навчальної

діяльності, основними універсальними вміннями інформаційного характеру, інформаційним моделюванням як основним методом отримання знань, широким спектром умінь і навичок використання засобів інформаційних і комунікаційних технологій для збору, зберігання, перетворення і передачі різних видів інформації, базовими навичками дослідницької діяльності, проведення віртуальних експериментів, способами і методами освоєння нових інструментальних засобів, основами продуктивної взаємодії і співпраці з однолітками і дорослими.

Використання міжпредметних завдань у процесі навчання має велике освітнє, розвивальне й виховне значення. Особливо велику роль міжпредметні завдання як активний навчальний засіб відіграють в умовах реалізації особистісно орієнтованого підходу до навчання, що ставить своєю метою ефективний розвиток і саморозвиток кожного учня (як суб'єкта навчальної та виховної діяльності).

У процесі розв'язування міжпредметного завдання пріоритетним є не саме знання учнями пройденого навчального матеріалу, але прояв ними актів мислення, вільної розумової дії, що здійснюються індивідуально або всіма разом, з рівною відповідальністю і учнями, і вчителями.

Особливість міжпредметних завдань полягає в тому, що в них:

- визначена проблема є актуальною для учня;
- виникає необхідність відшукати універсальний спосіб розв'язання проблеми, створити відповідний алгоритм дій;
- вихідна інформація, представлена в різному вигляді (текст, схеми, таблиці, малюнки, графіки, відео- та аудіоматеріали, інтернет-ресурси тощо)
- передбачена інтеграція різнопредметних знань та умінь;
- закладена можливість отримання особистісно-значущого результату;
- припускається множинність допустимих рішень.

Міжпредметні завдання є узгодженою конструкцією змісту навчального матеріалу різних (двох або більше) навчальних предметів, побудованою з урахуванням як загальних цілей освіти, так і завдань, зумовлених специфікою кожного з цих навчальних предметів. Основними характеристиками такої конструкції є:

- доцільне смислове співвідношення елементів змісту, що входять до складу двох і більше навчальних предметів;
- адекватність форм організації навчального процесу, а також методичних прийомів тим навчальним предметам, між якими встановлюється зв'язок;
- забезпечення цілеспрямованого формування в учнів умінь і навичок комплексного використання знань при розв'язуванні навчальних завдань.

Проектування міжпредметних завдань здійснюється на основі застосування наступних трьох підходів:

1) об'єкт розглядається з декількох позицій (різних наук, навчальних предметів, точок зору);

2) об'єкт, який традиційно розглядається в одному навчальному предметі, переноситься в контекст іншого предмета;

3) в основі завдання лежить сприйняття (особисте ставлення, розуміння) об'єкта.

Цілеспрямоване застосування міжпредметних завдань у навчальній практиці забезпечує:

- природну зміну видів навчальної діяльності в рамках одного уроку;
- розширення можливостей ілюстративного супроводу уроку;
- організацію самостійної і дослідницької діяльності учнів.

У міжпредметних завданнях знаходять відображення (стикуються) різноманітні системи знань і способи діяльності. Тому їх розв'язування дозволяє учням піднятися на рівень

міжпредметного узагальнення, тобто формує в них цілісне розуміння й орієнтовну основу дій високого рівня узагальнення. Як методичні складові частини міжпредметного завдання можуть розглядатися міжпредметні діалоги, дидактичні ігри, уявні мандрівки, міжпредметні учнівські проекти тощо.

7. Класифікації міжпредметних завдань

Класифікувати міжпредметні завдання можна за різними основами: навчально-виховною метою; методами навчання, що використовуються для реалізації міжпредметних зв'язків; кількістю навчальних предметів, знання з яких потрібні для розв'язання завдання; логічною спрямованістю процесу розв'язування; часовою ознакою тощо.

Класифікація міжпредметних завдань за навчально-виховною метою має такий вигляд:

- завдання, що розкривають міжпредметний зміст навчального матеріалу, відображують фактичні і теоретичні знання суміжних навчальних предметів (знання про спільні об'єкти вивчення);
- завдання на формування загальних світоглядних висновків для різних предметів;
- завдання, що сприяють формування міжпредметних умінь та навичок учнів;
- завдання, спрямовані на закріплення основних методологічних знань;
- комплексні завдання, що вимагають застосування «наскрізних» знань, методів, умінь та навичок.

Відповідно до методів навчання, за допомогою яких реалізуються міжпредметні зв'язки, розрізняють репродуктивний, пошуковий, проблемний типи міжпредметних завдань.

За кількістю відображених навчальних предметів бувають завдання, які розкривають двопредметні, багатопредметні (внутрішньоциклові і міжциклові), зв'язки

Відповідно до логічної спрямованості процесу розв'язування можна виділити три основних типи міжпредметних завдань:

- індуктивні, в яких узагальненню підлягають факти з різних навчальних предметів;
- частково індуктивні, в яких відбувається міжпредметне узагальнення вже узагальнених предметних знань (понять, теорій, законів);
- дедуктивні, які вимагають доведення загальнопредметних положень за допомогою знань з різних предметів.

За часовою ознакою розрізняють ретроспективні, супутні та перспективні міжпредметні завдання.

Наведемо ще одну можливу класифікацію міжпредметних завдань – залежно від характеру узагальнених знань. У цій класифікації можна виділити різні види міжпредметних завдань, спрямованих на:

- пояснення причинно-наслідкових зв'язків явищ за допомогою знань з інших предметів, їх наукове обґрунтування;
- уведення нового поняття з опорою на емпіричну базу раніше вивчених у різних предметах фактів, їх подальше індуктивне узагальнення;
- конкретизацію вже відомого поняття, розширення його ознак, сфери дії, заглиблення в його суть з урахуванням можливостей застосування в різних предметах;
- виведення нового, більш загального поняття (твердження, закону) з часткових предметних понять (тверджень, законів) або конкретизація більш загальних понять за допомогою часткових;
- узагальнення знань з різних предметів у вигляді системи, що всебічно розкриває об'єкт або проблему;
- застосування знань з різних предметів для доведення спільних теоретичних положень (законів, теорій, ідей);

- застосування предметних знань у різних видах практичної діяльності тощо.

Наведені класифікації не виключають, а доповнюють одна одну. Всі разом вони дають можливість різнобічно характеризувати ту або іншу задачу чи систему задач в цілому.

8. Принципи побудови системи міжпредметних завдань

Міжпредметні завдання мають ряд переваг в порівнянні з іншими формами реалізації міжпредметних зв'язків. По-перше, такі завдання досить повно відображають співвідношення між міжпредметними зв'язками і дидактичними принципами навчання. По-друге, при розв'язуванні міжпредметних завдань раніше вивчені поняття і закони органічно включаються в систему знань, яка є змістом навчального предмета. По-третє, постановка і розв'язування міжпредметних завдань підвищують активність процесу пізнання, дозволяють вчителю управляти процесом мислення учнів. Однак, досягнення названих переваг не відбувається автоматично, а вимагає побудови відповідної системи міжпредметних завдань, яка базується на таких основних принципах.

1. Принцип наступності. За допомогою міжпредметних завдань встановлюються взаємозв'язки між різними поняттями, судженнями, між різними темами й навчальними предметами, між змістом основного курсу математики і елективних курсів. Послідовне розв'язування учнями міжпредметних завдань має сприяти кращому розумінню й засвоєнню ними теоретичного матеріалу, розвитку вмінь застосовувати теоретичні знання на практиці.

2. Принцип зв'язку теорії з практикою. У процесі навчання міжпредметні завдання повинні виступати як засіб зв'язку теорії з практикою, при цьому практика може як передувати пізнанню, так і супроводжувати або містити його. Розв'язування завдань має не тільки включати застосування вивчених понять, теорем, але й передувати і супроводжувати вивчення нового матеріалу, тобто, виступати як засіб засвоєння знань.

3. Принцип повноти, тобто прагнення більш повно відбити в ланцюжку завдань математичні ідеї, а також навести приклади, що належать до різних галузей знань (фізика, економіка тощо), встановити міжпредметні зв'язки. Останні, у свою чергу, розглядаються як засіб внесення елементів творчості в розумову діяльність кожного учня і є необхідною умовою формування світогляду старшокласників.

4. Принцип контрастності, який орієнтований на те, що вже на початкових етапах навчання при доборі завдань необхідно брати контрастні види завдань, не допускати повторюваності тих самих їх видів. При цьому система має містити завдання як з позитивними, так і з негативними й невизначеними відповідями. З вимоги контрастності завдань безпосередньо випливає необхідність вже на перших етапах вивчення теми пропонувати учням нестандартні вправи, не обмежуючись одноманітними типовими завданнями.

5. Принцип евристичності, оволодіння методами наукового пізнання відбувається, переважно, у процесі розв'язування завдань. Тому система завдань повинна передбачати навчання евристичним прийомам діяльності. Евристичні прийоми є елементами змісту, однак шкільні підручники практично не знайомлять із ними учнів, відсутні й завдання, що сприяють їхньому формуванню. Тому на заняттях у процесі розв'язування міжпредметних завдань доцільно навчати школярів основним евристичним прийомам.

Серед евристичних прийомів найбільш часто у практиці навчання застосовуються аналогія, індукція, прийом розбиття вихідного завдання на ланцюжок елементарних завдань, прийом моделювання. Доцільно також використовувати й інші евристичні прийоми: введення допоміжних елементів, нової змінної, побудовування фігури, узагальнення, постановки й виконання похідного завдання, рівносильного переформулювання вимоги завдання, одержання наслідків тощо. При цьому одні прийоми розкривають весь процес розв'язування завдання (іноді його називають способом розв'язування завдання), інші – лише окремі його фрагменти (тактичні або локальні прийоми).

6. Принцип формування дослідницьких умінь. Під навчальними дослідженнями розуміють такий вид пізнавальної діяльності, яка пов'язана з виконанням міжпредметних завдань, що передбачають самостійний творчий пошук учнями нових знань. Навчальні дослідження складаються з декількох основних етапів: постановка проблеми, висування гіпотез, доведення або спростування гіпотез. Найчастіше в навчальному дослідженні проблема формулюється учителем. Доведення або спростування гіпотези звичайно зводиться до доведення відповідної гіпотези відомому математичному факту. Основна ж евристична діяльність учнів пов'язана з висуненням гіпотез, яке ґрунтується на аналогії, порівнянні, дослідженні граничних випадків, спостереженні, інтуїції, досвіді й судженнях.

Дослідницький підхід у навчанні математики є основою реалізації компетентнісного підходу до шкільної математичної освіти. Набуття учнями математичних компетентностей можливе через залучення школярів до дослідження цікавих задач з різних галузей знань за допомогою математичного методу, додаткової роботи над задачею, перетворення задач шкільного курсу математики на дослідницькі задачі, застосовуючи наступні принципи:

- принцип історизму — як задача виникла в процесі розвитку людства і, зокрема, математики;
- принцип узагальнення — як змінюється задача при переході до більш загальної постановки;
- принцип конкретизації — як змінюється задача при введенні додаткових умов;
- принцип динамізму — як змінюється розв'язання задачі при зміні її параметрів, дослідження характеру зміни властивостей розв'язку при зміні параметрів задачі;
- принцип розмірності — як зміниться постановка задачі при її переході до 2, 3, n-вимірної;
- принцип інтерпретації — як можна інтерпретувати задачу в термінах різних предметних галузей (геометрії, алгебри, фізики, біології, економіки тощо);
- принцип застосування — як можна використати задачу на практиці.

У завданнях міжпредметного змісту набагато більшою мірою, ніж в змісті теоретичного матеріалу, може і повинна бути відображена специфіка обраного навчального профілю. Тому системи завдань, що розв'язуються в класах, де математика вивчається на різних рівнях, будуть різні. Орієнтиром для конструювання дидактичних матеріалів для базового і профільного рівнів можуть служити вимоги до навчальних досягнень учнів, визначені у відповідних навчальних програмах. Проте слід пам'ятати про те, що ці вимоги задають тільки так званий обов'язковий мінімум. Тому набір завдань, відповідний програмним вимогам, повинен служити лише ядром.

Для розробки системи міжпредметних завдань можна запропонувати наступну схему (її зручніше розглядати в рамках одного навчального профілю):

- 1) виділити в кожному навчальному предметі (кожній темі) основні види діяльності, для оволодіння якими необхідно використовувати математику;
- 2) визначити математичні знання і уміння, якими повинні оволодіти учні;
- 3) підготувати відповідні міжпредметні завдання;
- 4) включити підготовлені завдання до планування уроків математики та інших навчальних предметів у відповідному часовому проміжку.

Очевидно, для проведення цієї роботи недостатньо зусиль тільки вчителя математики. Доцільно залучити до цієї роботи всіх учителів-предметників.

РОЗДІЛ IV. МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗАВДАНЬ З МАТЕМАТИКИ

Запровадження в старшій школі профільної диференціації, необхідно передбачає специфікацію цілей навчання окремим предметам. Цілі вивчення кожного навчального предмета стають залежними від того, яку роль буде відігравати його знання в майбутній професійній діяльності школярів.

Математика в майбутній професійній діяльності учнів може виступати в трьох основних ролях: як елемент загальної культури, що безпосередньо не буде використовуватися у майбутній професії; як професійний інструмент; як основа професійної діяльності. У зв'язку з цим, загальні цілі навчання математики уточнюються для кожного профілю. Наприклад, для гуманітарного профілю серед цілей навчання математики на перше місце висувається засвоєння математичних знань на рівні розуміння основних ідей курсу та оволодіння вміннями, необхідними для орієнтації в сучасному житті. Провідною метою навчання математики в класах економічного і природничо-наукових профілів можна визнати оволодіння математичними знаннями та прикладними вміннями та навичками. Головною навчальною метою у класах математичного та фізико-математичного профілів є глибоке засвоєння математичних знань і вмінь. Подібні акценти можуть бути розставлені також для розвивальних і виховних цілей навчання математики. Такий підхід дає можливість розробити об'єктивну модель методики розв'язування міжпредметних завдань під час вивчення математики в класах різних профілів навчання.

9. Методичні особливості навчання розв'язуванню міжпредметних завдань

Включаючи міжпредметні завдання в канву уроку, або використовуючи їх на заняттях міжпредметного елективного курсу, вчитель вирішує задачу засвоєння учнями матеріалу різних навчальних предметів. Їх систематичне використання у формі проблемних питань, кількісних завдань, практичних або дослідницьких завдань, пізнавальних проблемних ситуацій тощо забезпечує також формування в учнів умінь встановлювати і засвоювати зв'язки між цими знаннями (в чому й полягає основна суть практичної реалізації розвивальної функції навчання математики).

Розв'язуючи міжпредметні завдання, учні здійснюють складні пізнавальні та розрахункові дії:

- усвідомлення суті міжпредметного завдання, розуміння необхідності застосування знань з інших предметів;
- відбір і актуалізація потрібних знань з інших предметів;
- зіставлення знань з суміжних предметів, їх перенесення в нову ситуацію;
- синтез знань, встановлення сумісності понять, одиниць вимірювання, виконання розрахункових дій;
- отримання результату, його узагальнення у висновках.

Крім того розв'язання міжпредметних завдань вимагає оволодіння учнями й особливими вміннями, а саме:

- пов'язувати між собою й узагальнювати предметні знання;
- бачити об'єкт в єдності його різноманітних властивостей і відношень;
- оцінювати часткове з позицій загального.

Відповідно до наведеного, загальна структура діяльності розв'язування завдань з міжпредметним змістом включає наступні компоненти (етапи): цільовий (мета діяльності); емоційно-вольовий (мотив діяльності); особистісно-операційний (зміст і результат діяльно-

сті); контрольно-рефлексивний (оцінка діяльності). Зміст цих компонентів має специфічні навчальні функції – управлінського характеру для вчителя і рефлексивного – для учнів.

На першому етапі вчитель ставить об'єктивно значущу загальнопредметну мету, що відображає загальні навчально-виховні завдання й формулює її у формі міжпредметного завдання (завдань). Учні повинні усвідомити міжпредметну сутність такого завдання, здійснити аналіз його умови (умов), відбір необхідних опорних знань із різних навчальних предметів. При цьому важливо зосередити увагу учнів не лише на засвоєнні нових узагальнених знань і способів діяльності, але й на розвитку їхніх умінь щодо міжпредметного синтезу, формуванні інтересів і особистісних якостей школярів.

Реалізація наступного етапу має на меті викликати й закріпити в учнів стійке позитивне ставлення до навчальної діяльності, пробудити в них допитливість, пізнавальний інтерес, встановити особистісно значущий сенс навчальних дій, розвинути в учнів внутрішню потребу самостійного здобуття знань. Сформованість мотиваційної складової в учнів проявляється в емоційному сприйнятті математичного матеріалу, виявленні інтересу до навчального процесу, здатності приймати самостійні рішення при виконанні завдань. Засобом формування внутрішньої мотивації учнів може виступити розповідь учителя про практичну й особистісну значимість для них досягнення успіху в пропонованій діяльності по розв'язанню поставленого міжпредметного завдання. Учні на цьому етапі актуалізують пізнавальні мотиви навчання, мобілізують вольові зусилля.

Особистісно-операційний компонент включає безпосереднє виконання учнями завдання, запропонованого вчителем. Його реалізація полягає в тому, щоб навчити учнів планувати та здійснювати діяльність, спрямовану на розв'язання завдань міжпредметного змісту, знаходити адекватні аналогії, висловлювати і захищати власні ідеї, прогнозувати результат діяльності, докладати зусиль для його досягнення, змінювати алгоритм діяльності в разі необхідності. Названий компонент включає: уміння учнів отримувати кінцевий результат, визначений умовою поставленого завдання; уміння самостійно здійснювати аналіз отриманої інформації та інтегрувати її в особистий досвід; уміння розуміти інформацію, представлену в схемах, рисунках тощо.

Учитель вводить новий навчальний матеріал, одночасно актуалізуючи опорні знання з інших навчальних предметів, здійснюючи попередні, супутні або перспективні міжпредметні зв'язки на рівні загальних фактів, понять, законів, теорій, ідей. Учні виконують дії актуалізації, переносу, синтезу знань із різних предметів, оцінки особистісної значимості нових висновків, мовного закріплення нових термінів. У цьому процесі відбувається застосування раніше засвоєних знань і вмінь, а також вироблення нових (міжпредметних і загальнопредметних) узагальнених умінь.

Контрольно-рефлексивний компонент відображає сформованість умінь учнів: чітко викладати власні думки в усній та письмовій формах; використовувати різні способи подання інформації (словесні, символічні, графічні); наводити приклади, аргументи, володіння прийомами оформлення тексту; умінь доповідати про результати своєї роботи. На цьому етапі формулюються висновки, узагальнення, що включають в себе систему наукових і світоглядних знань, фіксуються досягнення в оволодінні новими вміннями й навичками, особистісними якостями, відзначаються зрушення в мотиваційній сфері й організаційні успіхи в навчальній діяльності на міжпредметній основі.

Реалізація названого етапу передбачає два аспекти:

1. Набуття учнями досвіду самооцінювання та самоаналізу результатів власної діяльності. При цьому здійснюється цілеспрямований розвиток в учнів рефлексії: пізнавальної (як я працював, які методи використовував, які з них привели до результату, які були помилковими й чому, як я тепер би вирішив проблему); соціальної (як ми працювали в групі, як

були розподілені обов'язки, як ми з ними впоралися, які помилки ми допустили в організації роботи); психологічної (як я себе почував, сподобалася мені робота чи ні, чому, як (з ким) я б хотів працювати й чому).

2. Проведення контрольного оцінювання рівнів сформованості в учнів умінь розв'язувати завдання міжпредметного змісту.

В організації діяльності учнів з розв'язування міжпредметних завдань провідне місце має посідати навчальна робота, спрямована на засвоєння системи предметних знань і оволодіння способами їх перенесення й узагальнення.

Відсутність стійких предметних знань позбавляє учнів основи для «міжпредметної» діяльності. Для тих учнів, які не мають міцної системи предметних знань, розв'язування міжпредметних завдань може виявитися непосильним, а їхній інтерес до навчання буде знижуватися. Для учнів з високим рівнем знань по предметах опора на міжпредметні зв'язки стає необхідною умовою їхнього подальшого розвитку в процесі навчання.

Спостерігається також відповідність між успішністю процесу розв'язування учнями міжпредметних завдань, рівнем володіння (широкою використання) ними предметними знаннями і рівнем інтересу старшокласників до даного навчального предмета, який виявляється в тому, що учні самостійно намагаються залучати нові відомості з додаткових джерел інформації, знаходять оригінальні способи їх аналізу, встановлення зв'язків з програмним навчальним матеріалом.

Проте, розв'язування міжпредметних завдань на перших етапах їх включення в пізнавальну діяльність може змінювати цю відповідність. Уміння, що виявляються при розв'язуванні міжпредметних завдань, починають більшою мірою залежати від досвіду перенесення знань і способів діяльності, ніж від інтересу до того або іншого навчального предмета. В одних учнів під впливом розв'язування міжпредметних завдань підвищується інтерес до тих навчальних предметів, які їх раніше не цікавили, але рівень знань і умінь ще залишається невисоким. У інших, навпаки, значно зростає рівень умінь міжпредметного перенесення, але помітних змін у розвитку предметних інтересів не спостерігається. Це підтверджує той факт, що розв'язування міжпредметних завдань є не єдиним чинником, що формує пізнавальні інтереси учнів.

Основними умовами успішного формування в учнів умінь міжпредметного перенесення знань виступають схожість, аналогічність структури змістових і процесуальних елементів в пропонованій серії міжпредметних завдань певного типу, а також врахування: обсягу, складності і якості інформації, яка сприймається; навчальних можливостей кожного учня; психологічної готовності учнів працювати (зокрема, самостійно); рівня професійної (міжпредметної) підготовки вчителя. Крім того, доцільно дотримуватись наступної послідовності у формуванні в учнів умінь здійснювати міжпредметні зв'язки:

1) пробудження пізнавального інтересу учнів до розв'язання міжпредметних завдань, їх розпізнавання й усвідомлення необхідності використовувати знання з різних навчальних предметів;

2) відпрацювання окремих способів творчої діяльності на основі використання міжпредметних зв'язків;

3) синтез окремих (предметних) умінь у цілісне уміння комплексного застосування знань при розв'язуванні міжпредметних завдань.

На уроках необхідно спонукати учнів до самостійного розв'язування міжпредметних завдань, під час виконання яких учні відпрацьовують окремі елементи умінь комплексного застосування знань, наприклад:

- розпізнавання міжпредметних зв'язків у навчальних текстах, в уривках з наукових (науково-популярних) статей;
- відбір фактичного предметного матеріалу для підтвердження загальнонаукових ідей;

- аналіз конкретних прикладів (з галузі фізики, біології, хімії, історії) з позицій загальних закономірностей;
- усвідомлення міжпредметного характеру пізнавальних навчальних завдань;
- самостійна постановка (бачення) міжпредметних завдань, проблем на основі порівняння й аналізу наукових фактів суміжних предметів.

Важливу роль при цьому відіграють показ зразків виконання таких завдань, проведення вчителем настановних бесід, що розкривають логіку міркувань, послідовність виконуваних дій, зміст узагальнених орієнтирів у синтезі знань, застосування диференційованого підходу з урахуванням пізнавальних інтересів і можливостей учнів.

10. Методика застосування міжпредметних завдань у навчанні математики в класах різних профілів

10.1. Гуманітарні профілі навчання

Розглянемо деякі особливості навчання математики в класах гуманітарних профілів.

Оскільки подальша діяльність учнів, які навчаються в класах гуманітарних профілів, в основному ніяк не буде пов'язана з математикою, етап *мотивації* вивчення окремих елементів математичного змісту є найбільш важливим. Мета етапу мотивації, полягає в створенні такої ситуації, яка б слугувала стимулом для «прийняття» учнями цілей вивчення нового матеріалу. Ця ситуація в класах гуманітарних профілів може бути створена шляхом історичних екскурсів або звертання до походження того або іншого терміна, яким позначається математичний об'єкт (особливо це актуально в класах філологічних профілів, у яких основна увага приділяється поглибленому вивченню мов).

Наприклад, при вивченні логарифмів підвищенню мотивації учнів може сприяти розгляд історичних відомостей про число e . В ході короткого екскурсу можна формулювати питання й завдання для учнів, на основі яких ними будуть виконуватись невеликі творчі роботи.

Число e .

Число e – це основа натуральних логарифмів і найважливіша математична константа (позначається малою латинською літерою « e »), яка у вищій математиці зустрічається буквально на кожному кроці, і відіграє особливо важливу роль у диференціальному та інтегральному численні.

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

(Згадайте, де ви зустрічалися із символом \lim . Що він означає? Спробуйте сформулювати означення числа e словами).

Воно має наступне числове значення

$$e = 2,7\ 1828\ 1828\ 45\ 90\ 45\ 235360287471352662497757\dots$$

(Як ви думаєте, чому після останньої написаної цифри числа e ставлять три крапки? Чи можна знайти (одержати) останню цифру числа e ? Як називаються такі числа? Яке інше число, що має таку ж властивість, ви можете назвати? Із чим пов'язане його значення?)

Легко запам'ятати перші 10 цифр числа e допоможе наступне мнемонічне правило: два і сім, далі два рази рік народження Льва Толстого (1828).

(У 1859 році в своєму маєтку в Ясній поляні Л. Толстой відкрив школу для селянських дітей. Ця школа стала однією з перших народних шкіл. Лев Миколайович викладав у ній історію та математику. Підготуйте про це розповідь).

Число e іноді називають «неперовим числом» на честь винахідника логарифмів шотландського математика Джона Непера (1550 – 1617). (З якою ще наукою пов'язане ім'я Джона Непера? Підготуйте повідомлення про творчість цього математика.)

Однак назва «неперове число» необгрунтована, оскільки немає твердих доказів того, що сам Джон Непер мав чітке уявлення про число e .

Уперше позначення « e » ввів швейцарський математик та фізик Леонард Ейлер (1707 – 1783). Відповідно, число e зазвичай називають числом Ейлера. Чому була обрана саме буква e , точно невідомо. Можливо, це пов'язано з тим, що з неї починається слово exponential («показниковий», «експонентний»). Інше припущення полягає в тому, що Ейлер вибрав літеру e як першу букву в своєму прізвищі (нім. *Leonhard Euler*).

(Де це ви зустрічались з ім'ям Леонарда Ейлера? Чому цей швейцарський математик похований у Санкт-Петербурзі? Підготуйте повідомлення про його життя й творчість).

Він точно обчислив 23 десяткових знаки цього числа, використавши представлення числа e у вигляді нескінченного числового ряду:

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \dots + \frac{1}{n!} + \dots ,$$

(що означає символ $n!$?), яке отримав інший видатний швейцарський фізик і математик Данііл Бернуллі (1700 – 1782). (Підготуйте повідомлення про творчість цього видатного математика. Яких ще математиків із прізвищем Бернуллі ви знаєте? Розкажіть про родину Бернуллі).

У 1873 році французький математик Шарль Ерміт (1822 – 1901) (підготуйте розповідь про цього математика) довів трансцендентність числа e . (Що означає термін «трансцендентне число»? Які ще числа мають цю властивість?).

Якщо в процесі виконання творчих робіт учні виявляють потребу детальніше розглянути історичні відомості, пов'язані з числом e , то доцільно присвятити цьому додатковий час для створення більш повної історичної картини.

Про кожного вченого математика, ім'я якого зустрічається в тексті, доцільно підготувати коротке повідомлення: у який час і в якій країні він жив, у якій галузі математики творив, які результати отримав і т.д. (Можливі питання, які доцільно обговорити в процесі розповіді вчителя, сформульовані в текстах, поданих у дужках курсивом).

Зауважимо, що історичні екскурси в класах гуманітарного профілю, особливо в класах з поглибленим вивченням предметів історичного циклу й літератури, дуже корисні. У класах з поглибленим вивченням мов особливу увагу варто приділити лінгвістичним аспектам математики, питанням походження й розвитку математичних термінів.

Не можна говорити, що розвиток логічного мислення учнів класів гуманітарних профілів перебуває на низькому рівні. Поглиблене вивчення мов неминує розвиває логічне мислення, оскільки мова являє собою структуру, організація якої підпорядковується певним формально-логічним відношенням. Крім того, поглиблене вивчення мови, з одного боку, пов'язане з розвитком її цілісного сприйняття, з другого – з розвитком умінь структурного аналізу матеріалу. Вивчення іноземної мови вимагає встановлення логічних і причинно-наслідкових зв'язків між лінгвістичними формами рідної й іноземної мови, вивчення граматичних схем, які спрощують багато в чому сприйняття теоретичного матеріалу.

Таким чином, при вивченні нового матеріалу на уроках математики в класах гуманітарних профілів опора на логічне мислення старшокласників є не тільки можливою, а й необхідною умовою успішного сприйняття. Встановлення й демонстрація логічних зв'язків між елементами математичного змісту, пояснення внутрішніх зв'язків з постійним звертанням до учнів з питанням «чому?» є важливою умовою при поясненні нового матеріалу.

При поясненні теоретичного матеріалу в класах художньо-естетичного профілю варто враховувати, що в учнів цих класів логічне мислення розвинене дещо гірше. Набагато вищим у них є рівень розвитку образного мислення. Тому велике значення для сприйняття нового матеріалу, для його запам'ятовування має «картинка». Для учнів цих класів характерним є цілісне сприйняття об'єктів, але ця цілісність носить зовнішній характер. Тому при поясненні нового матеріалу доцільно використовувати максимально широкий спектр наочності: моделі різних видів (графіки, схеми, діаграми), анімацію (з використанням комп'ютера).

Крім того, важливою є демонстрація старшокласникам краси математики, відшукування таких прикладів, які справляють естетичний та емоційний вплив на учнів, які навчаються в цих класах. Демонстрація учням якомога більшої кількості прикладів, які показують зв'язок між математикою й гуманітарною сферою людської діяльності, є важливим мотиваційним важелем. Наприклад.

Логарифми в музиці.

Виявляється, що граючи на роялі, ми «граємо на логарифмах». Так звані «шаблі» темперованої хроматичної гами не розставлені на рівних відстанях ні стосовно частоти коливань, ні стосовно довжин хвиль відповідних звуків, а являють собою логарифми цих величин. Основа цих логарифмів дорівнює 2.

Покладемо, що нота «до» найнижчої октави (будемо її називати нульовою октавою) визначена n коливаннями за секунду. Тоді «до» першої октави буде здійснювати $2n$ коливань за секунду, а «до» m -ої октави – $n \cdot 2^m$ коливань.

Позначимо всі ноти хроматичної гами номерами p , приймаючи основний тон «до» кожної октави за нульовий. Тоді, наприклад, тон «соль» буде 9-й; 12-й тон знову буде «до», тільки на октаву вище. Оскільки в темперованій хроматичній гамі кожний наступний тон визначається числом коливань в $\sqrt[12]{2}$ разів більше, ніж попередній, то число коливань будь-якого тону можна виразити формулою: $N_{pm} = n \cdot 2^m \cdot (\sqrt[12]{2})^p$. Логарифмуючи цю формулу, одержуємо: $\lg(N_{pm}) = \lg n + m \lg 2 + \frac{p}{12} \lg 2 = \lg n + \left(m + \frac{p}{12}\right) \lg 2$. Приймаючи число коливань найнижчого «до» за одиницю ($n=1$) і зводячи всі логарифми до основи 2, маємо:

$$\log_2(N_{pm}) = m + \frac{p}{12}.$$

Звідси бачимо, що номери клавіш рояля являють собою логарифми чисел коливань відповідних звуків, помножені на 12. Наприклад, у тоні «соль» третьої октави, тобто в числі $3 + \frac{7}{12} \approx 3,383$ число 3 є характеристикою логарифма числа коливань цього тону, а $\frac{7}{12}$ – мантиса того самого логарифма за основою 2.

При поясненні матеріалу в класах гуманітарних профілів велику увагу слід приділяти оформленню дошки, а також добору наочних засобів навчання. Значний позитивний ефект дає використання в цих класах на уроках математики мультимедійної дошки. Не слід також забувати й про значення емоційного впливу нового матеріалу на учнів гуманітарних класів. Тому залучення яскравого ілюстративного матеріалу є також необхідним.

Оскільки на етапі пояснення нового матеріалу основна увага повинна бути спрямована на пошук засобів, що сприяють розумінню учнями сутності математичного матеріалу, то говорячи про рівень складності завдань, які є засобом засвоєння теоретичного матеріалу, слід звернути увагу на те, що вони не повинні передбачати виконання технічно складних перетворень, оскільки це утруднює розуміння змісту понять, що вивчаються. Рівною мірою це може стосуватися класів будь-якого профілю навчання.

Ефективним засобом реалізації міжпредметних зв'язків на уроках математики в класах гуманітарних профілів є тестові завдання з математики, що містять гуманітарний компонент. Використання таких міжпредметних завдань дозволяє:

- повторити або познайомити учнів із видатними вченими-математиками та їх працями;
- розкрити зміст математичних понять;
- повідомити історичні відомості, цікаві математичні факти.

Ці тести можна використовувати в процесі навчання математики учнів 10-11 класів як на уроках, так і в позакласній роботі. Пропоновані нижче завдання мають цікаві, оригінальні, незвичні формулювання, що сприятиме підвищенню інтересу учнів до математики (Правельні відповіді підкреслені).

1. Кому з названих нижче вчених може належати вислів: «Трикутник є перша фігура, яка не може бути розкладена на інші простіші фігури (наприклад, чотирикутник розкладається на трикутники) і тому є першим фундаментом усякої речі, яка має межу і фігуру»?

- а) Дж. Бруно; б) Р. Декарт; в) Авіценна; г) Евклід; д) Архімед.

2. Хто дав наступне визначення дробу: «Запис однієї з двох величин під іншою, нижче за яку між ними проведена лінія, позначає частку або ж величину, що виникає при діленні верхньої величини на нижню»?

- а) І. Ньютон; б) Л. Ейлер; в) Діофант; г) Л. Магницький; д) О. Коші.

3. У якій роботі вперше дається визначення кута?

а) «Геометрія» Лобачевського; б) «Основи геометрії» Гільберта; в) «Конічні перерізи» Аполонія; г) «Загальна арифметика» Ньютона; д) «Початки» Евкліда.

4. Який народ винайшов рахівницю?

- а) британський; б) французький; в) російський; г) український; д) китайський.

5. Хто з великих геометрів старовини, за переказами, сказав солдату, що прийшов його убити: «Не чіпай моїх кругів!»?

- а) Ньютон; б) Піфагор; в) Архімед; г) Фалес; д) Гаус.

6. Давньогрецький математик Архімед встановив, що довжина кола відноситься до довжини діаметру приблизно як 22:7. Знайдіть довжину кола, діаметр якого 4,2 дм.

- а) 132 дм; б) 13,2 дм; в) 1,32 дм; г) 0,132 дм; д) 1320 дм.

7. Що заповідав Архімед висікти на своєму надгробному камені?

а) кулю, вписану в куб; б) кулю, вписану в піраміду; в) кулю, вписану в конус; г) кулю, вписану в паралелепіпед; д) кулю, вписану в циліндр.

8. Яке слово пішло від латинського «кенотрон», що означає знаряддя, яким в давнину підганяли тварин в упряжці, а також вістря ніжки циркуля?

- а) хорда; б) центр; в) радіус; г) дотична; д) діаметр.

9. Де були знайдені записи розв'язання систем лінійних рівнянь, які виражалися в геометричній формі?

- а) у Стародавній Греції; б) у Стародавньому Вавілоні; в) в Індії; г) в Італії; д) в Європі.

10. Завдяки кому в рівнянні $ax + by = c$ букви x і y стали розглядатися не як невідомі, а як змінні?

- а) Г. Лейбніцу; б) Р. Декарту; в) І. Бернуллі; г) П. Ферма; д) Л. Ейлеру.

11. Ким були введені у 1734 р. символи нестрогих нерівностей?

- а) Піфагором; б) П. Бугером; в) О. Коші; г) Н. Лобачевським; д) М. Фалесом.

12. Що, на думку Евкліда, не має частин?

- а) пряма; б) точка; в) промінь; г) площина; д) відрізок.

13. Хто ввів у вжиток терміни «абсциса», «ордината», «координати»?

- а) Л. Ейлер; б) Г. Лейбніц; в) Р. Декарт; г) І. Бернуллі; д) П. Ферма.

14. Кому належали перші доведення теорем: 1) про рівність кутів при основі рівнобедреного трикутника; 2) про рівність трикутників за стороною і прилеглими до неї кутами?
а) Піфагору; б) Фалесу; в) Евкліду; г) Ньютону; д) Декарту.

15. Які учені ще 4 тис. років тому складали разом з таблицями множення і таблиці обернених величин, таблиці квадратів чисел і квадратних коренів з чисел?

а) італійські; б) російські; в) римські; г) вавилонські; д) грецькі.

16. Чиє ім'я носить теорема, що виражає зв'язок між коефіцієнтами квадратного рівняння і його коренями?

а) Піфагора; б) Вієта; в) Ферма; г) Ейлера; д) Фалеса.

17. Ким була створена теорія відношень і пропорцій?

а) римлянами; б) італійцями; в) росіянами; г) вавилонянами;
д) стародавніми греками.

18. Хто з відомих математиків розв'язав проблему побудови правильних багатокутників?

а) Архімед; б) О. Коші; в) К. Гаус; г) Л. Ейлер; д) Р. Декарт.

19. Вкажіть походження терміна «паралелограм».

а) латинське; б) російське; в) грецьке; г) англійське; д) індійське.

20. За професією він був юристом і майже все життя займав посаду радника парламенту в м. Тулузі. Вільний від службових обов'язків час присвячував математичним дослідженням, які проклали нові шляхи майже у всіх сферах математики: він є одним із творців теорії чисел, розвинув метод координат. Назвіть цього математика.

а) Р. Декарт; б) К. Гаус; в) Л. Ейлер; г) П. Ферма; д) О. Коші.

21. «Трапеція» – грецьке слово, що в давнину означало

а) стілець; б) столік; в) шапка; г) табурет; д) тумбочка.

22. Слово «ромб» грецького походження. Що воно означало в давнину?

а) качалка; б) веретено; в) ступа; г) барильце; д) коромисло.

23. Яка фігура була мірою площі в Стародавньому Китаї?

а) прямокутник; б) квадрат; в) трикутник; г) ромб; д) паралелограм.

24. Хто з математиків ще в дитячому віці запропонував спосіб визначення суми всіх натуральних чисел від одиниці до ста?

а) А. Ейлер; б) К. Гаус; в) П. Ферма; г) Ж. Лагранж; д) Л. Магніцький.

25. Що означає слово «тригонометрія»?

а) вимірювання паралелограмів; б) вимірювання прямокутників; в) вимірювання квадратів; г) вимірювання трикутників.

26. Хто перший запровадив у 1595р. термін «тригонометрія»?

а) Д. Птоломей; б) Б. Питиск; в) М. Коперник; г) І. Ньютон; д) Л. Магніцький.

27. Хто склав перші тригонометричні таблиці хорд?

а) Птоломей; б) Гунтер; в) Гиппарх; г) Кеплер; д) Грітер.

28. Вона народилася в сім'ї артилерійського генерала. З раннього дитинства захоплювалася читанням художніх і наукових книг. Її математичні здібності виявилися вперше у віці 13 років. Перші зустрічі з математикою відбулися в дитячій кімнаті, що була обклеєна листами літографованих лекцій Остроградського про диференціальне та інтегральне числення. Хто була ця жінка-математик?

а) Марія Лаланд; б) Софія Жермен; в) Емі Нетер; г) Софія Ковалевська; д) Людмила Келдиш.

29. Як називаються правильні неопуклі многогранники?

а) тіла Архімеда; б) тіла Платона; в) тіла Ньютона; г) тіла Кеплера; д) тіла Пуансо.

30. Платон вважав, що світ складається з чотирьох «стихій», а атоми цих «стихій» мають форму чотирьох правильних многогранників. Яку стихію уособлює ікосаедр?

а) вода; б) вогонь; в) земля; г) повітря; д) пар.

31. Що означає грецький термін «призма»?
а) відрубане тіло; б) відпиляне тіло; в) відшліфоване тіло; г) спресоване тіло; д) вогнеформне тіло.
32. Термін «піраміда» запозичений із грецької мови означає...
а) вогнеформне тіло; б) відпиляне тіло; в) відшліфоване тіло; г) відрубане тіло; д) спресоване тіло.
33. Латинське слово «конус» запозичене з грецької мови. Що воно означає?
а) ялинова шишка; б) шишка хмелю; в) кедрова шишка; г) березова шишка; д) соснова шишка.
34. Як називають правильні многогранники?
а) тіла Пуансо; б) тіла Платона; в) тіла Архімеда; г) тіла Кеплера; д) тіла Ньютона.
35. Хто була перша жінка-математик? Згідно з відомостями, що дійшли до нас, вона була гречанка, яка жила в Олександрії від 370 до 415 року. Батько її, Теон Олександрійський, відомий тим, що написав книгу про астрономію, коментар до астрономічного трактату «Алмагест» Птолемея і наново видав «Початки» Евкліда з поясненнями і додатками.
а) Гіпатія; б) Ерида; в) Персефона; г) Іполита; д) Пандора.
36. Які з наведених праць не є працями Евкліда?
а) «Дані»; б) «Обчислення коренів рівнянь»; в) «Про розділення»; г) «Про кулю і циліндр»; д) «Оптика».

10.2. Природничий, технологічний, економічний напрями

У класах, де математика вивчається як споріднений предмет, також важливим є мотиваційний компонент процесу навчання. Для ефективної його реалізації бажано враховувати специфіку профілю, хоча, звичайно, це вдається не завжди.

Приклад 1. Логарифмічна спіраль у природі.

Живі істоти звичайно зростають, зберігаючи загальні обриси своєї форми. При цьому найчастіше вони збільшуються за всіма показниками: доросла істота й вища, і товстіша за дитинча. Але, наприклад, мушлі деяких морських тварин можуть зростати лише в одному напрямку. Щоб не занадто витягатися в довжину, їм доводиться скручуватися, причому кожний наступний виток подібний до попереднього. Таке збільшення відбувається по логарифмічній спіралі або за деякими її просторовими аналогами. Тому мушлі багатьох моллюсків, равликів, а також роги гірських козлів (архарів) закручені по логарифмічній спіралі. Можна сказати, що ця спіраль є математичним символом співвідношення форми й зростання. Великий німецький поет Йоганн Вольфганг Гете вважав її навіть математичним символом життя й духовного розвитку.

Логарифмічною спіраллю окреслені не тільки мушлі. У соняшнику насіння розташовані по дугах, близьким до неї. Один із найпоширеніших павуків епейра сплітає павутиння, закручуючи нитки навколо центру по логарифмічних спіралях. По логарифмічних спіралях закручені й багато галактик.

Приклад 2. Логарифмічна спіраль у техніці.

У техніці часто застосовують обертові ножі. Сила, з якої вони тиснуть на матеріал, що розрізається, залежить від кута різання, тобто кута між лезом ножа й напрямом вектора швидкості обертання. Для постійного тиску необхідно, щоб кут різання зберігав постійне значення, а це буде в тому випадку, якщо леза ножів окреслені по дузі логарифмічної спіралі. Величина кута різання залежить від властивостей матеріалу, що обробляється.

У гідротехніці по логарифмічній спіралі згинають трубу, яка підводить потік води до лопатей турбіни. Завдяки такій формі труби втрати енергії на зміну напрямку потоку в трубі виявляються мінімальними, і сила тиску води використовується з максимальною продуктивністю.

Пропорційність довжини дуги логарифмічної спіралі різниці довжин радіус-векторів використовують при проектуванні зубчастих коліс зі змінним передаточним числом.

У класах природничо-наукового напрямку навчання при поясненні нового матеріалу велике значення мають задачі, які ілюструють теоретичний матеріал, задачі, безпосередньо пов'язані з обраним профілем. Тому завдання, які ілюструють математичний зміст, бажано добирати з урахуванням специфіки конкретного профілю навчання. Наведемо кілька прикладів.

Приклад 3. Зірки, шум і логарифми.

Шум і зірки можливо поєднати тому, що гучність шуму і яскравість зірок оцінюються однаковим способом: за логарифмічною шкалою.

Астрономи розподіляють зірки за ступенями видимої яскравості на світила першої величини, другої, третьої й т.д. Послідовні зоряні величини оком сприймаються як члени арифметичної прогресії. Але фізична яскравість їх змінюється за іншим законом: об'єктивні яскравості становлять геометричну прогресію зі знаменником 2,5. «Величина» зірки являє собою ні що інше, як логарифм її фізичної яскравості. Зірка, наприклад, третьої величини, яскравіша за зірку першої величини в $2,5^{3-1} = 6,25$ рази. Таким чином, астроном, оцінюючи видиму яскравість зірок, оперує з таблицею логарифмів за основою 2,5.

Подібним способом оцінюється й гучність шуму.

Шкідливий вплив промислових шумів на здоров'я робітників і на продуктивність праці визначив потребу розробити прийоми точної числової оцінки його гучності. Одиницею гучності служить «бел», а на практиці використовується одиниця вимірювання «децибел», яка становить його десятю частину. Послідовні ступені гучності – 1 бел, 2 бела й т.д. (практично – 10 децибел, 20 децибел і т.д.) – становлять для нашого слуху арифметичну прогресію. Фізична ж «сила» цих шумів (точніше – енергія) становить геометричну прогресію зі знаменником 10. Різниця гучностей в 1 бел відповідає відношенню сили шумів 10. Отже, гучність шуму, виражена в белах, дорівнює десятковому логарифму його фізичної сили. Розглянемо кілька прикладів.

Тихе шелестіння листя оцінюється в 1 бел, голосна розмова – в 6,5 белів, ричання лева – в 8,7 бела. Звідси випливає, що за силою звуку розмовна мова перевищує шелестіння листя у $10^{6,5-1} = 10^{5,5} \approx 316000$ разів. Левине ричання гучніше голосної розмови приблизно в 158 разів.

Шум, гучність якого більше 8 бел, визнається шкідливим для людського організму.

Чи випадковість те, що і при оцінці видимої яскравості зірок, і при вимірюванні гучності шуму ми маємо справу з логарифмічною залежністю між величиною відчуття й величиною подразнення, що його породжує? Ні. І те, й інше – наслідок дії загального закону (психофізичного закону Фехнера), за яким величина відчуття пропорційна логарифму величини роздратування. Як бачимо, логарифми втручаються навіть в область психології.

Наведений вище приклад можна пропонувати в класах будь-якого напрямку профільного навчання: і природничо-математичного, і технологічного, і суспільно-гуманітарного, оскільки він не містить ніяких технічно складних математичних перетворень і, в той же час, дає змогу показати старшокласникам, як математика встановлює зв'язки між явищами різної природи.

Приклад 4. Логарифми в електротехніці.

Завдання 1. Причиною того, що наповнені газом лампи дають більш яскраве освітлення, ніж пустотні з металеву ниткою розжарювання з такого ж матеріалу, криється в різній температурі цієї нитки. За встановленим у фізиці правилом, загальна кількість світла, що випускається при білому розжаренні, зростає пропорційно 12 степеню абсолютної темпе-

ратури (за шкалою Кельвіна). Знаючи це, визначимо, у скільки разів «газова» лампа, температура нитки розжарення якої 2500° абсолютної шкали, випускає більше світла за «пустотну» з ниткою, розжареною до 2200° .

Розв'язання.

Позначивши шукане відношення через x , маємо рівняння

$$x = \left(\frac{2500}{2200}\right)^{12} = \left(\frac{25}{22}\right)^{12}. \text{ Звідки } \lg x = \lg\left(\frac{25}{22}\right)^{12} = 12(\lg 25 - \lg 22), x=4,6.$$

Наповнена газом лампа випускає світла в 4,6 рази більше, ніж пустотна.

Завдання 2. Яке підвищення абсолютної температури (у відсотках) необхідно для подвоєння яскравості лампи?

Розв'язання.

Складаємо рівняння: $\left(1 + \frac{x}{100}\right)^{12} = 2$. Далі маємо $\lg\left(1 + \frac{x}{100}\right) = \frac{\lg 2}{12}$, звідки $x = 6\%$.

Завдання 3. На скільки відсотків зросте яскравість лампочки, якщо (абсолютна) температура її нитки підвищиться на 1%? (Для самостійного розв'язування).

Приклад 5. Комплексні числа в економіці.

Товар є носієм двох складових: споживчих властивостей, об'єктивно властивих товару, й ціни – грошової оцінки споживчих властивостей товару конкретним споживачем. З урахуванням того, що і споживчі властивості товару, і його ціна є необхідними показниками властивостей товару, виникає потреба розробки й використання комплексного показника, що характеризує ці дві сторони одного об'єкта. Саме таким показником може стати комплексне число, що складається з дійсної й уявної частин. Представивши яку-небудь оцінку споживчих властивостей товару S як дійсну частину комплексного числа, а його ціну C – як уявну частину, одержимо: $T = S + iC$, де i – уявна одиниця. Легко переконатися в тому, що такий запис дозволяє описати властивості конкретного товару й математично коректно працювати як з кожною із двох його складових, так і з їх сукупністю в цілому.

10.3. Математичний та фізико-математичний профілі навчання

Методика навчання математики в класах математичного та фізико-математичного профілів є найбільш розробленою. Поглиблене вивчення математики в українській школі має довгу історію. У нашій країні накопичений великий досвід навчання математики на підвищеному й поглибленому рівнях. Зміст поглибленого вивчення математики також є найбільш відпрацьованим порівняно зі змістом для класів гуманітарного або природничого профілів. Наприклад, елементи теорії ймовірностей, які є новими для всіх інших профілів, для фізико-математичного профілю не є чимось незвичайним, а природним і традиційним елементом шкільного курсу математики. Існуючі набори завдань, характерні для класів з поглибленим вивченням математики, також досить повні. Однак є необхідність сказати кілька слів і про ці класи.

Незважаючи на те, що вибір старшокласниками фізико-математичного профілю передбачає наявність у них стійкої позитивної мотивації до вивчення математики, мотиваційний етап процесу навчання не можна ігнорувати. Однак способи, які використовуються в таких класах, можуть бути доповнені іншими порівняно, наприклад, з гуманітарними класами.

Один зі способів, які доцільно використовувати у фізико-математичних класах – це створення проблемної ситуації. При цьому створена ситуація може бути досить складною, такою, що вимагає серйозних математичних знань і більших зусиль для її вирішення. При спробі знайти вихід учні зіштовхуються з недостатністю наявних у них математичних знань і необхідністю освоєння нової частини навчального матеріалу.

Набори завдань для класів фізико-математичного профілю мають містити, принаймні, два розділи: теоретичні завдання і прикладні завдання різного ступеня складності.

Теоретичні завдання – це завдання на доведення і дослідження. Вони є важливим засобом для усвідомленого, на глибокому рівні засвоєння учнями елементів математичної теорії.

У другому розділі, присвяченому розв'язуванню прикладних і практичних завдань, можна пропонувати ті ж завдання, що й розглянуті вище, для класів природно-математичних профілів.

Приклад 6. Уявні числа й змінний струм.

У кінці XIX століття комплексні числа знайшли нове важливе застосування, пов'язане з розрахунком ланцюгів змінного струму. Для розрахунку ланцюгів постійного струму на той час уже були розроблені зручні й прості прийоми, що спираються на закон Ома й правила (закони) Кірхгофа. Це дозволяло за допомогою засобів елементарної алгебри вирішувати різноманітні електротехнічні завдання для ланцюгів постійного струму.

Для ланцюгів змінного струму на той час нічого схожого не було відомо. На відміну від постійного змінний струм є синусоїдальним. Це означає, що сила струму I на кожній з окремих ділянок ланцюга змінюється за синусоїдальним законом, тобто виражається для будь-якого моменту часу t формулою виду: $I = I_m \cdot \sin(t\omega + \phi)$, де I_m – постійне додатне число (амплітуда струму), ω – циклічна частота, ϕ – початкова фаза. Електрорушійна сила (ЕРС) ланцюга теж змінюється за синусоїдальним законом. Вона задається формулою виду: $\xi = \xi_m \cdot \sin(t\omega + \phi)$, де $\xi_m > 0$ – постійне число (амплітуда ЕРС), ω – циклічна частота, ϕ – початкова фаза ЕРС.

У 1893 році молодий американський електротехнік Чарлз Протеус Штейнмец запропонував і детально розробив метод розв'язання завдань розрахунку ланцюгів змінного (синусоїдального) струму. Цей метод заснований на застосуванні комплексних чисел і називається *методом комплексних амплітуд* або *символічним методом*.

Пояснимо, що таке комплексна амплітуда. Нехай сила струму I у ланцюгу змінюється за синусоїдальним законом, тобто задається формулою виду $I = I_m \cdot \sin(t\omega + \phi)$ (1). Пригадавши формулу Ейлера представлення комплексного числа у показниковій формі, помічаємо, що величину I можна розглядати як уявну частину комплексної величини $\dot{I} = I_m \cdot e^{i(t\omega + \phi)}$ (2).

Таким чином, $I = \text{Im } \dot{I} = \text{Im}(I_m \cdot e^{i(t\omega + \phi)})$ (3).

Величину \dot{I} іноді називають комплексним струмом (комплексом струму). $\dot{I} = \dot{I}_m \cdot e^{i\omega t}$ (4), де $\dot{I}_m = I_m \cdot e^{i\phi}$ (5).

Величину \dot{I}_m називають комплексною амплітудою струму.

Якщо до електричного кола прикладена зовнішня ЕРС ξ , що змінюється за синусоїдальним законом $\xi = \xi_m \cdot \sin(t\omega + \phi)$ (6), то ξ можна розглядати як уявну частину деякої комплексної величини $\dot{\xi} = \xi_m \cdot e^{i(t\omega + \phi)}$ (7), ($\dot{\xi}$ – комплекс ЕРС). Аналогічно розглядається комплексна амплітуда ЕРС.

Зауважимо, що, якщо відомо частоту коливання струму, то завдання знаходження сили струму I для довільного моменту часу t і завдання знаходження комплексної амплітуди рівносильні. Те ж саме можна сказати й про ЕРС. Дійсно, якщо відомо комплексна амплітуда струму, то за формулою (4) легко знайти комплекс струму, а потім і силу струму як його уявну частину.

Наведемо приклади міжпредметних завдань, які доцільно пропонувати старшокласникам для розв'язування в межах теми «Визначений інтеграл і його застосування» у класах названих профілів.

1. З'ясувати фізичний зміст визначеного інтеграла $\int_a^b f(x)dx$; знайти числове значення

цієї фізичної величини, обчисливши інтеграл; зробити малюнок.

1) $\int_0^{10} (2t + t^2) dt$, де t – час у секундах, $f(t) = 2t + t^2$ – швидкість руху в м/с;

2) $\int_0^4 3x dx$, де x – деформація пружини в сантиметрах, $f(x) = 3x$ – сила в ньтонах, не-

обхідна для стиснення пружини на x сантиметрів;

3) $\int_0^{60} R(0,5 - 0,003t)^2 dt$, де t – час у секундах, R – опір провідника в Омах,

$(0,5 - 0,003t)$ – закон зміни струму в амперах;

4) $\int_1^{100} (2 + 0,001x^2) dx$, де x – довжина стрижня в сантиметрах, $f(x) = 2 + 0,001x^2$ – лі-

нійна густина стрижня в г/см³;

5) $\rho \int_0^1 \frac{dl}{4 \cdot 10^{-6} + 10^{-4} l^{-2}}$, де l – довжина провідника в метрах, ρ – питомий опір провід-

ника в $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$, $\frac{1}{4 \cdot 10^{-6} + 10^{-4} l^{-2}}$ – площа перерізу провідника в м² залежно від відстані

перерізу від кінця провідника;

6) $\frac{1}{S} \int_0^1 (2 \cdot 10^{-8} + 10^{-9} l) dl$, де l – довжина провідника в метрах, S – площа перерізу в м²,

$\rho(l) = 2 \cdot 10^{-8} + 10^{-9} l$ – питомий опір провідника в $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ на відстані l від кінця провід-

ника;

7) $\int_0^{10} \pi(2 + 0,3l)^2 dl$, де l – довжина стрижня в сантиметрах, $R(l) = 2 + 0,3l$ – радіус пе-

рерізу стрижня на відстані l від одного з його кінців, форма перерізу – коло.

11. Реалізація міжпредметних зв'язків при проведенні курсів за вибором

Як зазначалось вище, реалізація міжпредметних зв'язків в умовах профільного навчання математики може здійснюватися на трьох рівнях інтеграції.

Перший рівень передбачає реалізацію МПЗ із метою «об'єднання» кількох окремих споріднених навчальних предметів, які взаємодоповнюють один одного (наприклад, предметів природничо-математичного циклу), на основі використання на уроках математики спільних структурних елементів навчального змісту, спільних понять, ідей, концепцій при викладенні окремих розділів навчальної програми. Проте розв'язання завдань шкільного навчання математики в контексті реалізації міжпредметних зв'язків зазначеним шляхом є досить проблематичним. Насамперед це пов'язано зі значними обмеженнями навчального часу на вивчення програмного матеріалу, передбаченого інваріантною частиною базового навчального плану.

На другому рівні інтеграції відбувається дидактичний синтез, що здійснюється як на рівні змісту, так і на рівні методів, принципів, форм діяльності (наприклад, інтегровані

уроки, лекції, практикуми, семінари тощо). Здійснення МПЗ на цьому рівні вимагає додаткового взаємоузгодження змісту і термінології (визначених навчальними програмами з різних предметів), часового узгодження (внесення змін до календарно-тематичних планів), розв'язання питань про зміст і критерії оцінювання навчальних досягнень учнів. Як наслідок, такий підхід може бути реалізований лише на рівні домовленості окремих вчителів-предметників і лише на обмежений період часу, а тому в більшості випадків не дає стабільного позитивного результату.

Третій рівень інтеграції пов'язаний зі створенням елективного міжпредметного курсу, який має власні предмет і об'єкт вивчення, розроблену систему методів, що дозволяє учням, з одного боку, на достатньому рівні оволодіти змістом основних математичних понять і теорій, а з другого – здійснювати широке перенесення отриманих знань у нові умови (як навчальні, так і життєві). Перенесення вивчення старшокласниками основного міжпредметного змісту курсу математики для всіх профілів і рівнів навчання на курси за вибором з математики є найбільш дієвим шляхом вирішення проблеми реалізації міжпредметних зв'язків. Їх мета – інтеграція знань учнів про природу та суспільство. Наприклад: «Математика допомагає лінгвістиці», «Оптика конічних перерізів», «Циклоїда в практичних додатках», «Комп'ютер – мій друг», «Числа Фібоначчі й природа», «Основи дослідницької діяльності», «Чудові криві в природі», «Симетрія в природі» та інші.

Методичним забезпеченням курсів за вибором може слугувати математичні довідники, збірники завдань, науково-популярна література, а також навчальні посібники з факультативних курсів, посібники для гурткової роботи тощо. При конструюванні елективного курсу з математики необхідно керуватися дидактичними принципами добору змісту навчального предмета, використовувати чинні підручники з алгебри і початків аналізу, з геометрії, враховувати досвід проведення факультативних занять з математики.

Розглянемо проект плану занять курсу за вибором «Показникова та логарифмічна функції» для класів гуманітарних профілів навчання.

	Тема	Короткий зміст	Години
1	Як з'явилася показникова функція? (Урок-екскурсія в минуле)	1. Цікаві історичні факти, розповіді, легенди, пов'язані з виникненням показникової функції. 2. Показ «нематематичних» джерел появи показникової функції. 3. Доповіді учнів.	1
2	Це загадкове число e	1. Історія появи числа e . 2. Показ зв'язку між числом e й формулою складених відсотків. 3. Розв'язування задач на формулу складених відсотків.	1
3	Властивості показникової функції та їхнє застосування до розв'язування рівнянь і нерівностей	1. Повторення властивостей показникової функції. 2. Перетворення графіка показникової функції. 3. Застосування властивостей показникової функції до розв'язування рівнянь і нерівностей.	2
4	Застосування показникової функції в різних галузях знань	1. Розв'язування задач із історичним, практичним змістом із застосуванням знань, отриманих на уроках.	2

5	Як з'явилася логарифмічна функція? (Урок-екскурсія в минуле)	1. Цікаві історичні факти, розповіді, легенди, пов'язані з виникненням логарифмічної функції. 2. Показ «нематематичних» джерел появи логарифмічної функції. 3. Доповіді учнів.	1
6	Властивості логарифмічної функції та їх застосування до розв'язування рівнянь і нерівностей	1. Повторити властивості логарифмічної функції. 2. Перетворення графіка логарифмічної функції. 3. Застосування властивостей логарифмічної функції до розв'язування рівнянь і нерівностей.	2
7	Застосування логарифмічної функції	1. Розв'язування задач із історичним, практичним змістом із застосуванням знань, отриманих на уроках про логарифмічну функцію, її графік й властивості.	2
8	Урок-диспут на тему: «Чим показникова функція схожа на логарифмічну»	Головна мета уроку – узагальнити й закріпити наявні знання про показникову й логарифмічну функції, знайти їх спільні й різні властивості.	1

Дамо коротку характеристику цього елективного курсу.

Курс є предметним з практичною спрямованістю, мета якого – повторення матеріалу, узагальнення поняття функції й властивостей функцій, розширення знань про показникову й логарифмічну функції. Він розрахований для проведення в гуманітарних класах, тому переважну частину в ньому займає матеріал прикладного характеру, звертання до історичних фактів, розв'язування практичних, цікавих задач.

Реалізація міжпредметних зв'язків у рамках цього курсу відбувається у такі способи:

1. Використання додаткової інформації: цікавих фактів, історичних відомостей, легенд (переважно при введенні нових понять).

2. Показ застосування досліджуваного поняття в межах предметної області профільного навчального предмета.

3. Використання практико-орієнтованих міжпредметних завдань, зміст яких відбиває зміст профільного предмета.

Покажемо, як можна реалізовувати ці способи в рамках розглядуваного елективного курсу.

Перед вивченням показникової функції можна навести наступну легенду.

За давніми переказами шахи були винайдені у п'ятому столітті нашої ери в Індії. Багатий індуський цар Шерам був так захоплений цією грою, що вирішив гідно віддячити винахіднику шахів Сеті. Сету попросив нагороду, яка на перший погляд вражала своєю «скромністю». Він попросив царя видати йому за першу клітинку шахівниці одне пшеничне зерно, за другу клітинку два пшеничних зерна, за третю – 4, за четверту – 8 зерен, за п'яту – 16 і так далі до 64 клітинки дошки. Тобто за кожен наступну клітинку дошки слід було видавати вдвічі більше зерен, ніж за попередню. Цар Шерам був незадоволений, тому що вважав, що Сета, запросивши настільки незначну нагороду, гордує царською милістю. Але виявилось, що нагороду, яку просив Сета, не в змозі виплатити жодний, навіть найбагатший з царів. Давайте розберемося чому так.

Спробуємо разом із придворним царським математиком підрахувати, скільки ж зерен пшениці мав одержати винахідник шахів Сета. Складемо таблицю:

Номер клітинки	1	2	3	4	5	6
Кількість зерен	1	$2^1=2$	$2^2=4$	$2^3=8$	$2^4=16$	$2^5=32$
7	8	9	10	11	...	63
$2^6=64$	$2^7=128$	$2^8=256$	$2^9=512$	$2^{10}=1024$		2^{63}
						2^{64}

Із цієї таблиці видно, що на клітинку з номером n треба покласти 2^{n-1} зерен (наприклад, на клітинку з номером 11 потрібно покласти $2^{10}=1024$ зерен, а на клітинку з 21-м номером – $2^{20}=2^{10} \cdot 2^{10} = 1024 \cdot 1024 = 1048576$ зерен і т.д. Для того, щоб підрахувати розмір нагороди, ми повинні скласти кількість зерен, що лежать на всіх клітинках шахівниці.

Маємо 64 числа $1, 2, 2^2, 2^3, \dots, 2^{62}, 2^{63}$, які утворюють геометричну прогресію із знаменником $q = 2$, перший член якої дорівнює 1, а останній $a_{64} = 2^{63}$. Сума членів такої прогресії обчислюється за формулою:

$$S = \frac{a_n q - a_1}{q - 1}, \text{ тобто у нашому випадку } S = \frac{2^{63} \cdot 2 - 1}{2 - 1} = 2^{64} - 1 = 1844674407370951615$$

Читається це гігантське число так: вісімнадцять квінтильйонів чотириста сорок шість квадрильйонів сімсот сорок чотири трильйони сімдесят три мільярди сімсот дев'ять мільйонів п'ятсот п'ятдесят одна тисяча шістсот п'ятнадцять. Таку нагороду повинен був дати цар Шерам винахідникові шахів Сеті. Уявимо собі об'єм, який займає така кількість зерна. Відомо, що в 1 кубічному метрі вміщується приблизно 15000000 зерен пшениці. Розділивши числове значення S на 15000000, ми дізнаємося, що нагорода повинна зайняти приблизно $120000000000000 \text{ м}^3$ – дванадцять трильйонів кубічних метрів. Помістити таку кількість зерна можна, наприклад, у прямокутному паралелепіпеді, в основі якого лежить прямокутник зі сторонами 8 м і 10 м і висотою $1500000000000 \text{ м} = 1500000000 \text{ км}$, що дорівнює відстані від Землі до Сонця! Ясно, що такої кількості зерен немає ні в якого царя й виконати прохання Сеті неможливо!

Після розповіді цієї легенди, можна переходити безпосередньо до розгляду самої показникової функції.

Повернімося до кількості зерен, які потрібно покласти в клітинку номер n шахівниці. Позначимо це число через $f(n)$. Тоді

$$f(n) = 2^{n-1}, n = 1, 2, 3, \dots, 63, 64$$

Таким чином, ми визначили на множині натуральних чисел функцію f , значення якої знаходять за формулою: $f(n) = 2^{n-1}$.

Помічаємо, що, коли деяка величина на кожному кроці збільшується вдвічі, то вона дуже швидко зростає. Таке зростання характерне для популяцій деяких живих істот, якщо в них немає природних ворогів і досить ресурсів (їжі, води, території тощо). Наприклад, коли одного разу в Австралії на волі опинилася пара кроликів, то розмножувалися вони настільки швидко, що скоро безневинні кролики перетворилися на реальну загрозу всьому сільському господарству країни.

Такі нескладні приклади з різних галузей знань, яких можна навести безліч, допомагають учням усвідомити природну необхідність існування й вивчення поняття показникової функції.

Стосовно другого способу (показу застосування досліджуваного поняття в області предмету, що є профільним) можливий наступний варіант. Після того, як на занятті елективного курсу буде введено поняття числа e , можна встановити зв'язок числа e з формулою складених відсотків.

Ще в Стародавньому світі було поширене лихварство – давання грошей у борг під відсоток. У Древньому Вавилоні лишок становив до 20% за рік. При цьому, якщо боржник не

повертав борг вчасно, на наступний рік відсотки нараховувалися вже не тільки на основну суму боргу, а й на нарашені відсотки. У багатьох випадках це приводило до того, що боржник виявлявся неспроможним і потрапляв у рабство.

Розглянемо задачу:

У борг взято суму a гривень. Яку суму треба віддати через n років, якщо гроші взяті під p % річних?

Зрозуміло, що за перший рік нарастає сума $a_1 = \frac{ap}{100}$, а загальна сума боргу дорівнює $a_1 = a + \frac{ap}{100} = a \left(1 + \frac{p}{100}\right)$ гривень. На другий рік відсотки нараховуються вже на суму $a_1 = a + \frac{ap}{100} = a \left(1 + \frac{p}{100}\right)$ й становлять суму $\frac{a_1 p}{100} = \frac{ap}{100} \left(1 + \frac{p}{100}\right)$, а тому загальна сума боргу дорівнює: $a_2 = a_1 + \frac{ap}{100} \left(1 + \frac{p}{100}\right) = a \left(1 + \frac{p}{100}\right)^2$. Аналогічно, до кінця третього року борг буде становити $a_3 = a \left(1 + \frac{p}{100}\right)^3$, четвертого: $a_4 = a \left(1 + \frac{p}{100}\right)^4$. Через n років сума боргу складе: $a_n = a \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$ гривень.

Отриману рівність називають формулою складених (іноді складних) відсотків.

Цю формулу застосовують для обчислення суми й у тому випадку, коли число минулих років не є цілим. А саме: через x років треба виплатити суму $a_x = a \left(1 + \frac{p}{100}\right)^x$ гривень.

При $a=1$ ця формула набуває такого вигляду $y = \left(1 + \frac{p}{100}\right)^x$ і задає показникову функцію з основою: $1 + \frac{p}{100}$.

При $p=100$ маємо функцію виду $y = 2^x$.

Припустимо тепер, що нарахування відсотків відбувається не щорічно, а щомісяця, але процентна ставка в 12 разів менше. Тоді через x років сума боргу буде виражатися формулою $y = \left(1 + \frac{1}{12}\right)^{12x} = \left[\left(1 + \frac{1}{12}\right)^{12}\right]^x$. Обчислення показують, що $\left(1 + \frac{1}{12}\right)^{12} = 2,61303\dots$ Якщо нарахування відсотків буде проводитися щодня, але процентна ставка буде в 365 разів менше (29 лютого нарахування не провадиться), то через x років сума боргу буде виражатися формулою: $y = \left[\left(1 + \frac{1}{365}\right)^{365}\right]^x$. Обчислення показують, що: $\left(1 + \frac{1}{365}\right)^{365} = 2,71456$.

Це значення досить близьке до значення числа e . Можна показати, що при збільшенні n значення числа $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ наближається до e .

Використання таких прикладів корисне при введенні понять показникової й логарифмічної функцій та їхніх властивостей. Учні відволікаються від сухого викладу матеріалу, формул, які просто заучують напам'ять, не розуміючи навіщо. Такі приклади дозволяють осмислено застосовувати знання й, мабуть, найголовніше, роблять вивчення математики цікавішим й легшим.

Третій спосіб здійснення міжпредметних зв'язків може бути реалізований за допомогою міжпредметних завдань, зміст яких зв'язаний з профільним навчальним предметом. Відбирати задачний матеріал для даного елективного курсу необхідно з огляду на наведені вище принципи.

Після того як був установлений зв'язок числа e з формулою складених відсотків, можна запропонувати учням наступні задачі:

1. На покупку нової техніки фермер взяв у банку 20000 гривень. Обчисліть суму боргу, якщо гроші були взяті 6,5 років тому й процентна ставка дорівнює 4%.

2. У новелі О. Бальзака «Гобсек» один з героїв, пан Дервіль, взяв у лихваря Гобсека суму в 150000 франків терміном на 5 років під 15% річних. Яку суму повернув Дервіль Гобсеку по закінченні цього терміну?

3. У магазині «Взуття» ціну на весь товар спочатку підвищили на 10%, а через місяць знизили на 10%. Дорожче або дешевше став товар порівняно з початковою ціною?

4. Учасник лотереї виграв 50000 гривень і поклав їх на зберігання в банк. За зберігання грошей банк нараховує 12% річних. Упродовж 5 років вкладник не знімав гроші з рахунку. Скільки грошей буде на рахунку вкладника через рік, через два роки, через п'ять років? Запишіть формулу для обчислення кількості грошей на рахунку через n років.

5. В автоінспекції міста підраховали, що число легкових автомобілів збільшується щорічно на 15%. У скільки разів збільшилося число автомобілів за 5 років?

Розглянемо методи роботи з учнями, які краще використовувати під час проведення курсів за вибором.

Вихідне положення при доборі методів навчання на міжпредметних елективних курсах полягає в тому, що ці методи повинні визначатися вимогами: профілювання навчання; урахування індивідуальних і вікових особливостей учнів.

Пріоритет слід надавати методам пошукового й дослідницького характеру, які стимулюють пізнавальну активність учнів. До них належать:

- проблемна розповідь, коли вчитель у ході викладу навчального матеріалу доводить, аналізує й узагальнює факти, допомагаючи учням активізувати свою розумову діяльність;
- евристична й проблемно-пошукова бесіда, коли вчитель ставить перед учнями низку послідовних і взаємозалежних питань, відповідаючи на які, старшокласники мають висловити певні припущення й спробувати їх обґрунтувати (довести);
- дослідницькі лабораторні роботи (вони проводяться перед вивченням теорії й ставлять учнів перед необхідністю зробити деякі навчальні «відкриття»);
- проблемно-пошукові вправи, які застосовуються в тих випадках, коли учні можуть самостійно за завданням учителя виконувати визначені види дій. (у процесі розв'язування практичних завдань учні не стільки застосовують набуті знання, скільки засвоюють нові елементи знань, які потім осмислюють і застосовують на практиці);
- самостійна робота учнів з різними джерелами інформації і способами її подання.

При визначенні форм організації навчальних занять слід виходити насамперед зі специфічних цілей курсу. Оскільки не виключається можливість вивчення елективного курсу навіть одним учнем, необхідно передбачити варіанти як колективного, так і індивідуально-групового навчання.

Важливо передбачити використання таких методів і форм навчання, які давали б учням уявлення про умови й процеси майбутньої професійної діяльності відповідно до обраного профілю.

З огляду на особливості учнів гуманітарних класів доцільно використовувати активні методи навчання: метод проектів, метод реферативно-дослідницької діяльності, використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Метод проектів. У методичній літературі під проектом мають на увазі спеціально організований учителем і самостійно виконаний учнями комплекс дій з розв'язання значущої для учня проблеми, що завершується створенням деякого «продукту», а під методом проектів – технологію організації навчальних ситуацій, в яких учень ставить і вирішує власні проблеми, а також технологію супроводу самостійної діяльності школяра. Таким чином, метод проектів – це спосіб організації самостійної діяльності учнів, що інтегрує проблемний підхід, групові та індивідуальні методи, рефлексивні, дослідницькі, пошукові та інші методики. При цьому метод проектів дозволяє найменш ресурсовитратними способами створити умови діяльності, максимально наближені до реальності.

Метод проектів передбачає використання різноманітних методів і засобів навчання конкретному предмету й необхідність інтегрування знань і вмінь із різних галузей. Підсумком виконаної роботи є конкретний продукт. Якщо перед учнем була поставлена теоретична проблема, її розв'язання має бути оформлене у вигляді інформаційного продукту, якщо практична – підсумком має стати конкретний продукт, готовий до використання.

За своєю суттю проектування – вид діяльності, що характеризується як спосіб планування й здійснення запланованого. Проектна діяльність включає такі етапи:

- розроблення проектного задуму (аналіз ситуації, аналіз проблеми, визначення мети, планування);
- реалізація проектного задуму (виконання запланованих дій);
- оцінка результатів проекту.

Оскільки метод проектів це педагогічна технологія, тому його застосування вимагає відповідності логіці й принципам пізнавальної діяльності.

Роботу над проектом можна розбити на п'ять етапів, що відповідають етапам продуктивної пізнавальної діяльності:

- 1) проблемна ситуація;
- 2) усвідомлена людиною проблема, закладена в ситуації;
- 3) пошук методів (способів) розв'язування проблеми;
- 4) здійснення процесу розв'язування;
- 5) оцінка одержаного результату.

Наприклад, учням можна запропонувати проекти, які стосуються властивостей показникової й логарифмічної функцій «Властивості показникової та логарифмічної функцій», «Перетворення графіків показникової та логарифмічної функцій». Такі проекти будуть мати своєю метою систематизацію знань і повне дослідження названих функцій. Особливу увагу слід приділити дослідженню властивостей функцій методами математичного аналізу й питанням перетворення графіків функцій.

Метою проекту «Використання властивостей показникової та логарифмічної функцій при розв'язуванні рівнянь й нерівностей» може бути виділення тих типів рівнянь і нерівностей, які можна легко розв'язати на основі використання властивостей цих функцій.

Питання елективного курсу будуть із зацікавленістю сприйматися учнями, якщо запропонувати їм підготувати різні доповіді, тобто використовувати *метод реферативно-дослідницької діяльності*. Реферативно-дослідницька діяльність учнів під керівництвом учителя (або запрошених висококваліфікованих фахівців) вважається індивідуальним методом навчання і визначається як метод, пов'язаний з розв'язуванням творчих дослідницьких завдань із задалегідь невідомим рішенням.

Організація діяльності учнів відповідно до структури цього методу складається з виконання наступних етапів роботи:

- постановка проблеми (завдання);
- вивчення теорії й методики дослідження;
- збір дослідницького матеріалу, самостійний його аналіз і узагальнення;
- формулювання власних висновків й оформлення реферату.

Тематика та зміст доповідей (рефератів) визначаються з огляду на предметний матеріал конкретних розділів (проблем) математики і припускає: узагальнення відомих результатів, розв'язування математичних задач; доведення тверджень; вивчення і застосування нових методів розв'язування рівнянь, нерівностей, їх систем тощо; розроблення й використання математичних, алгоритмічних, графічних моделей реальних об'єктів і явищ та інше. Наприклад, «Застосування логарифмів у природі», «Застосування логарифмів у техніці», «Застосування логарифмів у музиці», «Застосування логарифмів у живописі», «Логарифми й зірки» тощо. Такі доповіді щонайкраще сприяють установленню міжпредметних зв'язків.

Не варто забувати і про такі творчі завдання, як складання кросвордів і чайнвордів, які можна запропонувати учням на заключних заняттях з теми.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій можливе і доцільне в усіх перерахованих вище видах завдань, зокрема при виборі відповідного матеріалу, при проведенні презентацій тощо. Це дозволить підвищити інтерес учнів до вивчення математики, допоможе їм опанувати деякими комп'ютерними технологіями (створення публікацій, презентацій), зробити свої проекти й доповіді наочними й цікавими. Використання інформаційно-комунікаційних технологій дає змогу вчителю заощаджувати час, широко використовувати диференціацію в роботі з учнями, оперативно контролювати й оцінювати результати навчання, а учневі – працювати в комфортному для нього темпі. Застосування освітніх інформаційно-комунікаційних технологій здатне значно підвищити ефективність і якість навчання за рахунок активізації діяльності учнів, реальної індивідуалізації навчального процесу.

Передбачуване подальше розширення можливостей доступу вчителів та учнів до освітніх інтернет-ресурсів (веб-сайтів, на яких розміщені систематизовані навчально-методичні та дидактичні матеріали, а також сайтів, які містять матеріали, цілеспрямовано адресовані учням тощо), робить однією з перспективних форм організації профільного навчання математики на міжпредметній основі (у першу чергу при проведенні курсів за вибором) його дистанційну підтримку.

Робота учнів з інтернет-ресурсами може бути організована у двох основних видах: безпосередньо на уроці та позаурочній діяльності учнів. При цьому, використання інтернет-ресурсів учнями може відбуватися на інформаційному (одержання довідкової, наукової, пізнавальної та іншої інформації), навчальному (on-line робота з навчальними програмами, дистанційне вивчення навчальних, у тому числі елективних, курсів та інших матеріалів), комунікативному (віртуальна участь у математичних і міжпредметних олімпіадах, конкурсах, турнірах, дискусійних клубах, телеконференціях, форумах тощо) рівнях.

В умовах традиційної класно-урочної системи організації процесу навчання безпосередньо на уроці інтернет-ресурс може використовуватись при поясненні нового матеріалу вчителем або для організації самостійної (колективної чи індивідуальної) роботи учнів у класі. При цьому, пояснення нового матеріалу доцільно супроводжувати показом на великому екрані за допомогою мультимедійного проєктора окремих підготовлених демонстрацій або наочностей. Вчитель коментує інформацію, яка з'являється на екрані, супроводжуючи її додатковими або уточнюючими поясненнями та прикладами. Аналогічно робота може бути організована у випадку, коли кожний учень сидить за окремим комп'ютером.

Самостійне (колективне, групове або індивідуальне) вивчення нового матеріалу на уроці, доцільно організовувати поетапно. На першому етапі учні одержують від учителя (ба-

жано в письмовому вигляді) короткий опис змісту інтернет-ресурсу, настанову з вивчення теорії й виконання практичних завдань і ознайомлюються з ними. На другому, завантаживши на комп'ютері програму Internet Explorer (або інший браузер), учні виходять у мережу Інтернет, заходять на відповідну веб-сторінку й виконують, отримані від учителя, конкретні завдання. Третій етап полягає в складанні старшокласниками звіту, що містить конспект теоретичного матеріалу, відповіді на поставлені питання і розв'язання задач, моделі, схеми, таблиці, графіки та інші необхідні матеріали.

Настанови з вивчення інтернет-ресурсу бажано підготувати з урахуванням індивідуальних особливостей (рівня математичної підготовленості, рівня розвитку розумових операцій тощо) кожного учня (групи учнів). Наприклад, учні з невисоким рівнем підготовленості до вивчення теми, що розглядається на уроці, одержують інструкцію, яка містить максимум інформації, більш підготовленим учням вчитель може запропонувати скорочену інформацію або інформацію з пропусками, які слід самостійно заповнити (наприклад, завершити доведення або повністю його провести), сформулювати питання не тільки для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу, але й питання для розширення математичного світогляду старшокласників або питання для розмірковування.

Підвищенню рівня сприйняття інформації та засвоєння учнями навчального матеріалу в умовах дистанційної підтримки навчання математики сприятиме врахування і тих психологічних особливостей, які безпосередньо не залежать від особистісних характеристик школярів, а саме те, що:

- органи чуття людини сприймають лише дозовану кількість інформації з навколишнього середовища і якщо повідомлень забагато, то мозок зазнає інформаційного перенавантаження і не може працювати продуктивно;
- свідомість людини більшою мірою реагує на нову та несподівану інформацію;
- людина не спроможна виконувати одноманітні, без варіювання, завдання протягом навіть нетривалого часу, тому іноді, навіть непомітно для себе, вона змінює задачу, яку розв'язує.

У позаурочний час, робота учнів з інтернет-ресурсами, залежно від поставлених дидактичних цілей, може зводитись до пошуку інформації, до одержання «мережевих» консультацій, до участі в дистанційних навчальних проєктах, олімпіадах, конкурсах, пропонованих на освітніх сайтах, самостійного вивчення дистанційних курсів за вибором та інше. У свою чергу, досягнення визначених цілей здійснюється при створенні вчителем відповідних навчальних ситуацій, що спонукають учнів до діяльності. Це можуть бути ситуації, що стимулюють діяльність з відпрацювання й закріплення навичок виконання певних дій, включаючи тестування на різних рівнях складності, самостійності й самоконтролю, ситуації, спрямовані на розширення знань, отриманих старшокласниками на заняттях, ситуації, що сприяють активізації пізнавальної, навчально-дослідницької, проєктної діяльності школярів. При цьому, основна функція вчителя полягатиме у супроводі діяльності кожного учня, корекції його навчальних досягнень, допомозі школярам в актуалізації необхідних знань, отриманих ними раніше. Іншими словами, вчитель покликаний не стільки вчити школярів математиці, скільки створювати такі навчальні ситуації, в яких учні самостійно чи у співробітництві один з одним (або з учителем) опановують системою математичних знань, умінь та навичок.

Спираючись на світовий та вітчизняний досвід запровадження дистанційних технологій навчання, можна стверджувати, що розширення дистанційного доступу до наукових, науково-методичних, інформаційно-аналітичних і навчально-методичних матеріалів, а також матеріалів з актуальних проблем розвитку математики та її застосувань, математичної освіти, у поєднанні з поміркованою організацією цього процесу, сприятиме:

- ефективній реалізації особистісної орієнтації змісту навчання учнів, задоволенню їх індивідуальних освітніх потреб;

- розширенню можливостей в організації самостійної роботи учнів на уроках та позаурочний час, активізації їх самостійної пізнавальної діяльності, розвитку власної ініціативи учнів;

- збільшенню доступності використання учнями додаткового матеріалу для поглибленого вивчення окремих тем і розділів основного, передбаченого шкільною програмою, курсу математики та елективних курсів (а в деяких випадках доступу до єдиного джерела інформації, альтернативного шкільним підручникам чи навчальним посібникам);

- полегшенню роботи вчителя через використання вже готових і апробованих колегами навчально-методичних розробок, представлених на освітніх Інтернет-сайтах (розробок елективних курсів, окремих уроків, систем завдань, тестів, тренінгів, сценаріїв ділових ігор тощо), для організації ефективної навчальної діяльності учнів на уроках.

Ми розглянули, як можна реалізовувати міжпредметні зв'язки за рахунок змісту матеріалу, що викладається. Вище було відзначено, що також можливе здійснення зв'язків і через часткове використання на заняттях з математики методів профільюючої науки.

У кожній науці є свої специфічні методи. У математиці, наприклад, це векторний метод, метод геометричних перетворень, метод рівнянь і нерівностей та інші. Покажемо, як методи, специфічні для інших наук, можуть бути використані в навчанні математики.

Специфічними методами вивчення економіки є методи аналізу й математичного моделювання. Метод математичного моделювання можна широко використовувати при проведенні курсів за вибором з алгебри та початків аналізу. Наприклад, побудова математичних моделей попиту та пропозиції на товари, роботи підприємства (фірми) тощо. Побудова цих моделей вимагає знань про властивості показникової та логарифмічної функцій.

В історичних науках часто застосовуються порівняльні методи. При вивченні математики ці методи також повинні знайти своє місце. Особливо корисні ці методи при порівнянні показникової та логарифмічної функцій, їхніх властивостей і графіків.

У літературі часто застосовується метод художнього перекладу. На уроках іноземних мов також широко використовується переклад з однієї мови на іншу. На заняттях елективних курсів з математики можна реалізовувати метод перекладу, пропонуючи учням завдання, в яких необхідно перекласти умову завдання із природної мови на мову математики, тобто записати її математичною символікою, навпаки.

Наприклад.

1) За графіком функції $y = \log_{\frac{1}{3}} x$ описати всі властивості цієї функції.

2) Показникова функції задається словесним описом:

- область визначення – множина дійсних чисел – R ;
- множина значень – множина всіх додатних дійсних чисел – R^+ ;
- функція зростає на всій числовій прямій;
- відомо, що $f(4) = 81$.

Потрібно записати функцію формулою й схематично побудувати її графік.

При проведенні курсів за вибором у гуманітарних класах бажано використовувати різноманітні нестандартні форми, прийоми й засоби проведення занять. Як форму проведення заняття можна використовувати урок-подорож (особливо при розгляді деяких історичних фактів), урок-диспут (можна використовувати таку форму на узагальнюючому занятті при порівнянні показникової та логарифмічної функцій), різні лабораторні роботи. На кожному такому занятті міжпредметні зв'язки будуть переважно здійснюватися на рівні навчального змісту.

Обираючи форми роботи з учнями, не можна однозначно стверджувати, що одні з них більш придатні для реалізації міжпредметних зв'язків за інші оскільки вибір форми істотно залежатиме від особливостей класу й змісту того навчального матеріалу, що вивчається.

ЗАКЛЮЧНЕ СЛОВО

Нинішні освітні реформи в Україні визначаються зміною знаннєвої освітньої парадигми на компетентнісну. Компетентнісний підхід до навчання передбачає формування вмотивованої компетентної особистості, здатної швидко орієнтуватися в інформаційному просторі, приймати обгрунтовані рішення й вирішувати проблеми на основі отриманих знань, умінь і навичок. Отже, компетентнісний підхід не заперечує традиційний (знаннєвий), а доповнює його, включаючи як обов'язкову умову суб'єктність учня. Це означає, що запровадження компетентнісної моделі навчання передбачає поєднання в єдине ціле освітнього процесу та його осмислення учнями, в ході якого відбувається становлення їх особистісної позиції, власного відношення до предмета своєї діяльності.

Здійснення переходу до компетентнісної моделі навчання у контексті шкільної математичної освіти, перш за все, передбачає: 1) принципово нове цілепокладання у навчальному процесі; 2) оновлення змісту навчання математики, що неминуче спричинить зміни організаційних форм, методів та засобів навчання; 3) оцінювання результатів навчання через ключові та математичну компетентності учня (на відміну від традиційних знань, умінь та навичок).

1. Цілепокладання — це процес формування мети на основі врахування особливостей виконавців діяльності, у ході якого передбачається досягнення певних результатів. У методичній системі компетентнісного навчання воно має пронизувати весь навчальний процес і виконувати функцію мотивації діяльності учнів. Саме мотивація дає змогу поступово перевести учнів зі стану об'єкта в положення суб'єкта навчання, створити умови для прояву і розвитку їх природних здібностей. Для цього необхідно: 1) створити умови для виникнення в учнів внутрішньої потреби включення в навчально-пізнавальну діяльність на уроці (хочу); 2) визначити зміст навчально-пізнавальної діяльності учнів на уроці (зможу); 3) актуалізувати вимоги до учнів з боку навчально-пізнавальної діяльності (треба).

Організація цілепокладання обов'язково має включати діяльність учня, діяльність учителя та їхню спільну діяльність, оскільки неможливо реалізувати нові освітні цілі, якщо учень пасивно засвоює навчальний матеріал. Необхідно спрямовувати його навчально-пізнавальну діяльність до самостійного пошуку, в процесі якого здобувається досвід цілепокладання, самоорганізації, новаторства й творчості. Мета може конкретизуватися як опанування учнями знаннями, розвиток їх інтелектуальних та творчих здібностей, формування в них умінь опрацьовувати інформацію тощо. Крім того, оскільки при компетентнісному підході на одне з перших місць виходять особистісні якості, що дозволяють людині бути успішною в суспільстві, то цілепокладання має бути також спрямоване на розвиток у школярів позитивної самооцінки, толерантності й емпатії⁴, розвиток умінь комунікативної взаємодії, співробітництва (а не конкуренції), забезпечення можливості для учнів і їхніх учителів визнавати й цінувати вміння інших. Таким чином, цілепокладання логічно виступає як спосіб формування життєвої компетентності учнів.

2. Зміст освіти – система наукових знань, способів діяльності й особистісних ставлень, оволодіння якими забезпечує всебічний розвиток здібностей учнів, формування їх світогляду, набуття соціального досвіду, підготовку до суспільного життя і до професійної діяльності. У традиційній, знаннєво орієнтованій освітній системі, яка характеризується абсолютизацією знань, наперед визначеною однозначністю трактувань та висновків, які вчитель доносить до учнів, пріоритетна акцентуація робиться на першій частині (знаннях) наведеного визначення. У контексті компетентнісного підходу, зміст освіти передбачає

⁴ Емпатія – розуміння почуттів інших людей і готовність надати емоційну підтримку, здатність поставити себе на місце іншої людини, спроможність до співпереживання.

досвід здійснення відомих способів діяльності, що втілюється разом із знаннями, уміннями і навичками в досвід творчої, пошукової діяльності з вирішення нових проблем, у перетворення раніше засвоєних знань в нові способи діяльності. Враховуючи наведене, можна виділити наступні дидактичні умови відбору й конструювання змісту навчання математики: 1) опора на суб'єктний досвід учнів при відборі змісту завдань; 2) використання відкритих (з невизначеним наперед результатом) навчальних завдань, завдань з недостатньою та надлишковою інформацією (для вироблення в учнів навичок роботи в умовах невизначеності), у тому числі завдань міжпредметного змісту; 3) використання практико-орієнтованих ситуацій (як для постановки проблеми, так і для її безпосереднього розв'язування).

В сучасній освіті компетентнісний підхід розуміють як спрямованість навчального процесу на формування і розвиток основних компетентностей особистості, які розглядаються як новий єдиний і цілісний освітній результат. У свою чергу, ефективність формування компетентностей залежить не тільки від змісту, але й організаційних форм, методів та засобів навчання, які використовує вчитель. У цьому проявляється один з основних принципів сучасної дидактики – єдності змістовного та процесуального компонентів навчання. Можна сформулювати наступні дидактичні умови, що забезпечують достатню ефективність роботи з навчальним матеріалом і одержання якісно нового освітнього результату: 1) надання переваги самостійній пізнавальній діяльності учнів; 2) заохочення учнів до створення власного індивідуального освітнього продукту (ним може бути своє бачення проблеми, свій спосіб розв'язування, інтерпретація результату, можливості його використання на практиці тощо), який не обов'язково має бути оптимальним (учень повинен мати право на помилку і можливість її виправлення); 3) використання індивідуальної, групової та колективної пізнавальної діяльності в різних сполученнях; 4) цілеспрямований розвиток пізнавальної (як я працював, які методи використовував, які з них привели до результату, які були помилковими й чому, як я тепер би вирішив проблему), соціальної (як ми працювали в групі, як були розподілені обов'язки, як ми з ними впоралися, які помилки ми допустили в організації роботи), психологічної (як я себе почував, сподобалося мені робота чи ні, чому, як (з ким) я б хотів працювати й чому) рефлексії учнів; 5) використання сучасних освітніх технологій і засобів навчання (найбільшими можливостями для розв'язання завдань компетентнісного підходу, мають метод проектів, ситуаційний аналіз, технології порт фоліо, широке використання інформаційно-комунікаційних технологій).

3. У контексті компетентнісного навчання змінюються також підходи до оцінювання навчальних досягнень учнів як складової навчального процесу. Навчальна діяльність у підсумку повинна не просто дати людині суму знань, умінь та навичок, а сформувати її компетентність як загальну здатність, що базується на знаннях, досвіді, цінностях, здібностях, набутих завдяки навчанню. Тобто, кінцевим освітнім результатом навчання на засадах компетентнісного підходу є компетентності учнів. Зважаючи на те, що компетентнісний підхід базується на динамічності (міжпредметності) знань, завдання побудови єдиної системи компетентностей, які формуються в процесі навчання математики та природничих предметів, можуть бути вирішені за допомогою виділення механізму інтеграції змісту відповідних навчальних предметів, заснованого на властивості математичних моделей відображати структури реальних процесів. Орієнтуючись на основні способи діяльності в процесі математичного моделювання (аналіз вихідних фактів, виділення істотних ознак об'єкта дослідження, постановка проблеми дослідження на природній, природничо-науковій і математичній мовах, висування гіпотез, побудова формальної моделі, перевірка її коректності, дослідження моделі за допомогою математичного апарату, одержання теоретичних наслідків, їх інтерпретація (перенесення нових знань з моделі на оригінал), перевірка адекватності моделі оригіналу, визначення меж практичної застосовності отриманого

результату), а також на загальнонаукові й загальні для природничих предметів ідеї та підходи, можна виділити такі загальнопредметні компетентності (аксіологічну, методологічну, дослідницьку), міжпредметні компетентності (модельну, алгоритмічну, прогностичну) і предметні компетентності (співвіднесені з основними навчально-методичними лініями окремих предметів).

На даний час в науково-педагогічній літературі питання про визначення та оцінювання рівня сформованості в учнів компетентностей залишається відкритим. Проте, можна сформулювати загальні дидактичні принципи побудови нової системи оцінювання навчальних досягнень учнів: 1) принцип значущості (оцінюванню мають підлягати лише найбільш значущі результати навчання та діяльності учнів); 2) принцип адекватності (оцінка має відповідати цілям і результатам навчання); 3) принцип динамічності (оцінювання здійснюється не тільки з метою визначити (зафіксувати) рівень знань, вмінь та навичок учня, а й відстежити його просування у знаннєвому просторі); 4) принцип об'єктивності (досягається добором точних та конкретних критеріїв оцінки); 5) принцип відкритості (критерії та стратегія оцінювання мають бути відомі учням заздалегідь, можливість залучення до розробки критеріїв та способів оцінювання самих учнів, рефлексивна самооцінка учнями своїх можливостей і «неможливостей», меж своєї компетентності та некомпетентності); 6) принцип зрозумілості (форми оцінювання, цілі та процес оцінювання мають бути простими та зрозумілими учням, доступними та зручними у використанні); 7) принцип стимулювання (оцінювання має стимулювати навчальну діяльність та соціальну активність учнів, даючи можливість не тільки контролювати, але й навчати).

Педагогічна праця від самих своїх витоків має творчий і дослідницький характер, а самоосвіта є життєвою потребою кожного вчителя й водночас обов'язковою вимогою суспільства, найважливішою умовою забезпечення ефективного функціонування школи. К.Д. Ушинський підкреслював, що «Учитель живе доти, доки вчиться, а тільки-но перестає вчитися – у ньому помирає вчитель». Тому лише організований на наукових засадах, процес самостійного набуття знань з урахуванням особистих інтересів і об'єктивних потреб школи може створити умови для підтримання належного професійного рівня як кожного вчителя, так і педагогічного колективу в цілому, забезпечити вирішення завдань, що стоять перед школою.

Усіх Вам гараздів, здійснення мрій і жадань, натхнення і задоволення в роботі!

Рекомендована література

Інтегрована система навчання (загальні питання)

1. Архипова Т. Межпредметные связи: в чём их актуальность // Учитель (Россия). – 2001. – №4. – С. 34-36.
2. Арцишевська М. Суспільствознавча картина світу як теоретична основа інтеграції змісту шкільної освіти // Шлях освіти. – 2000. – №3. – С. 16-20.
3. Банарик Н. Б. У пошуках моделі інтегрованого уроку // Всесвітня література. – 1997. – №7. – С. 11.
4. Белов В. О некоторых вопросах интеграции в учебном процессе образовательной школы // Учитель (Россия). – 2000. – №6. – С. 46-53.
5. Бех І. Інтеграція як освітня перспектива // Початкова школа. – 2002. – №5. – С. 5-6.
6. Бицюра Ю. Інтегрована система навчання // Завуч (Перше вересня). – 2002. – №16. – С. 10-11.
7. Браже Т. Г. Формируя целостность мировосприятия учащихся: Интеграция предметов в современной российской школе: опыт, трудности, перспективы // Відродження. – 1995. – №9. – С. 38.
8. Винокурова Н. К., Елисеєва О. В. Один из подходов к реализации принципа интегративности в обучении // Дидакт. – 1999. – №4. – С. 36-40.
9. Гончаренко С., Мальований Ю. Інтегроване навчання: за і проти // Освіта. – 1994. – 16 лютого. – С.3.
10. Гурьев А. И. Статус межпредметных связей в системе современного образования // Наука и школа. – 2002. – №2. – С. 41-45.
11. Елагина В. С. Профессиограмма деятельности учителей естественнонаучных дисциплин по реализации межпредметных связей в обучении школьников // Наука и школа. – 2002. – №2. – С. 24-30.
12. Жилин В., Подольникова Л. Игровая ситуация: интегрирование дисциплин // Учитель. – 2002. – №1. – С. 22-24.
13. Загвязинский В. И. Интегративные характеристики системы принципов обучения // Загвязинский В. И. Теория обучения: Современная интерпретация: Учеб. пособие. – М.: Академия, 2001. – С. 47-50.
14. Зверева И. Д. Межпредметные связи в современной школе. – М.: Педагогика, 1981. – 160 с.
15. Козловська І. М., Собко Я. М. Принципи дидактики в контексті інтегративного навчання // Педагогіка і психологія. – 1998. – №4. – С. 48-51.
16. Коложвари И. Интегрированный курс, как его разработать // Народное образование. – 1999. – №1-2. – С. 219-223.
17. Коложвари И., Сеченикова Л. Как организовать интегрированный урок? // Народное образование. – 1996. – №1. – С.87-89.
18. Лепин П. В. и др. Концепция интегральной педагогики и пути её реализации // Школа духовности. – 2001. – №5. – С. 73-77.
19. Липова Л., Ренський С. Інтеграція індивідуальної роботи з іншими формами навчальної діяльності // Рідна школа. – 2002. – №1. – С. 8-10.
20. Лопатин И. Как скрестить ужа и ежа?: Инструкция по использованию межпредметных связей // Учительская газета. – 2000. – №37. – С. 8-9.
21. Максимова В. Н. Межпредметные связи и совершенствование обучения. – М.: Просвещение, 1984. – 143 с.
22. Мальований Ю. До питання про наукові підвалини міжпредметних занять // Всесвітня література в середніх навчальних закладах України. – 1997. – №7. – С. 4.
23. Манаєнкова О. А. Моделирование и проведение учебных занятий на основе интегративного подхода // Наука и школа. – 2002. – №4. – С.49-54.
24. Мариновска О. Інтегральна педагогічна технологія: традиційний урок з елементами інтеграції // Історія України (Перше вересня). – 2001. – №44. – С. 5-7.
25. Малиновська О. Педагогічна технологія бінарних навчальних занять на інтегрованій основі // Історія України (Перше вересня). – 2001. – №35. – С. 10-12.
26. Нікуліна Ф. Інтегральна технологія: основні ідеї та структура // Завуч (Перше вересня). – 2000. – №23-24. – С. 10.

27. Носенко Е. Л. Картина світу як інтегруючий фактор у змісті освіти // Гуманітарні науки. – 2001. – №2. – С. 48-59.
28. Петренко Л. А., Дубровская О. М. Интегрированный урок и методика его проведения // Школа духовности. – 2001. – №2. – С. 61-65.
29. Плаксина Л. В. Интегрированный урок: в чем его суть? // Открытая школа. – 2000. – №6. – С. 24-28.
30. Прокофьева Л. В. В поисках связующего звена: Интеграция предметов обществоведческого и естественнонаучного циклов на основе антропологического подхода // Сто друзей. – 2002. – №25. – С. 5.
31. Пушкарьова Т. Інноваційні освітні технології. Інтегративні підходи // Директор школи (Перше вересня). – 2001. – №45. – С. 1,4-6.
32. Романова Д. В. Опыт разработки средств обучения для внедрения интегральной технологии // Школьные технологии. – 2002. – №4. – С. 59-63.
33. Сергієнко В. Науково-прикладне розуміння інтеграційної особливості навчального процесу в ліцеї економічного профілю // Завуч (Перше вересня). – 2002. – №14. – С. 2-3 (вкладки).
34. Соболев П. Світоглядний аспект інтеграційних процесів освіти // Вересень. – 1998. – №1-2. – С. 47-49.
35. Сова М. Філософсько-культурологічні основи інтеграції знань // Рідна школа. – 2002. – №5. – С. 33-36.
36. Соколовська І. Міжпредметні зв'язки: Реалізація міжпредметних зв'язків у процесі формування поняття простору елементарних подій // Сільська школа України. – 2002. – №26. – С. 21-22.
37. Тевлін Б. Л. Методика реалізації міжпредметних зв'язків у школі // Директор школи (Перше вересня). – 1998. – №25. – С. 4-5.
38. Федорова В. Н., Кирюшкин Д. М. Межпредметные связи. – М.: Педагогика, 1972. – 152с.
39. Шипицына Л. Интегрированное обучение: за и против // Народное образование. – 1998. – №6. – С. 154-156.
40. Яворук О. Интегрированные курсы: классификация, направления, перспективы // Директор школы. – 1998. – №7. – С. 59-64.
41. Якименко С. Світогляд як інтегроване засвоєння дійсності // Вересень. – 1998. – №1-2. – С. 50-53.
42. Ятайкина А. А. Об интегрированном подходе в обучении // Школьные технологии. – 2001. – №6. – С. 10-15.

Інтеграція природничо-математичних дисциплін

Алексашина И. Интегративный подход в естественнонаучном образовании // Народное образование. – 2001. – №1. – С. 161-164.

1. Андреева М. П. Проектные уроки как форма интеграции знаний // Химия в школе. – 2002. – №7. – С. 51-56.

2. Арефьева Г. Я., Смирнова В. М. Интегрированные уроки (география, биология, экология, ОБЖ, химия, экономика) // География в школе. – 2002. – №3. – С. 70-75.

3. Астанина С. Ю. Межпредметные связи на обобщающем уроке // Биология в школе. – 1999. – №6. – С. 25.

4. Бессараб Г. Д. Интегрированные уроки и формирование естественнонаучной грамотности учащихся // Физика в школе. – 2000. – №5. – С. 17-19.

5. Брейтигам Э. К., Тевс Д. П. Интегрированные уроки математики и информатики // Информатика и образование. – 2002. – №2. – С. 89-94.

6. Винокурова Н., Елисеева О. Один из приёмов реализации интегративного подхода в обучении // Математика (Первое сентября). – 1999. – №36. – С. 2-3.

7. Голодаева Л., Кривенко А. Интегровані уроки як засіб гуманізації навчання фізики // Фізика (Перше вересня). – 2002. – №13. – С. 9-10.

8. Горбань М. Систематизація знань учнів на основі міжпредметних зв'язків // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №2. – С. 21-22.

9. Жулев В. Природа образования – в разумном преобразовании природы: Интегрирование биологии и математики, литературы и экономики // Управление школой (Первое сентября). – 1998. – №39. – С. 6.

10. Капіруліна С. Міжпредметні зв'язки на уроках географії в модульно-розвивальній системі навчання // Географія та основи екології. – 2002. – №3. – С. 14-17.

11. Кильдинова Н. А., Сураева Т. С. Значение межпредметных связей в формировании знаний в школьном курсе географии // География в школе. – 1998. – №3. – С. 86-89.

12. Кірсанова В. О. Технологія інтеграції у навчально-виховному процесі // Математика (Перше вересня). – 1999. – №11. – С. 4.

13. Клепко С. Інтегральний потенціал географії // Краєзнавство. Географія. Туризм. – 1998. – №38. – С. 2.

14. Кнорр Н. Інтегроване вивчення фізики в класах природничого профілю // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №1. – С. 2-5.

15. Кузнцова Н. Е., Шаталов М. А. Проблемно-интегративный подход и методика его реализации в обучении химии // Химия в школе. – 1999. – №3. – С. 25-35.

16. Кучменко Н. Г. Интегрированный подход в обучении естественным наукам // Завуч. – 2002. – №5. – С. 59-66.

17. Лисененко Л., Старобінська З. Інтегрований урок хімії та біології // Біологія і хімія в школі. – 2002. – №2. – С. 19-23.

18. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин. – М.: Просвещение, 1980. – 208 с.

19. Межпредметные связи курса физики в средней школе. – М.: Просвещение, 1987. – 191 с.

20. Митряева И. В. Элементы интегрирования знаний восьмиклассников // Химия в школе. – 2001. – №3. – С. 35-37.

21. Павелко М. С. Математика і гуманітарні науки // Математика (Перше вересня). – 1999. – №46. – С. 4-7; 2000. – №1. – С. 7-8.

22. Пушкарьова Т. Інтеграція природничо-наукових знань учнів 5-6 класів під час викладання курсу «Навколишній світ» // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №4. – С. 26-28.

23. Радзіняк М. Міжпредметні зв'язки на уроках хімії під час розв'язання задач // Хімія. Біологія (Перше вересня). – 1999. – №45. – С. 4.

24. Степанюк А. В., Гадюк Т. В. Інтеграція природничих дисциплін у школі // Педагогіка і психологія. – 1996. – №1. – С. 18-24.

25. Тевлін Б. Математика на уроках фізики // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №4. – С. 18-23.

26. Устова А. В. Межпредметные связи в условиях стандартизации образования // Физика в школе. – 2000. – №3. – С. 46-48.
27. Шевцов В. Я. Міжпредметні зв'язки при вивченні хімії в школі. – К.: Радянська школа, 1983. – 80 с.
28. Яворук О. А. Функции интегративных курсов при обучении учащихся основам естественных наук в школе // Наука и школа. – 2002. – №1. – С. 52-56.
29. Якиляшек В. Інтеграція математичної та природознавчої освіти // Рідна школа. – 1999. – №3. – С. 55-56.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Глобін Олександр Ігорович

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

Посібник

Редактор Трудолюбова В. І.

Верстка Лоза В. С.

Обкладинка Резніков П. В.

Підписано до друку 22.10.2012 р., Формат 70x100 1/16.

Гарнітура Петербург. Друк. офс. Папір офс.

Ум. друк. арк. 7,15

Наклад 300 пр.

**Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено.**

Видавництво «Педагогічна думка»
04053, м. Київ, вул. Артема, 52-а, корп. 2;
тел./факс: (044) 484-30-71

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 3563 від 28.08.2009 р.