**Математика християнського Середньовіччя та епохи відродження**

**Вступ**

Математика, як фундаментальна наука, завжди відігравала ключову роль у розвитку людської цивілізації. Особливо цікавими та важливими періодами в її історії є християнське Середньовіччя та епоха Відродження, які охоплюють значний проміжок часу від падіння Західної Римської імперії до початку Нового часу.

Християнське Середньовіччя, яке традиційно датується з V по XV століття, було періодом складних соціальних, економічних та культурних змін у Європі. Цей період часто помилково вважають "темними віками" для науки, проте насправді він заклав важливі основи для подальшого розвитку математики.

Середньовіччя можна умовно поділити на три етапи:

* Раннє Середньовіччя (V-X ст.)
* Високе Середньовіччя (XI-XIII ст.)
* Пізнє Середньовіччя (XIV-XV ст.)

Кожен з цих етапів мав свої особливості розвитку математичної думки.

Епоха Відродження, або Ренесанс, охоплює період з XIV по XVII століття. Цей час характеризується відродженням інтересу до античної культури та науки, що дало потужний поштовх розвитку математики та інших наук.

Загальний контекст розвитку математики в ці періоди визначався кількома ключовими факторами:

* Вплив християнської церкви: У Середньовіччі церква була центром освіти та науки. Монастирі зберігали античні тексти, а церковні школи та університети стали осередками математичної освіти.
* Взаємодія з ісламським світом: Переклади арабських математичних текстів значно збагатили європейську математику, особливо в області алгебри та тригонометрії.
* Практичні потреби: Розвиток торгівлі, навігації та астрономії стимулював прогрес у прикладній математиці.
* Філософські дискусії: Схоластика сприяла розвитку логіки та теоретичних аспектів математики.
* Відродження античної спадщини: У період Ренесансу відновлений інтерес до праць древньогрецьких математиків дав поштовх новим дослідженням.
* Технологічний прогрес: Винахід книгодрукування сприяв швидшому поширенню математичних знань.

У Середньовіччі математика розвивалася повільно, але стабільно. Основна увага приділялася збереженню та інтерпретації античних знань, розвитку практичних обчислень та логіки.

Епоха Відродження принесла революційні зміни. Математики цього періоду зробили значні прориви в алгебрі, розв'язавши рівняння третього та четвертого ступенів, розвинули символічну алгебру, заклали основи аналітичної геометрії та числення нескінченно малих.

**Математика християнського Середньовіччя**

**Ранній період (V-X ст.)**

*Збереження античної спадщини*

Ранній період християнського Середньовіччя, який охоплює V-X століття, часто називають "темними віками". Проте в контексті математики цей період характеризувався важливою роботою зі збереження та передачі античних знань.

Роль монастирів у збереженні знань

Монастирі відігравали ключову роль у збереженні математичних знань протягом цього періоду:

* Скрипторії: У монастирях функціонували спеціальні майстерні - скрипторії, де ченці переписували античні тексти, в тому числі математичні трактати.
* Бібліотеки: Монастирські бібліотеки стали сховищами знань. Найвідоміші з них, такі як бібліотека монастиря Боббіо в Італії, зберігали цінні математичні рукописи.
* Освіта: Монастирські школи забезпечували базову математичну освіту, яка включала вивчення арифметики та геометрії як частини квадривіуму - чотирьох математичних мистецтв.
* Календарні обчислення: Потреба в точному визначенні дат релігійних свят стимулювала розвиток обчислювальних навичок серед ченців.

*Боецій та його переклади грецьких текстів*

* Аніцій Манлій Северин Боецій (близько 480-524 рр.) зіграв визначну роль у збереженні грецької математичної спадщини:
* Переклади: Боецій переклав латиною ключові грецькі математичні тексти, включаючи "Початки" Евкліда та роботи Нікомаха з Гераси.
* "Основи арифметики": Цей оригінальний трактат Боеція став стандартним підручником з арифметики на багато століть.
* Вплив на термінологію: Боецій ввів багато латинських математичних термінів, які використовуються до сьогодні.
* Філософський контекст: У своїй роботі "Розрада філософією" Боецій представив математику як шлях до розуміння божественного порядку.

*Практична математика*

Незважаючи на обмежений теоретичний розвиток, практична математика продовжувала розвиватися для задоволення повсякденних потреб.

*Обчислення дат церковних свят*

Обчислення дат релігійних свят, особливо Великодня, було складною математичною задачею:

* Комп'ютус: Розвинулася спеціальна дисципліна - комп'ютус, яка займалася календарними обчисленнями.
* Пасхалії: Створювалися спеціальні таблиці (пасхалії) для визначення дати Великодня на багато років вперед.
* Місячний цикл: Ці обчислення вимагали розуміння 19-річного місячного циклу, що сприяло розвитку астрономічних знань.

*Розвиток систем мір і ваг*

* Практичні потреби торгівлі та сільського господарства стимулювали розвиток систем мір і ваг:
* Різноманітність систем: У різних регіонах Європи розвивалися власні системи мір, що вимагало навичок конверсії.
* Фінансові обчислення: Розвиток торгівлі сприяв удосконаленню методів фінансових розрахунків.
* Геометричні вимірювання: Для землемірства та будівництва використовувалися практичні геометричні методи.
* Абак: Широке використання абака для обчислень сприяло розвитку практичних арифметичних навичок.

**Високе Середньовіччя (XI-XIII ст.)**

Період високого Середньовіччя (XI-XIII ст.) став часом значного прогресу в європейській математиці. Цей прогрес був зумовлений кількома ключовими факторами, включаючи вплив арабської математики, розвиток схоластики та появу видатних математиків періоду.

*1. Вплив арабської математики*

Арабська математика справила революційний вплив на європейську математичну думку в цей період.

*Переклади арабських текстів*

* Толедська школа перекладачів: У XII столітті в Толедо (Іспанія) була створена школа перекладачів, яка зіграла ключову роль у передачі арабських знань Європі.
* Ключові тексти: Були перекладені роботи аль-Хорезмі, включаючи його трактати з алгебри та арифметики, праці Ібн аль-Хайсама з оптики, астрономічні таблиці.
* Вплив на університети: Перекладені тексти швидко стали частиною навчальних програм європейських університетів, що виникали в цей період.

*Впровадження десяткової системи числення та арабських цифр*

* Поширення арабських цифр: Арабські цифри (які насправді походять з Індії) почали витісняти римські числа, що значно полегшило обчислення.
* Десяткова система: Впровадження десяткової позиційної системи числення революціонізувало арифметику.
* Роль нуля: Концепція нуля як числа була повністю засвоєна європейськими математиками, що відкрило нові можливості в математиці.

*2. Схоластика та математика*

Схоластика, домінуючий метод навчання в середньовічних університетах, мала значний вплив на розвиток математики.

*Розвиток логіки*

* Аристотелівська логіка: Відродження інтересу до логіки Аристотеля сприяло розвитку математичного мислення.
* Силогізми: Вивчення силогізмів допомогло розвинути методи математичних доказів.
* Диспути: Практика академічних диспутів сприяла розвитку аргументації та критичного мислення в математиці.

*Роберт Гроссетест і початок експериментального методу*

* Філософія науки: Роберт Гроссетест (1175-1253) розробив філософію науки, яка підкреслювала важливість математики у вивченні природи.
* Експериментальний метод: Гроссетест наголошував на важливості експериментів для перевірки теорій, що заклало основи наукового методу.
* Оптика: Його роботи з оптики поєднували математичні теорії з практичними експериментами.

*3. Видатні математики періоду*

*Леонардо Фібоначчі та його "Книга абака"*

* Життя та вплив: Леонардо Пізанський, відомий як Фібоначчі (1170-1250), навчався в Північній Африці, де познайомився з арабською математикою.
* "Книга абака" (Liber Abaci, 1202): Цей трактат представив Європі арабські цифри та алгебраїчні методи.
* Послідовність Фібоначчі: У "Книзі абака" була представлена знаменита послідовність Фібоначчі, яка мала широке застосування в математиці та природі.
* Практичні задачі: Фібоначчі представив багато практичних задач, які стимулювали розвиток алгебри та теорії чисел.

*Йордан Неморарій та його праці з механіки*

* Механіка: Йордан Неморарій (бл. 1220 - бл. 1260) зробив значний внесок у розвиток механіки.
* "Про ваги" (De ponderibus): У цій праці Йордан математично описав принцип важеля та інші механічні концепції.
* Алгебра: Його робота "Арифметика" представила більш абстрактний підхід до алгебри, використовуючи літери для позначення невідомих.

**Пізнє Середньовіччя (XIV-XV ст.)**

Пізнє Середньовіччя стало періодом важливих зрушень у європейській математичній думці. У цей час почали з'являтися нові ідеї та методи, які підготували ґрунт для майбутніх наукових відкриттів Ренесансу. Значний внесок у розвиток математики цього періоду зробили вчені, що працювали в галузі математичної фізики та тригонометрії.

**Розвиток математичної фізики**

У XIV-XV століттях з'являються перші спроби використання математичних методів для опису фізичних явищ. Цей напрямок розвитку математики отримав назву "математична фізика" і був значною мірою пов'язаний із дослідженнями в Оксфорді та Парижі.

**Оксфордська школа: Томас Брадвардін, Вільям Хейтсбері**

Оксфордська школа, також відома як "Школа калькулаторів", зробила важливий внесок у розвиток математичної фізики. Вона об'єднала групу вчених, що займалися математичним аналізом фізичних явищ, таких як рух, швидкість та прискорення.

* **Томас Брадвардін** (бл. 1290-1349), видатний представник Оксфордської школи, застосував математику для опису руху тіл. Він досліджував відносини між швидкістю, часом і відстанню, намагаючись побудувати математичну теорію руху. Брадвардін також розглядав питання нескінченно малих величин, що згодом вплинуло на розвиток математичного аналізу.
* **Вільям Хейтсбері** (бл. 1313-1372) розвинув ідеї Брадвардіна, зокрема, досліджував змінні швидкості руху. Його праця "Про висоту і швидкість руху" (De proportionibus velocitatum in motibus) стала важливою віхою в розвитку кінематики. Хейтсбері також розробив концепцію середньої швидкості, яка стала основою для подальших досліджень в області механіки.

**Паризька школа: Жан Буридан, Микола Орезмський**

Паризька школа математичної фізики, представлена такими вченими, як Жан Буридан та Микола Орезмський, зробила значний внесок у розвиток динаміки та теорії руху.

* **Жан Буридан** (бл. 1300-1358) запропонував теорію імпетусу, яка пояснювала рух тіл без постійної дії на них сили. Ця теорія передбачала розвиток класичної механіки і стала основою для подальших досліджень у цій області.
* **Микола Орезмський** (бл. 1323-1382) зробив значний внесок у розвиток математичної фізики, застосувавши геометричні методи до аналізу руху. Він вперше представив графічне зображення залежності швидкості від часу, що стало попередником сучасних графіків у фізиці. Його роботи, такі як "Про конфігурацію якостей і рухів" (De configurationibus qualitatum et motuum), сприяли розвитку поняття зміни швидкості у часі.

**Тригонометрія та астрономія**

Пізнє Середньовіччя також було періодом значного розвитку тригонометрії та астрономії. Вчені цього періоду не лише успадкували досягнення попередніх культур, а й створили нові математичні інструменти та таблиці, що полегшували обчислення в астрономії.

**Розвиток тригонометричних таблиць**

Тригонометрія, спочатку розроблена для астрономічних цілей, зазнала значних покращень у XIV-XV століттях. Основним досягненням цього періоду стало створення більш точних тригонометричних таблиць, що дозволило полегшити обчислення для астрономів і географів.

**Регіомонтан та його праці**

Одним із найвизначніших математиків і астрономів цього періоду був **Йоганн Мюллер**, відомий як **Регіомонтан** (1436-1476). Він зробив значний внесок у розвиток тригонометрії та астрономії:

* **Тригонометричні таблиці:** Регіомонтан створив одні з найточніших на той час тригонометричних таблиць, які стали основою для багатьох астрономічних розрахунків. Його праці з тригонометрії, такі як "De triangulis omnimodis" (Про всі види трикутників), мали великий вплив на розвиток цієї науки.
* **Астрономічні спостереження:** Регіомонтан активно займався астрономічними спостереженнями і розробив нові методи для більш точного визначення положення небесних тіл. Він також займався проектуванням астрономічних інструментів.
* **Вплив на наступні покоління:** Праці Регіомонтана мали значний вплив на розвиток астрономії в епоху Відродження. Його дослідження були використані багатьма вченими, включаючи Коперника, для подальшого розвитку геліоцентричної теорії.

**III. Математика епохи Відродження**

Епоха Відродження (XIV-XVII ст.) була періодом відновлення інтересу до античної науки і культури, а також значного прогресу в різних галузях знань, включаючи математику. В цей час математики робили важливі відкриття в області алгебри та арифметики, що підготувало ґрунт для подальшого розвитку математичних дисциплін.

**Алгебра та арифметика**

Епоха Відродження була свідком значного прориву в галузі алгебри та арифметики, зокрема, в розв'язанні складних рівнянь та розвитку символічної мови алгебри.

**Розв'язання кубічних та біквадратних рівнянь**

Одним із найбільших досягнень цього періоду стало відкриття методів розв'язання кубічних (третього степеня) та біквадратних (четвертого степеня) рівнянь. Ці відкриття стали важливими віхами в історії алгебри.

* **Сціпіоне дель Ферро** (1465-1526), італійський математик з Болоньї, був першим, хто знайшов загальний метод розв'язання кубічних рівнянь. Його метод залишався невідомим широкому загалу до його смерті, коли дель Ферро передав свої знання учням.
* **Нікколо Тарталья** (1499-1557) дізнався про методи дель Ферро через свого учня і вдосконалив їх. Тарталья став відомим завдяки своєму вмінню розв'язувати кубічні рівняння, що принесло йому популярність в математичних колах. Він брав участь у кількох математичних дуелях, під час яких публічно розв'язував складні рівняння, що підкріплювало його репутацію.
* **Джероламо Кардано** (1501-1576), ще один видатний італійський математик, опублікував розв'язання кубічних та біквадратних рівнянь у своїй праці "Ars Magna" (1545). В книзі Кардано описав методи, які він дізнався від Тартальї, але також додав свої власні відкриття. Завдяки цьому виданню, методи розв'язання кубічних та біквадратних рівнянь стали загальновідомими, що сприяло їх подальшому вивченню та розвитку.

**Розвиток символічної алгебри**

Поряд із розв'язанням складних рівнянь, епоха Відродження також стала періодом формування символічної мови алгебри, що дозволила записувати математичні вирази більш компактно та зрозуміло.

* **Франсуа Вієт** (1540-1603), французький математик, вважається засновником сучасної символічної алгебри. Він ввів у використання літери для позначення як відомих, так і невідомих величин, що стало революційним кроком у розвитку алгебри.

Вієт першим розробив систематичну методологію для маніпуляції з алгебраїчними виразами, що значно полегшило вирішення складних рівнянь. Його праці, такі як "In artem analyticem isagoge" (Вступ до аналітичного мистецтва), стали основою для подальшого розвитку алгебри.

Вієт також зробив внесок у розвиток математичного аналізу, ввівши поняття коефіцієнтів у рівняннях, що дозволило побудувати системи рівнянь та розв'язувати їх ефективніше. Його роботи створили основу для подальших досліджень у галузі математики, зокрема, для формування сучасної алгебраїчної символіки, що використовується й донині.

**Геометрія та тригонометрія**

Епоха Відродження ознаменувалася відродженням інтересу до античної науки та культури, що включало відновлення та розвиток геометрії та тригонометрії. Ці дисципліни зазнали значних змін і вдосконалень завдяки роботам вчених, які прагнули повернути та розвинути знання, накопичені античними грецькими математиками.

**Відродження інтересу до античної геометрії**

Одним із центральних аспектів відродження античної науки було перевидання та переклад праць класичних авторів, таких як Евклід та Архімед, які відіграли вирішальну роль у розвитку геометрії.

* **Переклади та коментарі до праць Евкліда та Архімеда**. Евклідова "Начала" (лат. *Elementa*) стала однією з найважливіших книг в історії математики, забезпечуючи базу для вивчення геометрії на багато століть вперед. У середні віки та епоху Відродження переклади цієї праці з грецької на латинську мову, а також їх подальше коментування, сприяли широкому поширенню геометричних знань. В епоху Відродження також з'явилися переклади та дослідження праць Архімеда, одного з найвеличніших математиків античності. Його роботи над обчисленням площ і об'ємів, а також дослідженням важеля, були надзвичайно важливими для розвитку як геометрії, так і фізики. Відродження інтересу до праць Архімеда сприяло виникненню нових геометричних методів і розширило горизонти математичних досліджень того часу.

**Розвиток тригонометрії як окремої дисципліни**

Тригонометрія, яка раніше розглядалася як частина астрономії, поступово почала виділятися в окрему дисципліну завдяки працям математиків Відродження.

* **Йоганн Мюллер (Регіомонтан) та його "П'ять книг про трикутники"**. Одним з найвидатніших досягнень у цій сфері стало створення фундаментальної праці "De Triangulis Omnimodis" ("Про всі види трикутників") Йоганном Мюллером, більш відомим як Регіомонтан (1436-1476). Регіомонтан вважається одним із засновників сучасної тригонометрії. Його праця, написана в 1464 році, але опублікована лише в 1533 році, стала важливим кроком у розвитку тригонометрії як окремої математичної дисципліни. У своїй книзі Регіомонтан систематично виклав тригонометрію, описавши методи розв'язання трикутників (як плоских, так і сферичних) і ввівши тригонометричні функції, такі як синус, косинус і тангенс. Він також запропонував перші тригонометричні таблиці, які стали невід'ємним інструментом для астрономів та геодезистів. Внесок Регіомонтана став важливим кроком у становленні тригонометрії як самостійної науки і підготував ґрунт для подальших досліджень у цій сфері.

**Математична фізика та механіка**

Епоха Відродження стала періодом великих відкриттів і змін у природничих науках. Математична фізика та механіка, які були інтегровані з новими математичними ідеями, зазнали значного розвитку. Це стосується як дослідження кінематики та динаміки, так і становлення аналітичної геометрії, що підготувало ґрунт для подальших досягнень у науці та техніці.

**Розвиток кінематики та динаміки**

Під час Відродження відбувся перехід від середньовічної схоластичної фізики до нової науки, заснованої на експериментах та математичному аналізі.

* **Галілео Галілей та його експерименти**. Галілео Галілей (1564-1642) є однією з найвпливовіших фігур у розвитку наукової методології. Його дослідження кінематики і динаміки поклали початок сучасній механіці. Галілей став першим, хто почав систематично використовувати експериментальний метод у фізиці. Його дослідження руху тіл по похилій площині дозволили сформулювати закони прискореного руху, зокрема відкриття закону інерції, що став одним із фундаментальних принципів класичної механіки. Галілей також продемонстрував, що всі тіла падають з однаковим прискоренням незалежно від їхньої маси, що суперечило вченням Арістотеля. Його експерименти та математичний аналіз заклали основи для подальшого розвитку динаміки, особливо в працях Ісаака Ньютона.

**Початок аналітичної геометрії**

Поява аналітичної геометрії стала революційним кроком у розвитку математики, що дозволив поєднати алгебру з геометрією.

* **Рене Декарт та його "Геометрія"**. Рене Декарт (1596-1650) був французьким філософом і математиком, чия праця "Геометрія" (1637) вважається початком аналітичної геометрії. У цій праці Декарт вперше запропонував використовувати координати для опису геометричних фігур, що дозволило розв'язувати геометричні задачі за допомогою алгебраїчних рівнянь. Декарт ввів поняття декартової системи координат, яка стала основою для побудови графіків і аналізу функцій. Його ідея з'єднання геометрії та алгебри відкрила нові можливості для розвитку математичного аналізу і значно розширила сферу застосування математичних методів у фізиці та інших науках.

**Логарифми та обчислювальні методи**

Період Відродження був часом інтенсивного розвитку обчислювальних методів, що сприяло полегшенню складних математичних розрахунків і стимулювало подальший прогрес у науці. Серед найважливіших досягнень цієї епохи були винахід логарифмів та розвиток методів числення нескінченно малих, що заклали основу для майбутнього аналізу та обчислювальної математики.

**Винахід логарифмів**

Логарифми стали однією з найбільших обчислювальних революцій свого часу, дозволяючи звести складні обчислення множення і ділення до простих додавання і віднімання.

* **Джон Непер та його внесок**. Джон Непер (1550-1617), шотландський математик, у 1614 році опублікував працю "Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio", в якій описав винахід логарифмів. Непер створив таблиці логарифмів, які спрощували процес обчислень, особливо в астрономії, навігації та інженерії. Винахід логарифмів став важливим інструментом для науковців і сприяв прискоренню наукових досліджень у різних галузях. Це досягнення також привело до створення логарифмічних лінійок і стало передумовою для подальшого розвитку обчислювальних засобів, зокрема в інженерних дисциплінах.

**Розвиток числення нескінченно малих**

Числення нескінченно малих стало попередником інтегрального та диференціального числення, які відіграли ключову роль у наукових дослідженнях.

* **Роботи Кеплера та Кавальєрі**. Йоганн Кеплер (1571-1630) і Бонавентура Кавальєрі (1598-1647) зробили значний внесок у розвиток методів числення нескінченно малих. Кеплер, відомий своїми законами планетарного руху, також використовував методи обчислення площі під кривою та об'єму тіл обертання, що було першим кроком до розвитку інтегрального числення. Кавальєрі, у свою чергу, розвинув метод "неперервних індивізібелів", який дозволив знаходити площі та об'єми складних фігур, що стало предтечею інтегрального числення. Його методи були використані і вдосконалені в подальших роботах інших математиків, зокрема Ісаака Ньютона і Готфріда Лейбніца, які пізніше розробили класичне числення.

**Висновки**

**Порівняння розвитку математики в Середньовіччі та епоху Відродження**

Розвиток математики в Середньовіччі та епоху Відродження демонструє значні зміни в підходах до математичних досліджень і впливі цих досліджень на інші науки.

**Середньовіччя**, особливо раннє і високий періоди, характеризується збереженням і розвитком античних знань. Під впливом арабських вчених, таких як Аль-Хорезмі, європейські вчені перейняли важливі математичні концепції, такі як десяткові цифри, алгебра та елементи тригонометрії. Оксфордська та Паризька школи відіграли важливу роль у розвитку математичної фізики та кінематики, закладаючи основи для майбутніх досліджень. Проте, обмеженість доступу до античних текстів і панування схоластичного методу стримували розвиток нових ідей.

**Епоха Відродження** принесла з собою нове відродження інтересу до античної науки, що поєдналося з інноваційними підходами до дослідження та математичних обчислень. Винаходи логарифмів, розвиток символічної алгебри, розширення геометрії та тригонометрії як окремих дисциплін стали видатними досягненнями цього періоду. Відродження перекладів праць Евкліда, Архімеда та інших класиків стало основою для створення нових теорій і методів. В епоху Відродження математика перестала бути чисто академічною дисципліною і стала фундаментальною основою для розвитку фізики, астрономії та механіки.

**Вплив цих періодів на подальший розвиток математики та науки в цілому**

Вплив Середньовіччя та епохи Відродження на подальший розвиток математики та науки був величезним. Середньовічна наука забезпечила збереження і передачу знань античного світу, що дозволило наступним поколінням будувати на цій основі нові теорії. Саме у Середньовіччі були зроблені перші кроки до створення математичних моделей, які стали основою для класичної механіки і фізики.

Епоха Відродження стала періодом, коли математика і наука знову стали інструментами для дослідження реального світу. Нові відкриття в галузі алгебри, геометрії та тригонометрії відкрили шлях до розвитку класичної фізики в працях Галілея та Ньютона. Логарифми та обчислювальні методи, розвинені в цей час, зробили можливими складніші обчислення, що підготувало грунт для виникнення обчислювальної техніки та математичного аналізу.

В результаті, обидва періоди зробили свій внесок у формування науки як систематичного дослідження реального світу на основі математичних законів і принципів. Спадщина Середньовіччя та епохи Відродження заклала основу для Нового часу, коли математика стала невід'ємною частиною наукової методології і забезпечила розвиток сучасних технологій та наукових досягнень.