

МЕРЕЖЕВА МОДУЛЬНО-ЛОГІЧНА МОДЕЛЬ НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ СПЕЦІАЛЬНОСТІ ДЛЯ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ В УМОВАХ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ.

В.О.Абрамов, канд. техн. наук.

(Київській міській педагогічний університет імені Б.Д.Грінченка).

Перехід на кредитно-модульну систему (КМС) є важливим чинником підвищення якості навчання у вищій школі й інтеграції в європейську систему освіти. Однак при цьому виникає ряд питань, від рішення яких залежить ефективність функціонування нової для нас системи. Одним з таких питань є введення нових принципів планування навчального процесу. Які ж основні особливості КМС та які виникають при цьому задачі планування?

Введення КМС збільшує мобільність освіти, що пов'язане зі збільшенням свободи вибору студентами навчального матеріалу, послідовності й темпу вивчення різних дисциплін і модулів, введення індивідуальних навчальних планів (внутрішня мобільність). Для цього потрібний обґрунтований поділ дисциплін на основні й вибіркові, визначення рекомендованої послідовності вивчення модулів (тому що не всі модулі можна вивчати в довільному порядку), визначення оптимального завантаження студентів по семестрах, визначення максимальних і мінімальних строків навчання тощо. Вибірковість полягає не у виборі кожної дисципліни окремо, а у виборі певної спеціалізації навчання, для якої обов'язковою є певна група дисциплін.

Збільшення мобільності означає також збільшення свободи переміщення студентів і викладачів між навчальними закладами (зовнішня мобільність). Для цього потрібне узгодження й взаємне визнання кредитів і навчальних програм, які повинні мати обґрунтовану й об'єктивну структуру й зміст, визнаний відповідними навчальними закладами / 1,2 /.

Введення рейтингової оцінки вимагає визначити за всіма предметами важливість кожного модуля, кожної теми й виду занять, вибрати їхній ваговий коефіцієнт і максимальну рейтингову оцінку. Потрібно розробити критерії оцінювання навчальних досягнень студентів, методики оцінювання й забезпечити гарантії об'єктивності такого оцінювання. Необхідно розробити систему тестових завдань, що забезпечують повноту й об'єктивність оцінювання.

З питаннями оцінювання тісно пов'язані питання рівня вивчення кожного об'єкта (теми, навчального елемента). Зміст кожної дисципліни й модуля визначається не тільки їх складом (теми і навчальні елементи), але й рівнем, на якому вони вивчаються. Наприклад, математика у педагогічних та гуманітарних ВНЗ у порівнянні з технічними вивчається не тільки в скороченому обсязі, але й рівень вивчення деяких питань нижче. Цей рівень при навчанні й оцінюванні знань завжди явно або не явно враховується. У деяких європейських організаціях у навчальних програмах для кожного навчального елемента конкретно вказується код рівня вивчення будь-якого матеріалу. Найбільш часто використовується три рівні: А, В, С (табл. 1).

Збільшення демократичності навчального процесу, якості освіти й мобільності випускників і фахівців вимагає збільшення самостійності й відповідальності студента за результати навчання, залучення їх у цікаву творчу роботу. Для забезпечення цього принципу необхідно розробити механізм забезпечення гарантій об'єктивності рейтингових оцінок.

З переходом на КМС у навчальних організаціях виникає ряд питань, відповідь на які не завжди проста й очевидна. Наприклад, які повинні бути основні характеристики навчальних планів, у яких межах можна варіювати плани і їхні характеристики, як вести облік виконання планів, як автоматизувати й забезпечити одноманітність й об'єктивність трудомісткого процесу підрахунку рейтингових оцінок і багато інше.

Структура дисциплін та їх місце в структурно-логічній схемі викладання встановлюються в освітньо-професійній програмі (ОПП) підготовки відповідного фахівця й у навчальному плані, які затверджені у встановленому законом порядку. При цьому допускається провадити певні зміни в планах без порушення змісту освіти і його структурно-логічної схеми, необхідно дотримувати обмеження за ресурсами, загальними строками і витратами на навчання.

Реалізуючи ці нормативні вимоги ВНЗ планує навчальний процес по кожній дисципліні. Формуються модулі, складається робочий план викладання дисциплін з розробкою кількості й виду занять, строків їхнього проведення й обсягів, складаються плани проведення занять і

змістовна частина по кожному виду занять, а також виду й кількості контрольних заходів і вимоги до оцінок.

При виконанні цієї роботи вручну дуже складно охопити всю структурно-логічну схему вивчення дисциплін і провести розрахунки всіх параметрів, хоча б на рівні модулів. Для вирішення цих задач необхідно розробити модель навчального процесу з відповідними методами й засобами автоматизації розрахунків, які дозволять оптимізувати послідовність вивчення предметів, визначити найбільш важливі предмети, виділити й усунути проблемні місця в навчальному процесі.

Повна модель навчального процесу з урахуванням взаємозв'язку всіх дисциплін, модулів, підрозділів і навчальних елементів являє собою дуже складну структуру, яку людині важко охопити. Потрібна формальна методологія побудови математичної моделі, що дозволить використати весь комплекс властивих даної методології математичних методів для розрахунку основних параметрів процесу.

Одним із класів моделей здатних вирішувати подібні завдання є мережні моделі / 3 /. Для таких моделей розроблений потужний математичний й алгоритмічний апарат для вирішення різних завдань. Існує ряд програмних засобів, що дозволяють спростити побудову мережної моделі й розрахунок її параметрів. Одним з таких засобів є додаток MS Project, що має графічний інтерфейс введення даних і побудови графічної структури мережної моделі, а також розвинений апарат розрахунків параметрів й оптимізації за найважливішими критеріями / 4 /.

Для планування навчального процесу використовується мережева модель з обмеженими ресурсами й заданим обмеженим часом виконання процесів. Модель являє собою граф, у якому вузлами є навчальні дисципліни, модулі, теми або навчальні елементи. Вузли зв'язані напрямленими ребрами, які представляють відносини між вузлами. Ребра спрямовані від попереднього вузла до наступного. Такий зв'язок означає, що вивчення наступних дисциплін не може бути виконане без попереднього вивчення всіх попередніх. Інші типи зв'язків, які можуть бути в даній моделі, виражають відношення паралельності й синхронності, тобто відповідні вузли виконуються незалежно одне від одного в різний час або синхронно в один час.

Для кожного вузла вказується обсяг для дисципліни - в кредитах, для інших вузлів - у годинах. Є група вузлів джерел і приймачів. З перших ребра тільки виходять, а в другі тільки входять. На графі можна виділити шляхи - послідовності суміжних спрямованих ребер. Шлях від джерела до приймача - це повний шлях на даному графі. Цій шлях ще називають навчальною траєкторією / 2 /. Навчальна траєкторія максимальної довжини є критичною, вона визначає загальний термін навчання.

Для створення моделі попередньо необхідно визначити наступні її вхідні характеристики:

1. Склад дисциплін та їх навчальне навантаження в кредитах.
2. Структура дисциплін (модулі, теми, навчальні елементи) та їх обсяги в годинах.
3. Для кожної дисципліни й теми вказати всі попередні дисципліни й теми.
4. Оптимальний і мінімальний час вивчення кожної дисципліни.
5. Максимальне й мінімальне тижневе навантаження по кожній дисципліні.
6. Максимальне й мінімальне сумарне тижневе навантаження на студента.
7. Обмеження на інші ресурси (викладачі, аудиторії та ін.) і загальний термін навчання.

На підставі цих даних будується граф навчального процесу. Модель являє собою орієнтовану безконтурну мережу з кінцевим планованим періодом / 3 /. Завдання полягає в оптимізації розподілу ресурсів у цій мережі. Для такої спеціальної структури в світі існують прості й ефективні методи обчислень для одержання важливої інформації про стан об'єкта, розподілу ресурсів й оптимізації його основних параметрів. Аналіз таких мереж зводиться до задач лінійного (у тому числі цілочисленного) програмування зі своїми формальними методами розрахунку параметрів. Існують також програмні засоби для реалізації цих методів.

Побудова моделі починається зі створення, на основі стандарту освіти (ОКХ й ОПП для даної спеціальності), докладного списку основних і додаткових цілей навчання (знання й уміння, одержувані у ВНЗ). Дисципліни, які включені в курс навчання, діляться на модулі, що мають певне навчальне навантаження в кредитах, а модулі - на теми й навчальні елементи з навантаженням у годинниках. Потім будується таблиця, де вказуються попередні і наступні

дисципліни, модулі і теми занять. Без освоєння попередніх матеріалів принципово не можна переходити до вивчення наступних. Треба також вказати які дисципліни треба вивчити (навчальні траєкторії) для досягнення основних і додаткових цілей, а також які предмети варто вивчити попередньо для успішного навчання за даною програмою (наприклад, у школі).

Питання виділення й обмеження ресурсів, їхнього обміну й оптимізації легко вирішуються в моделях такого класу, вони також актуальні у цьому випадку. Тут основним ресурсом є навчальне навантаження, що забезпечується всіма іншими ресурсами: викладачами, аудиторіями, навчальними засобами тощо. Збільшуючи навчальне навантаження можна прискорити вивчення деяких дисциплін. При цьому, треба пам'ятати, що навчальне навантаження по кожній дисципліні має свої верхні й нижні межі, а сумарне тижневе навантаження за всіма дисциплінами для студента також обмежений.

На рис.1 наведений приклад побудови фрагмента графа на основі навчального плану для спеціальності «вчитель інформатики». Спеціальні дисципліни становлять 4 групи: математична (математичний аналіз, теорія алгоритмів), фізична (основи інформатики, фізичні основи, архітектура), кібернетична (дослідження операцій, теорія систем і моделювання, теорія керування), педагогічна (педагогіка, психологія та ін.). Щоб не захаращувати приклад, тут показана тільки частина дисциплін і деякі зв'язки між ними, а цілі освіти представлені укрупнено.

Як вузли можуть бути використані будь-які структурні елементи навчального процесу: дисципліни, модулі, теми, навчальні елементи. Однак, простежити змістовний зміст шляхів можна тільки на рівні тем або навчальних елементів. У повному курсі навчання середньостатистичного ВНЗ містяться тисячі тем і десятки тисяч навчальних елементів. Мережна модель з таким числом вузлів дуже складна для розрахунків, хоча й більш точна. При автоматичних розрахунках для збільшення точності необхідно використовувати саме такі схеми. Для опису складних ієрархічних структур дуже зручним є розширювана мова розмітки, призначена для зберігання й надання інформації у вигляді складних баз даних / 5 /.

Основною робочою моделлю є модель на рівні модулів. Це також узгоджується з тим, що модуль є основною структурною одиницею в європейській системі навчання. На рис.2 наведений приклад фрагменту графа з трьох вузлів, які є пов'язаними темами трьох різних дисциплін. Схеми на рівні модулів важко зобразити графічно через їхню складність, а розрахунки проводяться тільки автоматично за формальними алгоритмами.

Модель на рівні дисциплін досить груба. Зв'язки дисциплін менш очевидні, вони мають узагальнений характер і встановлюються шляхом спадкування зв'язків навчальних елементів, що містяться у складі дисципліни. Але при цьому невелике число вузлів моделі значно спрощує розрахунки, модель стає більше наочною і її зручно застосовувати як ілюстративний матеріал. Тому в наведеному прикладі для наочності й спрощення у якості вузлів використовуються дисципліни.

Після завдання вхідних даних і побудови мережного графа починається аналіз, дослідження й оптимізація отриманої моделі. Формальний аналіз графа може виявити очевидні недоліки в плануванні. В таблиці 2, представленій нижче, наведені основні недоліки моделі та їх наслідки.

Вивчення будь-якої дисципліни базується на попередніх дисциплінах, інтегрує їх у собі, дає приклади і визначає напрямки застосування отриманих раніше знань. Якщо таких інтегруючих дисциплін немає, то студентові важко одержати уявлення про те, як варто застосовувати отримані раніше знання на практиці й при вивченні нових дисциплін. У цьому випадку, наприкінці терміну навчання студент має хаотичний набір знань з різних предметів без їхнього узагальнення й без знання, як їх використати в комплексі та у практичних справах. Особливо на старших курсах повинні бути узагальнюючі й інтегруючі дисципліни, для вивчення яких необхідні всі або більша частина знань, отриманих раніше. Таки дисципліни повинні читати найбільш кваліфіковані педагоги, і на ці предмети повинні сходитися всі шляхи даного графа.

Як видно з рис.1 інтегруючими дисциплінами є архітектура комп'ютерів, програмування, системне адміністрування, методика викладання інформатики, нові технології навчання. А от для предметних знань інтегруюча дисципліна в схемі явно не визначена, можливо, тому, що цих знань багато й всі вони дуже різноманітні.

Після усунення недоліків і доопрацювання структури такої моделі можна застосувати існуючі методики розрахунку й аналізу різних характеристик і параметрів мережної моделі навчального процесу. Виконуються різні процедури й операції з метою внести зміни й оптимізувати моделі для поліпшення її параметрів й одержання основних результатів за напрямками:

1. Об'єктивні вимоги до початкового рівня знань для вступників на дану спеціальність.
2. Визначити обов'язкові дисципліни й рівень їхнього вивчення.
3. Визначити вільні дисципліни, що не впливають на тривалість або основні цілі навчання.
4. Визначити основні критичні навчальні траєкторії і їх тривалість.
5. Тривалість критичного шляху, що визначає загальну тривалість навчання.
6. Оптимізувати дисципліни за загальним терміном навчання.
7. Оптимізація розташування дисциплін усередині періоду навчання при заданому максимальному тижневому навантаженні на студента.
8. Рекомендований час початку і закінчення вивчення даної дисципліни й навчальне навантаження по даній дисципліні (у годинах за тиждень).
9. Максимальний термін навчання при заданому максимальному тижневому навантаженні студента.
10. Максимальна рейтингова оцінка, яку може одержати студент за вивчення кожного елемента.
11. Визначити проблемні місця й ризики виникнення проблем при різних несприятливих ситуаціях, передбачати можливі джерела труднощів і затримки в реалізації плану.
12. Прорахувати резервні варіанти подолання проблемних ситуацій.
13. Оперативно управляти навчальним процесом, особливо при виникненні проблем з ресурсами або зміні навчальних планів (розподіляти ресурси, змінювати й аналізувати всі параметри моделі тощо). При цьому можна швидко прораховувати всі наслідки від кожного керуючого впливу.
14. Навчальне навантаження в будь-який тиждень по кожному модулю й сумарне навантаження.

Модель дозволяє легко перераховувати основні параметри при виникненні проблем з ресурсами або зміні навчальних планів у зв'язку з розвитком науки й техніки. Якщо модель розширити на весь ВНЗ, то можна розрахувати потреби в аудиторіях, викладачах й інших необхідних для занять ресурсів, максимальні й мінімальні навантаження на кожного викладача, на кожен аудиторію й лабораторію, одержати вихідні дані для складання розкладу занять.

В результаті розрахунків визначаються основні параметри навчального процесу й виробляється їхнє порівняння із заданими нормами. Тривалість критичного шляху повинна дорівнювати заданому терміну навчання. Якщо він менше, то, можливо, структура дисциплін не відповідає нормам або перевищене допустиме навчальне навантаження. Якщо він більше, то має місце або перевантаження по дисциплінах, або навчальне навантаження в період навчання не достатня. У всіх випадках відхилення від норми потрібно виконати оптимізацію моделі для наближення основних параметрів до норми.

Які ж зміни в моделі можна зробити, щоб основні параметри досягли норми, іншими словами як оптимізувати модель? Тривалість критичної траєкторії можна змінювати за рахунок зміни часу вивчення окремих модулів шляхом зміни навчального навантаження. При цьому, природно, зміниться сумарне навчальне навантаження на тиждень, яке можна привести до норми зміною навчального навантаження за іншими модулями. Багаторазове виконання такої процедури і є сутністю оптимізації моделі.

Весь обсяг навчального матеріалу, а також знання, уміння, навички, які повинен засвоїти студент, щоб одержати певну кваліфікацію, описаний в освітньо-професійній програмі на відповідну спеціальність. Однак постійний розвиток науки й техніки приводить до того, що навчальний процес удосконалюється й доповнюється новими матеріалами. При додаванні нового матеріалу, пошуку й систематизації наявних матеріалів або додаванні нових дисциплін виникає проблема узгодження з існуючим матеріалом, та може виникнути дублювання й протиріччя.

Виникає також питання, у яку дисципліну додавати новий матеріал, тому що границі між дисциплінами досить умовні.

В освітньо-професійній програмі вказується традиційний та визнаний в даному суспільстві поділ усього матеріалу на дисципліни й зміст кожної дисципліни. Такий поділ і назви самих дисциплін досить умовні, тому у кожному ВНЗ вони можуть бути різними. Наприклад, квадратні рівняння вивчаються в математиці, а рух тіла по параболі в гравітаційному полі - у фізиці. Але точно провести межу у цьому питанні між фізикою й математикою досить важко. Для нових спеціальностей такі традиційні дисципліни ще не склалися остаточно. Тому потрібна чітка загальна класифікація всього навчального матеріалу незалежно від того, у яку дисципліну він входить. За основу моделі, очевидно, варто прийняти навчальні елементи, які класифікуються за групами (дисциплінами) і підгрупами (модулями і темами).

Досить зручним у цьому випадку інструментом для автоматичної класифікації навчального матеріалу може бути метод ключових слів, доповнений механізмом формування списку рекомендованих ключових слів і списків синонімів для кожного з них. По кількості збігів ключових слів для кожної теми й навчального елемента можуть бути знайдені родинні об'єкти, а серед них - попередні й наступні. Таким чином, легко перевірити всі зв'язки всіх об'єктів, а також додати нові об'єкти, згрупувати їх за дисциплінами і модулями.

Використання мережної моделі дозволяє вирішити найважливіші проблеми планування й автоматизувати їхнє рішення. Ця модель має такі позитивні властивості:

- Гнучкість- можливість адаптувати й додавати навчальний матеріал при зміні й розширенні відповідних наукових уявлень. Будь-який новий матеріал може знайти відображення й легко вмонтується в модель.
- Оновлюванність - застарілі теми й навчальні елементи легко змінюються, виключаються або замінюються на нові.
- Мобільність - легко настроїти на будь-яку галузь знань і рівень вимог.
- Повнота - в оптимізованій моделі присутні всі елементи, які повинні вивчатися на даній спеціальності.
- Прозорість - забезпечується доступ до всіх параметрів моделі, легко виявляється дублювання та відсутність навчальних матеріалів, та ін.

Мережна модель дає об'єктивну базу для співробітництва університетів в напрямку контролю якості навчання, розробки критеріїв і методики оцінки знань, визнання кваліфікації й компетенції випускників.

Література

1. Вища освіта України і Болонський процес: Навчальний посібник / За ред. В.Г.Кременя. Авторський колектив: М.Ф.Степко, Я.Я.Болюбаш, В.Д.Шинкарук, В.В.Грубінко, І.І.Бабин – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2004. – 384 с.
2. Сейдаметова З.С. Кредитно-модульна система і вибір навчальної траєкторії. // Нові технології навчання: Наук.-метод.зб.- К.:Наук.-метод.центр вищої освіти, 2006. – Вип. 43.
3. Филипс Д., Гарсія-Диас А. Методи аналізу мереж. Пер. с англ.- М.: Мир, 1984.-496 с.
4. Microsoft Project. User Manual.2002.
5. Майкл Дж. Янг. XML. Крок за кроком. Практ. посіб. / Пер. с англ.- М.: Изд. ЭКОМ, 2002.- 384 с.

Таблиця 1

код	Опис рівня знань
А	Знати й розуміти теоретичний матеріал і вміти його пояснити.
В	Додатково до А, вміти вибрати метод вирішення завдання й застосувати його.
С	Додатково до В, вміти вибирати, комбінувати й конструювати методи, застосовувати їх й інтерпретувати отримані результати.

Таблиця 2

Результати аналізу графа	Наслідки й коригувальні заходи
Є вузли, які не входять у жодну з навчальних траєкторій, або входять у мале їхнє число.	Викликає сумнів у необхідності вивчення даних дисциплін. Зменшити число годин або рівень їхнього вивчення.
Деякі траєкторії не досягають кінцеві цілі.	Доповнити траєкторії новими дисциплінами, що виводять на задані цілі.
Мало стрілок між дисциплінами з різних груп.	Слабка взаємодія між відповідними кафедрами й викладачами.
Розриви навчальних траєкторій.	Прогалини в структурі дисциплін, відсутні відповідні теми.
Хаотичне розташування зв'язків, не простежуються основні шляхи.	Вивчення дисциплін не носить послідовний систематичний характер.
Занадто багато стрілок на вихідних рівнях моделі.	Немає дисциплін, що інтегрують у собі знання великої кількості інших дисциплін.
Стрілки, що йдуть наскрізь через весь граф.	Відсутня спадковість дисциплін. Дисципліни дуже віддалені одне від одного.
Велика кількість стрілок, що входять в один вузол.	Відсутнє інтегрування на більш ранніх періодах навчання.
У деякі цілі не входить жодна траєкторія.	Неповний навчальний матеріал для досягнення всіх цілей. Увести нові дисципліни.

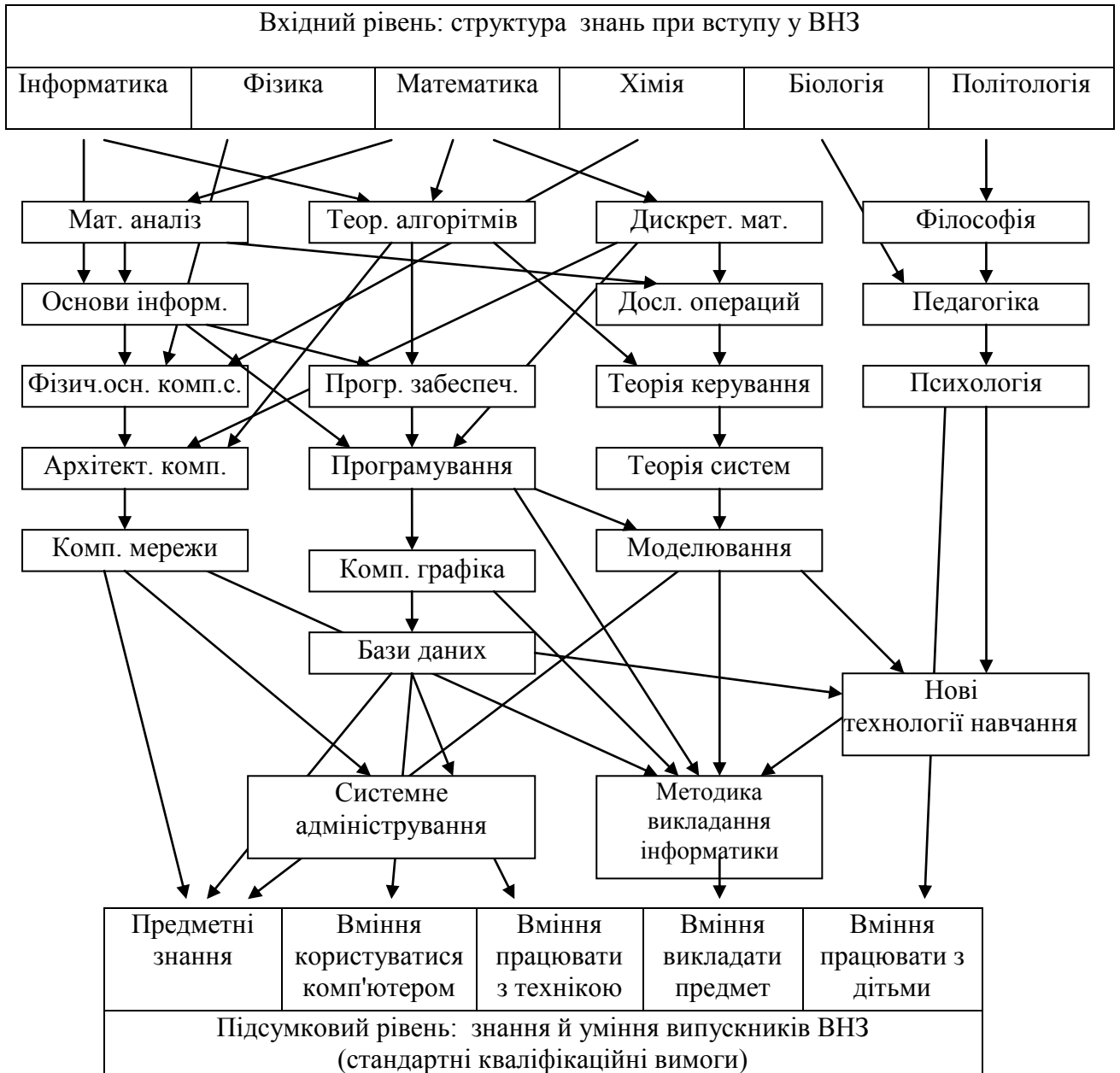


Рис. 1. Фрагмент зразка мережної моделі процесу навчання у ВНЗ



Рис. 2 Фрагмент графа, у якому вузлами є теми з різних дисциплін