

РАЗРАБОТВАНЕ НА КОНЦЕПТУАЛНА КАРТА В ТЕМАТИЧНО-ОРИЕНТИРАНИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ ЕДИНИЦИ

Борислав Йорданов Лазаров

Институт по математика и информатика при Българска академия на науките, София

CONCEPTUAL MAP DESIGN IN TOPIC-ORIENTED EDUCATIONAL UNITS

Borislav Yordanov Lazarov

Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

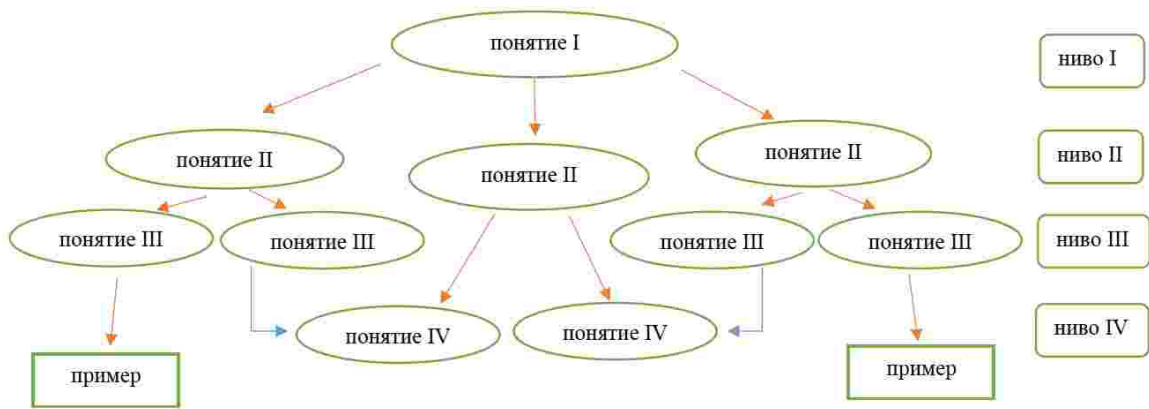
* *Разработката е частично финансирана от Образователна и изследователска програма „Черноризец Храбър“ на ИМИ – БАН.*

Abstract: Under consideration are two quantitative characteristics of conceptual map: weight and distance. These characteristics are used to evaluate the ‘didactic price’ of conceptual map modifications. A complex structure of the map links is proposed aiming to perform a more coherent image of the connections between the entities of the map. The implementation of such complex structure in a topic-oriented didactical unit potentially facilitates the execution of the particular integrated didactic scenario. The theoretical frame is operationalized by a sample instruction for conceptual map design. The scope of the study includes the innovative schools in Bulgaria, which are introducing integrated approach as an upgrade of the compulsory subject-oriented curricula.

Keywords: conceptual map weight, conceptual map distance, integrated approach, processing matrix, topic-oriented education.

Въведение. Действащата от 2015 г. нормативна уредба в българското училище позволява иновативните училища самостоятелно да определят част от учебната програма във форми, позволяващи високо-ефективен учебен процес¹. Такива форми могат да бъдат отделни проектно-ориентирани инициативи за надграждане на предметно-ориентираното обучение посредством тематично-ориентирани дидактически единици, в които интегрираният подход е с определящо значение [1]. Едно технологично удобство за приложение на интегриран подход е изготвянето на *процедурна матрица* [ibid.]. Доколкото при интегриран подход съставляващите предмети участват със своята методика, учителите-предметници разработват съответните компоненти по свое усмотрение, визирайки в аналитичен план определени образователни цели. Творческото разглеждане на аналитичните съставлящи елементи значително се подпомага от разработването на концептуална карта [2]. На този етап обикновено се прилагат рутинни процедури, макар и преосмислени в новия контекст. Но на ниво синтез в повечето случаи възникват определени проблеми, свързани с многостранното представяне на разглежданата тема. Тогава се налага понятийно съгласуване и обединяване на концептуални карти. Такава формална процедура има своята „*дидактическа цена*“, за което по-долу ще стане въпрос.

Теоретична основа. На фигура 1 е представена матрица на концептуална карта, която е адаптиран вариант на предложения от Новак и Говин ключ (concept map key) [3]. Понятията са разположени в няколко йерархични нива, като понятие от по-високо ниво се съотнася с понятия от по-ниско. Връзките между типовете понятия могат да са непосредствени или опосредствани, при това могат да следват йерархичната структура на нивата (*директни връзки*, които на фигурата са отбелязани с прави стрелки) или да я нарушават (*пресичащи връзки*, които на фигурата са отбелязани с пречупени стрелки).



Фигура 1. Матрица на концептуална карта

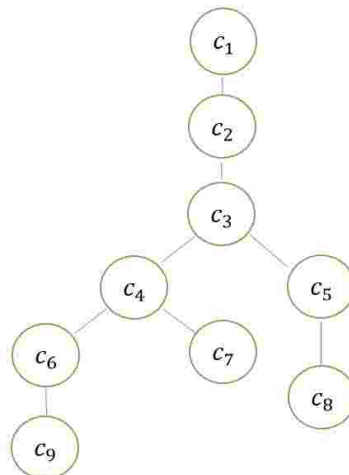
Сложността на концептуалната карта се оценява, като се пресметне алгебричен сбор (score) на броя участващи компоненти от даден тип, умножен на определена стойност. За конкретната матрица този алгебричен сбор е числото

$$9 \cdot 1 + 4 \cdot 5 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 1 = 51,$$

което съответства на 9 директни връзки (всяка се оценява с 1), 4 йерархични нива (всяко се оценява с 5), 2 пресичащи връзки (всяка се оценява с 10), 2 примера (всеки се оценява с 1). Стойностите на отделните компоненти, приети от Китано и колеги [4], се съизмерват чрез стойността на една директна връзка, следваща вертикално йерархията на понятията в нивата.

Това, което по наше мнение не достига в оценката, е участието на десетте понятия от различен йерархичен тип. Простото добавяне на (брой X стойност) не би отразявало адекватно степента, с която понятие от определено ниво допринася за сложността на концептуалната карта. Стойността 10 за пресичаща връзка също намираме за пресиленна.

Описанието на отношенията между понятията в разгледания пример задава онтологична схема, в която може да се проследи родово-видовата Аристотелова структура. За две понятия в една онтологична схема Гъванакис и колеги [2] въвеждат *индекс на подобност*. Следвайки цитираните автори, дефиницията ще илюстрираме чрез пример.



Фигура 2. Граф-дърво на онтологична схема

При означенията на фигура 2, нека:

- d_1 са стъпките (директните връзки) от първичното понятие c_6 до общото понятие c_4 ;
- d_2 са стъпките от c_7 до c_4 ;
- d_3 са стъпките от до избран корен (основно понятие) c_2 .

Сега за понятията и индексът на подобност се пресмята по формулата $\text{sim}(c_6, c_7) = \frac{2d_3}{2d_3 + d_1 + d_2}$.

Интегриран подход и процедурна матрица. Нашето виждане за *интегриран подход* в образованието е представено в [1]. Основната специфика се състои в съешаването на две (или повече) частно-пре-

дметни методики, които запазват относителна независимост в обхващаща ги цялостна методическа единица. Говорим за относителна независимост, доколкото на изгражданите аналитични знания предстои синтез, свързан с преносимост и многофункционалност на комплекса знания-умения-нагласа в нов контекст.

Процедурната матрица е технологичен дидактически инструмент за реализиране на интегриран подход чрез проектно-ориентирано обучение. Тя включва инструкции за подбор на ресурсите, последователността от дейности при използване на средствата и ресурсите, типовете взаимоотношения учител-ученик, мотивационните средства и т.п. Ето по-важните съставляващи в процедурна матрица за проектиране на инициатива, реализираща проектно-ориентирано обучение, в която се визира съвместно разглеждане на тема от два учебни предмета.

(1) Изясняване на елементите от учебното съдържание, необходими за реализиране на проектното задание.

(2) Изготвяне на план-график.

(3) Изясняване на методиката при конструиране на система задачи за проектни задания.

(4) Изготвяне на индикатори за оценка на прогреса.

(5) Изготвяне на формат за представяне на материалите.

След като е определена темата и са отменати точки (1) и (2), последващите действия по точки (3), (4) и (5) предполагат първоначално структуриране и изпълнение на някои самостоятелни дейности по двата предмета. Предполага се, че необходимите аналитични знания по темата вече са изградени в степен, позволяваща да се деконтекстуализират [5]. Обикновено това е правено индуктивно, с преход от конкретни примери към по-обща понятия. Затова при интегрирания подход може да се премине към дедуктивна схема, при която понятията следват донякъде родово-видова йерархия. На този етап е удобно да се конструира и прилага концептуална карта.

Някои предимства на концептуалната карта. Първо ще стесним обхвата на действие на концептуалната карта до приложение в интегрираното обучение. Това ще ни даде възможност да увеличим обема на възлите-понятия, обозначени на фигура 1, до базови методически компоненти, накратко *бази*. Връзките също ще преименуваме на *струи*, с което искаме да подчертаем многокомпонентния характер на отношенията между базите, както и посоката на отношенията (например, може да се разглежда *входяща* струя в база и *изходяща* струя от база). Наследяваме двата типа *директна* и *пресичаща* струя. Преименуването на основните понятия не е проста терминологична подмяна, а дълбоко съдържателна преоценка. Например, база може да бъде отделна теорема, етична категория, исторически фон и т.п. Тогава връзките престават да бъдат прости едностъпкови процедури от типа „дъбът е дърво“, поради което струята е многокомпонентна релация, отразяваща в различна степен и перспектива взаимовръзката между бази в определен образователен контекст.

В такава светлина ще извадим на преден план онези елементи при съставяне и прилагане на концептуална карта, които намираме за потенциално полезни при внедряване на интегрирано обучение. Дизайнът на концептуална карта:

- Онагледява йерархията и отношенията между отделните елементи от дадена тема.
- Улеснява възприемането и запамятането на ключовите елементи (бази и струи), понеже с по-малко символи се постига по-голяма наситеност на информацията.
- Допуска лесното модифициране и реструктуриране във вече конструирани фрагменти на картата.
- Позволява споделянето на идеи, бързото и точното им формализиране, както и коректното отразяване при изготвяне на документация.
- Спомага за изясняване логическата състоятелност на представянето в отделните елементи.
- Позволява по-точно да се оцени сложността на темата, да се определи комплексната ѝ структура, да се декомпозират отделни елементи.

За да се технологизират изброените предимства, в следващата секция ще изясним по-детайлно новата структура от бази-струи на концептуална карта.

Разстояние в концептуална карта при интегриран подход. Образователната цел на конкретна инициатива, реализираща интегрирано обучение, е свързана с изграждането у обучаемите на отделни компоненти от *синтетична компетенция* [6]. Така атрибутите на една струя са свързани с *наблюдавани индикатори* за прогрес по визираните компоненти на синтетичната компетенция.

Например, нека дадена струя се описва чрез спектър от следните индикатори (атрибути на струята): I1 – знания, I2 – умения, I3 – нагласа, I4 – преносимост, I5 – многофункционалност. На индикаторите съ-

ответстват стойности i_k , характеризиращи прехода от едната база към съседната ѝ. За числова характеристика J на струята приемаме *линеаризацията на спектъра от измервателни скали* за наблюдаваните индикатори (евентуално взети със съответни тегла), т.е. $J = \sum_{k=1}^5 i_k$.² Тези стойности заместват стъпките във формулата за индекс на подобност *sim*.

Ние ще модифицираме определението за индекс на подобие, въведен от Гьованакис и колеги, като отчетем структурата на КК от фигура 1. За две произволни бази C' и C'' с общ корен C . Нека δ е номера на нивото, в което се намира C , нека още d' и d'' са сборовете на стойностите J за струите, свързващи C съответно с C' и C'' . Тогава за индекс на подобност приемаме числото

$$s(C', C'') = \frac{\delta'}{\delta + d' + d''}.$$

Сега ще определим *онтологично разстояние в концептуалната карта* като реципрочната стойност на индекса на подобие:

$$D(C', C'') = \frac{1}{s(C', C'')} = \frac{\delta + d' + d''}{\delta}.$$

Ето нашата мотивация да обвържем такова определение в контекста на интегрираното обучение с индекс на подобност, въведен на основата на разработката от Гьованакис и колеги:

- избраният корен е в областта на познание, за което е предназначена КК;
- следва йерархично подреждане на базите, общи за двете предметни области, съставляващи разглежданата тема;
- след последната обща база става разделяне (евентуално в две различни предметни области), където отново йерархично са подредени бази;
- колкото по-далеч са две бази от последната обща, толкова по-малък е индексът;
- колкото по-далеч от избрания корен е последната обща база, толкова по-голям е индексът;
- накрая, колкото по-малко е подобие, толкова по-голямо е разстоянието.

Съображението е, че за отдалеченост (голямо разстояние) се отчитат разликите в някакви специфични детайли (при понятията това са видови различия), докато близост (малко разстояние) отразява прилика във фундаментални постановки (съответно родов белег). Да отбележим, че „надстройването“ на онтологичното дърво „нагоре“ намалява разстоянието, а базите, „слизайки надолу“ се „отдалечават“.

Тегло на концептуална карта. Следваме идеите на Новак и Говин за сложност на концептуална карта, изложени по-горе, като модифицираме алгебричния сбор. Ще формираме характеристиката *тегло на концептуална карта*, като отчитаме нивата, базите и струите със специфични коефициенти, зависещи от структурата на съответната компонента.

Ниво k ще оценяваме с коефициент 2^{k-1} . Мотивация: при бинарно разклоняване всяко ниво удвоява броя на базите в предното ниво. Така ниво 1 ще участва с 1 точка, ниво 3 – с 4 точки. В теглото на КК с m нива влизат $L = 2^m - 1$ точки.

База ще участва с коефициент c_k за включване на вече изучаван материал и коефициент c_n за обема на нов материал. За понятия приемаме в широк смисъл формиращите базовата структура дидактически компоненти, например експериментална работа, заучаване на стихотворение и т.п. Мотивация: в базова единица позоваването на определен брой понятия изисква определен времеви ресурс, като паралелно усложнява синтеза. При това за ново понятие е необходимо технологично време за операционализиране. Затова точките, които базата допринася в теглото, приемаме за $B = c_k + 2c_n$.

Струя ще участва с линеаризацията на спектъра J . Няма да въвеждаме коригиращ коефициент за директна и пресичаща струя, като разликата в сложността ще отчитаме чрез съответните стойности j_k на *индикаторите*.

По този начин определяме тегло W на КК с брой бази p и брой струи q чрез сбора

$$W = L + \sum_{\tau=1}^p B_{\tau} + \sum_{\tau=1}^q J_{\tau}.$$

Теглото е мерило за допустимост на определена дидактическа схема, описана с КК. Ясно е, че при отчитане на стойностите L, B, J се допуска определена взаимозависимост и припокриване. Например, понятията в една база влияят върху индикаторите както на входящата струя, така и на тези на изходящата. Това отчитаме не за недостатък, а по-скоро за съпътстващ белег на интегрираното обучение.

Редактиране на концептуална карта. Когато механично се стиковат два независимо създавани клона (две КК), може да възникне необходимост от редактиране на КК, например, при голямо общо тегло или поява на големи разстояния. Следните операции са възможни:

- добавяне на база;
- премахване на база;
- заменяне на база;
- добавяне на струя;
- премахване на струя;
- добавяне на атрибут в струя;
- премахване на атрибут в струя.

Всяка такава операция си има дидактическа цена. Тя може да е пряко отражение на разстоянието, но може да отчита и фактори, определени от контекста на обучението. Цената може да е в посока печалба (обикновено се свързва с намаляване на теглото или разстоянието) или загуба (увеличаване стойностите на характеристиките).

Примерна технология за приложение на КК. Чрез КК се структурира дидактическият процес: изяснява се йерархията при понятията, а оттам и последователността при въвеждането им; изясняват се връзките, преосмисля се възможността за междупредметни връзки. Ето как виждаме технологията за проектиране на интегрирано обучение, включваща съставяне на концептуална карта:

- екип учители (обикновено от двама предметници и координатор, желателно ИКТ специалист) визира тема за интегрирано разглеждане;
- предметниците самостоятелно осветляват темата откъм своята методика, визираща образователна цел и индикатори за прогрес;
- всеки изготвя предварителен списък от бази, като отчита изучените понятия, изградените знания и умения, а също необходимостта от въвеждане на нови понятия, изграждане на допълнителни умения, формиране на нагласа;
- базите се ранжират в нива, определят се директни струи;
- предметниците разработват независимо един от друг концептуални карти, където в центъра е разглежданата тема;
- екипът съвместно съставя концептуална карта, обединявайки и редактирайки двете КК;
- пресмята се теглото на КК и, ако се налага, се търсят начини за намаляването му;
- при съставянето на КК се отчита разстоянието между базите и, ако е целесъобразно, концептуалната карта се редактира, например чрез пресичащи струи.

Пример. В тази секция ще разгледаме приложение на КК в интегриран подход при разглеждане на тема, която би могла да се озаглави „Ботев – преводач и пропагандист“, но всъщност на учениците беше представена със заглавието „140 години от рождението на Ботев“ в експерименталните часове по математика в 125-о СУ „Проф. Боян Пенев“ – София. Тази тема хвърля допълнителна светлина върху образа на великия българин, но не може да се обхване пълноценно нито по история, нито по литература, доколкото запознаването с многостранните изяви на Христо Ботев не се помещава в тесните рамки на отделен предмет. Фигура 3 ни дава определена представа за различните ипостаси на Ботев.

Дейностите на преводача и пропагандиста не се вписват лесно в един акт, доколкото преводачът има задача да препредава някакъв източник, а мисията на пропагандиста е да убеждава чрез (свои?) идеи. По този начин в представената КК няма място за една малко известна страна от Ботевата дейност: преводът на учебника „Уроци за първите четири аритметически правила“ от Михайлов (детайлно разглеждане на този превод е направено от Пенков и Чобанов в [7]). Тук геният на Ботев успява да синтезира блестящо превод с пропаганда, което ни даде повод да организираме разглеждане на темата, свързвайки я с честването на годишнината от рождението му.



Фигура 3. КК за ипостасите на Ботев

Разглежданата тема не се вписва в КК от фигура 3. Затова прибягваме до редактиране на КК с добавянето на две нови бази: (преводач) в ниво 3 и (математик) в ниво 4. Струи свързват база (Ботев) последователно с двете бази. Тук ще се спрем по-подробно на струята (преводач) → (математик), съкратено (ПМ).

За прехода (ПМ) учениците трябва предварително да разгледат откъса VII от биографията на Ботев от Захари Стоянов³. За индикаторите I1-I5, описани по-горе, приемаме тристепенна скала {0; 1; 2}, съответно следните стойности: $i_1 = 2$ (задълбочени знания по история); $i_2 = 1$ (базови умения по математика); $i_3 = 1$ (умерена синтетична нагласа); $i_4 = 0$ (няма изисквания); $i_5 = 1$ (базови възможности). Тогава за линеаризацията на спектъра получаваме $J = 5$.

Ще пресметнем индексът на подобност и онтологичното разстояние между базите C' (публицист) и C'' (поет), като приемем усреднена стойност $J = 5$ за всички струи. Имаме $d' = d'' = 10$, $\delta = 4$. Сега $S(C', C'') = \frac{4}{4 + 10 + 10} = \frac{1}{6}$ и $D(C', C'') = 6$.

Въвеждането на новите бази позволява по естествен начин да се свържат базите (революционер) и (просветител) посредством пресичащи струи. Това става с минимална дидактическа цена: подготвителна самостоятелна работа на учениците по проучване на текст, едно урочно занятие и проверка на наученото (също така проверка за преносимост и многофункционалност).

Като Приложение в края на статията сме поместили задачата по тази тема, включена в срочния тест.

Заклучителни слова. При организирането на интегрирано обучение движението всъщност е обратно на това, което е следвано при съставянето на КК. При това йерархията може да е принципно различна: понятията може да се въвеждат индуктивно или дедуктивно. В зависимост от спецификата на класа (напреднали и с повишен интерес ученици или напротив) учителят може да избере съответния подход. За учебен клас с хетерогенни характеристики нещата се усложняват: индуктивното въвеждане е по-ефективно при ученици в по-ниско ниво на познавателно развитие (възрастово по-малки или с понижен интерес към предмета), докато учениците с по-високо ниво приемат добре и дедуктивните схеми. Дедуктивното или индуктивното въвеждане на понятие може да задава различна стойност на спектъра, присвоявана на конкретна струя. Това поставя въпроса за въвеждане на *несиметрично разстояние* при обхождането на концептуална карта, т.е. $D(C', C'') \neq D(C'', C')$, като се отчита типа *входяща* струя в база и *изходяща* струя от база. Този въпрос предстои да бъде изследван.

Онтологичната схема от базови методически компоненти, която предлагаме, може да се счита за надграждане на класическата схема за родово-видово определение, дадена от Аристотел. Тази схема става значително усложнена при внасяне на хипервръзки, които може да се изграждат при интегрирано разглеждане на дадена тема. Предложената тук количествена характеристика дава възможност за априорна оценка на дидактическата цена, която следва да се плати за интегрираното разглеждане на конкретна тема. Следва да отбележим, че характеристиката тегло не абсолютизира сложността на дадена образователна тема, представена в интегриран подход. Тя (сложността) е обусловена в значителна степен от обра-

зователния контекст. При изявени ученици с нагласа за определен тип интелектуална работа пресметнатото тегло може да не отразява адекватно степента на сложност на темата, ако априорно са отчитани показатели на ученици с по-ниски възможности.

Приложение. Задача 10 от срочния тест. **Христо Ботев е авторът на следната задача:**

Асен и Петър освободиха България от игото на гърците в 1190 г. След 206 години България падна под властта на турците. В коя година отечеството ни изгуби своята свобода?

Напишете годините, в които българските царства падат под турско робство, и имената на съответните българските владетели, при които това се случва.

Търновско царство: годинацар

Видинско царство: година..... цар

Кое царство има предвид Ботев в задачата?

Отговори. Търновско царство: година 1393 Цар Иван Шишман. Видинско царство: година 1396 Цар Иван Срацимир. Ботев има предвид Видинското царство.

References:

1. Lazarov B. Topic-oriented Upgrade of Subject-oriented Educational System. In Tarasenkova, N. (Eds). Current Status and Prospects of Mathematical Education: Monograph. In L. Kyba (A. Ed.). Budapest, Hungary: SCASPEE. (2018) 37-53
2. Giouvanakis, T., Evaggelos, K., Mpakavos, A. & Samaras, H. (2016) Creative thinking through concept mapping. International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education, Volume 7, Issue 1. pp 2705-2711
3. Novak, J. & Govin, D. Learning how to learn. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1984.
4. Kitano, M., Montgomery, D., Vantassel-Baska, J. & Johnsen, S. (2008) Using the National Gifted Standards for PreK-12 Professional Development. NAGC&CEC-TAG. Corwin Press, Thousand Oaks, California.) p 124
5. Lazarov, B. Dekontekstualizatsia. Matematika i matematicheskoto obrazovanie, Dokladi na Chetirideset i treta proletna konferentsia na Sayuza na matematitsite v Bulgaria, Borovets, 2-6 april, 2014, pp 67-77.
6. Lazarov, B. Developing Synthetic Competence along Individual Educational Trajectory. The Korean Society of Mathematical Education. Proceedings of the International Conf. on Math. Edu. on Creativity & Giftedness (August 9–10, 2013), pp 251-262.
7. Penkov, B. & Chobanov, I. Botevite „Urotsi za parvite chetiri aritmeticheski pravila“. Fiziko-matematicheskoto spisanie., 1958, №1, pp 61-67.

(Endnotes)

1. Republic of Bulgaria. *Zakon za Preducilistnoto i Ucilistnoto Obrazovanie (The law about the pre-school education and the school education)*. Darzhaven Vestnik, No 79, 13.10.2015, part 2, catch 38 (7), p 9. (in Bulgarian)
2. При линеаризацията следва да се отчита еднопосочност на отделните скали, т.е. „слабо“ във всяка скала да се оценява с малък коефициент, „силно“ – с голям. На това ни беше обърнато внимание от доц. Стоян Порязов.
3. Откъсът от биографията на Ботев от Захари Стоянов, разглеждан в примера, може да се намери на адреса: <http://www.slovo.bg/showwork.php3?AuID=149&WorkID=3878&Level=3>