

## АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ОНТОЛОГИЙ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ С ПРОЦЕДУРОЙ ИХ ОПТИМИЗАЦИИ

Артемова Галина Олеговна, Гусарова Наталия Федоровна, Коцюба Игорь Юрьевич

### Аннотация

Рассматривается алгоритм разработки онтологии в сфере образования на основании промежуточных моделей — интеллект-карт и концептуальных карт. Для автоматизированной оптимизации концептуальных карт предлагается использовать метрики, в том числе, субъективные метрики исследования топологии графа.

**Ключевые слова:** образование, концептуальные карты, онтологии, метрики графа.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Онтология предметной области известна как средство, хорошо зарекомендовавшее себя в качестве метода построения баз знаний при создании интеллектуальных систем. Большое количество проводимых исследований связано с проблемами построения онтологий в сфере образования, в том числе, онтологий управления процессами образовательных учреждений [1], онтологий учебного процесса [2], учебного плана [3], обучающих систем [2] и т. д. Отдельное внимание в целом ряде работ [2, 4–6] отводится использованию онтологий для поддержки решения проблем разработки индивидуальных маршрутов обучения. В работах [5, 6] отмечается, что необходимо автоматизированным образом динамически проектировать учебные траектории учащегося с учетом его предпочтений, нужд и возможностей, однако обучающиеся, как правило, не способны сами проектировать образовательный маршрут из-за небольшого педагогического опыта, поэтому целесообразно привлекать экспертов по упорядочиванию контента учебного плана. Для представления абстрактных точек зрения на упорядочивание контента учебного плана и материалов учебных курсов используется онтология. В статье [5] отмечается, что исследователи используют онтологии и метаданные учебных тем, чтобы вычислить наилучшую траекторию по учебному материалу. В работе проектируется онтология компетенций, а также словарь связности компетенций. Онтология содержит набор компетенций, которые раскладываются по субкомпетенциям, а те по своим субкомпетенциям более низкого уровня (5 уровней разложения в глубину). Описано, что существует перечень компетенций, описывающий текущее состояние знаний обучающегося, а также перечень компетенций, которые обучающийся хочет у себя сформировать. В работе [7] рассматривается онтология в системе управления знаниями вуза. Отмечается, что разработка цельной структуры знаний дает возможность приступить к построению онтологии вуза, сводящей воедино онтологии всех дисциплин, подготовка по которым ведется

в вузе. В таком случае онтология может создаваться учащимися и преподавателями в течение учебного процесса. В ходе наполнения онтологии данными будет формироваться множество междисциплинарных связей, в итоге давая возможность «организации индивидуальных обучающих траекторий учащихся» [7]. Таким образом, обзор показал, что онтологические модели находят широкое применение в области образования, как в России, так и за рубежом, в том числе, в вопросах разработки образовательных траекторий студентов, систем управления знаниями вуза и т. д. с учетом мнений различных экспертов. Специфическими особенностями онтологий в сфере образования является использование сетевых моделей, иерархий понятий и нескольких уровней разложения понятий в глубину. В рассмотренных работах не уделяется должного внимания инструментам поддержки разработки данных моделей (промежуточным моделям онтологий и метрикам их оценки), которые могут значительно облегчить процесс онтологического инжиниринга, что представляет собой актуальную задачу для проведения исследований.

## **2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ КАРТ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ ОНТОЛОГИЙ**

Разработка онтологии представляет собой сложный трудоёмкий процесс, для облегчения которого могут быть использованы различные промежуточные модели и метрики оценки онтологий до этапа их использования. Большое внимание при разработке онтологий уделяется проблемам визуализации. В работах [8, 9] рассмотрены основные визуальные модели и методы в вопросах разработки онтологий и подобных структур. Одним из перспективных методов такого типа являются интеллект-карты и концептуальные карты, широко используемые в настоящее время для визуализации онтологий на стадии дизайна [10], при обсуждении структуры онтологии [11]. Интеллект-карты, предложенные психологом Т. Бьюзенем, широко используются в различных областях жизнедеятельности человека как средство визуализации, структурирования, классификации идей, для помощи в обучении, решении проблем, принятии решений [11]. При разработке онтологии больше возможностей для формализации дает другая промежуточная модель – концептуальные карты [9]. В работе [12] отмечается, что концептуальные карты могут быть использованы как первый шаг для построения онтологий, являясь средствами выражения для эксперта и помогая ему детализировать структуру знаний. Реализации обучающей системы на основе концептуальных карт посвящена также работа [13]. В ней отмечается, что концептуальные карты могут сократить познавательную нагрузку и упростить содержательное обучение. В работе [14] производится сравнение интеллект-карт и концептуальных карт. Отмечается, что они имеют сходство, ввиду представления иерархического «скелета» рассматриваемой темы и системы ее понятий. Характерным отличием между данными моделями является отсутствие на интеллект-картах названий типов отношений, присутствующих на концептуальных картах. Таким образом, только концептуальные карты дают возможность представить связи между понятиями, что приводит к углубленной концептуализации и является определенной сложностью их разработки.

## **3. ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОНТОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ МЕТРИК**

В ряде работ проведен обзор существующих подходов к оценке качества онтологий. Поскольку существует множество вариантов выбора основания для классификации, могут быть предложены различные классификации методик оценки качества онтологий.

В таблице 1 представлен обзор работ, посвященных оценке качества онтологий, с выделением характеристик качества онтологий.

Таблица 1

Источник	Характеристики качества
[15]	соответствие структуры, надежности, функциональности, производительная эффективность; переносимость, совместимость, пригодность для обслуживания; удобство использования
[16]	синтаксические, семантические, прагматические, социальные метрики
[17]	авторизация, инкапсуляция, возможность многократного использования, масштабируемость, сцепление и т. д.
[18]	метрики схемы и всей базы знаний онтологии: полнота классов, атрибутов, наследований, отношений
[19]	функциональные, структурные, меры юзабилити
[20]	в работе выделяется не только ряд целей существующих подходов к оценке качества онтологий, таких как: – полнота и точность словаря рассматриваемой области; – адекватность структуры с точки зрения таксономии, отношений; – производительность при реализации в приложениях; – выбор лучшей онтологии из набора имеющихся; – воспринимаемость с когнитивной точки зрения (рассмотрено в работах Гавриловой), но и варианты оценки онтологий на различных стадиях разработки и использования онтологий, классификация данных методов по степени автоматизации, объектам для анализа и средствам для определения качества и зрелости онтологий.

В настоящей статье рассматривается метод оценки концептуальных карт как промежуточных моделей разработки онтологий в сфере образования, который, в соответствии с существующими классификациями, можно трактовать следующим образом.

- *Цель:* воспринимаемость, производительность при реализации в приложениях.
- *Объект анализа:* структура промежуточных моделей разработки онтологий — концептуальных карт.
- *Средство анализа:* анализ топологии графа онтологии.
- *Степень автоматизации:* полуавтоматический (после автоматически вычисляемых значений метрик на этапе оптимизации промежуточных моделей эксперт завершает анализ самостоятельно).
- *Стадия применения:* разработка и прототипирование, тестирование перед выпуском и внедрением онтологии.

#### 4. МЕТОД

Концептуальные карты являются промежуточной моделью разработки онтологии, поэтому их автоматизированная оптимизация позволит значительно сократить процесс онтологического инжиниринга, сократить время эксперта по их разработке, а именно:

- метрики вычисляются автоматически;
- в случае получения характерных значений метрик срабатывают триггеры, указывающие на проблемные места при разработке концептуальных карт с рекомендациями для эксперта по их улучшению.

Отметим, что ряд метрик оценки онтологий может быть использован для анализа концептуальных карт. Поскольку данные промежуточные модели имеют графовую структуру и являются визуальными моделями работы со знаниями, к ним применимы метрики исследования топологии графа и субъективные метрики когнитивной эргономичности [20], однако учет специфики концептуальных карт требует проведения содержательного анализа с выявлением перечня подходящих метрик для данных моделей. Основными характеристиками концептуальных карт как графовых структур являются следующие [21]:

- включают отношения между концептами;
- на этапе разработки требуют глубинного анализа структурных взаимодействий между определенными понятиями предметной области.

Также следует отметить, что в определенных случаях концептуальная карта может принимать вид дерева.

Содержательный анализ специфики концептуальных карт показал, что на этапе их оптимизации может быть использован следующий набор метрик:

- Метрики глубины, диаметра, высоты, высоты концепта (яруса), ширины графа, (в том числе, абсолютные, средние, максимальные). В случае, когда концептуальные карты принимают вид дерева, для них могут быть также рекомендуемы метрики для интеллект-карт, в которых количество дочерних понятий не должно превышать  $7 \pm 2$ ; глубина ветви не должна превышать  $7 \pm 2$ .
- Метрики анализа деревьев, то есть метрики идеальной сбалансированности и сбалансированности по АВЛ дерева. Данные метрики могут быть применены в случае, когда концептуальная карта представляет собой дерево.
- Метрики полустепени захода и исхода, то есть если концептуальная карта принимает вид дерева, в каждый концепт, кроме центрального, входит только одно ребро, значимой является метрика полустепени исхода. В концептуальных картах, не представляющих собой дерево, полустепени захода и исхода могут принимать различные значения.
- Метрика циклов (необходима для определения, является ли концептуальная карта деревом или нет, наличие циклов также мешает восприятию [20]); определяется путем вычисления количества циклов в графе, количества вершин, входящих в циклы, делённого на количество вершин графа.
- Метрика измерения ветвистости графа (позволяет оценить «распределение» вершин графа, у которых есть листья и нелистовые ноды среди детей: вычисляется число вершин, у которых среди детей присутствуют и листья, и внутренние вершины, делённое на общее число вершин, у которых есть дети-листья, минимальное число детей-листьев у предпоследней вершины).
- Рёберная плотность, характеризующая близость графа к полносвязному графу (клик) [7]. Данная метрика позволит автоматически выявлять ошибки при построении концептуальной карты эксперта, поскольку клика не является характерной ситуацией при обозначении концептов-«родителей» и «детей».

- Метрики разнообразия количества связей – поскольку наличие разных типов отношений между концептами является одним из свойств концептуальной карты по определению; определяется путем вычисления количества типов связей в графе и отношения этого значения к количеству вершин.
- Метрика запутанности графа, включающая анализ отношения количества вершин с множественным наследованием к количеству всех вершин графа и анализ среднего количества родительских вершин у вершины графа — также применима для оценки концептуальной карты ввиду наличия у нее данных характеристик.
- Решение проблемы глубинного анализа структурных взаимодействий между понятиями может быть поддержано использованием методов анализа связности графовых структур; в отличие от традиционных исследований связности графа, метод q-анализа [22, 23]] позволяет судить о связности системы более глубоко, устанавливая наличие взаимовлияния симплексов системы через связи между ними; при использовании q-анализа связности системы выявляются симплексы, более всего влияющие на процессы в системе, а также вершины, которые рациональнее выбирать в качестве управляющих; появляется возможность проследить влияние различных локальных изменений на остальные элементы системы и на структуру системы в целом путем вычисления эксцентриситета (ecc).
- и т. д.

Сводная таблица метрик промежуточных моделей концептуальных карт, принимающих вид дерева или нет, представлена ниже (табл. 2).

**Таблица 2.** Перечень метрик для автоматизированной оптимизации промежуточных моделей концептуальных карт при разработке онтологий

	<b>Промежуточная модель</b>	<b>Концептуальная карта (дерево)</b>	<b>Концептуальная карта (не дерево)</b>
	<b>Метрика</b>		
1	Глубина графа (абсолютная, средняя, максимальная)	+	+
2	Диаметр графа	+	+
3	Высота графа	+	+
4	Высота концепта (ярус)	+	+
5	Ширина графа (абсолютная, средняя, максимальная)	+	+
6	Сбалансированность дерева	+	–
7	Идеальная сбалансированность дерева	+	–
8	Полустепень захода	–	+
9	Полустепень исхода	+	+
10	Метрика циклов	+	+
11	Метрика измерения ветвистости графа	+	+
12	Рёберная плотность	+	+
13	Метрики разнообразия количества связей	+	+
14	Метрика запутанности графа	+	+
15	Симплициальный q-анализ связности графа	–	+

## 5. АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ОНТОЛОГИИ

В работах [9, 14] обращается внимание на некоторые алгоритмы построения интеллект-карт и концептуальных карт. Как отмечается в [9], интеллект-карты в основном используются на начальном этапе инженерии знаний с целью наглядного и быстрого представления знаний эксперта. Отмечается, что интеллект-карты могут применяться для объяснения идеи «срезов знаний» — множеств связей и относящихся к ним концептов онтологии, применяемой для упрощения процесса ее составления. Разделение онтологической схемы на подобные «срезы знаний» дает пользователю возможность обсуждать определенные вопросы с разных смысловых точек зрения. В статье [9] отмечается связь между построением интеллект-карт и концептуальных карт при построении онтологий. Постулируется также то, что данный алгоритм может быть использован в разных задачах построения онтологий, когда эксперт предметной области работает с абстрактными понятиями. Однако в статье не уделяется внимания пошаговому алгоритму построения интеллект-карт. В статье [14] обращается внимание на то, что для построения интеллект-карты может быть использован модифицированный пятишаговый алгоритм визуального построения онтологий как модели, концептуально описывающей предметную область, однако не рассмотрены алгоритмы перехода от построения интеллект-карты к концептуальной карте при дальнейшей работе по разработке онтологии. Кроме того, в данных работах уделяется внимание непосредственной работе эксперта по оптимизации промежуточных моделей, а методы их автоматизированной оптимизации не обсуждаются. На основании алгоритмов, предложенных в рассмотренных выше работах, а также рассмотренных метрик автоматизированной оптимизации концептуальных карт, предлагаем алгоритм поддержки разработки онтологии (рис. 1), в который на этапе работы с концептуальной картой включен шаг «Оптимизация с использованием метрик». Этап «Оптимизация с использованием метрик» включает в себя анализ концептуальных карт с использованием метрик, рассмотренных в табл. 2. Для подробного рассмотрения данного этапа алгоритма (рис. 1) были проанализированы 2 существующие концептуальные карты из сферы образования — концептуальная карта «E-learning» [24], представляющая собой дерево, и концептуальная карта «Фотосинтез» [25], не принимающая вид дерева. Результаты вычислений предложенных метрик представлены ниже (табл. 3, табл. 4).

**Таблица 3.** Значения расчета метрик для концептуальной карты-дерева

Номер метрики	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Значение	146 3,24 5	9	6	1-6	67 11,18 36	Нет	Нет	-	0-6	0	0,35 1	0,03	21 0,31	0 1	есс: ∞

**Таблица 4.** Значения расчета метрик для концептуальной карты (не дерево)

Номер метрики	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Значение	14 4,67 5	5	6	1-6	17 2,83 5	-	-	0-2	0-3	1 0,24	0 1	0,17	14 0,83	0,29 1,24	есс: 0-2 ∞

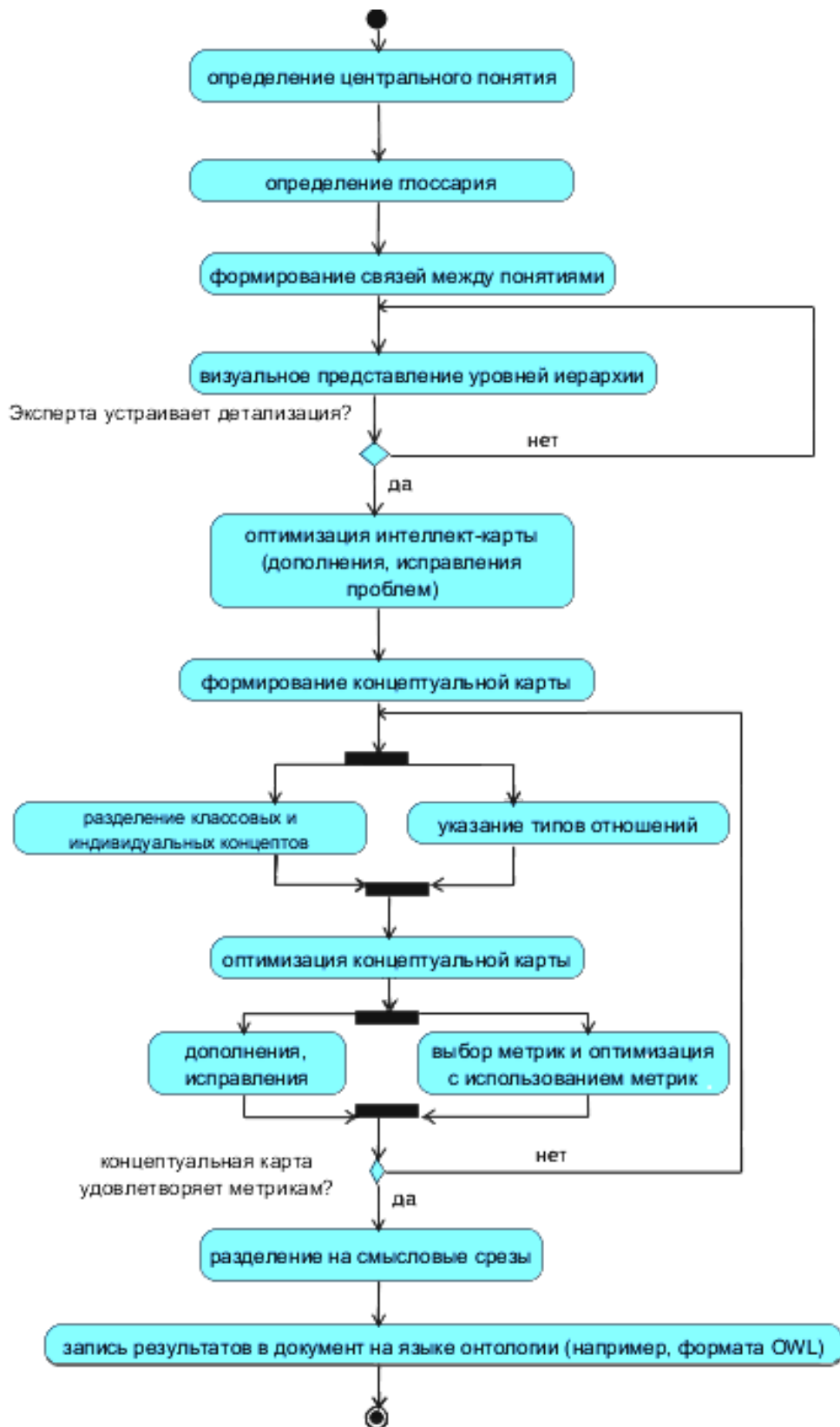


Рис. 1. Алгоритм разработки онтологии на основе промежуточных моделей



В таблице 5 представлен перечень метрик с использованием шкалы приоритетов, значения которых в рассматриваемых примерах позволяют сравнить концептуальные карты рис. 2 и рис 3 . Знак «>» обозначает больший приоритет, «<» — меньший приоритет, «=» — равный приоритет.

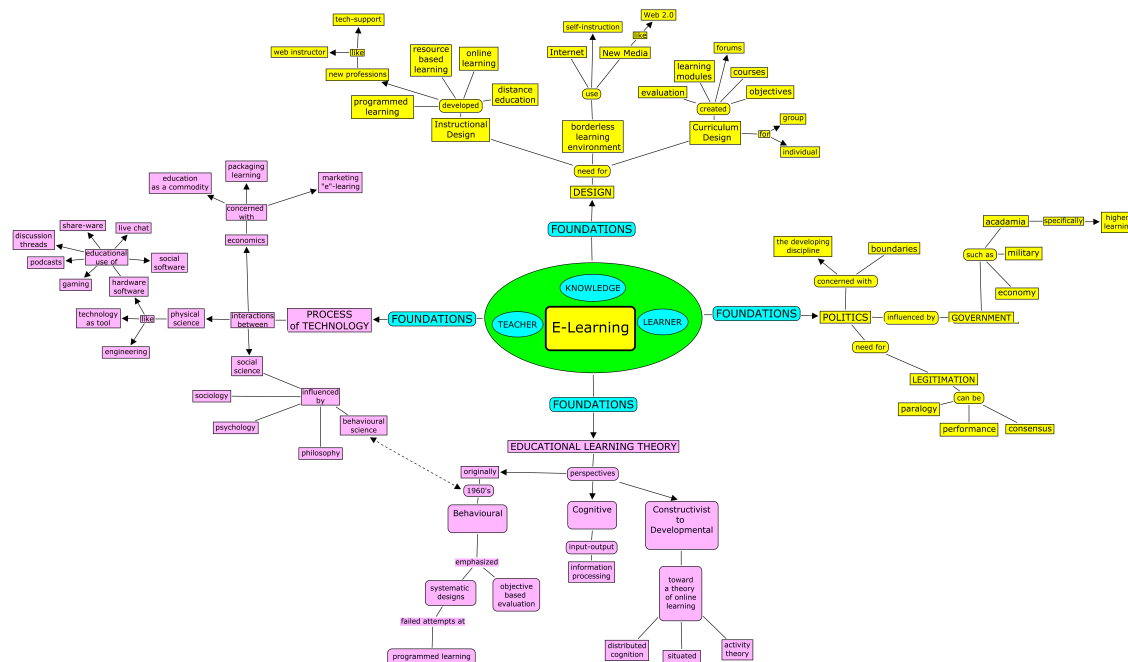


Рис. 2. Концептуальная карта “E-learning” (дерево)

Таблица 5. Шкала приоритетов для метрик концептуальных карт на рис. 2 и рис. 3

Метрика	Концептуальная карта рис. 2	Концептуальная карта рис. 3
Средняя глубина графа	>	<
Метрика циклов	>	<
Метрика разнообразия количества связей (количества типов связей в графе по отношению к количеству вершин)	>	<
Метрика запутанности графа	>	<
Абсолютная глубина графа	<	>
Диаметр графа	<	>
Ширина графа (абсолютная, средняя, максимальная)	<	>
Метрика ветвистости	<	>
Метрика разнообразия количества связей (количество типов связей)	<	>
Максимальная глубина графа		=
Высота графа		=
Высота концепта (ярус)		=
Метрика исхода		=
Рёберная плотность		=



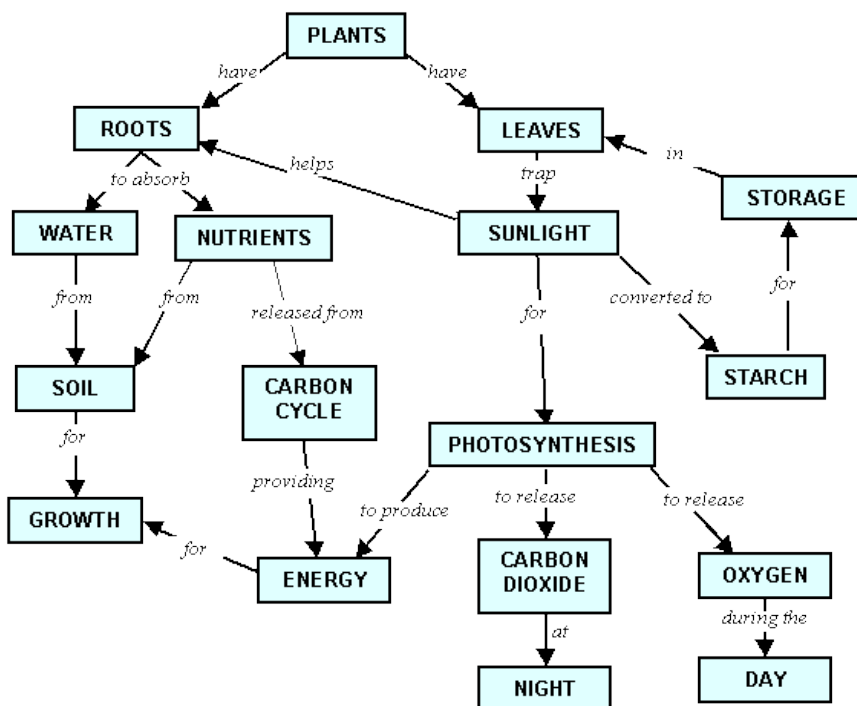


Рис. 3. Концептуальная карта “Фотосинтез” (не дерева)

В табл. 6 представлена интерпретация значений из табл. 2 по метрикам, специфичным для концептуальных карт в виде дерева и не в виде дерева.

Таблица 6. Интерпретация полученных значений из табл. 2, специфичных для концептуальных карт в виде дерева и не в виде дерева

Концептуальная карта рис. 2	Концептуальная карта рис. 3	
Метрика сбалансированности	Метрика идеальной сбалансированности	Метрика захода
Модель несбалансированная	Модель не идеально сбалансированная	Среднее значение полустепени захода попадает в интервал [0, 1], что удовлетворяет требованиям когнитивной эргономики (соответствует одной из метрик запутанности графа [20])

На основании полученных расчетов можно дать рекомендации по автоматизированной оптимизации рассматриваемых концептуальных карт, а именно:

- удалять вершины концептуальной карты, если их количество чрезмерно увеличивается, облегчая восприятие;
- удалять/добавлять вершины концептуальной карты в виде дерева, что будет способствовать лучшей сбалансированности концептуальной карты;
- удалять/добавлять связи на концептуальной карте не в виде дерева, что будет влиять на связность симплексов графа в комплексе.

Таким образом, в данной статье обосновано использование метрик для автоматизированной оптимизации концептуальных карт при разработке онтологий в сфере обра-

зования, а также обосновано место этапа выбора и оптимизации в общем алгоритме разработки онтологии на основе данных промежуточных моделей.

### Список литературы

1. *Шахгельдян К.И.* Теоретические принципы и методы повышения эффективности автоматизации образовательных учреждений на основе онтологического подхода: автореф. дис. ... доктора техн. наук. Москва, 2009.
2. *Лантев В.В.* Модель предметной области и оценка ее сложности в обучающей системе по программированию // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 2. С. 35–44.
3. *Фотеева В.Н.* Онтология учебного плана как основа АИС проектирования образовательных программ // Инженерия знаний и технологии семантического веба. 2010. № 1. С. 64–68.
4. *Норенков И.П., Соколов Н.К.* Синтез индивидуальных маршрутов обучения в онтологических обучающих системах // Информационные технологии, 2009. № 3. С. 74–77.
5. *Kontopoulou, E., Vrakas, D., Kokkoras, F., Bassiliades, N., Vlahavas, I.* 2008. An ontology-based planning system for e-course generation // Expert Systems and Applications, 2008. № 35. P. 398–406.
6. *Yu-Liang Chi.* Ontology-based curriculum content sequencing system with semantic rules // Expert Systems with Applications, 2009. № 36. P. 7838–7847.
7. *Карпенко А.П.* Меры важности концептов в семантической сети онтологической базы знаний. Наука и образование: электронное научно-техническое издание. 2010. № 7. С. 1–12.
8. *Гаврилова Т.А., Гулякина Н.А.* Визуальные методы работы со знаниями: попытка обзора // Искусственный интеллект и принятие решений. 2008. № 1. С. 15–21.
9. *Муромцев Д.И., Баландин Е.А., Катков Ю.В., Починок И.Н.* Опыт использования онтологий верхнего уровня при проектировании базы знаний музея оптических технологий // Материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием «Знания—Онтология—Теория» (ЗОНТ-09) 2009. Т. 1. С. 165–172.
10. *Gavrilova T., Gladkova M.* Big data structuring: the role of visual models and ontologies // Procedia Computer Science, 2014. № 31. P. 336–343.
11. *Roussey, C. and Pinet, F. and Ah Kang, M. and Corcho, Oscar* (2011). An Introduction to Ontologies and Ontology Engineering. In: «Ontologies in Urban Development Projects». Springer-Verlag.
12. *Starr, R.R., Oliveira, J.M.P.* 2013. Concept maps as the first step in an ontology construction method // Information Systems, 2013. № 5. P. 771–783.
13. *Kuo-Kuang, Chu, Chien-I, Lee, Rong-Shi, Tsai.* Ontology technology to assist learners' navigation in the concept map learning system // Expert Systems and Applications, 2011. № 9. P. 11293–11299.
14. *Гаврилова Т.А., Лещева И.А., Страхович Э.В.* Об использовании визуальных концептуальных моделей в преподавании // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 8: Менеджмент. 2011. № 4. С. 124–150.
15. *Duque-Ramos, A., Fernandez-Breis, J.T., Iniesta, M., Dumontier, M., Aranguren, M.E., Schulz, S., Aussenac-Gilles, N., Stevens, R.* 2013. Evaluation of the OQuaRE framework for ontology quality // Expert Systems with Applications, 2013. № 40. P. 2696–2703.
16. *Burton-Jones, A., Storey, V., Sugumaran, V., Ahluwalia, P.* A semiotic metrics suite for assessing the quality of ontologies // Data & Knowledge Engineering, 2005. Vol. 55. № 1. P. 84–102.
17. *Wang, Y., Bao, J., Haase, P. and Qi, G.* Evaluating formalisms for modular ontologies in distributed information systems. Lecture Notes in Computer Science, 2007.
18. *Tartir, S., Arpinar, I., Moore, M., Sheth, A., Aleman-Meza, B.* OntoQA: metric-based ontology quality analysis. In: Proceedings of the Workshop on Knowledge Acquisition from Distributed, Autonomous, Semantically Heterogeneous Data and Knowledge Sources (KADASH), Citeseer, 2006.
19. *Gangemi, A., Catenacci, C., Ciaramita, M., Lehmann, J.* Modelling ontology evaluation and validation // Proceedings of the 3rd European conference on The Semantic Web: research and applications, June 11–14, 2006, Budva, Montenegro.
20. *Гаврилова Т.А., Горовой В.А., Болотникова Е.С.* Субъективные методы оценки онтологий // Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Знания — Онтология — Теория (ЗОНТ-09), 2009. С. 178–187.
21. *Гаврилова Т.А., Лещева И.А., Кудрявцев Д.В.* Использование моделей инженерии знаний для подготовки специалистов в области информационных технологий // Системное программирование, 2012. Т. 7. № 1. С. 90–105.

22. Кастри Дж. Большие системы. Связность, сложность, катастрофы/ Дж. Кастри. М.: Мир, 1982.
23. Горелова Г.В., Мельник Э.В. О возможности анализа и синтеза структур отказоустойчивых распределенных информационно-управляющих систем, основанных на когнитивном подходе // Искусственный интеллект, 2008. С. 638–644.
24. ETEC 511: mapping foundations of ed-tech and e-learning. [Электронный ресурс]: <https://erinbgillespie.wordpress.com/theme/plants/etec-511-mapping-foundations-of-e-learning/> (дата обращения 15.04.2015).
25. Kinchin, I.M. 1998. Constructivism in the classroom: mapping your way through. In Proceedings of the British educational research association annual research student conference The Queen's University of Belfast, August 26th–27th 1998. [Электронный ресурс]: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000000811.htm> (дата обращения 15.04.2015).

## ALGORITHMIZATION OF EDUCATIONAL ONTOLOGY' DEVELOPMENT BASED ON INTERMEDIATE MODELS WITH OPTIMIZATION

Artemova G. O., Gusarova N. F., Kotciuba I. Yu.

### Abstract

This article is about an algorithm of educational ontology's development based on intermediate models — mind maps and concept maps. It is offered to use different metrics such as subjective metrics and graph topology's metrics for automated optimization of concept maps.

**Keywords:** *education, concept maps, ontology, graph metrics*.

**Артемова Галина Олеговна,**  
кандидат технических наук, доцент  
кафедры информационных систем  
Университета ИТМО,  
[glaya@inbox.ru](mailto:glaya@inbox.ru)

**Гусарова Наталия Федоровна,**  
кандидат технических наук, старший  
научный сотрудник, доцент кафедры  
интеллектуальных технологий в  
гуманитарной сфере Университета ИТМО,  
[natfed@list.ru](mailto:natfed@list.ru)

**Коцюба Игорь Юрьевич,**  
аспирант кафедры интеллектуальных  
технологий в гуманитарной сфере  
Университета ИТМО, ассистент кафедры  
интеллектуальных технологий в  
гуманитарной сфере, преподаватель  
факультета среднего профессионального  
образования Университета ИТМО,  
[igor.kotciuba@gmail.com](mailto:igor.kotciuba@gmail.com)

© Наши авторы, 2015.  
Our authors, 2015.