

А. В. Капуза, Ю. А. Тюменева

**Придавая смысл:
психологические теории для интерпретации концептуальных карт¹**

A. V. Kapuza, Yu. A. Tyumeneva

**Making Sense:
Psychological Theories for Concept Map Interpretation²**

Один из способов репрезентировать структуру понятий учащихся — метод концептуальных карт. Их анализ эффективно осуществляется с помощью сетевых теорий, но для содержательной психологической интерпретации возможности математики ожидаемо ограничены. В то же время психологические теории развития понятий позволяют задать осмысленные направления для математического анализа концептуальных карт и содержательно интерпретировать результаты такого анализа. В статье демонстрируются возможные способы интерпретации результатов сетевого анализа в терминах теории Л. С. Выготского.

Ключевые слова: структура знаний, концептуальные карты, сетевой анализ.

Вопрос о том, какова понятийная организация представлений человека, широко обсуждается с середины XX в. В когнитивной психологии можно выделить несколько подходов к описанию организации понятий и ее изменению в связи с обучением или приобретением нового опыта. Во-первых, это теории структурной организации понятий, например гипотеза двойного кодирования А. Пайвио или концептуально-пропозициональная гипотеза кодирования Дж. Андерсона и Г. Бауэра. Основное внимание здесь уделяется классификации ментальных репрезентаций (вербальных (семантических), образных (иколических) и др.) и объяснению закономерностей долговременного хранения информации и ее воспроизведения. Для понимания изменения структуры знаний более полезной оказывается другая группа теорий — о формировании семантических схем и сетей (например, теории А. Коллинза и М. Квиллиана; Э. Рош; П. Линдсея и Д. Нормана). Они указывают на то, что между понятиями могут устанавливаться иерархические отношения (родовые и видовые понятия), так что понятия с большим объемом, или родовые понятия («собака»), включают в себя понятия меньшего объема, или видовые понятия («болонка»), но при этом первые имеют и меньше содержательных признаков, чем видовые. Многие родовые понятия («собака») могут, в свою очередь, выступать как видовые по отношению к еще более объемным и более общим

¹ Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

² The article was prepared within the framework of the HSE University Basic Research Program.

понятиям («млекопитающее»). Существуют предпочтительные уровни обобщения (прототипы по Э. Рош); обычно это понятия, которые, будучи довольно абстрактными, все еще сохраняют много детальных признаков объектов и позволяют использовать образные репрезентации (например, «собака» является более предпочтительным уровнем обобщения, чем специфическое («болонка») или слишком общее понятие («млекопитающее»)).

Понятия и иерархии понятий можно представить как семантические сети, в узлах которых располагаются сами понятия, а связи между ними — это логические, ассоциативные, иерархические и любые другие отношения.

Надо отметить, что вопрос об изменении структуры понятий во время систематического обучения оказался вне поля зрения теорий семантических сетей. Хотя, казалось бы, и сами понятия, и иерархические отношения между ними формируются (во всяком случае, целенаправленно) именно в обучении, вопрос формирования понятий целиком лежит в сфере интересов психологии развития и обучения. В англоязычной литературе прежде всего выделяются работы, касающиеся так называемых концептуальных изменений (conceptual change [15; 16]), перестройки представлений в процессе обучения. Концептуальные изменения описываются как происходящие на нескольких уровнях, хотя разные авторы используют альтернативные термины для описания схожих изменений. Чаще всего говорится о двух типах концептуальных изменений: слабой перестройке знаний, то есть ассимиляции или концептуальном поглощении (приращении, захвате, conceptual capture), и сильной/радикальной перестройке знаний, то есть концептуальной замене (концептуальном обмене, conceptual change) (для обзора см.: [6]).

Такое разделение, очевидно, вдохновляется взглядами Пиаже на развитие мышления как постоянный процесс взаимной адаптации входящей информации и существующих когнитивных схем. Напомним, что Пиаже [2] выделял процессы ассимиляции и аккомодации, где первые связаны с выстраиванием новой информации для встраивания ее в имеющуюся когнитивную схему, а вторые — с перестройкой самой схемы, чтобы приспособить ее усвоению для новой информации. Эти процессы, по Пиаже, действуют всегда совместно, позволяя достигать сбалансированной непротиворечивой интерпретации происходящего в окружающем мире.

Хотя теоретическое разделение этих процессов в ходе развития когнитивных структур оказалось исключительно полезно для понимания возрастных особенностей мышления, все же этого теоретического фундамента недостаточно для понимания изменений структуры знаний в связи с обучением. Действительно, для Пиаже было принципиально важно отделить процессы развития понятий от влияния специального обучения. Вся суть его метода определялась необходимостью изолировать спонтанное развитие, освободить его ото всех возможных следов

целенаправленного систематического обучения (например, ребенка намеренно спрашивали о явлениях, которые в силу их объективной сложности были в принципе недоступны детскому пониманию). Таким методом Пиаже в принципе не мог исследовать развитие иных понятий, кроме как «спонтанных», эксплицитно отделяя их от неспонтанно формирующихся понятий. Водоразделом между ними Пиаже полагал их осознанность. Спонтанное понятие с необходимостью должно быть неосознанным, так как при его использовании внимание говорящего направлено на объект, к которому понятие относится, а не на само понятие как мысленное действие, форму, схватывающую объект. Отсюда спонтанные понятия — это понятия, приходящие к ребенку вне систематического обучения, из спонтанного опыта использования речи. Однако, ограничив свой интерес развитием спонтанных понятий, Пиаже тем самым исключил из рассмотрения развитие «осознанных» понятий, формирование которых возможно только в систематическом (например, школьном) обучении.

Выготский, разделяя позицию Пиаже в отношении необходимости различать спонтанные (житейские) и неспонтанные (научные) понятия, предлагает для исследования генезиса научных понятий альтернативный метод, не вырывающий их из системы связей со всеми остальными понятиями. Необходимость изучения понятий в системе других понятий Выготский усматривает в том, что научное понятие всегда существует как некоторое обобщение и, следовательно, только и может быть освоено в отношении с другими понятиями: «...обобщение, в свою очередь, не означает ничего иного, кроме образования высшего понятия, в систему обобщения которого включено данное понятие как частный случай. Но если за данным понятием возникает высшее понятие, оно необходимо предполагает наличие не одного, а ряда соподчиненных понятий, к которым данное понятие стоит в отношениях, определенных системой высшего понятия, — без этого высшего понятия не было бы высшим по отношению к данному» [1, с. 206].

Житейские понятия, даже если сформулированы как обобщенные, существуют в ментальном плане и используются как единичные, конкретные. Например, «понятие “цветок”, которое ребенок спонтанно формирует раньше, чем, например, “роза”, используется им в значении единичного понятия; и даже после возникновения понятия “роза” “цветок” остается рядом с понятием “роза”, но не над ним. Оно не включает более частное понятие в себя... а заменяет его» [там же, с. 207]. Только когда понятие «цветок» превращается в обобщенную таксономическую категорию, тогда возникает соподчиненная структура, система. Таким образом, житейские понятия не являются частью целостной системы, в то время как научные понятия (то есть те, которые формируются целенаправленно) представляются учащемуся и усваиваются сразу как часть системы отношений.

Гипотеза Выготского заключается в том, что ход развития структуры научных понятий противоположен житейским. Житейские поня-

тия возникают как конкретные, частные и развиваются до абстрактных, обобщенных значений. В отличие от этого, научные понятия в процессе формального обучения вводятся как абстрактные значения и постепенно должны быть осознаны как обобщения, подчиняющие конкретные объекты и явления и связанные с другими научными обобщениями. Например, при изучении статистики понятие корреляции сначала может быть представлено только как формальная статистика, не связанная с другими понятиями и неплохо снабженная примерами применения. После того как человек сталкивается с различными ситуациями, в которых применяется корреляция, это понятие, во-первых, формирует устойчивую систему связей с другим абстрактными понятиями статистики («регрессия», «среднее»), а во-вторых, конкретизируется за счет богатого деталями содержания ситуаций своего применения (например, для прогнозирования погоды или распространения заболеваний).

Объединенные возможности теорий сетевой организации понятий и теорий когнитивной психологии для оценки структуры понятий

Из вышеизложенного напрашивается идея о возможности объединить представление о сетевой организации понятий с теориями развития понятий, прежде всего с теорией Выготского о формировании осознанных, научных понятий, предлагающей содержательное описание изменений в понимании учащимся учебного материала по мере владения им. Такой союз мог бы дать совершенно новый подход к динамической оценке процессов и результатов обучения именно с точки зрения центрального преобразования — понятийного развития. Однако до сих пор в направлении такого синтеза сделано не очень много.

В 1970-х гг. Джозеф Новак [15] предложил метод концептуальных карт (concept mapping) как способ описать структуру понятий и «увидеть» связь новых и старых понятий и представлений, относящихся к какой-то предметной области (например, математике или биологии) или отдельным подтемам. Концептуальная карта — это графическое изображение, состоящее из узлов (представленных понятиями) и направленных отношений, или связей, соединяющих эти понятия (например, «является», «относится», «влияет» и т. д.). То есть Новак буквально предлагал учащимся регистрировать понятия, относящиеся к какой-то предметной области, используя графический аппарат теорий семантических сетей.

За прошедшие годы для оценки концептуальных карт и репрезентируемой ими структуры понятий применялось множество различных подходов. В целом их можно разделить на качественный (холистический, целостный) и количественный [17]. Качественный подход основан на общем суждении экспертов о качестве структуры понятий по иерархизации и форме концептуальной карты [10]. Количественный подход направлен на преодоление субъективности экспертов и оценку некоторых объективных показателей в картах, которые могли бы сви-

детельствовать о качественных показателях сложившейся структуры понятий [19]. Вслед за увеличением доступности компьютеров исследователи также используют вычислительные теории, такие как теория графов или теория сетей¹ [7; 14; 18] для оценки концептуальных карт.

Однако развитие методологии такой оценки не сопровождается ни разработкой новых теорий относительно понятийного развития, ни эффективным привлечением имеющихся содержательных теорий. Действительно, интерпретация результатов анализа карт с использованием теории сетей ограничена техническим описанием, без использования возможностей содержательной психологической интерпретации. Возьмем, например, показатели центральности, или близости (centrality). Скажем, показатель PageRank [3] был разработан для анализа связи интернет-страниц. Он измеряет важность определенного узла в сети на основе того, как различные узлы с разной важностью связаны с ним; чем больше важных узлов ссылаются на этот определенный узел, тем выше показатель центральности последнего. Или другой показатель центральности, HITS [11]; будучи во многих отношениях похожим на PageRank, HITS также учитывает количество входящих в узел и исходящих от него связей, так что показатель HITS дает два значения узла — как хаба и как узла влияния.

Хотя такого рода показатели изначально были введены для идентификации важных веб-страниц в сети Интернет, они, безусловно, оказались полезными инструментами в анализе концептуальных карт, характеризуя понятия как узлы сети и тем самым выводя анализ концептуальных карт на уровень объективной оценки. Однако будучи перенесенными в область когнитивной психологии, такие показатели требуют не только технической, но и содержательной психологической интерпретации. Что, например, может означать «важность» узла или его «влиятельность» в терминах психологической реальности?

С учетом распространенности теории сетей для анализа концептуальных карт было бы интересно проследить, как исследователи используют возможности теорий когнитивного развития для понимания и оценки понятийной структуры у учащихся. Возможно, что уже есть прецеденты синтеза, с одной стороны, аналитических возможностей сетевых теорий, а с другой — психологической интерпретации особенностей сетей понятий на основе содержательных (не технических) теорий. В первую очередь нас интересуют теории Ж. Пиаже и Л. Выготского: с нашей точки зрения, они дают наилучший фундамент для теоретических обобщений данных сетевого анализа концептуальных карт.

¹ Теория сетей считается более прикладным направлением развития теории графов: тогда как теория графов сосредоточилась на предоставлении строгих доказательств свойств графа, современная сетевая наука нацелена на наблюдение механизмов, лежащих в основе сетей, складывающихся в реальном мире, и их количественную оценку [8]. Поэтому далее мы будем обращаться к теории сетей и сетевому анализу, но иметь в виду обе теории.

Индикаторы, используемые для анализа концептуальных карт, и их интерпретация. Систематический обзор исследований

Целью последующего систематического обзора является анализ использования когнитивных теорий для интерпретации структуры понятий, оцениваемой с помощью концептуальных карт. Мы ставим перед собой два исследовательских вопроса:

1. Какие индикаторы из сетевого анализа используются при анализе концептуальных карт?
2. Какие теории когнитивной психологии используются для интерпретации результатов, полученных с помощью индикаторов из сетевого анализа?

Методология

В общей сложности 88 статей были отобраны из Scopus, библиографической базы данных, включающей исследовательскую литературу в различных областях. Для определения релевантных статей был использован следующий запрос в базе Scopus:

TITLE-ABS-KEY ("concept map") AND TITLE-ABS-KEY (network AND science) OR TITLE-ABS-KEY (graph AND theory) OR TITLE-ABS-KEY (network AND theory) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar"))*

Другими словами, был произведен поиск по аннотациям статей, содержащих словосочетание «concept map» (при этом во втором слове могло быть любое, начинающееся с *map*) и одно из следующих сочетаний: «network science», «graph theory», «network theory». Поиск был проведен в ноябре 2022 г.

Аннотации всех найденных статей были проверены на предмет соответствия цели исследования. Так, исключались исследования, в которых концептуальные карты использовались в качестве основы для интервенции в экспериментальном дизайне (9 статей), а также те, в которых концептуальные карты использовались в качестве метода организации информации в ходе интервью или работы с экспертами (7 статей). Кроме того, были исключены литературные обзоры по использованию концептуальных карт и исследования, не содержащие анализа концептуальных карт методами сетевого анализа. В случаях, когда аннотация не содержала всей необходимой информации, рассматривался полный текст. Итого для содержательного анализа были отобраны 10 статей.

Для ответа на первый исследовательский вопрос были проанализированы разделы «Методология» и «Результаты» (или аналогичные им). Для ответа на второй исследовательский вопрос — полные тексты статей. Использованием теории считалось ее описание с привязкой к рассматриваемым далее индикаторам или объяснение полученных результатов с соотнесением с теорией. Затем оценивалось, относится ли использованная теория к теориям когнитивной психологии.

Результаты

Всего в рассматриваемых публикациях было использовано 19 индикаторов, относящихся к сетевому анализу (табл. 1). Чаще всего (в трех публикациях) применялись такие индикаторы, как количество связей и узлов, степень центральности узла, которая представляет собой число ребер, входящих в этот узел и исходящих из него, и коэффициент кластеризации (склонность образовывать замкнутые треугольники). В то время как количество связей и узлов говорит прежде всего о размере нарисованной концептуальной карты, остальные меры так или иначе отражают степень связности и близости узлов (понятий) в карте, например, в работе [4] использованы три различные степени центральности. Кроме того, авторы исследования [13] разрабатывают свои собственные индикаторы связности информации дополнительно к существующим. Остальные использованные индикаторы касались определения групп понятий, наиболее тесно связанных между собой (распределение степеней узлов [5], иерархический кластерный анализ [20] и Pathfinder-сети [23]), а также размера сети (диаметр и дистанции между понятиями [21]).

Кроме того, индикаторы так или иначе характеризовали расположение узлов по отношению друг к другу. В целом чаще всего вычисляются меры центральности не только для отдельных узлов, но и для сети в целом. При этом используется широкий набор таких мер, как степень центральности узла, степень посредничества, PageRank, степень близости, степень подграфа, а также связность, которая, как прямо отмечают авторы, дает результаты, сходные с центральностью по Кацу [14].

Как мы видим и как ожидалось, теоретические рамки, используемые для интерпретации результатов, в основном относились к сфере науки о данных — теории сложных систем, теории сложных или комплексных сетей (табл. 2). Теория сложных систем изучает взаимодействия и связи между различными элементами в сложных системах и помогает понять, как такие системы функционируют, как они изменяются и как можно оптимизировать их работу. Удалось явно выделить только одну интерпретационную рамку, заданную содержательной психологической теорией, — теорию концептуальных изменений [21]. Также к теориям когнитивной психологии отчасти можно отнести теории семантических сетей, о которых говорилось выше.

В остальных работах отсылки к психологическим теориям хотя и встречаются, но они носят скорее декларативный характер. Например, в статье [20] авторы упоминают идею Аусубеля о том, что «накопление знаний происходит путем интеграции новых концепций в существующие концептуальные рамки» [20, р. 1183]. Волкер и Кинг при обосновании выбора методологии анализа пишут: «... ундаментально чем больше концепций, с которыми связано понятие, тем лучше оно определено или эксплицировано» [22, р. 167],

Таблица 1

**Индикаторы из сетевого анализа, использованные
в рассматриваемых 10 статьях**

Индикатор	Кол-во статей	Статьи
Степень центральности узла (degree centrality)	3	Gkevrou, Stamovlasis, 2022; Koponen, Nousiainen, 2013; Koponen, Pehkonen, 2010
Количество связей	3	Siew, 2019; Thurn et al., 2020; Walker, King, 2003
Количество узлов	3	Siew, 2019; Thurn et al., 2020; Walker, King, 2003
Коэффициент кластеризации (clustering coefficient)	3	Koponen, Nousiainen, 2013; Koponen, Pehkonen, 2010; Siew, 2019
Степень посредничества (betweenness centrality)	2	Gkevrou, Stamovlasis, 2022; Thurn et al., 2020
Средний наикратчайший путь (average shortest path length)	2	Siew, 2019; Thurn et al., 2020
Пейджеранк (PageRank centrality)	1	Thurn et al., 2020
Степень близости (closeness centrality)	1	Gkevrou, Stamovlasis, 2022
Иерархический кластерный анализ	1	Sun, Qu, 2015
Коэффициент связности (cohesion)	1	Koponen, Pehkonen, 2010
Связность (communicability)	1	Koponen, Nousiainen, 2018
Распределение степеней узлов (degree distribution)	1	Goldman, Kane, 2014
Плотность (density)	1	Thurn et al., 2020
Поток информации вокруг узлов (flux around the nodes)	1	Koponen, Nousiainen, 2013
Поток информации через узлы (flux into the nodes)	1	Koponen, Nousiainen, 2013
Отношение количества связей к количеству узлов	1	Walker, King, 2003
Pathfinder-сеть	1	Wilson, 1998
Степень подграфа (subgraph centrality)	1	Koponen, Pehkonen, 2010
Диаметр графа (число ребер в самом длинном кратчайшем пути между вершинами графа)	1	Thurn et al., 2020

Таблица 2

Теории, использованные в рассматриваемых 10 статьях

Теория	Кол-во статей	Статьи
Теория сложных систем (complexity science)	2	Gkevrou, Stamovlasis, 2022; Siew, 2019
Сложные/комплексные сети (complex networks)	2	Koponen, Pehkonen, 2010; Koponen, Nousiainen, 2013
Семантические сети (semantic networks)	1	Koponen, Nousiainen, 2018
Теория концептуальных изменений (conceptual change theory)	1	Thurn et al., 2020
Явно не обозначена	4	Goldman, Kane, 2014; Sun, Qu, 2015; Walker, King, 2003; Wilson, 1998

а Вилсон обращается к работам по изучению экспертизы: «...люди, обладающие опытом в различных областях, обладают более обширными и организованными базами знаний, чем новички, и их знания отличаются тем, что эксперты представляют больше разных отношений между концепциями (Chi, Glaser, Farr, 1988; Ericsson, Smith, 1991)» [23, p. 429]. В обзорной части работы авторы другого исследования [12] обращаются также к нескольким концепциям психологии обучения и педагогики. Они отмечают, что концептуальные карты как метод обучения снижают когнитивную нагрузку (cognitive load), а также иногда привлекают конструктивистские идеи без уточнения теорий, стоящих за ними: «В обучении и образовании этим понятиям [*связности и целостности*] вторят конструктивистские взгляды на обучение, где взаимосвязь и единство рассматриваются как характеристики, позволяющие учащемуся продвигаться различными путями в пространстве концептов, где фактически происходит обучение» [там же, p. 1654]. Однако упоминаемые авторами концепции не находят применения при интерпретации использованных индикаторов.

Обсуждение и перспективы дальнейших исследований

Таким образом, наша попытка проследить, как исследователи используют возможности когнитивных теорий и теорий когнитивного развития для понимания и оценки понятийной структуры у учащихся, показала, что в подавляющем большинстве случаев потенциал этих теорий не используется в исследованиях концептуальных карт, где применяется сетевой анализ.

Тем не менее в качестве иллюстрации исследования, где все же делается попытка разместить математические техники анализа концептуальных карт в пространстве психологической теории, сошлемся на работу, выполненную авторами этой статьи несколько лет назад [9]. В ней мы разрабатывали новые меры для оценки концептуальных карт экспертов и новичков в статистике. Мы разрабатывали новые показатели (сетевые индексы) именно как технические, с намерением извлечь максимум информации из комбинации отдельных структурных показателей сети понятий. Однако по сравнению с другими применениями сетевых теорий к концептуальным картам мы заранее разработали такие комбинации сетевых показателей, которые могли бы интерпретироваться в терминах психологических изменений в структуре понятий в процессе обучения и когнитивного развития. В частности, основываясь на идеях Выготского о развитии научных понятий, мы ожидали, что различия в сетевой организации понятий у экспертов и новичков могут быть описаны не только в терминах комплексности и связанности сети понятий (что в общем интерпретируется довольно прямолинейно), но и через уровни обобщенности (абстрактности) понятий, доступности понятий для вспоминания, наличия понятий, играющих связующую роль между абстрактными статистическими концепциями и конкретными примерами реализации этих концепций. Все это характеризует структуру понятий как психологическую реальность, и нашей задачей было разработать комбинацию сетевых показателей, способных отразить эти характеристики.

В качестве примеров подходящих комбинаций приведем показатели «емкости», «распределенности» и «извлекаемости». «Емкость» рассчитывалась на основании соотношения показателей входящих в узел сети связей и исходящих. При близости этого отношения к единице для какого-то узла (понятия) связующая роль понятия между абстрактными концепциями и конкретными примерами в сети понятий интерпретировалась как максимальная. Чем больше «емких» понятий содержала сеть, тем легче студент мог переходить в своих рассуждениях от чисто статистических терминов к иллюстративным примерам. «Распределенность» рассчитывалась как объединенный эффект средней длины связей в сети, количества входящих связей и обратного показателя от числа исходящих связей. Это интерпретировалось как дисбаланс в использовании понятия студентом. При высоком показателе распределенности понятия в основном использовались как определения, но сами при этом не могли ни определять, ни объяснять другие понятия. Показатель «извлекаемости» основывался на показателе «емкости» и доступности каждого понятия из любой возможной точки сети (PageRank). Это позволяло описать, насколько доступна вся сеть понятий для студента, когда его рассуждения начинаются с какого-то одного понятия, то есть насколько гибко и бегло студент может апеллировать к другим понятиям изучаемой области, либо же изученные понятия для него функционируют в известной степени изолированно друг от друга.

Завершая, мы бы предложили исследователям, использующим сетевой анализ при изучении развития понятийной структуры в ходе обучения, не ограничиваться сугубо технической стороной получаемых результатов. С нашей точки зрения, психологические теории могут и должны выступить в руководящей роли для любого применения математики в описании психологической реальности.

One way to represent the structure of students' concepts is through the method of concept maps. Their analysis is effectively carried out using network theories, but for meaningful psychological interpretation the possibilities of mathematics are expectedly limited. At the same time, psychological theories of conceptual development provide meaningful directions for the mathematical analysis of concept maps and interpret the results of such analysis. The paper demonstrates possible ways of applying network analysis within the framework of L. S. Vygotsky's theory.

Keywords: conceptual structure, conceptual maps, network analysis.

Литература

1. *Выготский, Л. С.* Мышление и речь / Л. С. Выготский. — 5-е изд. — М.: Лабиринт, 1999.
2. *Выготский, Л. С.* Мышление и речь / L. S. Vy'gotskij. — 5-е изд. — М.: Лабиринт, 1999.
3. Жан Пиазхе: теория, эксперименты, дискуссии / [под ред. Л. Ф. Обуховой и Г. В. Бурменской]. — М.: Гардарики, 2001. — 622 с.
4. Zhan Piazhe: teoriya, e'ksperimenty', diskussii / [pod red. L. F. Obuxovoj i G. V. Burmenskoj]. — М.: Gardariki, 2001. — 622 s.
5. *Brin, S.* The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine / S. Brin // Computer Networks and ISDN Systems. — 1998. — Vol. 30, № 1–7. — P. 107–117.

4. *Gkevrou, M.* Illustration of a Software-Aided Content Analysis Methodology Applied to Educational Research / M. Gkevrou, D. Stamovlasis // *Education Sciences*. — 2022. — Vol. 12, № 5. — doi:10.3390/educsci12050328
5. *Goldman, A. W.* Concept mapping and network analysis : An analytic approach to measure ties among constructs / A. W. Goldman, M. Kane // *Evaluation and Program Planning*. — 2014. — Vol. 47. — P. 9–17.
6. *Harrison, A. G.* A typology of school science models / A. G. Harrison, D. F. Treagust // *International J. of Science Education*. — 2000. — Vol. 22, № 9. — P. 1011–1026.
7. *Ifenthaler, D.* The mystery of cognitive structure and how we can detect it / D. Ifenthaler, I. Masduki, N. M. Seel // *Instructional Science*. — 2011. — Vol. 39, № 1. — P. 41–61.
8. *Iñiguez, G.* Bridging the gap between graphs and networks / G. Iñiguez, F. Battiston, M. Karsai // *Communications Physics*. — 2020. — Vol. 3, № 1. — doi: 10.1038/s42005-020-0359-6
9. *Kapuza, A.* The network approach to assess the structure of knowledge : Storage, distribution and retrieval as three measures in analysing concept maps / A. Kapuza, I. T. Koponen, Y. Tyumenewa // *British J. of Educational Technology*. — 2020. — Vol. 51, № 6. — P. 2573–2590.
10. *Kinchin, I. M.* How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development / I. M. Kinchin, D. B. Hay, A. Adams // *Educational Research*. — 2000. — Vol. 42, № 1. — P. 43–57.
11. *Kleinberg, J. M.* Authoritative sources in a hyperlinked environment / J. M. Kleinberg // *J. of the ACM (JACM)*. — 1999. — Vol. 46, № 5. — P. 604–632.
12. *Koponen, I. T.* Entropy and energy in characterizing the organization of concept maps in learning science / I. T. Koponen, M. Pehkonen // *Entropy*. — 2010. — Vol. 12, № 7. — P. 1653–1672.
13. *Koponen, I.* Pre-service physics teachers' understanding of the relational structure of physics concepts : Organising subject contents for purposes of teaching / I. Koponen, M. Nousiainen // *International J. of Science and Mathematics Education*. — 2013. — Vol. 11, № 2. — P. 325–357.
14. *Koponen, I. T.* Concept networks of students' knowledge of relationships between physics concepts: finding key concepts and their epistemic support / I. T. Koponen, M. Nousiainen // *Applied Network Science*. — 2018. — Vol. 3, № 1. — doi: 10.1007/s41109-018-0072-5
15. *Novak, J. D.* Concept mapping : A useful tool for science education / J. D. Novak // *J. of Research in Science Teaching*. — 1990. — Vol. 27, № 10. — P. 937–949.
16. *Özdemir, G.* An Overview of Conceptual Change Theories / G. Özdemir, D. B. Clark // *Conceptual Change*. — 2007. — Vol. 3, № 2. — P. 351–361.
17. *Richmond, S. S.* A set of guidelines for the consistent assessment of concept maps / S. S. Richmond, J. F. Defranco, K. Jablow // *International J. of Engineering Education*. — 2014. — Vol. 30, № 5. — P. 1072–1082.
18. *Siew, C. S. Q.* Using network science to analyze concept maps of psychology undergraduates / C. S. Q. Siew // *Applied Cognitive Psychology*. — 2019. — Vol. 33, № 4. — P. 662–668.
19. *Strautmene, M.* Concept Map-Based Knowledge Assessment Tasks and Their Scoring Criteria: an Overview / M. Strautmene // *Concept Maps : Theory, Methodology, Technology : Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping, Malta, Valletta, 17–20 September, 2012*. — Valletta, 2012. — P. 80–89.
20. *Sun, J.* Understanding health information technology adoption : A synthesis of literature from an activity perspective / J. Sun, Z. Qu // *Information Systems Frontiers*. — 2015. — Vol. 17, № 5. — P. 1177–1190.

21. *Thurn, C. M.* Concept Mapping in Magnetism and Electrostatics : Core Concepts and Development over Time / C. M. Thurn, B. Hänger, T. Kokkonen // Education Sciences. — 2020. — Vol. 10, № 5. — doi: 10.3390/educsci10050129

22. *Walker, J. M. T.* Concept mapping as a form of student assessment and instruction in the domain of bioengineering / J. M. T. Walker, P. H. King // J. of Engineering Education. — 2003. — Vol. 92, № 2. — P. 167–178.

23. *Wilson, J. M.* Differences in knowledge networks about acids and bases of year-12, undergraduate and postgraduate chemistry students / J. M. Wilson // Research in Science Education. — 1998. — Vol. 28, № 4. — P. 429–446.

УДК 37.02;37.03

DOI: 10.51944/20738528_2023_1_143

EDN: LOLALY

М. А. Лытаева, Е. А. Пестрикова, О. М. Маршакова
**Читательская грамотность как образовательный результат
основного общего образования**

М. А. Lytaeva, E. A. Pestrikova, O. M. Marshakova
**Reading Literacy as an Educational Outcome of Secondary
Education**

Целью данного исследования является определение представленности групп читательских умений в ФГОС ООО 2010 и 2021 гг. и универсальных кодификаторах для 9-го класса в рамках всех учебных предметов. Основными методами исследования в данной работе выступают контент-анализ и сопоставление умений читательской грамотности по PISA, ФГОС и универсальному кодификатору для 9-го класса. Результаты исследования отражают соотношение рамки читательской грамотности в образовательных стандартах, а также фиксируют необходимость систематизации умений читательской грамотности.

Ключевые слова: читательская грамотность, читательские умения, смысловое чтение, федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС), универсальные кодификаторы, основная школа, навыки XXI века.

Введение

Важной составляющей современного образования являются не только предметные навыки, но и так называемые «навыки XXI века», к которым среди прочих относится функциональная грамотность, важной частью последней является читательская грамотность (ЧГ) [14]. Читательская грамотность — это надежный маркер будущего экономического благополучия человека. С помощью среднего уровня ЧГ школьников в конкретной стране можно успешнее прогнозировать экономический рост этой страны на макроуровне [15; 20]. Исследования показывают, что ученик, который владеет ЧГ на высоком уровне, имеет более вы-