

УДК 378
ББК 74.48

DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.333

Mantusov Anatoly Badmaevich,
Candidate of Pedagogy,
Associate Professor,
Associate Professor of Mathematics, Informatics
and Teaching Methods,
Kalmyk State University,
Elista,
e-mail: mantab@yandex.ru

Мантусов Анатолий Бадмаевич,
канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры математики, информатики
и методики преподавания,
Калмыцкий государственный
университет имени Б. Б. Городовикова,
Элиста,
e-mail: mantab@yandex.ru

Dorjinova Zamira Badmaevna,
Candidate of Pedagogy, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Foreign Languages
and General Linguistics,
Kalmyk State University,
Elista,
e-mail: zamira.mol@mail.ru

Доржинова Замира Бадмаевна,
канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры иностранных языков и общей лингвистики,
Калмыцкий государственный
университет имени Б. Б. Городовикова,
Элиста,
e-mail: zamira.mol@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ СПО GRAPHVIZ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

USING VISUALIZATION BY MEANS OF FREE SOFTWARE GRAPHVIZ IN FORMATION OF COMPUTATIONAL COMPETENCIES

13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)

13.00.02 – Theory and methods of training and education (by fields and levels of education)

В работе рассматривается использование свободного программного обеспечения GraphViz для визуализации условия и решения задачи поиска кратчайшего пути на графе при формировании вычислительных компетенций при изучении дисциплин предметной подготовки специалистов различных направлений для формирования вычислительных компетенций. Для решения данной задачи определены способы формирования вычислительной компетенции, среди которых — использование такого вида задач, как компетентностные, прикладные и ситуационные, и визуализация как реализация в учебно-воспитательном процессе вуза дидактического принципа наглядности и образности обучения, как переход к образно-знаковым моделям, одному из видов информационных моделей. Рассмотрено понятие прикладной задачи с различных точек зрения, трактовка математической модели как компонента информационной модели, использование различных признаков для классификации задач, деление задач при использовании в качестве основного классификационного признака типа операций, применяемых при обработке, на информационные и вычислительные. При использовании в качестве основного классификационного признака характера переработки информации задачи делятся на два класса: информационные и расчетные. В качестве примера рассмотрено системное использование соответствующего свободного программного обеспечения: программное обеспечение для визуализации графов — пакет, утилит по автоматической визуализации графов, заданных в виде описания на языке DOT GraphViz, и компонент свободного офисного пакета LibreOffice, распространяемого под лицензией GNU LGPL, табличный процессор LibreOffice Calc для отыскания решения задачи кратчайшего пути на графе. Приведен пример их согласованного использования: GraphViz для визуализации условия и решения задачи, LibreOffice Calc — для проведения вычислений.

The paper considers the use of free software GraphViz to visualize the conditions and solve the problem of finding the shortest path on the graph in the formation of computational competencies in the study of subject training disciplines of specialists in various fields to optimize the learning process, and in particular the formation of computational competencies. To achieve the solution of this problem, the methods of formation of computational competence, among which there is the use of this type of tasks as competence, applied and situational and visualization, as the implementation in the educational process of the University didactic principle of visibility and imagery of training, as the transition to figurative-symbolic models, one of the types of information models. The concept of the applied problem from different points of view, the interpretation of the mathematical model as a component of the information model, the use of different features for the classification of tasks, the division of tasks when used as the main classification feature of the type of operations used in the processing of information and computing, when used as the main classification feature of the nature of information processing tasks are divided into two classes: information and calculation. As an example, the system use of the corresponding free software is considered: software for graph visualization - package, utilities for automatic visualization of graphs specified in the form of a description in DOT GraphViz language and a component of the free office Suite distributed under the GNU LGPL Libre Office license table processor Libre Office Calc to find a solution to the problem of the shortest path on the graph, an example of their consistent use is given: GraphViz for visualization of the condition and solution of the problem, LibreOffice Calc for calculations

Ключевые слова: вычислительные компетенции, компетентностная задача, экономическое образование, LibreOffice, оптимизации процесса обучения, теория графов, программное обеспечение для визуализации графов,

GraphViz, задача поиска кратчайшего пути на графе, методика обучения, модель, Libre Office Calc, ситуационная задача, прикладная задача, свободное программное обеспечение.

Keywords: computational competence; competence problem; economic education; LibreOffice; optimization of the learning process; graph theory; software for graph visualization; GraphViz; the problem of finding the shortest path on the graph; teaching methods; model; LibreOffice Calc, situational problem, applied problem, free software.

Введение

Актуальность. Использование свободного программного обеспечения на сегодняшний день наблюдается во всех сферах и направлениях деятельности человека, в том числе в экономике и образовании, что определено комплексом экономических, политических, моральных, социальных факторов и нормативными актами, так с 1 января 2018 г. вступили в действие определяемые постановлением Правительства РФ от 20 декабря 2017 г. № 159 ограничения на закупки программного обеспечения, дополнительные к ограничениям, определяемым постановлением Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2015 г. №1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

Изученность проблемы. Использование свободного программного обеспечения (СПО) при изучении дисциплин предметной подготовки специалистов различных направлений является областью многих методических исследований. Так, в работе [1] рассматривается применение СПО, такого как электронные таблицы LibreOffice Calc, при решении профессиональных задач как одно из востребованных направлений подготовки будущего специалиста, в работе [2] обосновывается возможность использования СПО на примере пакета LibreOffice для формирования профессиональных компетенций, в [3] рассмотрены вопросы, связанные с использованием СПО в учебном процессе военного вуза, в работе [4] приведен пример использования в учебном процессе свободного программного обеспечения, такого как программа 3D-моделирования MakeHuman, в [5] обосновывается возможность использования СПО на примере пакета LibreOffice. В работе [6] рассматривается использование СПО при формировании профессиональных, и в частности вычислительных, компетенций. Для этого предлагается использовать компетентностные задачи. Однако остается открытым вопрос о связи понятий «прикладная задача», «компетентностная задача», «информационная задача», использование визуализации в процессе формирования компетенций.

Целесообразность разработки темы. Включение в образовательный процесс СПО является необходимым условием реализации компетентностного подхода. Компетентностный подход в образовании служит реализации основной цели — подготовке квалифицированного и конкурентоспособного специалиста, специалиста, свободно владеющего своей профессией и ориентирующегося в смежных областях деятельности, готового к социальной и профессиональной мобильности, постоянному профессиональному росту и способного к достижению высоких результатов в работе по специальности. При этом у выпускника должен быть сформирован перечень компетенций, представляющий собой совокупность требований, обязательных при реализации основных профессиональ-

ных образовательных программ; Перечень содержится в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования.

Научная новизна. В статье рассмотрено использование такого вида задач, как компетентностные, прикладные с привлечением понятия визуализации, представлены связи понятий «прикладная задача», «компетентностная задача», «информационная задача», рассмотрено использование визуализации для решения поставленной задачи, определены способы формирования вычислительной компетенции, отыскания подходящих программных решений свободного программного обеспечения и их согласованное использование.

Основная часть

Использование свободного программного обеспечения на сегодняшний день наблюдается во всех сферах и направлениях деятельности человека. Сегодня разработан широкий спектр свободного программного обеспечения всех видов: системное, прикладное и инструментальное, который широко внедряется во все отрасли народного хозяйства, в том числе в экономику и образование. Использование свободного программного обеспечения при изучении дисциплин предметной подготовки специалистов различных направлений позволяет решить следующие задачи оптимизации [7] процесса обучения:

- снижение стоимости обучения;
- формирование профессиональных компетенций;
- реализация практической направленности обучения;
- сокращение трудозатрат на выполнение вычислений, освоение учебного материала;
- предоставление студентам возможности получить обобщенное представление о решаемых задачах;
- формирование вычислительных компетенций.

Вычислительные компетенции можно определить как комплекс умений и знаний, дающих возможность использовать вычислительные приемы в процессе выполнения комплекса действий:

- поиска, отбора, проверки, представления и анализа информации;
- выбора, построения математической модели;
- разработки численного алгоритма решения математической задачи;
- при необходимости — выбора программного обеспечения и проведение вычислений с помощью компьютера;
- анализа результатов и их экспериментальная проверка (если возможна), в том числе в сфере индивидуальной и групповой человеческой деятельности с использованием при необходимости средств ИКТ [8].

Обратим внимание на использование математических моделей как части решения прикладной задачи и проведение компьютерных вычислений с помощью свободного программного обеспечения. Для формирования вычислительных компетенций может быть использована компетентностная (комплексная, интегрированная) задача как необходимый компонент содержания учебного материала. Среди отличительных признаков компетентностной задачи можно выделить требование смоделированности в виде квазиз жизненной ситуации, квазипрофессиональной ситуации [3], которая может трактоваться как прикладная задача, для решения которой может использоваться математическая модель, средства ИКТ. При этом математическая модель является частью информационной модели. «Информационная модель представляет мысленный

образ конкретного объекта посредством информации о нем, фиксируемой с помощью символов, знаков, образов на каком-либо материальном носителе». Выделяют следующие группы информационных моделей:

- образные — рисунки, фотографии, анимация, видео и др.;
- образно-знаковые — схемы, графики, чертежи, таблицы, графы и др.;
- знаковые — содержат описание объектов с помощью различных знаковых систем (формальных и естественных языков). В этой группе выделяются вербальные и математические модели.

Вербальные — описательные модели объектов на естественных языках. Математическая модель — описание какого-либо объекта с помощью математической символики. К ним относятся модели различных предметных областей, которые создаются для получения количественных характеристик изучаемого объекта [10]. На наш взгляд, использование последовательно или параллельно названных видов моделей, переход информационной модели через различные виды при решении задач являются условиями формирования вычислительной компетенции и представляют собой реализацию в учебно-воспитательном процессе дидактического принципа систематичности и последовательности [11]. Средством формирования вычислительной компетенции может служить включение в содержание обучения прикладных задач, ситуационных задач как проявление в учебно-воспитательном процессе вуза дидактических принципов профессиональной направленности обучения и связи теории с практикой при ведущей роли теории.

Имеются различные определения прикладной задачи:

— прикладные задачи по физике — это учебные задачи, имеющие техническое содержание и отражающие специфику будущей профессиональной деятельности, которые решаются с использованием физических законов [12];

— прикладные задачи по математике — это задача, поставленная вне математики и решаемая математическими средствами [13];

«Прикладная задача характеризуется не тем, что в ее содержании используются практические данные, а тем, что в ходе ее решения используются приемы, способы и методы, характерные для деятельности в области применения математики» [14]. В этом определении внимание акцентируется на отражении в курсе математики свойственных этому курсу приемов, способов, методов деятельности, требуемых компетенций, в частности вычислительных.

Аналогично предложенному правилу использование различных видов информационной модели в процессе решения задачи используется в понятии ситуационной задачи. Ситуационные задачи — это «задачи, позволяющие учащемуся осваивать интеллектуальные операции последовательно в результате работы с информацией: ознакомление — понимание — применение — анализ — синтез — оценка» [15]. В описанных этапах работы с информацией происходит переход от одного вида информационной модели к другой, в частности при решении задач с использованием ПК.

В [16] задачи, решаемые с помощью ПК, делятся на два класса: информационные и вычислительные. При этом информационные (управленческие) задачи характеризуются большим объемом исходной информации, обработка которой происходит в основном за счет логических операций (сортировка, группировка, считывание и перезапись данных из одних таблиц в другие) и операций ввода-вывода. Вычислительные задачи подразумевают поиск решений

различного рода уравнений (дифференциальных, алгебраических, стохастических), поиск оптимальных решений, управление динамикой различных объектов.

В работе [17] при использовании в качестве основного классификационного признака характера переработки информации задачи делятся на два класса: информационные и расчетные. Информационной задачей называется задача, алгоритм переработки информации, которой не приводит к созданию новой информации, отличной от исходной, а расчетной называется задача, алгоритм переработки информации которой приводит к созданию новой информации, непосредственно не содержащейся в исходной. Расчетные задачи делятся на вычислительные задачи и математические модели в зависимости от использования математического моделирования.

Как видим, умение решать названные типы задач является компонентом вычислительной компетенции. На наш взгляд, деление задач, подобное названным выше, можно применить в методическом исследовании при изучении понятий прикладной задачи, практической ситуации. В [18] приведены примеры практической ситуации, которую можно понимать как пример вычислительной или расчетной задачи, для решения которой была использована модель задачи о кратчайшем пути с использованием теории графов в пакетах проприетарных прикладных программ систем компьютерной алгебры Maple и Mathematica. Мы будем ориентироваться на использование свободного программного обеспечения. В реальной практике может встретиться и другая ситуация, когда для решения поставленной задачи может потребоваться использование нескольких программ, когда одна программа осуществляет визуализацию условия задачи и полученного решения, другая — решения соответствующей оптимизационной задачи. Такая ситуация может возникнуть, например, при отыскании кратчайшего пути на графе.

Методология. Визуализация как реализация в учебно-воспитательном процессе вуза дидактического принципа наглядности и образности обучения имеет различные трактовки. Феномен визуализации рассматривается различными авторами как:

— самостоятельный инструмент научных исследований (З. Ф. Абрарова, З. С. Белова, А. Е. Бондарев, В. М. Чечёткин, Ю. А. Шилков и др.);

— фактор влияния на социальные процессы и отношения (А. А. Жигарева, О. В. Кириченко, А. А. Колодий, Е. В. Сальникова и др.);

— стратегически важное направление развития образования, «ответ на вызовы современного глобального мира» (А. Н. Иоффе);

— важнейшее направление совершенствования дидактических средств (Л. В. Сидорова);

— средство развития учебных способностей (Е. Б. Ермилова);

— средство повышения мотивации учебно-профессиональной деятельности, улучшения качества усвоения студентами учебного материала [19];

— переход к образно-знаковым моделям, преобразование устной и письменной информации в визуальную форму и др.

В [20] рассматривается визуализация с использованием электронных таблиц как представление данных в виде диаграмм и, в частности, спарклайнов. В [21] можно найти описание технологии визуализации данных Power View —

создания интерактивных диаграмм, карт, графиков. Нам же требуется визуализация данных в виде графа, которой нет также и в LibreOffice Calc [22].

Для визуализации и изучения графов в настоящее время имеется широкий набор программных средств: uDraw, GraphMaker, VCG, aiSee, Graphlet, yEd, GraVis, Cytoscape, Graph Drawing Server, Visual Graph, graphViz и др. На наш взгляд, наиболее подходящим в данном случае является пакет утилит по автоматической визуализации графов GraphViz [23].

GraphViz — это свободное программное обеспечение с открытым исходным кодом для визуализации графов, адрес для скачивания — <http://www.graphviz.org/download/>, на данный момент доступна версия Graphviz 2.38. GraphViz реализован в виде пакета утилит по автоматической визуализации графов, заданных в виде описания на языке DOT. Набор инструментов, использующих описания графов в простой текстовой форме, строит графы в формате изображения и SVG для веб-страниц, PDF или Postscript для включения в другие документы. GraphViz имеет много полезных функций для конкретных видов графов, таких как выбор представления, вариантов цвета, шрифтов, табличные макеты узлов, стили линий, гиперссылки, наборы пользовательских форм. В нашем случае будем использовать визуализацию условия задачи и результатов вычислений.

Для проведения вычислений будем использовать LibreOffice Calc. LibreOffice Calc — компонент открытого офисного пакета LibreOffice, на данный момент доступна версия LibreOffice 6.1.0. Выбор LibreOffice определяется несколькими факторами: вступлением в силу статьи 12.1 Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (в редакции Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 188-ФЗ) и постановления Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2015 г. №1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

LibreOffice обладает мультиплатформенностью; LibreOffice распространяется под общественной лицензи-

ей GNU LGPL и, таким образом, может свободно устанавливаться и использоваться в бюджетных и коммерческих организациях, а также на домашних компьютерах, пользователи могут бесплатно скачивать (адрес для скачивания <https://libreoffice.su/download>), устанавливать, использовать и изучать LibreOffice. Кроме того, «LibreOffice — открытый бесплатный ресурс, имеющий практически всю функциональность Excel. ...Его собственный Решатель предпочтительнее, чем поиск решений у Excel» [24]. Поэтому использование LibreOffice как средства формирования профессиональных компетенций дает возможность реализовать практическую направленность обучения, получить экономические преимущества от внедрения и использования СПО, предоставляет возможности контроля и самостоятельного развития программных решений, а также позволяет выпускнику быстрее адаптироваться к условиям практической деятельности.

Результаты

Граф — математическая модель для представления объектов или событий и связей между ними. Использование методов теории графов позволяет найти оптимальное решение практических задач, упрощает расчеты, повышает эффективность научной, инженерной и конструкторской деятельности. Графом $G = (V, E)$ называется пара двух множеств, где V — множество вершин, E — множество пар вершин. Если пары неупорядоченные, то они называются ребрами, а граф называется неориентированным. Если $(x, y) \neq (y, x)$, то такие пары называются дугами, а граф — ориентированным. Путь — последовательность ребер (в неориентированном графе) и (или) дуг (в ориентированном графе), такая, что конец одной дуги (ребра) является началом другой дуги (ребра). Пусть дан ориентированный граф $G = (V, E)$, дугам которого приписаны веса, задаваемые взвешенной матрицей смежности A . Задача о кратчайшем пути состоит в нахождении кратчайшего пути от заданной начальной вершины $s \in V(G)$ до заданной конечной вершины $t \in V(G)$ при условии, что такой путь существует, то есть вершины s и t принадлежат одной компоненте связности [25].

Пример. Пусть ориентированный граф задан в виде таблицы.

Таблица 1

Задание ориентированного графа

Начальная вершина ребра	Конечная вершина ребра	Вес ребра
1	2	3
1	3	4
2	6	6
2	7	11
3	4	17
3	5	5
4	10	5
5	7	6
5	4	7
6	7	19
6	8	13
7	8	5
7	9	12
7	10	7
8	9	14
9	11	16
10	11	4

Найти кратчайший путь между вершинами 1 и 11. Визуализировать граф и выделить найденный кратчайший путь.

Используя функцию СЦЕПИТЬ, сгенерируем часть кода для визуализации графа (рис. 1, 2).

	A	B	C	D	E	F	G
D1	1	Начальная вершина ребра	Конечная вершина ребра	Вес ребра			
2	1	2	3				
3	1	3	4				
4	2	6	6				
5	2	7	11				
6	3	4	17				
7	3	5	5				
8	4	10	5				
9	5	7	6				
10	5	4	7				
11	6	7	19				
12	6	8	13				
13	7	8	5				
14	7	9	12				
15	7	10	7				
16	8	9	14				
17	9	11	16				
18	10	11	4				

Рис. 1. Лист с данными

	A	B	C	D	E	F	G
D18				=СЦЕПИТЬ(A18;"->" ;B18;" "; "[label =";C18;"]")			
1	Начальная вершина ребра	Конечная вершина ребра	Вес ребра				
2	1	2	3	1->2 [label =3]			
3	1	3	4	1->3 [label =4]			
4	2	6	6	2->6 [label =6]			
5	2	7	11	2->7 [label =11]			
6	3	4	17	3->4 [label =17]			
7	3	5	5	3->5 [label =5]			
8	4	10	5	4->10 [label =5]			
9	5	7	6	5->7 [label =6]			
10	5	4	7	5->4 [label =7]			
11	6	7	19	6->7 [label =19]			
12	6	8	13	6->8 [label =13]			
13	7	8	5	7->8 [label =5]			
14	7	9	12	7->9 [label =12]			
15	7	10	7	7->10 [label =7]			
16	8	9	14	8->9 [label =14]			
17	9	11	16	9->11 [label =16]			
18	10	11	4	10->11 [label =4]			

Рис. 2. Использование функции «Сцепить»

```

Код имеет вид:
digraph graph1 lnode {
rankdir=LR;
1->2 [ label =3];
1->3 [ label =4];
2->6 [ label =6];
2->7 [ label =11];
3->4 [ label =17];
3->5 [ label =5];
4->10 [ label =5];
5->7 [ label =6];

```

```

5->4 [ label =7];
6->7 [ label =19];
6->8 [ label =13];
7->8 [ label =5];
7->9 [ label =12];
7->10 [ label =7];
8->9 [ label =14];
9->11 [ label =16];
10->11 [ label =4];
}

```

Граф, построенный по приведенному описанию, имеет вид (рис. 3).

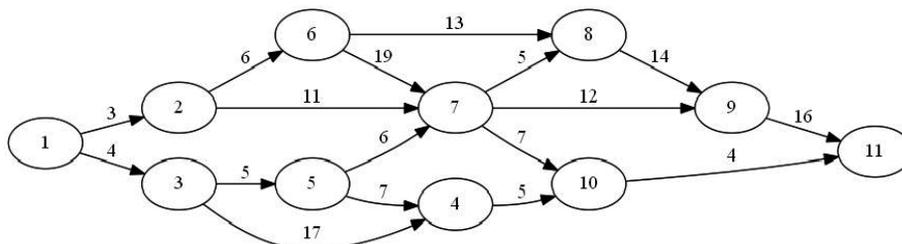


Рис. 3. Ориентированный граф

Для получения математической модели задачи введем переменные x_{ij} , которые принимают значения:

- $x_{ij} = 1$, если дуга (i, j) входит в маршрут;
- $x_{ij} = 0$, если дуга (i, j) не входит в маршрут.

Для каждой вершины i , не входящей в маршрут, сумма значений переменных x_{ij} и x_{ik} будет равна 0, для каждой вершины i , входящей в маршрут, разность сумм значений переменных x_{ij} и x_{ik} будет также равна 0. Тогда математическая модель может иметь такой вид [26]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min_{x \in \Delta_p}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{sj} - \sum_{i=1}^n x_{is} = 1 \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{tj} - \sum_{i=1}^n x_{it} = -1 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ji} = 0 \quad (\forall i \in \{1, 2, \dots, n\}, i \neq s, i \neq t) \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad (\forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\}) \quad (4)$$

Ограничение (1) данной модели требует, чтобы искомым путем имел начальной точкой вершину s . Ограничение (2) требует, чтобы искомым путем заканчивался в вершине t . Ограничение (3) является условием связности, то есть путь должен проходить непрерывно через вершины графа G . Ограничение (4) требует, чтобы все переменные модели принимали значения только 0 и 1, то есть были булевыми. В заданном графе 11 вершин и 17 дуг. Следовательно, переменными математической модели этой задачи о построении кратчайшего пути являются следующие 17 переменных:

$$x_{12}, x_{13}, x_{26}, x_{27}, x_{34}, x_{35}, x_{4,10}, x_{57}, x_{54}, x_{67}, x_{68}, x_{78}, x_{79}, x_{7,10}, x_{89}, x_{9,11}, x_{10,11}$$

Целевая функция имеет следующий вид:

$$3x_{12} + 4x_{13} + 6x_{26} + 11x_{27} + 17x_{34} + 5x_{35} + 5x_{4,10} + 6x_{57} + 7x_{54} + 19x_{67} + 13x_{68} + 5x_{78} + 12x_{7,9} + 7x_{7,10} + 14x_{89} + 16x_{9,11} + 4x_{10,11} \rightarrow \min.$$

Воспользуемся надстройкой «Решатель», входящей в состав LibreOffice Calc. Расположим исходные данные на рабочем листе, как показано на рис. 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Начальная вершина ребра	Конечная вершина ребра	Вес ребра	Вершины	Переменная	Ограничения	Ограничения значения
2	1	1	2	3	1	0	=F2+F3	1
3	2	1	3	4	2	0	=F2-F5	0
4	3	2	6	6	3	0	=F3-F7-F6	0
5	4	2	7	11	4	0	=F6+F10-F8	0
6	5	3	4	17	5	0	=F7-F10-F9	0
7	6	3	5	5	6	0	=F4-F11-F12	0
8	7	4	10	5	7	0	###	0
9	8	5	7	6	8	0	=F12+F13-F16	0
10	9	5	4	7	9	0	=F14+F16-F17	0
11	10	6	7	19	10	0	=F8+F15-F18	0
12	11	6	8	13	11	0	=F17+F18	1
13	12	7	8	5		0		
14	13	7	9	12		0		
15	14	7	10	7		0		
16	15	8	9	14		0		
17	16	9	11	16		0		
18	17	10	11	4		0		
19								
20						Длина пути=	###	
21								

Рис. 4. Расположение исходных данных на рабочем листе

В ячейках показаны формулы, связывающие переменные модели. Целевая функция находится в ячейке G20.

На рисунке 5 приведено окно диалога надстройки «Решатель» перед запуском на выполнение.

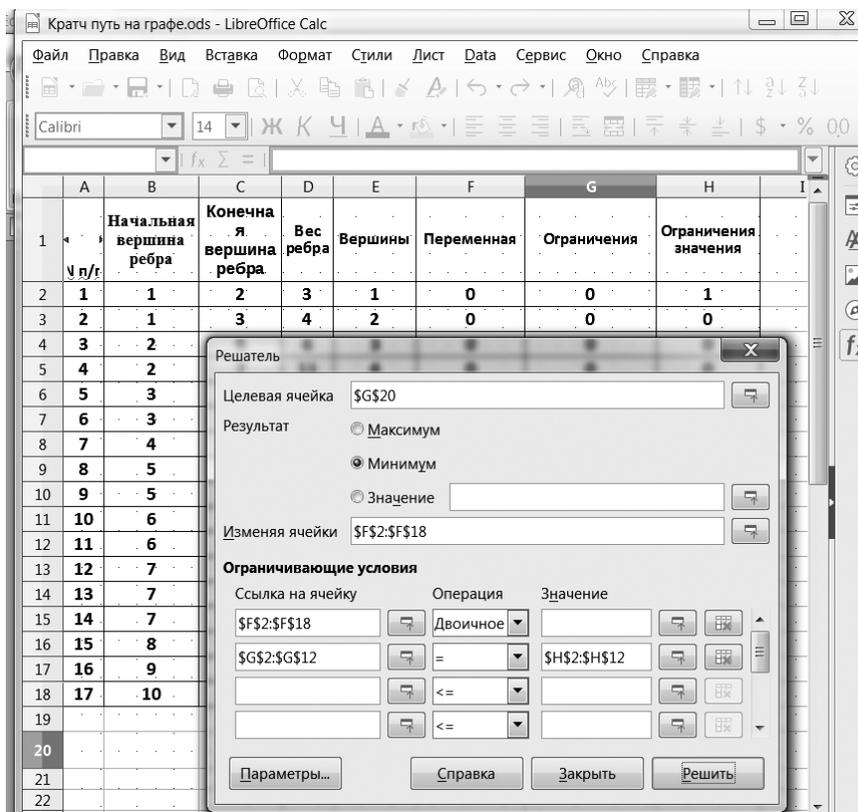


Рис. 5. Окно диалога надстройки «Решатель»

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	п/г	Начальная вершина ребра	Конечная вершина ребра	Вес ребра	Вершины	Переменная	Ограничения	Ограничения значения
2	1	1	2	3	1	1	1	
3	2	1	3	4	2	0	0	
4	3	2	6	6	3	0	0	
5	4	2	7	11	4	1	0	
6	5	3	4	17	5	0	0	
7	6	3	5	5	6	0	0	
8	7	4	10	5	7	0	0	
9	8	5	7	6	8	0	0	
10	9	5	4	7	9	0	0	
11	10	6	7	19	10	0	0	
12	11	6	8	13	11	0	1	
13	12	7	8	5		0		
14	13	7	9	12		0		
15	14	7	10	7		1		
16	15	8	9	14		0		
17	16	9	11	16		0		
18	17	10	11	4		1		
19								
20							Длина пути=	25

Рис. 6. Результат работы надстройки «Решатель»

На рисунке 6 показан результат работы надстройки «Решатель», а на рис. 7 (см. стр. 391) — найденный путь из вершины 1 в вершину 11 минимальной длины.

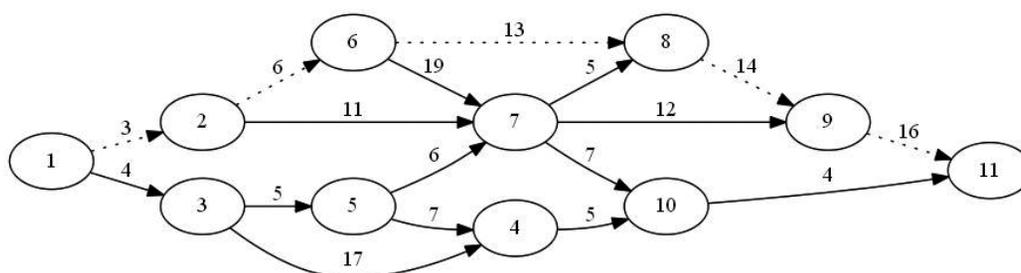


Рис. 7. Путь из вершины 1 в вершину 11

Выводы, заключение

Исследовано использование свободного программного обеспечения GraphViz и LibreOffice Calc при изучении дисциплин предметной подготовки специалистов на примере поиска кратчайшего пути на графе для решения задачи формирования вычислительных компетенций. Для решения

данной задачи определены различные трактовки прикладной задачи как способа формирования вычислительной компетенции, среди которых использование такого вида задач, как ситуационные, и для визуализации данной задачи, определено соответствующее свободное программное обеспечение и приведен пример его согласованного использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галаганова Н. Решение экономических задач с помощью электронных таблиц Libreoffice Calc // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2015. № 3 (36). С. 19–21.
2. Коткин С. Д. LibreOffice как дидактическое средство формирования профессиональных компетенций // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2016. № 8 (46). С. 107–113.
3. Бочкарёва О. В., Суркин М. Ю., Усманова И. В. К вопросу о переходе на отечественное программное обеспечение в военном вузе // Военное обозрение. 2018. № 2 (4). С. 11–15.
4. Мантусов А. Б. Электронный ресурс «Создание 3D-фоторобота с помощью программы MakeHuman» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование». 2018. № 3 (110). С. 29.
5. Коткин С. Д. Использование программ пакета LibreOffice для развития ИКТ-компетенций // Технологическое образование и устойчивое развитие региона. 2014. № 1-1 (11). С. 243–250.
6. Мантусов А. Б., Доржинова З. Б. Формирование вычислительных компетенций у будущих экономистов в процессе использования программы LibreOffice Calc // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2018. № 4 (35). С. 26–37.
7. Мантусов А. Б. Образовательные технологии в оптимизации учебно-воспитательного процесса в вузе : учеб. пособие. Элиста: Изд-во Калмыцкого гос. ун-та, 2007. 168 с.
8. Мантусов А. Б., Доржинова З. Б. Формирование вычислительных компетенций у будущих экономистов в процессе использования программы LibreOffice Calc // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2018. № 4 (35). С. 26–37.
9. Мантусов А. Б. Компетентностная задача как реализация компетентностного подхода. Депонирована. Запись в реестре № 20659 от 23 мая 2013 г.
10. Ядровская М. В. Средства моделирования в обучении // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2010. Т. 7. № 1. С. 89–95.
11. Волкова М. А., Калегина Ю. В. Педагогика высшей школы : учеб. пособие. Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2018. 213 с.
12. Мартынов М. С. Решение прикладных задач по физике — важный фактор активизации познавательной деятельности обучающихся // Физическое образование в вузах. 2003. Т. 9. № 2. С. 39–44.
13. Терешин Н. А. Прикладная направленность школьного курса математики : книга для учащихся. М. : Просвещение, 1990. 96 с.
14. Икрамов Д. Математическая культура. Ташкент : УкиТУВЧИ, 1995. 277 с.
15. Акулова О. В., Писарева С. А., Пискунова Е. В. Конструирование ситуационных задач для оценки компетентности учащихся : учеб.-метод. пособие для педагогов школ. СПб. : КАРО, 2008. 96 с.
16. Юрченко Т. В. Информационные технологии в экономике. Решение экономических задач средствами MS EXCEL 2007 : учеб. пособие. Н. Новгород : ННГАСУ, 2010. 132 с.
17. Уткин В. Б., Балдин К. В. Информационные системы к технологии в экономике : учебник для вузов. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. 335 с.
18. Вардомацкая Е. Ю., Шарстнев В. Л., Алексева Я. А. Оптимизация маршрута с использованием теории графов в пакетах прикладных программ // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2016. № 1 (30). С. 130–139.
19. Кривоносова Н. В., Микерова Л. Н. Роль визуализации в формировании профессиональных и общекультурных компетенций студентов вузов // Новые технологии в образовании. Воронеж : Мастеринг, 2014. № 1.
20. Берман Н. Д. Визуализация данных в MS Excel 2010 : учеб. пособие. Хабаровск : Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2014. 72 с.

21. Винстон Уэйн Л. Microsoft Excel 2013. Анализ данных и бизнес-моделирование : пер. с англ. М. : Русская редакция; СПб. : БХВ-Петербург, 2015. 864 с.
22. Руководство пользователя по LibreOffice // <http://libreoffice.readthedocs.io/ru/latest/index.htm>
23. Russell R. C. J. Graphviz. VSD, 2012. 128 p.
24. Форман Д. Много цифр: Анализ больших данных при помощи Excel. М. : Альпина Паблшер, 2016. 458 с.
25. Васильева А. В., Шевелева И. В. Дискретная математика : учеб. пособие. Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2016. 128 с.
26. Кильдишов В. Д. Использование приложения MS EXCEL для моделирования различных задач. М. : СОЛОН-Пресс, 2015. 156 с.

REFERENCES

1. Galaganova N. Solving economic problems using spreadsheets Libreoffice Calc. *Information and communication technologies in teacher education*, 2015, no. 3, pp. 19–21. (In Russ.).
2. Kotkin S. D. LibreOffice as a didactic tool for the formation of professional competences. *Information and communication technologies in teacher education*, 2016, no. 8, pp. 107–113. (In Russ.).
3. Bochkareva O. V., Surkin M. Yu., Usmanova I. V. On the issue of transition to domestic software in a military university. *Military Review*, 2018, no. 2, pp. 11–15. (In Russ.).
4. Mantusov A. B. Electronic resource “Creating 3D photorobot using the MakeHuman program”. *Chronicles of the united fund of electronic resources of “Science and education”*, 2018, no. 3, p. 29. (In Russ.).
5. Kotkin S. D. Using LibreOffice software for the development of ICT Competences. *Technological education and sustainable development of the region*, 2014, no. 1-1, pp. 243–250. (In Russ.).
6. Mantusov A. B., Dorzhinova Z. B. Formation of computational competences of future economists in the process of use. *LibreOffice Calc program “Science Vector of Togliatti State University”*, 2018, No. 4, pp. 26–37. (In Russ.).
7. Mantusov A. B. Educational technologies in the optimization of the educational process in the university. Elista, Publishing house of Kalmyk State Un-iversity, 2007. 168 p. (In Russ.).
8. Mantusov A. B., Dorzhinova Z. B. Formation of computational competences of future economists in the process of use. *LibreOffice Calc program “Science Vector of Togliatti State University”*, 2018, no. 4, pp. 26–37. (In Russ.).
9. Mantusov A. B. *Competence task as the implementation of the competence approach*. Deposited. Entry in the registry number 20659 of May 23, 2013. (In Russ.).
10. Yadrovskaya M. V. Means of modeling in training. *Bulletin of YSU*, 2010, 7 (1), p. 89–95. (In Russ.).
11. Volkova M. A., Kalegin Yu. V. Higher education pedagogy. Chelyabinsk, SUSU Publishing Center, 2018. 213 p. (In Russ.).
12. Martynov M. S. The solution of applied problems in physics is an important factor in enhancing students’ cognitive activity. *Physical education in universities*, 2003, 9 (2), pp. 39–44. (In Russ.).
13. Tereshin N. A. Applied orientation of the school course of mathematics. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1990. 96 p. (In Russ.).
14. Ikramov D. *Mathematical culture*. Tashkent, 1995. 277 p. (In Russ.).
15. Akulova O. V., Pisareva S. A., Piskunova E. V. Constructing situational tasks for assessing student competence. Saint Petersburg, KARO Publ., 2008. 96 p. (In Russ.).
16. Yurchenko T. V. Information technology in the economy. Solving economic problems using MS EXCEL. N. Novgorod, 2010. 132 p. (In Russ.).
17. Utkin V. B., Baldin K. V. Information systems for technology and economy. Moscow, UNITY-DANA Publ., 2017. 335 p. (In Russ.).
18. Vardomatskaya E. Yu., Sharstnev V. L., Alekseeva Ya. A. Route optimization using graph theory in application packages. *Bulletin of Vitebsk State Technological University*, 2016, no. 1, pp. 130–139. (In Russ.).
19. Krivonosova N. V., Mikerova L. N. The role of visualization in the formation of professional and general cultural competencies of university students. *New Technologies in Education*, 2014, no. 1. (In Russ.).
20. Berman N. D. Data Visualization in MS Excel 2010. Khabarovsk, Publishing House of Pacific state university, 2014. 72 p. (In Russ.).
21. Winston Wayne L. Microsoft Excel 2013. Data Analysis and Business Modeling. Trans. from English. Moscow, Publishing house “Russian edition”; Saint Petersburg, BHV-Petersburg, 2015. 864 pp. (In Russ.).
22. LibreOffice User Guide. (In Russ.). URL: <http://libreoffice.readthedocs.io/en/latest/index.htm>
23. Russell R.C.J. Graphviz. VSD, 2012. 128 p.
24. Foreman D. Many numbers: Big data analysis with Excel. Moscow, Alpina Publisher, 2016. 458 p. (In Russ.).
25. Vasilyeva A. V., Sheveleva I. V. Discrete Mathematics. Krasnoyarsk, Sib. feder. univ., 2016. 128 p. (In Russ.).
26. Kildishov V. D. Using MS EXCEL application for modeling various tasks. Moscow, SOLON-Press, 2015. 156 p. (In Russ.).

Как цитировать статью: Мантусов А. Б., Доржинова З. Б. Использование визуализации с помощью СПО GraphViz при формировании вычислительных компетенций // Бизнес. Образование. Право. 2019. № 3 (48). С. 384–392. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.333.

For citation: Mantusov A. B., Dorzhinova Z. B. Using visualization by means of free software GraphViz in formation of computational competencies. *Business. Education. Law*, 2019, no. 3, pp. 384–392. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.333.