

[12] Dino H.I., Abdulrazzaq M.B. Facial expression classification based on SVM, KNN and MLP classifiers. Proc. International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE 2019), Zakho-Duhok, Iraq, 2019, pp. 70-75.

[13] Tripathi A., Pandey S. Efficient facial expression recognition system based on geometric features using neural network / Tripathi A., Pandey S. // Lecture Notes in Networks and Systems. 2018, vol. 10, pp. 181-190.

УДК 378.2+51.7+004.9

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ**

**Т. В. Зыкова, Ю. В. Вайнштейн, М. В. Носков**

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия, zkovatv@mail.ru

*The paper discusses an approach to analyzing the curricula of educational programs of higher education in the context of current federal state educational standards. Based on the competency-based approach, a model for representing the curriculum in the form of a mixed graph is proposed. This approach will be used to create automated tools for assessing the quality and comparative analysis of educational programs. Visualization of the graph representation is carried out using a set of plugins from the open source software package Gephi, developed in Java (NetBeans platform).*

### **Введение**

Одной из важнейших задач реализации образовательной программы в вузе выступает оценка сформированности образовательных результатов. Несмотря на интенсивный рост интереса к развитию и применению инструментов анализа данных и учебной аналитики в этой области, единого подхода к решению этой задачи в настоящее время не существует. В связи с необходимостью решения данной задачи актуальность приобретает поиск методов и технологий измерения уровня сформированности компетенций образовательной программы [1]. Важным этапом на этом пути является анализ процесса формирования этих компетенций, позволяющий моделировать и визуализировать все этапы, которые необходимо пройти обучающемуся для достижения поставленных образовательных результатов: формирования набора компетенций, закладываемых в учебный план (УП) образовательной программы (ОП). Целью данной статьи выступает создание подхода к моделированию и визуализации данных учебных планов образовательных программ вуза на основе теории графов.

### **Графовая модель**

Представим модель формирования образовательных результатов, заложенных в УП при его разработке. За основу возьмем подход, представленный авторами в [2, 3], но будем учитывать, что математическая

модель должна представлять собой структуру данных, содержащую сведения об образовательных результатах обучающихся в разрезе осваиваемых дисциплин, времени и составляющих компетенций ОП. УП формирует множество общепрофессиональных компетенции ОПК, универсальных компетенции УК, а также профессиональные компетенции ПК. Каждая дисциплина, заложенная в УП, может участвовать в формировании от одной до нескольких компетенций. Обратим внимание, что разработчики ОП при проектировании УП самостоятельно решают какие именно компетенции будут освоены при изучении различных дисциплин тем самым определяя и закладывая в УП временные рамки освоения образовательных результатов, а также формируя кластеры связанных между собой дисциплин.

По своей сути освоение ОП по предписанному УП определяет задачу планирования. Для моделирования таких задач могут быть использованы смешанные графы. Задача моделирования УП представляет собой некое подобие дизъюнктивного графа, поскольку ненаправленные ребра могут быть интерпретированы как одновременно выполняемые задачи, а направленные – разделенные каким-либо временным интервалом. Кроме того, граф, определяющий УП будет содержать независимые задачи.

Представим УП в виде смешанного графа  $G = (V, E, A)$ , где  $V$  — множество вершин, определяемое списком дисциплин, заложенных в УП,  $E \subset \{uv: u, v \in V\}$  — набор неориентированных ребер,  $A \subset \{\overline{uv}: u, v \in V\}$  — набор направленных ребер (дуг), где  $u$  - хвост, а  $v$  – голова дуги. Обозначим за  $N$  общее количество дисциплин, реализованных в УП. Каждой дисциплине – вершине графа  $v_k$  будет соответствовать множество компетенций  $\{K\}_{v_k}$ , заложенных в данную дисциплину. Под ребром графа  $G$  будем понимать междисциплинарную связь, определяемую пересечением множеств  $\{K\}_u$  и  $\{K\}_v$ , когда две дисциплины УП участвуют в формировании одной или нескольких одинаковых компетенций. Ребро существует, если  $\{K\}_v \cap \{K\}_u \neq \emptyset$ . Ребро графа  $uv$  будет являться неориентированным, если дисциплины УП (вершины графа) реализуются одновременно, то есть в одних временных рамках, например, учебного семестра или курса. Ориентированным ребром  $\overline{uv}$  будем считать такое ребро, когда дисциплины УП (вершины графа) имеют временные приоритеты, то есть дисциплины должны быть реализованы в разные временные промежутки (семестры или курсы).

Поскольку в УП на реализацию различных дисциплин закладывается различное количество часов и зачетных единиц (зе), то определим вес  $w_{vu}$  для ребра [2]. Обозначим через  $ze_v$  количество зачетных единиц, отведенное некоторой дисциплине УМ, соответствующее вершине графа  $v$ . Пусть  $\sum ze$  – это общее количество зачетных единиц, отведенное на реализацию УП, тогда удельный вес зачетной единицы можно вычислить как  $УДВ_{ze} = \frac{N}{\sum ze}$ , если предположить равнозначность зачетных единиц. Таким образом, определим вес ребра (ориентированного, а также неориентированного) как

$$w_{uv}(\overline{uv}) = \frac{1}{2 \text{УДВ}_{\text{зе}}} (\text{зе}_v + \text{зе}_u) |\{K\}_v \cap \{K\}_u|,$$

где вес ребра определяется как среднее арифметическое зачетных единиц, соответствующих вершинам ребра, принимая во внимание  $\text{УДВ}_{\text{зе}}$ , а  $|\{K\}_v \cap \{K\}_u|$  — мощность множества пересечения количества компетенций, заложенных в дисциплины, соответствующие вершинам графа  $v$  и  $u$ . Здесь стоит отметить, что если дисциплине плана соответствует несколько компетенций, реализуемых в УП, то на данный момент программное обеспечение для создания УП не позволяет закладывать возможности неравнозначности компетенций для дисциплины, при необходимости, может быть модифицирован, если определить относительный вклад компетенций в саму дисциплину.

Смешанный граф  $G$ , определяемый УП будет являться простыми ациклическим, так как не будет содержать петель, кратных ребер и циклов.

### Визуализация модели

Отдельной задачей является визуализация УП, представляющего собой смешанный граф  $G$ . Существует множество подходов к визуализации графов [4]. В данной работе предлагается подход к визуализации модели УП на основе комбинации плагинов пакета программного обеспечения для сетевого анализа с открытым исходным кодом Gephi 0.10.1, разработанный на Java (платформа NetBeans).

Приведем пример работы с небольшим смешанным графом (21 вершина, 84 ориентированных и неориентированных ребер). Также граф содержит вершину без связей. В реальной задаче анализа УП такая графовая модель будет содержать около 60 вершин, отражая количество дисциплин, заложенных в УП. Для отрисовки графа была применена следующая последовательность действий:

1) Применение плагина Force Atlas 3D. Данный плагин был разработан и представлен в начале 2023 г. Визуализация в 3D-пространстве позволяет избегать излишнего эффекта наложения узлов, точнее понимать закономерности и структуру исследуемого объекта. На рисунке 1 представлена графовая модель до обработки (слева) и после применения плагина (справа).

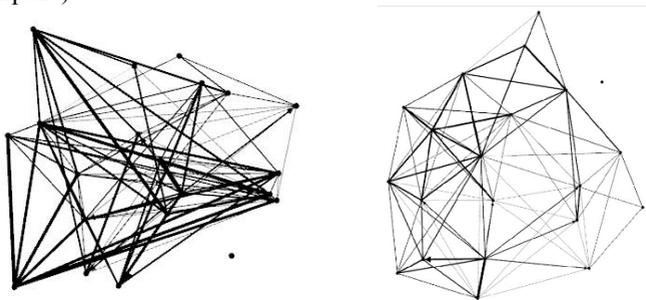
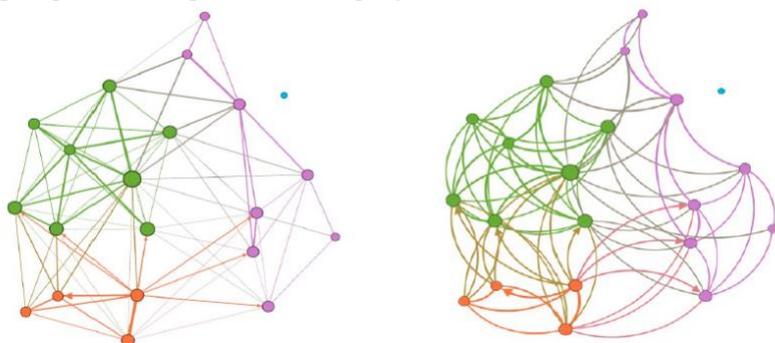


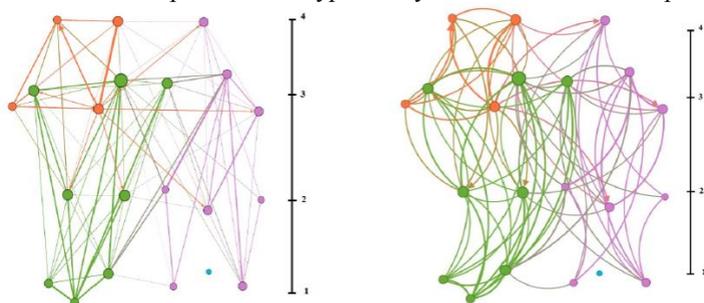
Рисунок 1 – Графовая модель до и после применения плагина

2) Настройка графовой модели, включающая в себя применение ранжирования узлов графа по степеням, отрисовки ребер с учетом их весов, использование свойства модулярности и кластеризации. Результат преобразований представлен на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Графовая модель после выполнения второго этапа**

3) Применение плагина Network Splitter 3D. Этот плагин позволяет разделить макет графа на отдельные слои, которые являются определяемыми кластерами какой-либо переменной, их можно использовать в процедурах ранжирования и/или разделения. Network Splitter 3D вычисляет и сегментирует уровни относительно значений с любыми диапазонами. Результат сегментирования по курсам изучения дисциплин на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Визуализация итогового этапа обработки графовой модели**

**Заключение.** Представление данных УП в виде смешанного графа делает более наглядной общую структуру УП, демонстрирует поэтапность формирования образовательных результатов, способствует пониманию междисциплинарных связей, заложенных при проектировании УП образовательной программы.

Предложенная модель и подход к визуализации графowego представления позволяет осуществлять сравнительный анализ различных ОП для выявления более сбалансированных решений с точки зрения структурирования УП для повышения качества проектирования новых ОП или модернизации существующих.

### Список использованных источников

1. Вайнштейн, Ю. В. Оценка сформированности профессиональных компетенций в цифровой среде вуза / Ю. В. Вайнштейн, Р. В. Есин // Информатика и образование. – 2020. – Т. 315, № 6. – С. 52-60. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-6-52-60.
2. Зыкова, Т. В. Применение силового алгоритма визуализации графов для анализа учебных планов образовательных программ высшего образования / Т. В. Зыкова, А. А. Кытманов, М. В. Носков, Е. А. Халтурин // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 104-116. DOI: 10.25559/SITITO.019.202301.104-116.
3. Зыкова, Т. В. О графовой модели учебного плана образовательной программы / Т.В. Зыкова, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Носков // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : Материалы VIII Международной научной конференции: в трех частях. Том Часть 1, Красноярск, 24–27 сентября 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2024. – С. 109-113.
3. Jacomy, M. ForceAtlas2, a Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software / M. Jacomy, T. Venturini, S. Heymann, M. Bastian // PLOS ONE. – 2014. –V. 6, № 9. – P. e98679. DOI: 10.1371/journal.pone.0098679.

УДК 004.67

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СБОРА И АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Е. А. Алуев

АТЕК, Брест, Беларусь, alooeff@atek.dev

*A method for collecting and analyzing data from standard and additional sensors, as well as the truck CAN bus, was developed, on the basis of which a method for intelligent data analysis was created and tested at an operating transport company. The result of the method is an analytical assessment of the driver and vehicle performance during a trip. It allows identifying events of violation of traffic rules, the AETR convention, operating rules and technical condition of vehicles.*

### Введение

В настоящее время мировой объем автомобильных грузоперевозок неуклонно растет [1]. Выполнение этих грузоперевозок невозможно без использования водителей и транспортных средств (ТС).