

## **АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОГО ПЛАНА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**Т. В. Зыкова<sup>1)</sup>, А. А. Кытманов<sup>2)</sup>, Е. А. Халтурин<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> *Сибирский федеральный университет, Свободный пр-кт, 82А, 660041, Россия,  
email: zykovatv@mail.ru*

<sup>2)</sup> *МИРЭА – Российский технологический университет, пр. Вернадского, 78, 119454,  
Россия, email: aakytm@gmail.com*

<sup>3)</sup> *Сибирский федеральный университет, Свободный пр-кт, 82А, 660041, Россия,  
email: ekhalturin@sfu-kras.ru*

Работа посвящена разработке и программной реализации подхода к анализу учебных планов образовательной программы. Программные модули позволяют вычислять различные статистические характеристики учебного плана, описать данные по реализуемым компетенциям, провести сравнение нескольких учебных планов, а также провести предобработку данных для последующей визуализации учебного плана в виде взвешенного неориентированного графа.

**Ключевые слова:** учебный план; образовательная программа; компетентностный подход; междисциплинарные связи; компетенции; графовая модель; силовой алгоритм визуализации графа.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22–28–00413)

## **ANALYSIS OF FORMATION OF COMPETENCES OF THE CURRICULUM OF THE EDUCATIONAL PROGRAM**

**T. V. Zykova<sup>1)</sup>, A. A. Kytmanov<sup>2)</sup>, E. A. Khalturin<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> *Siberian Federal University, Svobodny pr., 82A, 660041, Russia, email:  
zykovatv@mail.ru*

<sup>2)</sup> *MIREA – Russian Technological University, Vernadsky Avenue, 78, 119454, Russia,  
email: aakytm@gmail.com*

<sup>3)</sup> *Siberian Federal University, Svobodny pr., 82A, 660041, Russia,  
email: ekhalturin@sfu-kras.ru*

The work is devoted to the development and software implementation of an approach to analyzing educational program curricula. The software modules can calculate various statistical characteristics of the curriculum, describe data on learning outcomes, compare multiple curricula, and preprocess data for subsequent visualization of the curriculum as a weighted undirected graph.

**Keywords:** Curriculum; educational program; competency-based approach; interdisciplinary connections; learning outcomes; graph model; force-directed graph visualization algorithm.

## **Введение**

В последние годы активно происходит цифровизация образовательных процессов, что позволяет образовательным учреждениям и платформам собирать и хранить огромный объем данных, связанных с процессом обучения. В связи с этим появляется потребность в описании, структурировании и анализе этих данных. Решение этих задач является актуальным, поскольку позволяет создавать системы управления образовательным процессом и системы поддержки принятия решений на основе данных [1,2]. Является актуальной задача проектирования и создания интеллектуального программного обеспечения для анализа и управления учебным процессом на основе образовательных данных, которое поможет эффективно решать различные проблемы, стоящие перед образованием сегодня. Учебный процесс напрямую зависит от образовательной программы (ОП) и соответствующего ей учебного плана (УП), составляемых в соответствии с государственными образовательными стандартами. Качество ОП определяется различными факторами, такими как эффективно выстроенная структура УП, соответствующая нормативным показателям ФГОС, качество составляющих ее дисциплин и практик, профессорско-преподавательский состав, участвующий в реализации ОП, уровень подготовки и мотивации студентов и т.д. [3].

Целью данной работы является разработка подхода к анализу данных УП, как основного документа, определяющего структуру ОП. Разработанная программная реализация позволяет вычислять различные статистические характеристики УП, проводить сравнение нескольких УП по общим показателям, а также провести предобработку данных для последующей визуализации учебного плана в виде взвешенного неориентированного графа [4].

## **Программный комплекс анализа УП**

Предварительный анализ и разработка программных алгоритмов проводилась на основе УП, реализуемых в Институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета. УП были экспортированы из ИС «Планы» (разработка лаборатории ММИС). Для программной реализации был выбран язык программирования C++. Первый этап анализа УП, проектирования алгоритмов, а также предобработки данных был довольно трудоемким, поскольку необходимо было выявить

ключевые характеристики УП, необходимые для анализа, реализовать программную предобработку данных, учитывающую различные несоответствия и неточности данных, а также привести данные к единообразному виду.

Второй этап включал программную реализацию вычисления различных статистических характеристик УП. Программный модуль позволяет вычислять процентную составляющую вклада компетенций, в формировании образовательных результатов, заложенных в УП, на отдельных курсах, а также за весь период обучения. В модуле также реализована функция вычисления количества зачетных единиц УП, с учетом дисциплин по выбору, а также факультативных дисциплин. Подсчитывается общее количество дисциплин УП образовательной программы. Приводится общая статистика по нескольким учебным планам [5].

Третий этап включал программную реализацию обработки данных для представления УП (дисциплины, междисциплинарные связи, заложенные между дисциплинами на основе формирования одинаковых компетенций) в виде взвешенного неориентированного графа. Для этого были приняты некоторые допущения: не учитывалась трудоемкость некоторых видов практик, а также ГИА (поскольку включает все компетенции УП), трудоемкость освоения дисциплины распределялась поровну между всеми компетенциями, формируемыми в результате ее изучения. Кроме этого, были единственным образом учтены компетенции, формируемые в результате изучения дисциплин по выбору [4]. Для визуализации графовой модели был использован пакет программного обеспечения Gephi. В качестве алгоритма укладки был выбран алгоритм направленных сил (force-directed algorithm).

### Пример применения программного комплекса

Рассмотрим УП направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», реализуемый в Институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета. В табл. 1, 2 представлены результаты программной обработки УП.

Таблица 1

Трудоемкость компетенций УП 09.03.01

Группа	Компетенция	Трудоемкость	%	Трудоемкость	%
ОПК	ОПК-1	39.8	18.1 %		
	ОПК -8	13.8	6.1 %		
	ОПК -7	9	4.1 %		

	ОПК -3	5	2.3 %		
	ОПК -2	5	2.3 %		
	ОПК -4	3	1.4 %		
	ОПК -6	2	0.9 %		
	ОПК -5	2.5	1.1 %		
	ОПК -9	1	0.5 %	81	36.8%
ПК	ПК-4	21.7	9.8 %		
	ПК -3	20.7	9.4 %		
	ПК -1	18.5	8.4 %		
	ПК -2	6.7	3.0 %	67.5	30.7%
УК	УК-1	26.6	12.1 %		
	УК -4	15.5	7.0 %		
	УК -2	9.25	4.2 %		
	УК -5	7.3	3.3 %		
	УК -9	3	1.4 %		
	УК -8	3	1.4 %		
	УК -7	2	0.9 %		
	УК -10	2	0.9 %		
	УК -6	1.3	0.6 %		
	УК -3	1.5	0.7 %	71.5	32.5%
Кол-во ЗЕ УП	244				
Кол-во учётных ЗЕ	220				
Кол-во дисциплин	55				
Кол-во учётных дисциплин	52				

Общее количество дисциплин УП 55, на них приходится 244 зачетных единицы (ЗЕ) вместе с факультативными дисциплинами (4 ЗЕ), для анализа трудоемкости компетенций не учитываются технологическая и преддипломная практика (15 ЗЕ), ГИА (9 ЗЕ). Таким образом остается 220 ЗЕ. В табл. 1 приведена трудоемкость формирования общепрофессиональных компетенций (ОПК), универсальных (общекультурных) компетенций (УК), профессиональных компетенций (ПК).

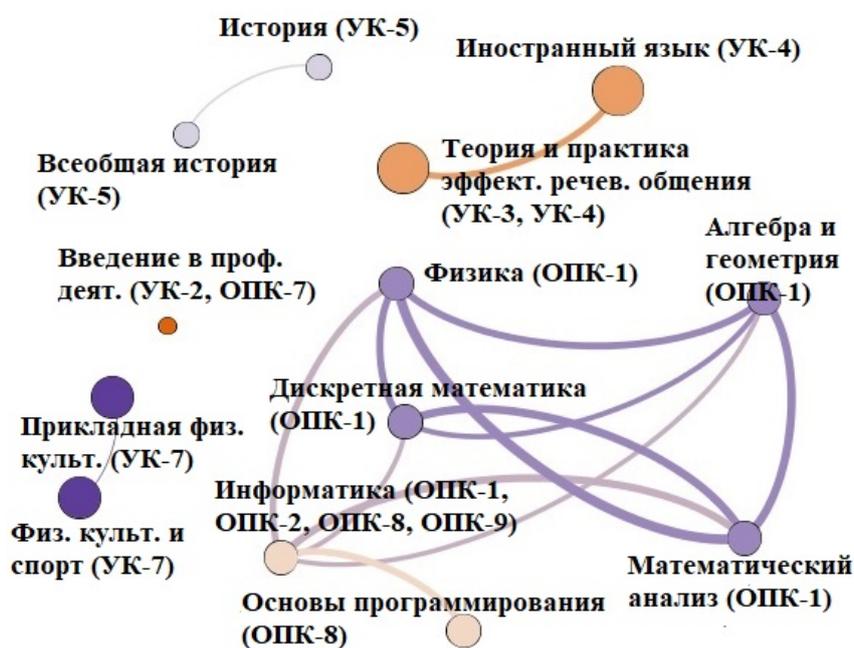
Программный комплекс позволяет вывести данные сформированности компетенций по отдельным годам обучения. Например, в табл. 2 приведены данные по УП 09.03.01 за 1 год обучения.

Таблица 2

## Сформированность компетенций УП 09.03.01 за 1 год обучения

ОПК	ОПК -1	25	41.3%		
	ОПК -8	13	21.5%		
	ОПК -7	4	6.6%		
	ОПК -9	1	1.7%		
	ОПК -2	1	1.7%	44	72.7%
УК	УК-4	6	9.9%		
	УК-5	4	6.6%		
	УК -2	4	6.6%		
	УК -7	1	1.7%		
	УК -3	1.5	2.5%	16.5	27.3%

На рисунке ниже приведена графовая модель учебного плана УП 09.03.01 за 1 год обучения, которую можно визуально сопоставить с данными, приведенными в таблице 2.



## Заключение

Областью применения программного модуля является аналитика образовательных данных. Программный модуль может быть полезен для проверки УП образовательных программ на предмет соответствия нормативным требованиям. Визуализация данных УП различными методами позволяет понять структуру УП, оценить сформированность компетенций на различных этапах обучения.

## Библиографические ссылки

1. *Kustitskaya T. A.* Early Student-at-Risk Detection by Current Learning Performance and Learning Behavior Indicators / Т.А. Kustitskaya, А.А. Kytmanov, М. V. Noskov // *Cybernetics and Informational Technologies*. – 2022. – V. 22. – № 1. – P. 117–133. doi: 10.2478/cait-2022-0008.
2. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / Под ред. А.Ю. Уварова, И. Д. Фрумина. М.: Изд-во ВШЭ. 2019.
3. *Сердитова Н. Е.* Образование, качество и цифровая трансформация / Н.Е. Сердитова, А.В. Белоцерковский // *Высшее образование в России*. – 2020. – Т. 29. – № 4. – С. 9–15. doi: 10.31992/0869-3617-2020-29-4-9-15.
4. *Зыкова Т. В.* Компетентностная составляющая учебных планов подготовки инженеров в области информационных технологий / Т.В. Зыкова, Е.А. Халтурин, А.А. Кытманов // *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы VI международной научной конференции в трех частях. Красноярск*. – 2021. – С. 61-65.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023613272. Программный модуль вычисления относительного вклада компетенций учебного плана образовательной программы / Е. А. Халтурин, Т. В. Зыкова, А. А. Кытманов – Заявка №2023611682. Дата поступления 1 февраля 2023 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 14 февраля 2023 г.