

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АНГАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ СО РАН

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ИССЛЕДОВАНИИ  
СЛОЖНЫХ СТРУКТУР**

**МАТЕРИАЛЫ  
ТРИНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
7–9 сентября 2020 г.**

Томск  
Издательский Дом Томского государственного университета  
2020

конфликтующими, если у них совпадают номера группы или преподаватель, то есть если их нельзя назначить в одно и то же время в одном и том же месте.

В данных тезисах мы представляем текущий результат работы над интерфейсом. На данном этапе все окна нагружены своим функционалом, пользователь может непосредственно взаимодействовать с БД через интерфейс. Также сделан модуль построения доступных ресурсов. Под ресурсами понимаются аудитории в определенные моменты времени («день недели-номер пары»). Для каждого события есть список доступных ресурсов, который строится исходя из объективных причин: лабораторные занятия могут проводиться только в аудиториях, оснащенных специальным оборудованием, лекционные занятия для большого количества студентов (например, всего потока) могут проводиться только в больших аудиториях, т.е. учитывается количество человек в группах, объем аудиторий и т.д. Кроме того, принимаются во внимание пожелания преподавателей: если преподаватель не хочет вести занятия в определенное время, то для событий, включающих в себя этого преподавателя, ресурсы с этим временем будут недоступны.

В дальнейшем планируется добавить в функционал графического интерфейса отображение построенного расписания, а также организовать хранение расписания в БД.

### Литература

1. *Mühlenthaler. M.* Fairness in Academic Course Timetabling. Switzerland: Springer, 2015. 147 p.
2. *Климашевская А.О.* Автоматическое составление расписания: интерфейс пользователя // Труды Шестнадцатой Всероссийской конференции студенческих научно-исследовательских инкубаторов / под ред. В.В. Демина. Томск, 2019. С. 170–172.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

*Д.М. Сверчинская, М.Л. Громов*

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия  
goza\_diana@mail.ru

Расписание для студентов учебных заведений чаще всего составляется вручную, и эта задача вызывает огромные сложности у работников, которые над ней трудятся. Составление расписания – процесс трудоемкий, он требует большой осведомленности обо всех аспектах учебной деятельности. Поэтому создание системы автоматического составления расписания является актуальной и даже необходимой задачей. Естественным первым шагом при решении этой задачи является определение состава (архитектуры) такой системы.

Нами был выбран следующий состав системы: реестр предметов, реестр групп студентов, реестр преподавателей, реестр аудиторий, модуль учёта ограничений (пожелания преподавателей, привязка отдельных предметов к аудиториям и др.), модуль расчёта расписания и графический интерфейс системы, связывающий все модули. Задача составления расписания возникает в различных областях науки и техники. В каждой области предполагается рассмотрение своей формальной модели этой задачи, отражающей специфику области.

Для решения задачи в нашем случае мы используем модель, предложенную в [1]. Эта модель предполагает рассмотрение трёх сущностей: событие (преподаватель-предмет-поток), место и временной промежуток (время). Всевозможные пары «место-время» образуют множество ресурсов, события располагаются в вершинах графа конфликтов: два события соединены ребром, если их нельзя проводить одновременно. Тогда расписание – это функция, ставящая в соответствие событиям ресурсы так, чтобы два конфликтующих события не проводились одновременно, и никакие два различных события не ставились в соответствие одному и тому же ресурсу. В такой постановке задача построения расписания частично сводится к задаче раскраски графа конфликтов. Вершины (события) раскрашенные в один цвет можно проводить одновременно. Раскраску необходимо осуществлять с учётом доступности аудиторий. Кроме того, данная модель позволяет учитывать ограничения (пожелания преподавателей, привязки аудиторий и т.д.). Множество событий формируется из индивидуальных планов преподавателей и учебно-производственных планов групп студентов. Два события конфликтуют, если у них совпадают группы или преподаватели. Ограничения формируются из пожеланий преподавателей (например, не ставить первую пару), и предметов (например, лабораторные работы должны проводиться в специально оборудованных для этого аудиториях).

Было принято решение использовать для раскраски графа приближённый алгоритм [2], поскольку известные точные алгоритмы решают эту задачу за экспоненциальное время

На предыдущем этапе работы была реализована программа, строящая граф конфликтов и также программно реализован алгоритм раскраски графа [3]. Представляемый в данных тезисах этап работы посвящён построению расписания на основе раскрашенного графа конфликтов и ограничений. Ограничения задаются как функция  $\alpha$ , отображающая событие в множество ресурсов, доступных для назначения этому событию. Функция  $\alpha$  формируется на основании объективных ограничений (лабораторные работы должны проводиться в оборудованных для этого аудиториях, потоковые лекции

должны читаться в больших аудиториях и др.) и из личных пожеланий преподавателей (не проводить занятия первой парой, в субботу и т.д.).

Программа считывает обработанные вручную данные о противоречиях, составляет матрицу смежности графа конфликтов, раскрашивает граф, то есть помечает события, которые можно проводить одновременно, и присваивает аудиторию, опираясь на раскраску и функцию  $\alpha$ . Работа программы опробована на данных полученных из расписания 3 курса радиофизического факультета Томского государственного университета (число потоков – 27, число предметов – 41, число преподавателей – 39).

В дальнейшем предполагается разобрать алгоритмы оптимизации расписания с разных точек зрения: равномерная загруженность студентов в течение недели, отсутствие «окон», чередование лекций и практических занятий, а также реализовать эти алгоритмы оптимизации.

#### Литература

1. *Mühlenthaler. M.* Fairness in Academic Course Timetabling. Switzerland: Springer, 2015. 147 p.
2. *Кристофидес Н.* Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1977. 432 с.
3. *Сверчинская Д.М.* Автоматическое составление расписания: модуль расчета расписания // труды Шестнадцатой Всероссийской конференции студенческих научно-исследовательских инкубаторов / под ред. В.В. Демина. Томск, 2019. С. 194–196.

## GLOBAL BRAIN AND BEYOND: A CONCERTED MODEL OF INTERACTING NETWORKS

*A. Tikhomirov<sup>1</sup>, A. Trufanov<sup>2</sup>, S. Grigoryev<sup>2</sup>, O. Berestneva<sup>3</sup>, Yu. Burkatovskaya<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> INHA University, Incheon, Republic of Korea

<sup>2</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

<sup>3</sup> Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia  
troufan@gmail.com

Introduction. Following to [1] Global Brain (GB) is a projected emergence of a new control structure from the coordinated interactions of human and machine agents. Essentially complex control structures emerge by integration of relatively primitive interacting actors which form a kind of a complex network. The GB combines all human beings (HB) with the worldwide network of information and communication technologies similar to cortex and concomitant activities of human body. In this regard there is a need in elaboration of reliable and transparent ontologies and tools to study interconnected complex networks similar to those successfully applied on the basement of interacting multilayered networks [2].

Model. Our early concept of Stem Networks (SN) [3] categorizes system actors as stems, the latter are stratified into nodes according to the nature of their couplings so that each thematic layer is reflected by ordinary plane graph. Note that GB might converge humans, natural and machine agents and must coordinate and connect huge and different varieties of them [1]. Just to model diverse natured systems a Combined Stem Network (CSN) was proposed and defined as a specific integration of interdependent SN-networks described on "beds" with nonoverlapping sets of stems, thematic layers and binary relations[4]. Some stems from different "beds" might be united into a group which is called a bouquet. Such a group of real objects - multiplet (pair, triple,..) includes nonrepeatable coactive stems of different beds. Thus bouquets are partitioned into stems which firm nodes of networks of the same nature. Links within a stem, between different stem nodes of the same layer of the same network, and between stems taken from different networks are put in different categories. Links - between the stems inside a bouquet represent binary relations (interactions) such as "dependence", which differ from couplings - "connections» that govern interactions between the stems of a bed; couplings of "bindings"-type describe relationships between the nodes of the same stem. For deeper study GB might be modelled by a Collaborative Combined Stem Networks (CCSN), [5]. In this case some bouquets might be united according to additional requirements-constraints (for social and communication networks these are geographical, legal, and cultural ones) to form specific groups (rather societies than communities) which might be called boxes. Moreover, often real CCSN demonstrate poor concert because of contradictory constraints of diverse boxes.

Results. To provide such a key process as matching within GB CCSN model it is of value to make the entities comprehensible for actors of diverse boxes. All the nodes, stems, bouquets of different boxes should be compatible just to make GB work as a whole organism. Such a compatibility might be provided through special mechanism which set direct uniform links or those through an intermediary stems or Intermediator boxes, and thus composing a Concerted Collaborative Combined Stem Network (CCCSN). Several open source software instruments with libraries for graph and complex network visualization were utilized to prepare toy examples and thorough rendering.

Conclusions. An advanced CCCSN methodology with its qualitative description has been proposed as a comprehensive scope of global brain issues. The model includes multiplets of elements (boxes, bouquets, stems, beds, layers, nodes, links-bindings, links-connections, and links-dependencies) in order to formalize interactions of HB