

Литература

1. Авдеева С. М., Барышникова М. Ю., Коваленко С. К., Мельников А. Е. Об опыте реализации модели оценки ИКТ-компетентности // Информатизация образования и науки, 2009. № 2. С. 62–71.
2. Боровков А. Б., Степанов А. И. Взаимодействие с международными системами сертификации компьютерной грамотности // Информатизация науки и образования, 2009. № 2. С. 85–95.
3. Гендина Н. И. Формирование информационной культуры личности: от теории – к модели информационного образования // Открытое образование, 2007. № 1. С. 4–10.
4. Кастельс М. Галактика Интернет: Размышления об Интернете, бизнесе и обществе / Пер. с англ. А. Матвеева; под ред. В. Харитоновой. – Екатеринбург: У-Фактория (при участии изд-ва Гуманитарного ун-та), 2004. – 328с.
5. Лау Х. Руководство по информационной грамотности для образования на протяжении всей жизни / Пер. с англ. под научн. ред. А. В. Федорова. – М.: МОО ВПП ЮНЕСКО «Информация для всех», 2007. С. 7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ifap.ru/pr/2007/070209a.htm>
6. Стратегия развития информационного общества в России // Открытое образование, 2007. № 4. С. 4–8.
7. Управление социально-экономическим развитием России: концепции, цели, механизмы / Рук. авт. колл.: Д. С. Львов, А. Г. Поршнева. – М.: Экономика, 2002. – 702 с.
8. Уэбстер Ф. Теории информационного общества / Пер. с англ. М. В. Арапова, Н. В. Малыхиной; под ред. Е. Л. Варгановой. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 400 с.
9. Федеральный закон Российской Федерации «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27. 07. 2006 г. № 149 – ФЗ.
10. Хеннер Е. К. Структурирование и формализация требований к компьютерной грамотности и ИКТ-компетентности субъектов системы непрерывного образования // Информатизация образования и науки, 2009. № 2. С. 71–85.
11. Хорошилов А. В. Управление информационными ресурсами: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 272 с.
12. Feldman S. The high cost of not finding information // KM World, 2004. Vol. 13. No. 3. P. 8–15.
13. Understanding Information Literacy: A Primer Edited by the Information Society Division, Communication and Information. – Sector Paris: UNESCO, 2007. – VII. – 94 p [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001570/157020E.pdf>.

УДК 004.057, 519.8
ББК 32.973.2 + 74

К СТАНДАРТИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

*М. А. Бульонков, канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией
Тел.: (383) 330-93-44, e-mail: mike@iis.nsk.su*

*П. Г. Емельянов, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник
Тел.: (383) 330-93-44, e-mail: emelianov@iis.nsk.su*

*Е. В. Пак, ведущий программист
Тел.: (383) 330-93-44, e-mail: pev@iis.nsk.su*

*Институт систем информатики СО РАН, лаборатория смешанных вычислений
<http://www.iis.nsk.su>, <http://mix.iis.nsk.su>*

The authors propose an XML-based format of data representation for educational plan description and timetabling. The proposals generalize the authors' multi-years experience in the development, introduction, and maintenance of timetabling systems that are used in several schools and universities of Novosibirsk, Krasnoyarsk, and Khanty-Mansiysk.

Предлагается формат представления данных в части описания учебного плана и расписания занятий на основе XML-технологий. Предложения обобщают многолетний опыт авторов по разработке, внедрению и сопровождению системы составления расписания, используемой в нескольких средних и высших учебных заведениях Новосибирска, Красноярска и Ханты-Мансийска.

Ключевые слова: расписание, составление расписания, учебное заведение, описание ограничений, XML-технологии

Keywords: timetable, timetabling, educational organization, constraint description, XML-technologies

Введение

Сегодня в России имеется несколько типов образовательных учреждений: начальные и средние школы, профессионально-технические училища, техникумы и колледжи, высшие учебные заведения. Каждый из них имеет свою специфику в организации учебного процесса.



М.А. Бульонков

Кроме того, учебные заведения могут предлагать различные формы обучения: очное, заочное, вечернее, дистанционное, индивидуальное, курсы повышения квалификации. Административная организация учебного процесса, начинающаяся с государственных образовательных стандартов и зачастую не заканчивающаяся составленным расписанием, оказывается сложной многоступенчатой задачей.

Выработка единого формата описания учебного процесса имеет своей целью создание основы для решения следующих технологических, административных и научных задач:

- Обмен данными между разными системами, в том числе в среде Semantic Web.

- Проверка в автоматическом или полуавтоматическом режиме:

- соответствия государственным и международным образовательным стандартам;
- соответствия государственным санитарным нормам;
- «качества» составленного расписания, в частности для оценки и сравнения автоматически составленных расписаний и производительности систем.

- Создание общезначимых тестовых наборов данных для систем автоматического составления расписания.

Упрощенную схему администрирования, относящуюся к составлению расписания в средних специальных и высших учебных заведениях, можно представить следующим образом:

- Учебный отдел собирает информацию о том, сколько часов и по каким учебным дисциплинам, преподаваемым какими кафедрами, какие группы учащихся будут обучаться в текущем году (определяется государственными образовательными стандартами [1] и решениями соответствующих ученых советов учебных заведений).

- Бюро расписаний составляет расписание занятий, по возможности оптимальное, основанное на полученной информации, и предоставляет его конечным пользователям.

- В случае необходимости бюро расписаний должно иметь возможность проводить оперативные замены занятий и преподавателей.

- Если в следующем учебном году изменения в учебном плане ожидаются незначительные, то необходимо иметь возможность корректно использовать в качестве «заготовки» текущее расписание.

Формат данных должен в идеале охватывать все возможные ситуации, которые возникают в учебном процессе, предоставляя возможность включения новых моделей его организации. Должны быть учтены и технические аспекты представления данных, и в особенности масштабируемость и возможность использования современных информационных технологий для анализа и преобразования данных. Стандартизация описания учебного процесса послужит также развитию конкуренции на рынке программных систем, работающих в этой области.



П.Г. Емельянов

Ввиду обширности открывающегося материала в данной работе не обсуждается проблема описания «паспорта» специальности, определяемого государственным стандартом, и его отображение на учебный план. Это тема дальнейшего исследования. Считается, что мы уже имеем учебный план и нашей задачей является описание как этого плана, так и других сопутствующих объектов, включая результирующее расписание.

Статья организована следующим образом. В первом разделе приводится краткий обзор работ по стандартизации предметной области и дается ее общая характеристика с описанием набора типовых требований, которым должно удовлетворять расписание. Описание предметной области основывается на обобщении опыта авторов, полученного ими в ходе практической реализации, внедрения и сопровождения системы составления расписаний в учебных заведениях.

ях различного профиля. Во втором разделе описываются особенности предлагаемого формата данных с указанием происхождения тех или иных решений. Ввиду ограничений на объем статьи сам текст формата в нее не вошел; соответствующий XSD-файл находится по адресу <http://mix.iis.nsk.su/files/UniSched.xsd>.

1. Характеристика предметной области

За последние годы за рубежом было сделано несколько попыток разработки стандартов описания учебного процесса (обширная библиография до 2000 года по проблематике составления расписаний собрана в работе [2]). Следует отметить, что они в основном были направлены на то, чтобы стандарт покрывал как можно больше типов ограничений, и были ориентированы на системы автоматического составления расписаний (тестирование производительности и оценка качества результатов). В работе [3] предлагается основанный на теории множеств и математической логике объектно-ориентированный язык спецификаций ограничений, с помощью которого может быть определена любая вычислимая функция. Далее эти идеи получили развитие в объектно-ориентированном функциональном языке STTL [4], в котором возможно не только моделирование задачи составления учебного расписания, но и более общих сложных задач о назначениях. В работе [5] предлагается расширение языка разметки математических формул MathML средствами описания ограничений довольно общего вида – языка TTML. Следствием универсальности этих стандартов является сложность их структуры и «многословность» при описании реальных данных. Так как главной задачей при разработке данного стандарта мы считаем адекватность моделирования учебного процесса (конвертирование в структуры данных, которые наилучшим образом приспособлены для автоматического составления расписаний, представляется задачей, достаточно легко поддающейся автоматизации, и поэтому остается вне рамок данной статьи) и интероперабельность, в качестве наиболее близкой по духу можно указать работу [6]. В ней не предлагается завершённый стандарт, но инициируется дискуссия об онтологических основах задачи составления расписаний и описание ее в терминах Semantic Web. Заявленная цель – совершенствование взаимодействия различных программных систем – являлась побудительным мотивом и нашей работы. В дальнейшем возможно расширение формата средствами описания типовых ограничений, предписанных контролирующими органами или используемых в частной практике учебных заведений.



В данной работе мы не рассматриваем общие задачи планирования при наличии ограничений. Заметим, что составление учебного расписания является достаточно общей задачей, способной покрывать и некоторые другие задачи планирования, например составление расписания киносъемок. Ее упрощенная модель включает ограничения на время и место регулярных или нерегулярных встреч определенного множества занятых людей.

С каждым годом задача организации учебного процесса усложняется: образовательные стандарты развиваются, образование становится более специализированным, расширяется материально-техническая база преподавания многих предметов, возрастают требования по оптимизации учебного процесса с точки зрения уменьшения физической и психологической нагрузки на учащегося, вызванной усложнением учебных курсов и увеличением их объемов. Кроме того, в вузах постоянно увеличивается набор студентов, появляются новые факультеты, специальности и специализации, что, в свою очередь, влечет за собой проблемы нехватки аудиторного фонда и загруженности преподавателей, особенно по узким и специальным дисциплинам. Более того, учебные заведения могут предлагать различные формы обучения: от классического очного до курсов повышения квалификации по непрофильным направлениям.

Все вышесказанное очень усложняет и само расписание занятий, и процесс его составления. На первый взгляд задача кажется достаточно понятной: каждый учащийся должен знать, в какое время, в какую аудиторию, на какое занятие (т. е. каков предмет и каков тип этого занятия) он должен прийти. А преподаватель, в свою очередь, должен знать, с кем, в какое время, где и по какому предмету он будет проводить данный тип занятия. При более детальном изучении этой постановки выявляется главная проблема – требования к организации учебного процесса для студентов или школьников зачастую противоположны требованиям, предъявляемым со стороны преподавателей. Существуют и другие проблемы, без решения которых составить

удачное расписание не получается. Основная из них – это проблема нехватки аудиторного фонда, как общего, так и специализированного. Эта проблема может, в свою очередь, породить следующую проблему – территориальную разобщенность аудиторного фонда. Помещения для занятий могут изыскиваться частично и на территориально удаленных площадках.

Кроме того, ряд проблем вытекает из специфики учебного заведения и учебного плана. Это может быть, например, блочное обучение, организация «начиточных» недель, периодическое отвлечение учащихся от стабильного учебного процесса на производственные практики, наличие в вузе заочного или вечернего отделений.

И наконец, при составлении расписания существует ряд технических проблем. Для школьного расписания это: замены, проведение занятий парами, разбиение на различные подгруппы, например по языковому или по половому признаку. Для вузов это: то же разбиение на подгруппы по различным предметам, причем на разных предметах на разное число подгрупп, проведение занятий сдвоенными парами, чтение лекций в первой половине дня, наличие больших и малых перерывов в разное время дня и т. д.

Далее рассматриваются основные требования к организации учебного процесса в учебных заведениях различных типов. Естественно, список этих требований может оказаться далеко не полным.

1.1. Начальная и средняя школа

Учебный день в школе может быть разбит на несколько пересекающихся между собой пространств:

- основное учебное пространство, состоящее из одной или двух смен. Одна смена может накладываться на другую. Продолжительность уроков в разных школах может быть разной, так же как и продолжительность перерывов между уроками и сменами;
- развивающее пространство, которое состоит из уроков в течение дня, не разбитых на смены;
- свободное пространство, которое в значительной степени пересекается с развивающим пространством. В некоторых случаях оно может полностью покрывать развивающее пространство.

Занятия, расположенные в развивающем пространстве, могут быть:

- обязательными уроками в каком-то конкретном классе по предмету специализации класса. Посещение таких занятий является обязательным;
- спецкурсом по программе углубленного изучения какого-либо предмета в рамках специализации. Посещение таких занятий является обязательным для тех учащихся, которые выбрали данный спецкурс для углубления знаний. Количество таких спецкурсов определяется учебным планом. Посещение обязательно до тех пор, пока учащийся официально не изменит спецкурс на другой или откажется его посещать совсем – возможно, заменив на другой;
- просто развивающим спецкурсом вне рамок специализации. Посещение таких занятий необязательно;
- дополнительным занятием-консультацией по конкретному предмету. Посещение – по мере необходимости (консультации, зачеты по теме и т. д.);
- внеклассным часом с классным руководителем. Посещение обязательно;
- занятием кружка, секции и т.д. Посещение произвольное;
- специальные занятия для подготовки к олимпиадам и конкурсам. Посещение определяется преподавателем.

Свободное пространство включает в себя все остальное свободное время учащихся.

Занятия в учебном пространстве, занятия по предмету специализации и спецкурсы, а также внеклассные часы в развивающем пространстве представляют собой тройку <класс (группа), преподаватель, кабинет>. Причем последние проводятся не регулярно, а по мере необходимости. Консультации, кружки и занятия для подготовки к олимпиадам и конкурсам представляют собой двойку <преподаватель, кабинет>. Занятия в свободном пространстве – это, как правило, просто <кабинет>, выделенный для различных видов отдыха (тренажерный зал, зал психологической разгрузки, библиотека и т. д.).

Все занятия должны быть в расписании. Причем расписание для различных учебных пространств может быть стабильным в течение разных временных интервалов. Например, основное учебное расписание не меняется в течение всего года, а расписание для развивающего пространства составляется заново на каждую учебную четверть.

Учебный класс по разным предметам может быть разбит на группы:

- по специализации;
- по числу занимающихся в одном кабинете;
- по половому признаку.

Размеры этих групп и их состав могут не совпадать при различных разбиениях.

Учебные занятия по различным дисциплинам могут быть следующих видов:

- обычное стабильное занятие для полного класса с конкретным преподавателем в указанном кабинете;
- сдвоенное занятие (в общем случае – объединение нескольких занятий по одному предмету подряд). Число таких занятий, их наличие или отсутствие зависит от предмета и его недельной нагрузки;
- занятие для одной группы класса. Вторая группа из этого класса может заниматься другим предметом с другим преподавателем в другом кабинете или не заниматься вовсе;
- потоковое занятие для нескольких групп или классов из одной параллели;
- спецкурс, который официально определен в учебном плане для конкретного класса, но при этом его посещают не все учащиеся. В этом случае его можно поводить, например, в маленьком кабинете;
- условные «занятия» из свободного пространства, для которых вместимость кабинета не играет никакой роли и которые не требуют для проведения преподавателя-специалиста;
- периодические занятия, которые могут проводиться через неделю или всего несколько раз в течение учебного периода (четверти, полугодия).

Временные ограничения для классов:

- основные учебные занятия в соответствии с учебной нагрузкой должны быть расположены в основном учебном пространстве;
- для каждой смены учебное пространство занимает свою часть дня, а развивающее – оставшуюся;
- дополнительные занятия и занятия по углубленному изучению предмета должны располагаться в развивающем пространстве, которое отделяется от основного, как правило, большим перерывом. В качестве исключения дополнительное занятие может быть поставлено в основную сетку, но при условии отсутствия перегрузки у класса в течение дня.

Временные ограничения для преподавателей:

- каждый преподаватель может иметь методический день. В этот день он не должен иметь основных занятий. Дополнительные занятия ему могут быть поставлены по согласованию с ним;
- в одной смене нежелательны большие окна;
- окно между сменами, а также между основным учебным пространством и развивающим пространством окном не считается;
- преподаватели, работающие по совместительству (специалисты из других школ, преподаватели вузов), имеют приоритет при назначении своих занятий с учетом уже имеющейся у них занятости в других учебных заведениях.

Занятость и специализация кабинетов имеют следующие особенности:

- кабинеты, имеющие специализацию, закрепляются за определенным преподавателем. Поэтому занятие конкретного преподавателя должно проходить, по возможности, в его кабинете или другом, аналогичном по специализации;
- если за один кабинет отвечают два преподавателя, то приоритет при назначении в этот кабинет имеет преподаватель, у которого в данном кабинете больше уроков подряд в данный временной период;
- кабинеты для дополнительных занятий выбираются из числа свободных на данное время;
- обычно кабинеты в разных школьных корпусах попадают в единое пространство и распределяются на общих основаниях. Минимизация числа переходов из корпуса в корпус не всегда является приоритетной задачей при составлении расписания, хотя, по возможности, компактность размещения учащихся можно считать признаком, повышающим качество

составленного расписания. В некоторых учебных заведениях эта задача может оказаться и наиболее приоритетной.

1.2. Высшие и средние специальные учебные заведения

Требования к организации учебного процесса в вузах во многом повторяют требования для школ, но при этом имеется и своя специфика. Весь учебный год (семестр, триместр) разбивается на учебные недели, каждая из которых, как правило, имеет свой номер. Первые учебные недели могут быть выделены только для чтения лекций. Некоторые недели могут быть отведены для прохождения производственных или иных практик. Часть дисциплин может преподаваться блоками, а именно на определенной неделе проходят лекционные и практические занятия только по отдельной дисциплине, в конце которой проводится зачет или экзамен. В общем случае зачетная неделя располагается в конце семестра, а за ней следует экзаменационная сессия, имеющая свое специфическое расписание. Расписание экзаменов, включая консультации, составляется на определенные календарные даты. Время начала проведения экзамена может не совпадать с началом учебных занятий в течение дня. Продолжительность экзамена и консультации строго не определяется. Все эти особенности должны учитываться при распределении аудиторного фонда.

Занятия в вузах и средних специальных учебных заведениях проводятся парами либо каждую неделю, либо только на четной или нечетной неделе, либо на конкретной неделе или на нескольких конкретных неделях (с периодичностью или нет). Для студентов заочного отделения занятия не имеют периодичности и назначаются и, соответственно, проводятся в конкретный календарный день. При этом выходные дни тоже могут быть учебными.

Лекционные занятия в основном проводятся по потокам, которые объединяют несколько групп или подгрупп. Потоки могут быть разными по разным дисциплинам. Более того, они могут объединять группы или подгруппы с разных специальностей, факультетов и даже курсов. Практические и лабораторные занятия проводятся, как правило, в одной подгруппе или группе. Но могут быть и объединения нескольких подгрупп или групп на одном практическом или лабораторном занятии. Причем эти группы или подгруппы также могут быть с разных потоков.

Учебное пространство не имеет строго определенных по времени смен, но понятие первой и второй половины дня все же существует. Число студентов в учебном заведении может быть достаточно большим, а аудиторный фонд – маленьким. Это не позволяет поставить все занятия в расписании на первую половину дня, как того бы хотелось. К тому же нагрузка штатных преподавателей и занятость внештатных тоже может не позволить проводить все занятия в утренние и дневные часы. Поэтому во многих учебных заведениях приняты различные негласные правила при составлении расписания для решения проблемы размещения в сетке всех необходимых занятий. Они могут быть следующими:

- определенные курсы, например старшие или младшие, занимают во второй половине дня;
- каждая группа имеет один или несколько дней, в которые занятия проводятся в дневные и вечерние часы;
- часть занятий просто произвольно смещается в течение дня, то есть первые пары отсутствуют. Для студентов вечернего отделения возможно, наоборот, перемещение части занятий на более ранние часы.

Учебная группа, как правило, разбита на подгруппы (от двух до четырех и более), причем по разным предметам число подгрупп может быть разным. Разбиения могут быть различными:

- по числу студентов;
- по специальности или специализации в рамках одной специальности;
- по изучаемым иностранным языкам;
- по половому признаку.

Это разбиение должно находить какое-то адекватное отражение в расписании занятий.

Учебные занятия могут быть следующих видов:

- лекции;
- семинары;
- практические или лабораторные занятия;
- консультации;
- зачеты и экзамены.

Все дополнительные занятия, как правило, назначаются отдельно в свободный аудиторный фонд и обычно не отражаются в основной сетке расписания. Помимо дополнительных занятий, следует отметить спецкурсы и альтернативные курсы (дисциплин по выбору). Назначение этих занятий имеет свою специфику. В частности, альтернативные курсы характеризуются «множественностью» как самого предмета, так и преподавателя и аудитории.

Временные ограничения для групп студентов:

- лекции желательно назначать в расписании перед практическими занятиями, и желательно на первую половину дня;
- после нескольких занятий, обычно трех, требуется большой перерыв (перемена);
- занятия в течение дня желательно сильно не разрывать. То есть больше одного, максимум двух, больших окон быть не должно.

Временные ограничения для преподавателей:

- нежелательны большие окна в течение одного учебного дня;
- учет занятости преподавателей в других местах, если они работают по совместительству;
- учет пожеланий преподавателей по времени проведения занятия. Это может быть связано со спецификой преподаваемой дисциплины или другими личностными факторами.

Занятость и специализация кабинетов:

- все учебные аудитории и кабинеты, как правило, специализированы либо по типу занятия, например лекционные, лабораторные и т. д., либо по вместительности;
- привязка аудиторий к кафедрам и факультетам. Это в ряде случаев затрудняет рациональное распределения аудиторного фонда;
- расположение помещений для занятий в других, возможно не учебных, заведениях, например заводах, НИИ и клиниках;
- территориальная разобщенность аудиторного фонда, особенно специализированного – лабораторий, мастерских, учебных комбинатов, мест проведения кратковременных практик.

Следует отметить, что наиболее сложной при составлении расписания в вузах является увязка расписания для очных факультетов и расписания для студентов заочной формы обучения. Трудность состоит в том, что занятость преподавателей и аудиторного фонда для заочного отделения носит временный характер и это необходимо учитывать на протяжении текущего учебного периода.

1.3. Специфика организации учебного процесса за рубежом и ее влияние на российское образование

Системы образования в России и за рубежом имеют существенные отличия. Характерным примером являются США, где отсутствует единая государственная система образования. Каждый штат вправе определять ее структуру самостоятельно.

В начальных школах (Elementary Schools) детей обучает классный руководитель. Он преподаёт все основные дисциплины. Занятия проходят в одном кабинете. Классному руководителю помогают преподаватели дополнительных предметов: музыки, истории искусства, литературы и т. д. Кроме того, часто приглашаются родители школьников с рассказами о своих профессиях. Организация этой образовательной ступени схожа с практикой российских образовательных учреждений. В каждом школьном расписании обязательно присутствует перерыв на обед, но продолжительность уроков и их число в каждой школе разные.

В средних и высших (Middle/High Schools) школах занятия проходят в разных аудиториях с разными учителями. В таких школах часто используется блочное расписание (long-block scheduling). Смысл подобного расписания следующий: каждый учебный день разбивается не на уроки по 30–60 минут каждый, а на блоки до 110 минут, и таких блоков может быть от 3 до 6. В каждый блок назначается один или два предмета, если они в какой-то степени родственны, как, например, физика и наука. В случае назначения нескольких предметов в один блок, преподаватели соответствующих дисциплин самостоятельно решают вопрос о распределении этого времени между собой, каждый раз ориентируясь на текущее положение дел. В зависимости от дня недели в блоки могут попадать разные предметы. Во многих школах используется система блоков 4x4, а именно каждый семестр преподаются четыре предмета, которые изучаются каждый день в определенных блоках. Через полгода они заменяются другими.

В системе высшего образования США имеется три основных типа учебных заведений: двухлетний колледж начального уровня, четырехлетний колледж и университет. Система обра-

зования отличается высокой степенью децентрализации. В соответствии с поправкой к Конституции федеральное правительство не имеет права устанавливать общенациональную систему образования, определять политику и учебные программы для школ и вузов. Решения по этим вопросам принимаются на уровне властей штата или округа. Кроме этого, в каждой из перечисленных категорий имеются как государственные, так и частные учебные заведения, доля которых составляет, как правило, больше половины от общего числа. Основное отличие от российских вузов состоит в том, что студенты имеют несравненно большую свободу в организации собственного учебного процесса. Каждый студент сам может выбрать интенсивность своего обучения. За каждый прослушанный курс он получает так называемые «кредитные часы». При наборе определенного количества кредитных часов он получает диплом того или иного уровня. Учебный процесс организован следующим образом: профессора читают лекции (одна лекция в неделю по каждой дисциплине), а преподаватели проводят практические занятия. Причем каждый преподаватель выставляет время проведения занятий так, как ему удобно. А студенты, выбирая преподавателя, сами формируют свое расписание. Любопытно, что в западных стандартах описания учебного процесса, например [5], для временных отметок предлагается формат, учитывающий время вплоть до секунд.

Схемы организации учебного процесса в европейских странах определяются принципами Болонской декларации. Наиболее приемлемой из существовавших в Европе на момент подписания декларации была признана система ECTS (European Credit Transfer System – Европейская система взаимозачета кредитов). Было констатировано, что учебный год в европейских вузах в среднем продолжается примерно 40 недель. Общая трудоёмкость учебной нагрузки студента в год была приравнена к 60 кредитам. Исходя из этого, в семестр студент должен заработать 30 кредитов.

В течение продолжительного периода в нашей стране обсуждалась проблема выработки максимально гибкой стратегии сочетания европейских стандартов с принятыми в России формами построения системы высшего образования. На этих идеях построены образовательные стандарты третьего поколения, планируемые к внедрению в ближайшем будущем [1]. Определенные шаги в этом направлении уже сделаны в некоторых вузах России. Основным нововведением является кредитно-модульная система. Под системой кредитов (зачетные единицы) понимается системное определение всех основных аспектов организации учебного процесса на основе использования зачетной единицы (кредита) в качестве меры трудоемкости учебной работы. Введение системы зачетных единиц обусловлено потребностями модернизации российского высшего профессионального образования, а также расширением участия в международных интеграционных процессах.

В российских условиях наиболее удобно определять удельный вес каждой дисциплины в общей нагрузке по количеству аудиторных часов и пропорционально распределить 30 кредитов, зарабатываемых за семестр, между дисциплинами, изучаемыми в данном семестре. С точки зрения функциональных аспектов система зачетных единиц является основой:

- индивидуально-ориентированной организации учебного процесса, предоставляющей студентам возможность составления индивидуальных учебных планов (образовательных траекторий), свободного определения последовательности освоения дисциплин, самостоятельного составления личных расписаний учебных занятий;
- формирования и постоянного развития учебных планов в высших учебных заведениях, программ и стандартов образования.

Следует отметить, что ключевым элементом системы зачетных единиц является не только индивидуально-ориентированная организация учебного процесса, но и более прогрессивные принципы педагогического менеджмента.

Кредитно-модульная система организации учебного процесса позволяет разделить все занятия по признаку наличия или отсутствия общего для учащихся и преподавателей расписания учебных занятий (синхронные и асинхронные). Асинхронная организация учебного процесса обеспечивает учащемуся возможность освоения учебного материала в любое удобное для него время, не устанавливаемое заранее расписанием занятий. Такая организация наиболее характерна для дистанционной и заочной схем обучения, когда учащийся работает с образовательной средой, предварительно созданной преподавателями. Это могут быть интерактивные компьютерные учебные курсы, задания для самостоятельной работы, контрольные тесты, курсы лекций, записанные на электронные носители, и т. д. К асинхронной образовательной среде могут быть также отнесены доступные учащимся для занятий вне учебного расписания лаборатории,

компьютерные классы, библиотеки. Асинхронная организация учебного процесса, как правило, применяется в сочетании с синхронной. Синхронная организация учебного процесса предполагает наличие предварительно составленного расписания учебных занятий для преподавателей и студентов. Студенты могут объединяться в учебные группы и потоки, а могут и не объединяться. В зависимости от этого синхронную организацию учебного процесса можно подразделить на поточно-групповую, групповую, индивидуально-ориентированную. Каждый тип организации учебного процесса имеет свою специфику в составлении расписания.

Основная проблема введения кредитно-модульной системы заключается в наличии большого числа обязательных курсов, жёсткого деления на семестры, выделения фиксированного времени для сдачи экзаменов и зачётов. Кроме того, макеты действующих учебных планов предполагают распределение только аудиторной нагрузки по времени и формам, хотя в рамках учебного процесса можно выделить три вида учебной деятельности, связанных между собой:

- аудиторная работа в виде традиционных форм (лекции, семинары, практические занятия);
- самостоятельная работа студентов, которая включает в себя подготовку к текущим аудиторным занятиям, выполнение дополнительных заданий по индивидуально заданной проблеме курса, например написание реферата, эссе по заданной теме, практикум по учебной дисциплине с использованием компьютерных, дистанционных технологий и т. д.;
- контактные часы, в рамках которых преподаватель, с одной стороны, оказывает студенту индивидуальные консультации по ходу выполнения самостоятельных заданий, а с другой стороны, осуществляет контроль и оценивает результаты этих индивидуальных заданий.

Внедрение кредитно-модульной системы предполагает в первую очередь изменение организации процесса образования. Вступление в силу модульной системы сделает учебный процесс нелинейным и асинхронным, т. е. не соответствующим таким понятиям, как семестр или учебный год. Освоение отдельных модулей может осуществляться параллельно либо последовательно, в зависимости от выбора студента. Более подробное описание предметной области и проблем, связанных с автоматическим составлением расписания, можно найти в статье [7].

2. Описание формата

Перед разработчиками нового XML-формата данных стоит дилемма: в зависимости от того, планируется ли обрабатывать данные с помощью XSL-преобразований, имеющих, по крайней мере на данный момент, некоторые ограничения в выразительных средствах и в производительности, или они будут обрабатываться исключительно через прикладной интерфейс DOM, структура данных может сильно измениться. Мы предполагаем, что при обработке данного формата могут использоваться оба способа.

На данный момент планирование ведется для учебного периода, определяемого семестром. Это сделано потому, что, во-первых, в российских школах и вузах не очень распространена практика планирования на весь учебный год, а во-вторых, данное обобщение достаточно просто осуществить путем введения сквозной нумерации недель и заданием временных границ семестров, сессий и четвертей. Кроме того, предполагается, что все данные находятся в одном файле. Когда соответствующие XML-технологии (XInclude и/или XLink и др.) будут полностью стандартизованы и поддержаны наиболее распространенными инструментальными средствами, общие и редко меняющиеся данные (справочники, списки учебных корпусов и аудиторий, списки кафедр и преподавателей, названия предметов) могут быть выделены в отдельные файлы.

2.1. Атрибутные группы и элементы общего назначения

Вначале опишем элементы общего назначения, возникающие при описании более чем одного элемента схемы. Отметим, что элементы, которые могут возникать в ссылочных отношениях, имеют идентификатор, являющийся уникальным в этой области значений. Обычно это целочисленный атрибут ID, однако для перечислимых типов это строка (см. ниже). Уникальность, как и ссылочная целостность, контролируется средствами key/keyref стандарта XSchema.

Для представления значений перечислимых типов, которые не могут быть зафиксированы в схеме, используется элемент EnumItem, который имеет следующие строковые атрибуты: Name (обязательный, уникальный среди значений данного типа), FullName (обязательный), Note (необязательный). Следует отметить, что при определении атрибутов элементов мы пытались соблюсти общий стиль (элемент должен содержать краткое название, развернутое назва-

ние, свободный текст) для целей унифицированной визуализации элементов. Содержательно это получилось сделать не для всех элементов. Возможно, это удастся сделать в будущем. В этом случае упомянутые выше атрибуты будут образовывать атрибутивную группу, общую для соответствующих элементов.

В схеме формата описаны атрибутивные группы UniDate, UniTime, UniPeriod, используемые для описания времени. Атрибутивная группа UniDate содержит атрибуты YearMonth, MonthDay, YearWeek, WeekDay. Следует отметить, что пары атрибутов YearMonth/MonthDay и YearWeek/WeekDay должны быть взаимоисключающими, т. к. первая пара представляет дату в виде, который соотносится с астрономическим годом (календарные события, например праздники), а вторая – с учебным. К сожалению, текущая версия XSchema не позволяет определять взаимоисключающие атрибуты (хотя для элементов это сделать можно!). Группа UniTime содержит атрибуты Time и Duration, описывающие временные интервалы в течение дня. В данный момент Time – это номер учебной пары. Как и в случае с датами, возможно введение астрономического времени для описания нерегулярных (относительно учебных пар) событий: экзаменов, консультаций, заседаний ученого совета, и т. д. Duration – это продолжительность временного интервала, измеряемая как в парах (по умолчанию одна) так и, потенциально, в астрономических часах. Отметим, что в случае если для описания используются только пары и задача экономии его размеров не стоит, то понятие продолжительности временного интервала не требуется. Однако очевидно, что при описании интервалов произвольной длины без этого не обойтись. Введение этого атрибута делает более простым и понятным процесс назначения занятий двоякими парами (или уроками), а также встречающиеся реже такие варианты назначения, как полторы пары или несколько пар подряд для проведения специализированных, выездных или блочных занятий, которые характерны для учебных заведений медицинского профиля. Группа UniPeriod описывает периодичность повторения события: атрибут Period (в неделях; по умолчанию – одна) и атрибут Number (число повторений; если значение не указано, то число повторений совпадает с числом недель в семестре). Введение атрибута Period позволяет более четко формировать, назначать и отслеживать учебные занятия, периодичность которых отличается от стандартной – каждую неделю или через неделю. Такие занятия, проводимые только несколько раз в семестр, появляются либо из-за малого количества запланированных учебных часов, либо из-за совмещения подряд нескольких пар. В некоторых учебных заведениях, специфика учебного процесса которых подразумевает наличие большого количества специализированных лабораторий и тематически оборудованных кабинетов, объем таких занятий может оказаться очень значительным.

Элемент Constraint используется для описания ограничений для элементов, представляющих учебные группы, преподавателей и аудитории. Отметим, что временным интервалом ограничения является урок/учебная пара. Элемент содержит следующие атрибуты и атрибутивные группы: UniDate, UniTime, UniPeriod, Note, IsException, Rigidness. Рассмотрим подробнее последние два.

Булевский атрибут IsException используется для различения ограничения, которое прерывает регулярное планирование занятий и разрешает его продолжение после этого времени (значение атрибута – true), и ограничения, которое безусловно исключает этот временной промежуток из планирования, т. е. объем часов занятий уменьшается по сравнению с запланированным (значение атрибута – false, значение по умолчанию). Отметим, что наиболее распространенной практикой сейчас является игнорирование потерь учебного времени, связанных, например, с праздниками. В случае точного соблюдения объемов учебных курсов, следовало бы ввести, скорее на уровне всего учебного заведения, ограничения типа исключения, связанные с праздниками, и учитывать их при составлении расписания. Этот атрибут позволяет (значение – true) более корректно назначать занятия, которые запланированы по количеству часов на семестр, но при этом сам семестр разбивается на части, например, производственной практикой.

Атрибут Rigidness предназначен для автоматического составления расписания и описывает, насколько жестким является это ограничение. Очевидно, что, имея в качестве исходных данных только ограничения, удовлетворение которых безусловно обязательно (абсолютно жестких), не всегда возможно составить расписание. На данный момент точный тип этого атрибута не зафиксирован. Он может быть как вещественным числом в диапазоне от 0 (ограничение можно игнорировать) до 1 (соблюдение этого ограничения безусловно), так и значением в некоторой порядковой шкале (можно игнорировать/можно, но нежелательно/нежелательно, но

можно/невозможно игнорировать). По умолчанию значение этого атрибута соответствует максимальной жесткости ограничения.

Последним элементом общего назначения является GroupItem, представляющий идентификатор группы GID и идентификатор подгруппы DID (необязательное; присутствует, если разбиение на подгруппы имеет смысл в данном контексте).

2.2. Корневой элемент, справочник, типы разбиений учебных групп

Корневой элемент University имеет следующие обязательные атрибуты, определяемые спецификой и традициями учебного заведения:

- Name, FullName – краткое и полное название учебного заведения;
- Year – год составления расписания;
- PeriodBegin – дата начала периода, для которого составлено расписание;
- OddWeekBegin – дата начала первой нечетной недели; отметим, что в разных учебных заведениях имеется разная практика определения четности учебных недель;
- SemesterLength, WeekLength, DayLength – число недель в учебном семестре, дней в учебной неделе, пар в учебном дне соответственно.

Формат напрямую моделирует основные концепции, лежащие в основе описания учебного плана, имеющихся ресурсов и результата расстановки. Имеется семь основных разделов: Vocabulary, SubgroupingTypes, Faculties, Chairs, Buildings, Subjects и Plan, первый из которых содержит справочную информацию о существующих ученых званиях, степенях и должностях. На нем мы не будем останавливаться подробно по причине достаточной очевидности этого раздела. Следующие пять описывают структуру объектов учебного заведения, участвующих в расстановке, а последний – описание учебного плана и собственно расписание.

Элемент SubgroupingTypes объединяет типы разбиений групп Subgrouping (содержит уникальный идентификатор, имя типа разбиения, пояснительную заметку) на подгруппы (представлено EnumItem), которые используются в данном учебном заведении. Примерами являются: стандартное разбиение большой группы на 2–3 подгруппы (есть примеры – до 5 подгрупп) меньшего размера для проведения семинарских занятий и лабораторных практикумов; разбиение по половому признаку для проведения специальных занятий; разбиение на подгруппы по изучаемому иностранному языку. Заметим, что одна и та же группа может разбиваться различными способами для проведения разных занятий.

2.3. Факультеты и группы

Элемент Faculties объединяет описание факультетов – Faculty – учебного заведения. В случае средних учебных заведений можно полагать, что существует один факультет, если только это учебное заведение не устроено каким-либо замысловатым образом.

Отметим, что в этом месте авторы столкнулись с проблемой, когда существующая в реальном учебном процессе концепция – курс/год обучения – не проявляется убедительно в рамках формализма. Казалось бы, наличие группировки по курсам должно облегчить перенос расписания с одного года на другой. Однако имеющаяся в вузах практика именования групп, которая может различаться даже в рамках одного учебного заведения, а также изменение числа групп (между разными годами) делают понятие курса бесполезным в этом случае. Примеров полезных отчетов, касающихся курсов, пока обнаружить не удалось. Хотя вполне можно представить себе какой-то вариант запроса, например, к информационной системе – выдать некую информацию только для такого-то курса. Причем этот запрос формирует человек, не знакомый со спецификой идентификации групп в данном учебном заведении. В этом случае наличие формального понятия курса было бы весьма полезно. Следует отметить, что в рамках средней школы понятие года обучения становится более содержательным с точки зрения планирования. Например, имеется практика составления расписания, когда на одном этаже занимаются учащиеся одного или близких годов обучения. Однако имеющаяся в рамках средней школы практика именования учебных групп (классов), которая является общей и устоявшейся, также не требует введения специального понятия года обучения. Таким образом, на данный момент формат не содержит понятия курс/год обучения, однако дальнейшее изучение практики его использования поможет сделать окончательный вывод.

Элемент Faculty содержит элементы Group, представляющие описание учебных групп. Помимо собственно имени группы, этот элемент содержит атрибут Size – число студентов в группе, используемый для проверки ограничений на размер аудиторий. Кроме того, он может

содержать элементы Constraint, описывающие ограничения для учебной группы. Отметим, что на данный момент мы не встречали примеры использования временных ограничений этого вида.

2.4. Кафедры и преподаватели

Преподавательский состав как вузов, так и средних учебных заведений в свете последних тенденций группируется по кафедрам, представленным элементом Chair. Специфическим атрибутом данного элемента является идентификатор факультета FID, указывающий на принадлежность к факультету той или иной кафедры. Этот атрибут является необязательным, т. к. существуют общеуниверситетские кафедры. Кроме того, данный элемент содержит идентификаторы заведующего и секретаря кафедры, указывающие на преподавателей, занимающих соответствующие должности.

Атрибуты элемента Teacher представляют собой информацию, необходимую для администрирования учебного процесса (телефон Telephone, адрес электронной почты EMail), целей визуализации (ученую степень Degree, ученое звание Title, должность Position), в том числе и для разного рода отчетов. Здесь необходимо отметить следующую проблему: случается, что один и тот же преподаватель является членом разных кафедр одного и того же учебного заведения, причем занимает на этих кафедрах разные должности. В данном формате эта проблема решается посредством копирования данных преподавателя. Элемент Teacher содержит элементы Constraint, описывающие временные ограничения преподавателя.

2.5. Учебные корпуса и аудитории

На данный момент единственный специфический атрибут учебного корпуса Building – это Address. Следует сказать, что в данном формате отсутствуют и на самом деле слабо используются на практике данные о взаимной удаленности учебных корпусов и возможностей передвижения между ними. Это важно при автоматическом планировании для территориально разобщенных учебных заведений. Впрочем, отметим, что при развитии геоинформационных технологий и адреса здания может быть достаточно для извлечения нужной информации в этом случае.

Аналогичная проблема возникает и для аудиторий внутри одного учебного корпуса. Уже упоминалась ситуация размещения на одном этаже или в изолированном крыле школы учащихся одного года обучения (эта проблема действительно имеет место в планировании занятий одного новосибирского вуза). Таким образом, при составлении расписания начинает играть роль расположение аудиторий на этажах. Возможно, ситуация является специфической для этого учебного заведения и не требует фиксации в стандарте. Вопрос требует дополнительного изучения. Укажем атрибуты аудитории, представленной элементом Room, значимость которых не вызывает вопросов на данный момент. Это вместимость Size и тип аудитории Type (общего назначения, оборудованные мультимедиааппаратурой, терминальные классы, лаборатории, мастерские и т. д.).

2.6. Учебные дисциплины, план и расписание

Элемент Subject, который представляет учебные дисциплины, преподаваемые в учебном заведении, на данный момент содержит лишь идентификатор ID, короткое название Name и полное название FullName.

Элемент Plan объединяет элементы PlanItem, которые и являются единицами планирования. Атрибутами PlanItem являются тип занятия Type (лекция, семинар, практика, экзамен), общее количество часов в семестр Hours, идентификатор кафедры CID, отвечающей за эту единицу плана, и идентификатор учебной дисциплины SID. Кроме того, PlanItem содержит группу элементов GroupItem, представляющую множество учебных групп или подгрупп (в этом случае указан DID – значение типа деления), для которых эта учебная единица запланирована, и собственно соответствующие этой единице учебные занятия Class, содержащие информацию о том, кто (идентификатор преподавателя TID), где (идентификатор аудитории RID), когда (время проведения, определяемое группами атрибутов UniDate, UniTime, UniPeriod) и у кого (набор элементов GroupItem) проводит эти занятия.

Разделение PlanItem на Groups (объединяет GroupItem) и Classes (объединяет Class) соответствует разделению на учебный план (формируется учебным отделом) и учебное расписание как результат распределения ресурсов в соответствии с учебным планом (выполняется бюро

расписаний). Отметим, что это разделение является существенным в моделировании учебного процесса. Так, GroupItem учебного плана может не содержать указаний на разбиение некоторой группы на подгруппы. Но в составленном расписании будут назначены различные занятия Class для разных подгрупп этой группы, в частности для того чтобы учесть ограничения, связанные с размером аудиторий.

Заключение

Предложенная в данной статье формализация описания учебного процесса в части описания учебного плана и подготовки расписания не является, возможно, полной и исчерпывающей. Однако она является достаточно представительной и способна учитывать изменения, возникающие в системе высшего образования, которые имеют непосредственное влияние на процесс составления расписания и, соответственно, должны находить в нем адекватное отражение. Разработанный формат данных был использован авторами для переноса информации между разными (и, вообще говоря, несовместимыми) системами составления расписания, а именно между существующей ныне системой Sroga и системой, разрабатываемой в настоящее время. Он устраняет ряд выявленных в ходе эксплуатации недостатков формата данных в системе Sroga, которые тормозили дальнейшее развитие функциональности. Кроме того, был реализован визуализатор XML-расписания, который позволяет просматривать его непосредственно в web-браузере без использования дополнительных программных средств. Следующими шагами по стандартизации описания учебного процесса, помимо совершенствования представленного формата, может стать формализация наборов санитарно-гигиенических правил и норм, понятия «учебной программы по специальности», используемого в образовательных стандартах, и разработка средств проверки соответствия реальных учебных программ и расписаний для них.

Литература

1. Государственные образовательные стандарты. Сайт Федерального агентства по образованию [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.edu.ru/db/portal/index_gos.htm.
2. Kingston J. H. A Bibliography of Timetabling Papers [Электронный ресурс]. Режим доступа: <ftp://ftp.cs.su.oz.au/jeff/timetabling>.
3. Burke E. K., Kingston J. H., Pepper P. A. A standard data format for timetabling instances // Selected papers from the Second International Conference on Practice and Theory of Automated Timetabling II. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1408. – London, UK: Springer-Verlag, 1998. P. 213–222.
4. Kingston J. H. Modeling Timetabling Problems with STTL // Selected papers from the Third International Conference on Practice and Theory of Automated Timetabling III. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2079. – London, UK: Springer-Verlag, 2001. P. 309–321.
5. Özcan E. Towards an XML based standard for Timetabling Problems: TTML // Selected papers of the First International Conference MISTA'03 // Multidisciplinary Scheduling: Theory and Applications / Eds. Kendall G. et al. – New-York: Springer-Verlag, 2005. P. 163–187.
6. De Causmaecker P., Demeester P., Lu Y., Vander Berghe G. Using Web standards for timetabling // Selected papers from the Fourth International Conference on Practice and Theory of Automated Timetabling IV. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2740. – London, UK: Springer-Verlag, 2002. P. 238–257.
7. Гвоздев Б. А., Емельянов П. Г., Пак Е. В. Составление расписаний в учебных заведениях: требования, проблемы, подходы к решению // Новые технологии в образовании, 2007. № 3. С. 56–76.

Философия образования и фундаментальные проблемы информатики

18 июня 2010 года в Малом конференц-зале ИНИОН РАН состоялся Круглый стол: «Философия образования и фундаментальные проблемы информатики».

Ведущие круглого стола: Колин К. К., Кинелев В.Г., Тельнов Ю. Ф., Черный Ю. Ю.

Организаторы: редакция журнала «Открытое образование», Институт проблем информатики РАН, Институт научной информации по общественным наукам РАН.

Об основных выводах и рекомендациях круглого стола читайте в следующем номере журнала.