5. Roitenberg V. (2014) Grubost' polinomial'nyh vektornyh polej v okrestnosti jekvatora sfery Puankare [Structural stability of polynomial vector fields in a neighborhood of the equator of the Poincare sphere] Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014, vol. 20, no. 7, pp. 26–30.
6. Roitenberg V. (2015) Polinomial'nye vektornye polja pervoj stepeni negrubosti v okrestnosti jekvatora sfery Puankare [Polynomial vector fields of first order instability in a neighborhood of the equator of the Poincare sphere]. Matematika i estestvennye nauki. Teorija i praktika: Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. No. 10. Jaroslavl': JaGTU, 2015, pp. 78-91.
7. Roitenberg V. (2015) O svjaznyh komponentah mnozhestva polinomial'nyh vektornyh polej, grubyh v okrestnosti jekvatora sfery Puankare [On connected components of the set of structurally stable polynomial vector fields in a neighborhood of the equator of the Poincare sphere] Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Estestvenno-matematicheskie i tehnicheskie nauki. 2015, no. 4 (171), pp. 22-29.
8. Roitenberg V. (2017) O rozhdenii predel'nyh ciklov polinomial'noj sistemy iz «beskonechnosti» [On the generation of limit cycles of a polynomial system from the infinity]. Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Estestvenno-matematicheskie i tehnicheskie nauki. 2017, no. 1 (196), pp. 13–18.
9. Roitenberg V. (2017) O bifurkacijah beskonechno udalennogo trojnogo predel'nogo cikla polinomial'nogo vektornogo polja [On bifurcations of an infinitely remote triple cycle of a polynomial vector field]. Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovanie. 2017. №4, pp. 16–25.
10. Hirsh M. (1979) Differencial'naja topologija [Differential Topology]. Moskva: Mir.
11. Shilnikov L.P., Shilnikov A.L., Turaev D.V. Chua L. (2004) Metody kachestvennoj teorii v nelinejnoj dinamike. Chast' 1 [Methods of qualitative theory in nonlinear dynamics. Part 1]. Moskva–Izhevsk: IKI.

УДК 658.512

ФОРМИРОВАНИЕ МАССИВА ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ДЛЯ СИНТЕЗА УЧЕБНОГО ПЛАНА ВУЗА

Светлана Юрьевна Пичковская
ассистент
spichkovskaya@mail.ru
г. Красноярск

Сибирский федеральный университет

Аннотация. В рамках нового подхода к синтезу учебного плана вуза, основанного на применении массива дидактических единиц, даются рекомендации по формированию данного массива. Приведены доводы, доказывающие актуальность выбора данного подхода к синтезу учебного плана вуза, основанные на требованиях Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по направлениям бакалавриата, специалитета и магистратуры. Рассмотрены два метода (ручной и автоматический) формирования массива дидактических единиц, их отличия, преимущества и недостатки. Описаны правила формирования массива дидактических единиц, касающиеся процесса составления перечня учебных дисциплин, входящих в синтезируемый учебный план, перечня дидактических единиц, входящих в учебный план, вариантов нумерации и буквенного обозначения элементов массива, наименований дидактических единиц. Уделено внимание выбору уровня детализации и обобщения дидактических единиц при синтезе учебного плана вуза. Рассмотрены формы взаимодействия дидактических единиц внутри одной учебной дисциплины, а также между учебными дисциплинами — это граф, матрица смежности и список. Обоснован выбор формы установления взаимосвязей дидактических единиц внутри массива. Рассмотрено программное обеспечения для создания массива дидактических единиц, его преимущества и недостатки.

Ключевые слова: учебный план, дидактическая единица, синтез, автоматизированное проектирование.

Основой учебного процесса любого вуза является учебный план (УП), состоящий из учебных дисциплин (УД), распределенных по семестрам. Каждая УД изучается в течение определенного времени и состоит из лекционных занятий, практической, лабораторной и самостоятельной работы и итогового контроля (зачет, экзамен, курсовой проект и т.д.). На основе УП разрабатываются рабочие программы дисциплин (РПД), тестовые задания и экзаменационные билеты для промежуточного или итогового контроля успеваемости студентов.

Образовательные стандарты выдвигают новые требования к разработке УП:

1. Число учебных дисциплин, вводимых по решению вуза, увеличить до 50% от их общего объема.

2. Вводятся новые профили в рамках подготовки бакалавриата.

3. В рамках каждого профиля бакалавриата предполагается не менее 1/3 вариативных дисциплин делать дисциплинами по выбору.

4. Студентам предоставляется право формировать собственные индивидуальные образовательные траектории.

5. Учебные планы предполагается менять ежегодно, внося изменения, касающиеся новых технологий, появления новой литературы и т.д.

Таким образом, формирование вручную УП ежегодно может привести к таким ошибкам как нарушение правильной последовательности УД, «потере» ДЕ и т.д. Поэтому вопрос автоматизированного синтеза УП очень актуален. Синтез УП необходимо проводить «снизу-вверх», начиная с меньших составляющих, т.е. с дидактических единиц (ДЕ).

ДЕ делятся на три вида — ДЕ знаний, ДЕ умений и ДЕ навыков. ДЕ знаний представляют собой массив ДЕ входящих в УП дисциплин, связанных между собой определенным образом. Каждая ДЕ внутри массива имеет входные ДЕ из школьного курса, с которыми обучающиеся приходят в высшее учебное заведение. ДЕ умений и навыков являются подмножеством ДЕ знаний. В них входят только ДЕ, необходимые студенту для решения тех или иных задач. Сформировать массив ДЕ можно двумя способами — вручную и автоматически.

Чтобы сформировать массив ДЕ вручную, потребуется собирать группы людей по разным направлениям (математика, физика, химия и т.д.). Возможно, придется прибегать к помощи узких специалистов для детальной проработки отдельных модулей и разделов дисциплин.

При этом важно соблюдать некоторые правила:

1. Единство терминологии.
2. Уровень детализации.
3. Уровень обобщения мелких или схожих понятий.

Достоинством данного метода является высокое качество полученного массива ДЕ, так как над ним работали компетентные люди в своей области. Недостаток метода — денежные затраты специалистам и много затраченного рабочего времени.

Можно автоматизировать создание массива ДЕ, разработав программу, которая будет просматривать теоретический материал дисциплин УП, поместит ДЕ в базу данных и установит между ними взаимосвязи. Достоинством метода, несомненно, является снижение трудозатрат и финансовых сложений. Недостаток метода — снижение качества и проработки массива ДЕ и их взаимосвязей.

При создании массива ДЕ для синтеза УП важно определить следующие параметры:

1 Выбор программного обеспечения.

2 Составление перечня дисциплин, входящих в УП.

3 Состав массива ДЕ одной дисциплины, выбор уровня детализации.

4 Нумерация и символьное обозначение ДЕ в массиве.

5 Наименования ДЕ в массиве.

6 Установление взаимосвязей ДЕ внутри одной дисциплины и между УД, определение формы взаимосвязей.

Для создания массива ДЕ может подойти программа Microsoft Office Excel, так как массив ДЕ можно представить в виде таблицы, задать необходимые формулы и определить нужные условия. К преимуществам использования данной среды также можно отнести выполнение сложных расчетов, в которых могут использоваться данные, расположенные в разных областях электронной таблицы и связанные между собой определенной зависимостью, доступный диапазон формул — от простого сложения и вычитания до сложных вычислений, автоматический пересчет результатов при изменении значений ячеек и многое другое.

Перечень дисциплин УП будет варьироваться в зависимости от образовательной программы, специальности, направления подготовки, требований выпускающей кафедры. Внутри одной дисциплины очень важно определиться с уровнем детализации — детальный подход к созданию массива ДЕ и их взаимосвязей приведет к созданию УП, в котором будут максимально точно учтены последовательность изложения учебного материала и время изучения ДЕ. При обобщенном представлении массива ДЕ в процессе синтеза УП можно «потерять» некоторые ДЕ или нарушить последовательность УД или ДЕ. Поэтому, не следует детализировать массив ДЕ до простейших арифметических действий или понятий школьной программы, и, наоборот, чрезмерно обобщать понятия УД.

Управлять массивом ДЕ невозможно без присвоения элементам номеров и символьных обозначений. Варианты нумерации и символьного обозначения ДЕ в массиве могут быть следующими:

1 Сквозная нумерация ДЕ по всему массиву без символьного обозначения (уникальный номер для каждой ДЕ) — применим при автоматизированном формировании массива ДЕ. При формировании массива ДЕ вручную может возникнуть путаница в поиске ДЕ при установлении взаимосвязей, добавлении новой ДЕ.

2 Сквозная нумерация ДЕ по всему массиву с символьным обозначением — может быть применима как для автоматического, так и для ручного формирования массива ДЕ, так как дополнительное условное символьное обозначение даст информацию о принадлежности ДЕ учебной дисциплине.

3 Нумерация ДЕ внутри каждой УД с символьным обозначением — универсальный вид условного обозначения ДЕ в массиве. Обладает читабельностью и наглядностью.

Символьные обозначения могут быть как буквами русского, так и латинского алфавита. Преимущества использования букв русского алфавита в доступности понимания, читабельности массива ДЕ, но для универсального использования и обработки массива ДЕ другими программами лучше применять латинские символьные обозначения ДЕ.

Символьные обозначения могут содержать как один символ, так и несколько. Определение количества символов зависит от размеров массива, уровня детализации, универсальности проектируемой системы для синтеза УП.

Каждая ДЕ УП имеет свое название. Важно соблюдать единые правила наименования ДЕ. Если это автоматизированное формирование массива ДЕ, то программа работает со словарем математических понятий и переносит их в базу данных. При ручном формировании массива ДЕ необходимо, чтобы наименования ДЕ были в именительном падеже (например, не «Понятие аргумента», а «Аргумент»), единственном числе (например, не «Полупроводники», а «Полупроводник»), а также применялись общепринятые сокращения («ЭДС», «САПР» и т.д.) и создавался поясняющий документ при введении новых сокращений и аббревиатур.

Соблюдение данных правил упростит работу с массивом ДЕ, с установлением взаимосвязей между ДЕ внутри одной УД или между УД особенно в том случае, когда массив создается вручную и работают группы людей.

Для отображения взаимосвязей ДЕ применяют три способа — граф, матрица смежности и список. Граф является более наглядным способом отображения взаимосвязей ДЕ (Рис. 1):

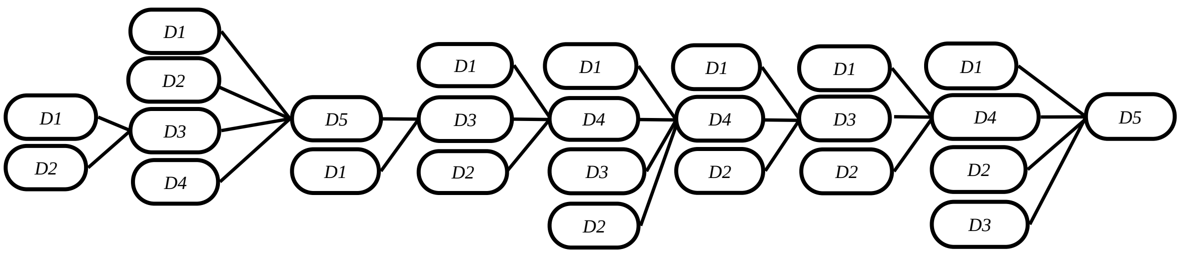

Рис. 1. Граф взаимосвязей ДЕ

Граф взаимосвязей ДЕ можно упростить, объединив схожие ДЕ в разделы, но, так или иначе, граф имеет громоздкий вид. Если внутри одного метода или теоремы граф взаимосвязей можно построить вручную, то внутри одной дисциплины этого сделать невозможно. Из-за человеческого фактора велик риск ошибок.

Следующий способ представления взаимосвязей ДЕ — это матрица смежности (Рис. 2).

ДЕ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		1		1										
2														
3				1										
4						1								
5						1								
6								1						
7								1						
8										1				
9										1				
10											1			
11												1		
12													1	
13														1
14														

Рис. 2. Представление взаимосвязей ДЕ в виде матрицы смежности

Матрица смежности является квадратной, так как количество строк и столбцов равно количеству ДЕ. По главной диагонали связи отсутствуют, так как один и тот же элемент не может взаимодействовать с самим собой. Единицы выше главной диагонали показывают наличие взаимосвязи ДЕ. Связь направлена слева вверх, то есть слева номера входных ДЕ, а сверху — выходных. Единицы ниже главной диагонали в матрице смежности указывают на наличие «обратных связей», т.е. на непоследовательность изложения учебного материала, что нужно минимизировать или исключить вовсе.

При обработке программой большого числа ДЕ матрица смежности будет достигать больших размеров, что вызовет определенные сложности. Поэтому удобнее работать с другой, менее наглядной, но более функциональной формой представления взаимодействий ДЕ — со списками. Список имеет вид таблицы (Рис. 3):

Входная ДЕ	Выходная ДЕ
1	2
1	4
3	4
4	6
5	6
6	8
7	8
8	10
9	10
10	11
11	12
12	13

Рис. 3. Представление взаимосвязей ДЕ в виде списка

В списки можно внести дополнительные параметры ДЕ — номер семестра, в котором эта ДЕ должна быть изучена студентом, длительность изучения ДЕ (например, 2 семестра) и т.д. Таким образом, список будет расширен (Рис. 4):

Входная ДЕ	Выходная ДЕ	Номер семестра	Длительность изучения ДЕ
1	2	1	1
1	4	1	1
3	4	1	2
4	6	1	2
5	6	2	1
6	8	2	1
7	8	3	2
8	10	3	1
9	10	3	2
10	11	4	1
11	12	4	1
12	13	4	2

Рис. 4. Список взаимосвязей ДЕ с дополнительными параметрами

Таким образом, при синтезе УП важно соблюдать ряд приведенных выше правил по унификации наименований, нумерации, а также целесообразно устанавливать взаимосвязи между ДЕ с помощью формы «список». Списки имеют много преимуществ перед матрицей или графом. Например, они могут быть бесконечно длинными и не повлекут сложностей их информационной обработки, можно добавить сколько угодно дополнительных параметров или характеристик ДЕ.

Отличительной особенностью корректного УП является последовательно изложенный учебный материал. Обратных связей в таком УП не должно быть, так как это будет означать нарушение контура — изучение ДЕ на основе ДЕ, которые будут изучены позже. Данный подход по синтезу УП «снизу-вверх», от ДЕ к УП позволит существенно повысить качество преподаваемого учебного материала и процесса обучения студентов ВУЗа.

Список литературы:

1. Бронов С. А., Степанова Е. А., Калиновский К. В. Автоматизированный анализ и синтез учебных планов вуза на основе массива дидактических единиц // Вестник КрасГАУ. Красноярск. 2014. № 3. С. 216–221.
2. Бронов С. А., Степанова Е. А., Кудрявцева Ю. М., Афонасенко Н. С., Камилов И. К. Методологические проблемы автоматизированного формирования образовательных программ в рамках ФГОС ВПО // Современные информационные технологии и ИТ-образование / Сборник избранных трудов VII международной научно-практической конференции; под ред. проф. В.А. Сухомлина. Москва: ИНТУИТ.РУ, 2012. 1050 с. ISBN 978–5–9556–0140–3.

DIDACTIC UNITS ARRAY FORMATION FOR THE HIGHER EDUCATION SCHOOL CURRICULUM SYNTHESIS

S. Pichkovskaya
assistant
spichkovskaya@mail.ru
Krasnoyarsk

Siberian Federal University

Annotation. Within of the new approach to the university curriculum synthesis, based on the use of didactic units array, recommendations on this array formation are given. The arguments proving the relevance of the choice of this approach to the university curriculum synthesis are presented, based on the requirements of the federal state educational standards for higher professional education of the bachelor's degree, specialty and magistracy. Two methods (manual and automatic) of didactic units array formation, their differences, advantages and disadvantages are considered. The rules of didactic units array formation, relating to the process of compiling a list of academic disciplines of synthesized curriculum, a list of didactic units curriculum, numbering options and the letter designation of array elements, the names of didactic units are described. Attention is paid to the choice of the level of detail and generalization of didactic units in the university curriculum synthesis. Forms of interaction of didactic units within one academic discipline and between academic disciplines (graph, adjacency matrix and list) are considered. The choice of the form of establishing the interrelationships of didactic units within the array is substantiated. The software for creating of didactic units array, its advantages and disadvantages is considered.

Key words: curriculum, didactic unit, synthesis, computer-aided design.

References:

1. Bronov S. A., Stepanova E. A., Kalinovskii` K. V. (2014) Avtomatizirovanny`i` analiz i sintez uchebny`kh planov vuza na osnove massiva didakticheskikh edinitc [Automated analysis and synthesis of high school curricula based on the array of didactic units] Vestnik KrasGAU. Krasnoyarsk. №3, pp. 216-221.
2. Bronov S. A., Stepanova E. A., Kudriavtceva Iu. M., Afonasenko N. S., Kamilov I. K. (2012), Metodologicheskie problemy` avtomatizirovannogo formirovaniia obrazovatel`ny`kh programm v ramkakh FGOS VPO [Methodological problems of automated formation of educational programmes within the framework of GEF VPO] "Sovremenny`e informatcionny`e tekhnologii i IT-obrazovanie" / Sbornik izbranny`kh trudov VII mezhdunarodnoi` nauchno-prakticheskoi` konferentcii ; pod red. prof. V.A. Suhomlina ["Modern information technology and it-education/selected works of the VII international scientific-practical Conference; Ed. Prof. V.a. Suhomlina"].