

А. А. Смирнов, А. С. Носик

РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Рассматривается методика формирования образовательной программы с позиций процессного подхода на основе анализа междисциплинарных логических связей.

This article deals with the methods of curriculum development in the framework of process approach on the basis of interdisciplinary logical link analysis.

Ключевые слова: основная образовательная программа, междисциплинарные логические связи, процессный подход, компетентностный подход, учебный модуль.

Key words: curriculum, interdisciplinary logical links, process approach, competence approach, training module.

Согласно европейским стандартам и директивам по внутренней гарантии качества в вузах [1] «гарантия качества программ и сертификатов должна включать, наряду с другими требованиями, постоянное внимание к учебному плану, составлению и содержанию программ». При этом в настоящее время практически отсутствуют методики, позволяющие разрабатывать учебные планы с заданными показателями качества, не разработаны критерии и алгоритмы достижения качества.

Следовательно, разработка научно обоснованной методики формирования учебного плана и основной профессиональной образовательной программы (ООП) для подготовки как специалистов, так и бакалавров остается актуальной научной задачей, решение которой видится в применении методологии процессного подхода [2].

Основой любой ООП является набор взаимосвязанных элементов – учебных дисциплин. Между этими элементами функционируют информационные потоки, определяемые в педагогической среде как междисциплинарные (межпредметные) логические связи (МЛС). Вся система учебных дисциплин и МЛС направлена на достижение конечных образовательных целей, заявленных в государственных образовательных стандартах.

Исходя из сущности процессного подхода МЛС определяются нами как совокупность требований дисциплины-потребителя, определяемых ее целевыми установками и содержанием, к знаниям, умениям и навыкам, формируемым у обучающихся дисциплинами-поставщиками.

Предлагаемая методика формирования ООП состоит из семи этапов:

1. Выявление МЛС.
2. Статистический анализ МЛС.
3. Классификация МЛС.
4. Выявление и анализ противоречий МЛС.
5. Разделение учебных дисциплин на фундаментальные и прикладные модули.
6. Разработка предложений по формированию модульной структуры ООП.
7. Анализ качества ООП.

Этап выявления МЛС относится к числу наиболее ответственных и важных. От корректности и полноты выявления МЛС зависят все последующие процедуры. К проведению работ на данном этапе предъявляются следующие требования:

– работа должна проводиться под управлением наиболее опытного методиста, хорошо знающего замысел подготовки специалиста и требования федерального государственного образовательного стандарта;

– в работе должны принимать участие все преподаватели, обеспечивающие подготовку специалиста соответствующего профиля, или наиболее опытные преподаватели дисциплин ООП;

– все эксперты (преподаватели) должны быть достаточно осведомлены о дисциплинах учебного плана и иметь четкое представление о связях своей дисциплины со смежными дисциплинами;

– все эксперты должны придерживаться единых методологических подходов при выдвигании требований к дисциплинам-поставщикам.

Практика показывает, что обеспечение выполнения трех последних требований является достаточно сложной организационной задачей. Основные причины возникающих при этом проблем заключаются в том, что в работе участвуют преподаватели сразу нескольких кафедр, которые к тому же имеют различный преподавательский опыт и научную квалификацию. В связи с этим, с одной стороны, повышается роль руководителя работ, а с другой – вопросы организационного и координирующего характера должен решать учебно-методический отдел вуза.

Этап выявления МЛС состоит из двух последовательных процедур: фиксации и локальной оптимизации информационных потоков. Под фиксацией информационных потоков мы понимаем разделение всех учебных дисциплин на поставщиков и потребителей и формирование базы данных МЛС. В базе данных должна храниться информация о взаимосвязи учебных дисциплин в виде требований к знаниям, умениям и владениям обучающихся, идущих от дисциплин-потребителей к дисциплинам-поставщикам.

Экспертным путем все дисциплины разделяются по трем классам: дисциплины-поставщики (класс А), дисциплины-потребители (класс В), дисциплины поставщики-потребители (класс С). Преподаватели дисциплин-потребителей, руководствуясь образовательным стандартом и содержанием учебных программ, определяют требования к дисциплинам-поставщикам по типам «знать-уметь-владеть».

По целевым установкам и содержанию учебных дисциплин преподавателями-поставщиками и потребителями определяется степень обеспечения требований и разделение их на обеспечиваемые, частично обеспечиваемые, необеспечиваемые.

Требование считается обеспечиваемым, если в целевых установках или содержании учебной программы дисциплины-поставщика имеется явное упоминание соответствующей дидактической цели или дидактической единицы.

Требование считается частично обеспечиваемым, если в целевых установках или содержании учебной программы дисциплины-поставщика нет непосредственного упоминания соответствующей дидактической цели или дидактической единицы, однако указываются формулировки, близкие к ним по смысловому содержанию.

Требование считается необеспечиваемым, если в целевых установках или содержании учебной программы дисциплины-поставщика отсутствуют соответствующие дидактические цели или дидактические единицы.

В результате совместной работы преподавателей дисциплин-потребителей и дисциплин-поставщиков определяется полная совокупность требований, которая вносится в базу данных (таблица 1). Причем, если дисциплина читается в нескольких семестрах, то она учитывается в базе данных и расчетах соответствующее число раз. Принципиальным положением является то, что требование должно предъявляться не только к учебной дисциплине, но и к учебному модулю (разделу) дисциплины. Таким образом, при первоначальном анализе формируется модель междисциплинарных связей учебных дисциплин AS-IS (как есть).

Таблица 1

Поля базы данных «Междисциплинарные логические связи»

Дисциплины-поставщики	Модуль (раздел)	Семестр	Степень обеспечения	Тип требования	Содержание требования	Дисциплины-потребители	Модуль (раздел)	Семестр

Под локальной оптимизацией МЛС понимаются итерационные процедуры учета и фильтрации требований преподавателей дисциплин-потребителей. Учет требований заключается в корректировке содержания, целевых установок учебных программ дисциплин-поставщиков в соответствии с предъявляемыми требованиями. Фильтрация заключается в минимизации числа требований за счет выявления необоснованных или избыточных требований, а также путем унификации терминологии.

Необходимые коррективы в содержание, целевые установки и бюджет времени учебных программ дисциплин-поставщиков вносятся до тех пор, пока в рамках модели ООП не будет обеспечена устойчивая междисциплинарная информационная система, характеризующаяся наличием некоторой седловой точки: в рамках представленной модели все основные требования

преподавателей-потребителей максимально удовлетворены, а попытка дальнейшего учета требований приведет к изменению трудоемкости учебных дисциплин-поставщиков, выходящей за рамки образовательного стандарта.

После проведения итерационных корректировок в соответствии с предъявляемыми требованиями учебные программы дисциплин-поставщиков и междисциплинарные связи представляются в виде модели *ТО-ВЕ* (как должно быть).

Целью этапа статистического анализа является определение степени целостности системы МЛС. Согласно экономико-математическому словарю «целостность системы – принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов и невыводимость из последних свойств целого; зависимость каждого элемента, его свойств и отношений в системе от его места, функций и т.д. внутри целого» [3]. По нашему мнению, выявленные МЛС должны представлять собой целостную систему, обладающую свойствами самодостаточности и устойчивости.

Свойство самодостаточности системы МЛС означает наличие такой системы спецификаций учебных дисциплин, модулей и междисциплинарных (межмодульных) логических связей, которая отражает согласованные взгляды преподавателей ООП и не требует дальнейшего добавления, уточнения и согласования.

Свойство устойчивости означает долгосрочное равновесие системы МЛС, заключающееся в том, что интервал времени, после которого, возможно, потребуются повторная корректировка и согласование требований, соизмерим с нормативным временем существования ООП.

Значение данного этапа заключается в том, что корректность дальнейших этапов разработки ООП будет обеспечена только в том случае, если выявленные требования не являются разрозненными, а составляют устойчивую систему, отражающую существующие в данный момент времени взгляды преподавательского состава вуза на цели и содержание образования в рамках соответствующей специальности. Следовательно, необходимо определить объективный критерий сформированности целостной системы МЛС.

Основной особенностью выявления этого критерия является то, что источником задания требований является субъект – преподаватель с соответствующим уровнем профессиональной и научной подготовки, опытом работы, заинтересованностью, личными взглядами и интересами. С другой стороны, каждый вуз имеет свои традиции, систему управления, научные школы, систему подготовки преподавателей, что в совокупности позволяет предъявлять требования к возможности и необходимости формирования не просто совокупности субъективных требований, а целостной системы МЛС, подчиняющейся определенным математическим законам. Вероятностный характер выявленных требований предопределяет поиск критерия целостности системы в рамках аппарата математической статистики.

Исследования, проведенные С.Д. Хайтуном и В.В. Александровым, доказывают, что критерий целостности системы МЛС следует искать исходя из концепции негауссовости социальных явлений [4; 5; 6]. На наш взгляд, распределение дисциплин по степени их участия в МЛС носит негауссовый, а, точнее, ципфовый характер, то есть может быть аппроксимировано ранговой дифференциальной формой распределения Ципфа:

$$y(r) = \frac{B}{(A+r)^\beta},$$

где A – коэффициент рангового искажения;

B – параметры распределения;

r – ранг МЛС.

Для проведения статистического анализа МЛС определим ряд терминов. Дисциплину D_s будем называть влияющей на дисциплину D_p , а дисциплину D_p зависимой от D_s , если в базе данных зафиксировано хотя бы одно требование от дисциплины D_p к дисциплине D_s .

Логическую связь $LSs-p$ будем называть влияющей, если в базе данных зафиксировано требование $LSs-p$ от дисциплины D_p к дисциплине D_s , и оно рассматривается со стороны дисциплины-поставщика. Это же требование $LSs-p$ будем называть зависимой логической связью, если оно рассматривается со стороны дисциплины-потребителя.

Введем параметры, характеризующие МЛС учебных дисциплин:

– коэффициент влияния i -й дисциплины классов A и C определяется как отношение количества дисциплин, зависимых от i -й дисциплины, к максимальному количеству влияний дисциплин классов A и C на зависимые дисциплины:

$$K_{vl}^i = \frac{N_{vl}^i}{\max_j(N_{vl}^j)}, \quad j = 1..m, \quad i = 1..m,$$

где m — общее количество дисциплин классов A и C ;

— коэффициент влияющих логических связей i -й дисциплины классов A и C вычисляется как отношение количества влияющих логических связей этой дисциплины к максимальному количеству влияющих логических связей среди всех дисциплин классов A и C :

$$K_{vl_ls}^i = \frac{N_{vl_ls}^i}{\max_j(N_{vl_ls}^j)}, \quad j = 1..m, \quad i = 1..m;$$

— коэффициент зависимости k -й дисциплины классов B и C равен отношению количества дисциплин, влияющих на k -ю дисциплину, к максимальному количеству зависимостей дисциплин классов B и C от влияющих дисциплин:

$$K_z^k = \frac{N_z^k}{\max_j(N_z^j)}, \quad j = 1..n, \quad k = 1..n,$$

где n — общее количество дисциплин классов B и C ;

— коэффициент зависимых логических связей i -й дисциплины классов B и C определяется как отношение количества логических связей, влияющих на i -ю дисциплину, к максимальному количеству логических связей, влияющих на дисциплины классов B и C :

$$K_{z_ls}^k = \frac{N_{z_ls}^k}{\max_j(N_{z_ls}^j)}, \quad j = 1..n, \quad k = 1..n.$$

Если в результате проверки обнаруживается соответствие этих коэффициентов распределению Ципфа, то делается вывод, что распределение МЛС представляет собой устойчивую систему и может быть применимо для анализа и разработки ООП.

Целью этапа классификации МЛС является получение новых знаний о системе логических связей посредством их разделения по различным классификационным признакам.

По количеству включения требования связи разделяются на:

- одиночные — логическое требование к дисциплине классов A или C от дисциплины классов B или C присутствует в схеме только один раз;
- множественные — логическое требование к дисциплине классов A или C от дисциплин классов B или C присутствует в схеме более одного раза.

По степени удаленности взаимодействующих дисциплин логические связи разделяются на:

- непосредственные — дисциплины читаются в одном семестре;
- сильные — период между дисциплинами составляет один — два семестра;
- умеренные — период между дисциплинами составляет три — четыре семестра;
- слабые — период между дисциплинами превышает четыре семестра;
- нарушенные — какая-либо тема в дисциплине-поставщике изучается после того, как на нее ссылается дисциплина-потребитель.

Существенной проблемой при разделении дисциплин по степени удаленности является обоснование временного интервала, по которому происходит дифференциация связей. Гипотетически понятно, что чем более дисциплины разделены между собой по времени, тем менее обоснованными становятся требования преподавателей к знаниям, умениям и владениям обучающихся. В то же время нам неизвестны исследования, которые бы подвели теоретическую базу под указанную или любую другую классификацию междисциплинарных связей по времени.

Численные результаты, характеризующие процессы запоминания и забывания, получены для очень узких задач (запоминание слов, цифр, словосочетаний, дат, текста) и описывают результаты работы человеческой памяти за очень короткие интервалы времени (минуты, часы, дни). Поэтому в рамках конкретной задачи определение временных интервалов производится экспериментальным путем. Преподавателями смежных дисциплин исходя из согласованных требований разрабатываются тесты, которые предлагаются обучающимся через один — пять семестров после изучения соответствующего материала. Статистическим путем выявляется уровень остаточных знаний и определяются основания для формирования временных интервалов.

По значимости МЛС различаются присвоенными рангами внутри дисциплины. Ранжирование требований к дисциплине-поставщику ведется в базе данных дисциплины-поставщика. В случае если требование повторяется более двух раз (множественные требования), то

ранг этого требования возрастает. Ранжирование требований позволит определить внешние приоритеты в работе преподавателя-поставщика, поможет ему корректно и обоснованно сформировать содержание итогового контроля по дисциплине.

По повторяемости во времени МЛС разделяются на:

- неповторяемые – требования одиночного или множественного типов, выдвигаемые дисциплинами, изучаемыми в пределах одного семестра;
- повторяемые – требования множественного типа, выдвигаемые в пределах более одного семестра.

По дидактическому значению МЛС разделяются на:

- содержательные – в качестве сущностного содержания требований выступают научные термины, факты, законы, теории, методы;
- операционные – в качестве сущностного содержания требований выступают умения и навыки;
- эвристические – в качестве сущностного содержания требований выступают интеллектуальные логические преобразования, производимые на основе изученного материала.

На этапе выявления и анализа противоречий МЛС производится экспертиза слабых и нарушенных логических связей, выявляются дисциплины-поставщики и потребители, для которых проблема слабых и нарушенных логических связей стоит наиболее остро. В дальнейшем слабые и нарушенные логические связи будем называть аномальными.

Аномальные связи группируются по поставщикам и потребителям; их распределение анализируется по семестрам, то есть определяются семестры, в которых количество аномальных связей максимально как для дисциплин-поставщиков, так и для дисциплин-потребителей. Если оказывается, что процентное соотношение аномальных связей велико или же они распределены по семестрам неравномерно, и имеются семестры, в которых количество аномальных связей значительно превышает их количество в других семестрах, то следует сделать вывод о недостаточном качестве учебного плана.

Далее анализируется распределение аномальных связей по дисциплинам. Дисциплины-потребители и поставщики, для которых количество аномальных связей превышает некоторое наперед заданное число α , назовем аномальными дисциплинами с точки зрения их вовлечения в систему МЛС. К аномальным также следует отнести дисциплины, у которых количество аномальных связей не превышает α , но удельный вес аномальных связей среди всех связей этих дисциплин превышает некоторый порог ρ . Такой анализ позволяет выявить конкретные направления оптимизации учебного плана. Общая идея оптимизации будет заключаться в том, чтобы уменьшить расстояние между взаимодействующими дисциплинами.

Пятый этап заключается в разделении учебных дисциплин на фундаментальные и прикладные модули. Анализ показывает, что преподавателей-потребителей чаще всего интересуют прикладные аспекты учебных дисциплин-поставщиков. В то же время освоение прикладных вопросов невозможно без изучения фундаментальных основ дисциплин. Следовательно, оптимизация учебного плана предполагает разделение канонических учебных дисциплин математического и естественно-научного (МиЕН), гуманитарного, социального и экономического (ГСЭ), а также профессионального циклов на фундаментальные и прикладные модули.

Основанием для разделения должно стать распределение дидактических целей, заявленных в виде знаний, умений, навыков и компетенций, на две группы: фундаментальные и прикладные. Фундаментальные цели определяют методологические основы учебных дисциплин. Реализация фундаментальных целей обеспечивается фундаментальными модулями дисциплин указанных циклов. Прикладные цели ориентированы на выполнение профессиональных задач и поддерживаются прикладными модулями учебных дисциплин профессионального, МиЕН, ГСЭ циклов. Кроме того, именно прикладные модули дисциплин-поставщиков чаще всего участвуют в реализации МЛС.

Шестой этап – разработка предложений по формированию модульной структуры ООП – напрямую зависит от принятого подхода к процессу проектирования ООП. В условиях компетентностного подхода данная проблема в настоящее время остается нерешенной, несмотря на активную работу по формированию образовательных стандартов третьего поколения.

Исследователями неоднократно отмечалось, что прежняя дисциплинарная система представляется неадекватной современным требованиям, она объективно не сможет обеспечить формирование и диагностику компетенций, заявленных в образовательных стандартах. Представляется, что основной формой междисциплинарной организации учебного процесса должны

стать фундаментальные и прикладные модули. Фундаментальные модули по-прежнему читаются на младших курсах вузов, а прикладные должны быть синхронизированы по времени с логически связанными модулями профессионального цикла, что позволит усилить логические связи и сократить межмодульные расстояния.

Для достижения заявленных образовательных целей в виде перечня универсальных и профессиональных компетенций модули должны группироваться в межмодульные иерархические структуры – профессиональные модули. Представляется, что именно полная совокупность всех междисциплинарных иерархических модулей должна стать базовой основой ООП, построенной в кредитно-компетентностном формате.

На заключительном этапе анализируется качество ООП. При этом его критерием выступает минимизация межмодульных расстояний, то есть сокращение слабых и умеренных и увеличение сильных связей. Сокращение межмодульных расстояний производится за счет сближения прикладных модулей дисциплин-поставщиков с модулями дисциплин-потребителей и формирования на этой основе новых структурных образований – профессиональных модулей.

В Калининградском пограничном институте на основе описанной методики проведена оптимизация ООП специальности «Радиотехника». В базе данных в настоящее время находится около 600 требований дисциплин-потребителей к дисциплинам-поставщикам. Проведенный статистический анализ подтвердил ципфовой характер МЛС, а также показал наличие значительного количества слабых и нарушенных логических связей, что свидетельствует о несовершенстве рабочего учебного плана. В результате разделения учебных дисциплин на фундаментальные и прикладные модули, а также последующего приближения прикладных модулей к дисциплинам-потребителям получен учебный план, в котором исчезли нарушенные связи, значительно уменьшилась доля слабых и умеренных, вырос удельный вес непосредственных и сильных связей (рис. 1).

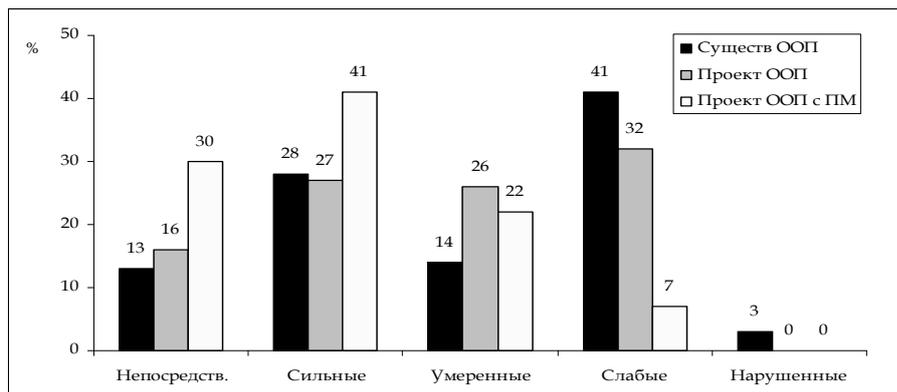


Рис. 1. Распределение логических связей в существующей и оптимизированной ООП

Научная новизна предлагаемой методики заключается в том, что впервые предлагается критерий формирования модульного учебного плана – минимизация умеренных и слабых межмодульных логических связей и с этой целью деление дисциплин на фундаментальные и прикладные модули.

Список литературы

1. Стандарты и директивы для агентств гарантии качества в высшем образовании на территории Европы // Европейская ассоциация гарантии качества в высшем образовании. URL: http://rc.edu.ru/bp/Directions/Education_Quality/StdDirectivesEuro.doc
2. ГОСТ Р ИСО 9001 – 2001: Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2001.
3. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь: словарь современной экономической науки. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2003.
4. Хайтун С.Д. Количественный анализ социальных явлений: Проблемы и перспективы. Изд. 2-е. М.: КомКнига, 2005.
5. Хайтун С.Д. Наукометрия: Состояние и перспективы. М., 1983.
6. Александров В.В. Развивающиеся системы: в науке, технике, обществе и культуре. Ч. 1: Теория систем и системное моделирование. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000.

А. А. Смирнов – канд. пед. наук, доц., КПИ ФСБ России, Калининград, smirnovaa2003@list.ru.
А. С. Носик – доц., КПИ ФСБ России, Калининград, nolus@rambler.ru.

About authors

Dr. A. Smirnov, Associate Professor, Kaliningrad Border Guard Institute of Federal Security Service of Russia, smirnovaa2003@list.ru.

A. Nosik, Associate Professor, Kaliningrad Border Guard Institute of Federal Security Service of Russia, smirnovaa2003@list.ru.