

DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-08

ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ГРУПП СВЯЗАННЫХ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ БАКАЛАВРИАТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

М. В. Юрчишина^а, К. И. Бушмелева^б

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Российская Федерация

^а ✉ nesterenko_mv@surgu.ru, ^б bkiya@yandex.ru

Аннотация: представлены результаты анализа названий и содержания рабочих программ дисциплин, входящих в учебный план направления обучения «Информатика и вычислительная техника» бакалавриата пяти различных высших учебных заведений. На основании анализа выбраны группы дисциплин, присутствующие во всех рассмотренных планах, с учетом анализа содержания; сформулированы названия этих групп. Для формирования оптимального учебного плана необходимо построить цепочки дисциплин, которые требуют последовательного расположения в учебном плане. Поскольку таких цепочек может быть несколько, сначала необходимо выделить группы дисциплин, связанных общей предметной областью. По результатам исследования предварительно выбраны несколько групп дисциплин, связанных общими базовыми понятиями, составлены вопросы анкетирования для проведения экспертного оценивания в данном вопросе и установления необходимого набора групп связанных дисциплин. Также сформулированы критерии к претендентам на роль экспертов в данном исследовании. Сформулированы вопросы для проверки соответствия участников опроса установленным критериям. Оформлена анкета-опросник для проведения заочного оценивания.

Ключевые слова: анализ, анкетирование, экспертное оценивание, учебный план, оптимизация, система ограничений.

Для цитирования: Юрчишина М. В., Бушмелева К. И. Подход к формированию групп связанных дисциплин для обучающихся бакалавриата по направлению «Информатика и вычислительная техника». *Успехи кибернетики*. 2023;4(2):53–59. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-08.

Поступила в редакцию: 13.02.2023.

В окончательном варианте: 13.02.2023.

BUILDING GROUPS OF RELATED COURSES FOR THE UNDERGRADUATES MAJORING IN COMPUTER SCIENCE

M. V. Yurchishina^a, K. I. Bushmeleva^b

Surgut State University, Surgut, Russian Federation

^a ✉ nesterenko_mv@surgu.ru, ^b bkiya@yandex.ru

Abstract: this study analyzes the names and content of the syllabi from the B.Sc. Computer Science curricula in five universities. We identified the most frequent courses and categorized them into groups. An optimal curriculum includes chains of courses delivered sequentially. There can be several such sequences. We selected several groups of courses presenting the common basic concepts, and surveyed the experts. We also proposed the expert selection criteria and developed questionnaire for a distance evaluation.

Keywords: analysis, surveying, expert evaluation, curriculum, optimization, system of restraints.

Cite this article: Yurchishina M. V., Bushmeleva K. I. Building Groups of Related Courses for the Undergraduates Majoring in Computer Science. *Russian Journal of Cybernetics*. 2023;4(2):53–59. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-08.

Original article submitted: 13.02.2023.

Revision submitted: 13.02.2023.

Введение

Система высшего профессионального образования существенно трансформировалась за последние несколько десятилетий. Различные модификации вносятся регулярно, в связи с постоянно изменяющимися запросами производства на технических специалистов, появлением новых технологий и программных продуктов. Поэтому образовательные учреждения вынуждены ежегодно корректировать учебные планы, по которым обучаются студенты на одном и том же направлении, в том числе открывать новые профили. Основная задача учебного плана — систематизировать учебный процесс. В состав

учебного плана необходимо включить конкретный набор дисциплин, их трудоемкость, расположение в каком-либо семестре, а также определить перечень компетенций, которые данные дисциплины должны формировать. Основная часть учебного плана представляет собой таблицу большого размера. При очередной корректировке или составлении плана для нового профиля в рамках имеющегося направления значительная часть дисциплин сохраняется, но может изменяться их трудоемкость или расположение. При частых корректировках достаточно велика вероятность ошибок, допущенных в результате попыток соблюсти все требования к учебному плану, в том числе логических несоответствий в расстановке дисциплин.

Набор требований в каждом учебном заведении формируется из двух составляющих: ФГОС ВО (федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования) и внутренних требований учебного заведения (данные требования не могут противоречить ФГОС, но могут содержать более широкий набор ограничений). Процедура составления плана содержит большое количество рутинных операций. Данный процесс можно автоматизировать с применением системы поддержки принятия решений [1, 2, 3]. В работе [4] представлены основные задачи, допускающие автоматизированную оптимизацию в процессе составления учебного плана. Проектируется система, которая с помощью специалиста по формированию учебных планов (например, заведующего кафедрой) позволит оптимизировать учебный план в нескольких задачах [4]. Проектирование такой системы требует использовать значительный объем экспертной информации.

В настоящей статье рассматривается только одна из описанных задач. Она заключается в распределении дисциплин по учебным семестрам. Формулировка математической постановки оптимизационной задачи [5] содержит две основные части: постановка цели (целевая функция) и система ограничений. В задаче об определении местоположения дисциплины в учебном плане в качестве цели определено наиболее равномерное распределение по различным семестрам учебных дисциплин, формирующих различные виды компетенций. Такая цель выбрана в связи с тем, что зачастую студенты теряют интерес к обучению из-за малого количества специальных дисциплин на младших курсах. При составлении системы ограничений необходимо учесть все требования, установленные во ФГОС и нормативных документах вуза. Учет последовательности изучения дисциплин также предусмотрен системой ограничений.

Математическая модель

Оптимизационная задача для расстановки дисциплин в учебном плане оптимальным образом может быть записана в следующей форме.

Каждая дисциплина — $D_i(x_i, p_i, z_i)$, $i \in \mathbb{N}$ — характеризуется набором из трех значений (в рамках данной задачи) [4]:

x_i — номер семестра, в котором изучается данная дисциплина;

p_i — коэффициент значимости данной дисциплины;

z_i — минимальная трудоемкость данной дисциплины;

N — общее количество дисциплин.

При этом неизвестными фактически являются номера семестров всех дисциплин — x_i . Процесс расстановки требует известных значений трудоемкости каждой дисциплины (чтобы не нарушить требования по нагрузке на студентов) и коэффициентов значимости дисциплин. Коэффициент значимости дисциплины не является общепринятым термином, он вводится в работе [4] как результат формулирования оптимизационной задачи. В данной работе значения коэффициентов значимости не используются.

Целевая функция выбрана в виде (1).

$$F_{ц} = \prod_{s=1}^8 \sum_{i=1}^{n_s} p_i \rightarrow \max. \quad (1)$$

Значение такой целевой функции при равномерном распределении суммарного коэффициента по семестрам становится максимальным. При этом из-за системы ограничений достигнуть абсолютного максимума невозможно, но такая функция отражает достаточно четко приближение каждого суммарного по семестру значения коэффициентов к усредненному.

Построенная система ограничений состоит из трех групп, содержащих несколько однотипных уравнений или неравенств.

1. Общие ограничения на значения номеров семестров, обеспечивающие учебный процесс, рассчитанный на 8 семестров (2).

$$1 \leq x_i \leq 8, \quad \forall i \in \mathbb{N}, i \leq N, \tag{2}$$

где N – общее количество дисциплин.

2. Последовательность изучения дисциплин.

а. Если $(i + 1)$ -ая дисциплина должна изучаться сразу после i -ой, то

$$x_{i+1} = x_i + 1, \quad \forall i \in \mathbb{N}, i \leq N_1, \tag{3}$$

где N_1 – количество дисциплин, требующих строгой последовательной установки за какой-либо другой дисциплиной.

б. Если $(i + 1)$ -ая дисциплина должна изучаться не ранее i -ой, то

$$x_{i+1} \geq x_i, \quad \forall i \in \mathbb{N}, i \leq N_2, \tag{4}$$

где N_2 – количество дисциплин, требующих для изучения предварительное или параллельное изучение какой-либо другой дисциплины.

в. Если $(i+1)$ -ая дисциплина должна изучаться в k -ом семестре, то

$$x_i = k, \quad \forall i \in \mathbb{N}, i \leq N_3, \tag{5}$$

где N_3 – количество дисциплин, для которых номер семестра изучения фиксирован.

3. Ограничение на общую трудоемкость семестра. Во ФГОС зафиксировано ограничение на общий объем трудоемкости в учебном году, но распределение нагрузки по учебным семестрам не следует делать очень неравномерным. Данное ограничение необходимо для избежания существенного дисбаланса между семестрами (6).

$$-2 + \frac{1}{8} \sum_{k=1}^N z_k \leq \sum_{k=1}^{n_s} z_k \leq 2 + \frac{1}{8} \sum_{k=1}^N z_k; \tag{6}$$

$\forall s \in \mathbb{N}, 1 \leq s \leq 8$, где n_s – количество дисциплин, изучаемых в семестре с номером s .

Для составления конкретных ограничений вида (3)-(5), то есть выбора дисциплин, которые требуют введения таких ограничений, необходимо установить связи между содержательными частями дисциплин, что требует использования экспертной оценки профессионалов, владеющих конкретными предметными областями.

Результаты и их обсуждение

Наибольшую сложность вызывает расстановка дисциплин, составляющих последовательные цепочки [6, 7], состоящие из трех и более дисциплин. В таблице представлена выборка дисциплин, разделенных на предположительные группы, которые удалось выделить при анализе пяти учебных планов различных учебных заведений.

Таблица

Выборка дисциплин из учебных планов различных вузов, реализующих образовательные программы по направлению обучения «Информатика и вычислительная техника» для бакалавриата

Учебное заведение	Математические дисциплины	Дисциплины, посвященные информатике	Дисциплины по программированию
Сургутский государственный университет	Математический анализ	Информатика	Основы программирования
	Алгебра и геометрия	Введение в профессиональную деятельность ИВТ	Алгоритмические языки программирования
	ТФКП и дифференциальные уравнения	Информационные технологии в ИВТ	Технологии программирования
	Теория вероятности и математическая статистика	Операционные системы	Системное программное обеспечение
	Дискретная математика		WEB-программирование

Учебное заведение	Математические дисциплины	Дисциплины, посвященные информатике	Дисциплины по программированию
	Математическая логика и теория алгоритмов	ЭВМ и периферийные устройства	Объектно-ориентированное программирование
	Методы оптимизации		
	Вычислительная математика	Теория информации	Программирование мобильных устройств
Российский университет транспорта	Математика (Аналитическая геометрия, Математический анализ, Дифференциальные уравнения)	Организация вычислительных машин и систем	Низкоуровневые языки программирования
	Линейная алгебра	Операционные системы. Аппаратно-программные платформы	Методы программной инженерии
		Периферийные устройства	Системы программирования
	Теория вероятностей и математическая статистика	Информационные технологии	Веб-программирование/ Разработка интернет-приложений
		Архитектура вычислительных систем и комплексов	Открытые программные платформы
	Дискретная математика	Информатика	Программирование
	Математическая логика и теория алгоритмов	Цифровые технологии	Языки программирования высокого уровня
Курский государственный университет		Основы вычислительной техники	Технологии программирования
	Математический анализ	Введение в информатику	Введение в программирование
	Основы математической логики	Архитектура вычислительных систем	Языки и методы программирования
	Дискретный анализ		Объектно-ориентированное программирование
	Алгебра и геометрия	Информационные технологии	Технологии программирования
	Анализ функций одной переменной	Администрирование операционных систем	Программирование микроконтроллеров
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова	Численные методы в инженерных исследованиях	Информационно-правовое обеспечение программного продукта	Функционально-логическое программирование Разработка IoT-вещей
	Алгебра и геометрия	Информационные технологии	Программирование
	Математический анализ	Введение в профессиональную деятельность	Программирование дискретных структур Программная инженерия
	Интегралы и дифференциальные уравнения		
	Теория вероятностей и математическая статистика	ЭВМ и периферийные устройства	Объектно-ориентированное программирование Интернет-программирование
	Математическая логика и теория алгоритмов	Операционные системы	Программирование IC
	Компьютерные вычисления	Информационные системы	Тестирование программного обеспечения
Теория принятия решений	Системное программное обеспечение	Программирование мобильных приложений	
Донской государственный технический университет	Дискретная математика	Информатика и программирование	Информатика и программирование
	Теория вероятностей и математическая статистика	Операционные системы	
	Алгебра и аналитическая геометрия	Аппаратное обеспечение автоматизированных информационных систем	Программирование
	Математический анализ		WEB-программирование

Учебное заведение	Математические дисциплины	Дисциплины, посвященные информатике	Дисциплины по программированию
	Математическая логика и теория алгоритмов	Единая информационная среда	Разработка пользовательского интерфейса
	Графы и конечные автоматы	Программное обеспечение проектной деятельности	
	Численные методы		
	Основы математического моделирования	Системы хранения информации	Искусственный интеллект

В данной работе целью ставится выделение только групп дисциплин, а непосредственный состав в каждой группе будет анализироваться дополнительно.

Анализ выбранных планов показывает, что подходящими группами связанных дисциплин можно выбрать:

- математические дисциплины;
- дисциплины, связанные с информатикой;
- дисциплины по программированию.

Таким образом, к экспертному оцениванию предлагаются вопросы для установления необходимости именно этих групп и вопрос о необходимости включения других групп. Дополнительно экспертам ставится задача первичного оценивания самого набора дисциплин в группах, но получение окончательного решения потребует другого набора экспертов. При этом предварительная оценка послужит элементом сбора информации для последующих этапов экспертного оценивания [8].

Установление необходимости выбранных наборов дисциплин и обнаружение других цепочек взаимосвязанных дисциплин проводится методом экспертного оценивания. С помощью экспертного оценивания [5, 9] требуется установить следующий набор фактов или опровергнуть их. В каждой группе выбраны наиболее типичные названия дисциплин, и в вопросах для сбора информации предложен их ориентировочный перечень.

1. Необходим ли набор математических дисциплин?
2. Является ли предложенный набор математических дисциплин необходимым, достаточным, избыточным (предварительная оценка)?
3. Необходим ли набор дисциплин, связанных с информатикой?
4. Является ли предложенный набор дисциплин, связанных с информатикой, необходимым, достаточным, избыточным (предварительная оценка)?
5. Необходим ли набор дисциплин по программированию?
6. Является ли предложенный набор дисциплин по программированию необходимым, достаточным, избыточным (предварительная оценка)?
7. Необходимы ли какие-либо дополнительные группы учебных дисциплин?

Перечисленные вопросы составляют основную часть исследования в проектируемом анкетировании.

Для получения адекватного результата анкетирования необходимо установить критерии, по которым следует определять возможность выступать экспертом в данном исследовании. Поскольку основная задача, которая преследуется учебным процессом, — формирование ряда компетенций, необходимых специалисту в определенной области, то экспертами следует выбирать тех, кто обладает следующими качествами:

- понимает, каким набором компетенций должен обладать выпускник;
- понимает, какими учебными дисциплинами могут быть сформированы эти компетенции;
- имеет представление о типичном наборе используемых учебных дисциплин.

Подтверждение выбранных качеств можно установить по одному из следующих параметров, характеризующих кандидатов:

- подтвержденный стаж работы в области реализации образовательных программ высшего образования по направлению обучения «Информатика и вычислительная техника» для бакалавриата — не менее 5 (пяти) лет;
- подтвержденный опыт работы в области проектирования и/или оценки образовательных программ высшего образования по направлению обучения «Информатика и вычислительная техника» для

бакалавриата, в том числе подтвержденный опыт работы в сфере внутренней и/или внешней оценки качества образования по данному направлению;

- подтвержденный опыт работы в сфере профессиональной направленности обучающихся по направлению обучения «Информатика и вычислительная техника» для бакалавриата при наличии собственного диплома об образовании по данному направлению.

Кроме указанных фактических критериев будут учитываться наличие ученой степени, ученого звания в области технических наук, должностное положение, объективность, независимость, стремление помочь в исследовании.

Количество экспертов, необходимое для получения достаточной точности оценки, должно составлять не менее трех, но для хорошего значения точности результатов желательно привлечь 13-15 экспертов [10].

Составленная анкета содержит четыре области для удобства восприятия экспертами содержания и проведения экспертного оценивания (Рис.).

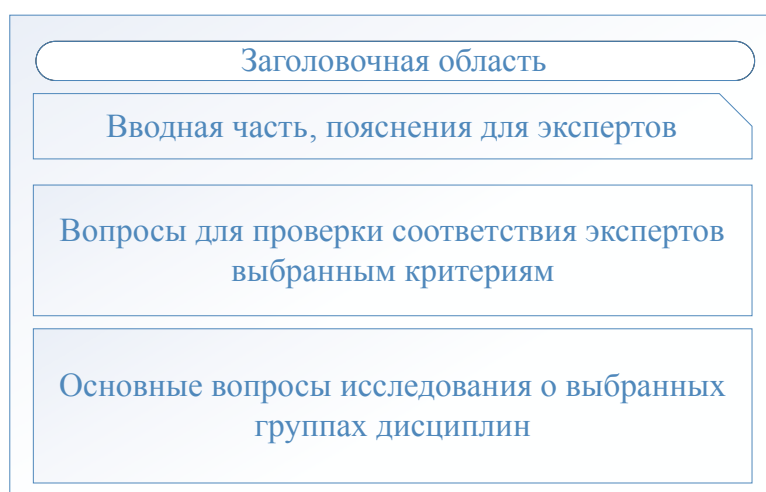


Рис. Схема составленной анкеты для выделения групп дисциплин

Наибольшую важность для исследования представляет часть, содержащая основные вопросы о выбранных группах. Вопросы данной части сформулированы в простой форме с выбором одного варианта ответа из имеющихся. При этом без подтверждения соответствия эксперта выбранным критериям невозможно будет воспринимать результат как достоверный. Вводная часть необходима для пояснения экспертам сути, цели и важности исследования, а также значимости их личного вклада в него.

Заключение

Проведен анализ набора дисциплин учебных планов различных учебных заведений по направлению обучения «Информатика и вычислительная техника» для бакалавриата за предшествующие периоды. Выделены группы дисциплин, объединенных общей предметной областью. Подготовлена анкета-опросник для проведения экспертного оценивания в заочной форме. Цель исследования заключается в выборе групп дисциплин для учебного плана по указанному направлению, связанных общими понятиями. Но анкета несет также и функцию предварительного сбора информации для последующего составления анкет и определения состава каждой группы дисциплин. Сформулированы критерии к экспертам и подготовлены вопросы для проверки выбранных критериев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халин В. Г. *Системы поддержки принятия решений*: учеб. и практикум для вузов / под редакцией В. Г. Халина, Г. В. Черновой. М: Издательство Юрайт; 2023. 494 с.
2. Ларичев О. И., Петровский А. Б. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. *Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика*. 1987;21:131–164.

3. Сараев А. Д., Щербина О. А. Системный анализ и современные информационные технологии. *Труды Крымской Академии наук*. Симферополь: СОНАТ; 2006. С. 47–59.
4. Юрчишина М. В., Бушмелева К. И. Математическое моделирование процесса оптимизации учебного плана высшего образования. *Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты*: сб. тр. нац. науч.-практ. конф. М.: РТУ МИРЭА; 2022. С. 141–144.
5. Рыков А. С. *Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации*. М.: Издательский ДОМ МИСиС; 2009. 608 с.
6. Алексахин С. В., Николаев А. Б., Строганов В. Ю. Моделирование связности дисциплин учебного плана в системе дистанционного образования. *Информационные технологии в образовании (ИТО-2001) Секция: 3. ИТ в открытом образовании*: мат. XI Международ. конф.-выставки. М.: МИФИ; 2001.
7. Лавлинская О. Ю. Ранжирование учебных дисциплин с использованием экспертных оценок. *Моделирование систем и информационные технологии*: межвуз. сб. науч. тр. Воронеж: Научная книга; 2006. Вып. 3. Ч. 2. С. 80–83.
8. Орлов А. И. *Экспертные оценки*: учеб. пос. М.: ИВСТЭ; 2002. 31 с.
9. Анохин А. Н. *Методы экспертных оценок*: учеб. пос. Обнинск: ИАТЭ; 1996. 148с.
10. Крянев А. В., Семенов С. С. К вопросу о качестве и надёжности экспертных оценок при определении технического уровня сложных систем. *Надёжность*. 2013;4:90–99.