

УДК 004.3

Л.Ю. Уразаева<sup>1</sup>, канд. физ.-мат. наук, доц.,  
Н.Н. Дацун<sup>2</sup>, канд. физ.-мат. наук, доц.<sup>1</sup> Нижневартковский государственный университет, г. Нижневартовск, РФ<sup>2</sup> Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина<sup>1</sup> delovoi2004@mail.ru,<sup>2</sup> datsun@pmi.dgtu.donetsk.ua

## Моделирование способов преодоления трудностей в обучении программированию

*В данной работе рассматривается задача исследования и формализации исходных данных для построения математической модели по определению оптимальной траектории обучения на основе изучения способности студентов ИТ-направлений подготовки к самостоятельной работе. На основе статистической обработки массовых наблюдений выявлены закономерности, определяющие подходы студентов к решению сложностей в образовательном процессе. По результатам исследований была получена модель метаданных для построения модели нечетких отношений для управления образовательным процессом. Определены критерии, определяющие уровень самостоятельности студентов.*

**Ключевые слова:** ИТ-образование, программирование, трудности обучения, корреляция, модель метаданных.

### Введение

Дефицит специалистов в ИТ-секторе в последние годы остается устойчивой тенденцией. Так в ЕС в 2015 г. на 900 тыс. вакансий ожидается только 100 тыс. выпускников ИТ-специальностей (данные аналитической компании Empirica). Нехватка кадров в этой сфере на Украине в 2015 г. составит 170 тыс. человек (данные Государственного агентства по вопросам науки, инноваций и информатизации). Дефицит ИТ-специалистов в РФ на 2015 г. составит 320 тыс. человек (прогноз "IBM в России").

Прогнозы в краткосрочной перспективе имеют ту же динамику. Так до 2018 г. система образования и повышения квалификации должна подготовить не менее 350 тыс. специалистов для ускорения развития ИТ-отрасли РФ. Однако количество обученных по ИТ-направлениям составит только 150 тыс. (по оценкам Минкомсвязи РФ).

Поэтому сокращение кадрового голода в ИТ-сфере является актуальной задачей, а пути ее решения находятся в центре внимания современного информационного общества.

С 2015 учебного года МОН Украины в 25 вузах начинает эксперимент получения образовательно-квалификационного уровня специалиста по специальностям отрасли знаний «Информатика и вычислительная техника» выпускников ВУЗов, которые получили образовательно-квалификационный уровень бакалавра из некото-

рых инженерно-технических и естественно-математических направлений подготовки. МОН РФ на 2015–2016 учебный год увеличивает на 34% прием по ИТ-специальностям. При этом прием по программе магистратуры увеличился в зависимости от специальности от 74% до 208%.

Однако при увеличении контингента обучаемых по ИТ-направлениям наблюдается отставание ИТ-образования от темпов смены технологий и средств ИТ-индустрии. Например, только 15-20% выпускников по инженерным специальностям пригодны к немедленному трудоустройству в ИТ-сфере (данные Минкомсвязи РФ).

Поэтому современные условия предъявляют к системе высшего образования по ИТ-направлениям повышенные требования. Их удовлетворение предполагает использование инновационных подходов к реализации процесса обучения. Для каждого конкретного студента процесс обучения протекает в нечетких условиях, связанных с его способностями к восприятию учебного материала. Поэтому исследование закономерностей качественной профессиональной подготовки ИТ-специалистов становится особенно актуальным.

### Анализ последних исследований и публикаций

Инициатива CDIO направлена на реформирование базового высшего образования в области техники и технологий. В документах CDIO [2] сформулированы основные цели в соответствии с моделью «Планировать – Проектировать – Произ-

водити - Применять». Стандарты CDIO следует рассматривать как базис подготовки специалистов ИТ-направлений.

АСМ и IEEE разрабатывают и рекомендуют к использованию учебные планы (Curriculum) и учебные программы (Syllabus) по ИТ-направлениям подготовки базового уровня (компьютерные науки [3-4], программная инженерия [3]). Выполнение рекомендаций из этих документов также направлено на обеспечение мобильности студентов и ИТ-специалистов.

Обучение программированию имеет свои особенности по сравнению с другими дисциплинами [5]. Обоснование влияния начального уровня подготовки и индивидуальных особенностей восприятия учебного материала на конечный результат обучения выполнено в работах [6, 7]. В работе [7] выявлены высокая самостоятельность в процессе обучения и развитие способности к самообучению как компетентности будущих ИТ-специалистов. Однако модель способов преодоления трудностей в обучении программированию отсутствует.

Построение и исследование моделей, учитывающих неопределенность, можно реализовать с помощью математической статистики и теории нечетких множеств [1]. Второй подход позволяет использовать субъективные оценки студентов и преподавателей, следовательно, корректировать процесс обучения на основе полученных данных. Особенность построения моделей нечетких отношений связана с необходимостью математического описания наблюдаемых явлений и их интерпретации в количественном виде на основе анализа субъективных представлений, оценок экспертов и лиц, принимающих решения. Успешность использования построенных математических моделей гарантирована лишь в случае наличия объективной информации о реальном состоянии дел, возможностях студентов.

### Постановка задачи

Целью работы является исследование и формализация исходных данных для построения математической модели по определению оптимальной траектории обучения на основе изучения способности студентов ИТ-направлений подготовки к самостоятельной работе.

### Материал и результаты исследования.

Обозначим DL наличие трудностей в обучении программированию. Тогда DL можно описать:

$$DL = \langle VC, DS, RD, WD \rangle$$

где:

$VC = \{vc_i\}$ ,  $i \in [1; nv]$  (мнения о сложности программирования);

$nv$  – количество вариантов мнений о сложности программирования;

$DS = \{ds_i\}$ ,  $i \in [1; nd]$  (сложные этапы программирования);

$nd$  – количество этапов программирования, признанных сложными;

$RD = \{rd_i\}$ ,  $i \in [1; nr]$  (причины трудностей в изучении программирования);

$nr$  – количество причин трудностей в изучении программирования;

$WD = \{wd_i\}$ ,  $i \in [1; nw]$  (способы преодоления трудностей в обучении программированию);

$nw$  – количество способов преодоления трудностей в обучении программированию.

Авторы провели анкетирование студентов ИТ-направлений подготовки. Цель опроса – изучение их мнения о трудностях, возникающих при обучении программированию, и определение уровня сформированности профессиональной самостоятельности. При проведении исследования была использована авторская анкета Уразаевой Л.Ю. и Дацун Н.Н. [7].

В опросе участвовали обучаемые различных уровней образования. Группу 1 составляют студенты первого уровня образования (бакалавр) очной формы обучения первого, второго и четвертого семестров обучения. В группу 2 отнесены слушатели факультета переподготовки кадров (второй уровень образования), которые обучаются по очно-заочной форме обучения.

Рассмотрим параметры исследуемой модели, значения которых получены по результатам анкетирования.

1) VC ( $nv = 5$ ):

В обеих группах половина опрошенных назвали программирование легким, но требующим большого внимания. От 5% обучаемых группы 2 до 27% студентов четвертого семестра группы 1 указали на сложность программирования.

2) DS ( $nd = 9$ ):

Среди технологических этапов разработки программ, создающих сложности при изучении программирования, в группе 1 названы разработка алгоритма (от 9% до 23%) и представление алгоритма на языке программирования (от 2% до 5%). В группе 2 наоборот, указали сложным представление алгоритма на языке программирования 19% обучаемых, а этап разработки алгоритма – 10%.

3) RD ( $nr = 9$ ):

Недостаточный уровень базовой школьной подготовки указан главной причиной трудностей в изучении программирования. Однако кроме объективных причин анкетизируемые указывают и субъективный фактор – особенности характера студентов (в среднем 10% в каждой из групп).

4) WD ( $nw = 8$ ):

Исследуем, имеют ли место закономерности в выборе способов преодоления трудностей в

обучении программированию у студентов разных семестров и ступеней образования. Расчеты выполнены с помощью демоверсии программы StatPlus. В качестве рядов данных используются данные выборки по студентам группы 1 группы 2 соответственно. По результатам статистического анализа имеем: взяв в качестве фиктивных переменных способы преодоления учебных проблем у студентов, мы имеем нормальное распределение. Это свидетельствует того, что процесс распределения студентов по способам преодоления трудностей осуществляется стихийно[6].

Анализ полученных зависимостей показывает следующее. Наблюдается корреляция, между выбором студентов первого и остальных курсов. Это можно интерпретировать как наличие базовых установок на способ решения учебных

проблем у всех студентов, сформированных к первому курсу. Отметим, что в отличие от студентов четвертого семестра, мнения студентов второго уровня образования значимо положительно коррелируют только с мнением первого семестра первого уровня. Новички обоих уровней образования имеют одинаковые базовые установки, которые затем видоизменяются из-за адаптации к реальным условиям обучения.

Рассмотрим далее корреляцию между собой способов преодоления трудностей в обучении программированию. В таблице 1 выделены только значимые значения коэффициентов Пирсона и по модулю превышающие 0,5.

Проанализируем полученные зависимости.

Таблица 1. Коэффициенты Пирсона

Способ преодоления трудностей	чтение профессиональных книг	консультация преподавателя	помощь сокурсников	помощь студентов старших курсов	самостоятельно с помощью сайтов в Интернете
помощь студентов старших курсов		-0,57			
помощь профессиональных программистов	-0,71	0,75		-0,72	
самостоятельно с помощью сайтов в Интернете			-0,61		
самостоятельно с помощью форумов в Интернете		0,53	0,58		-0,72

Помощь студентов и консультации находятся между собой в обратной корреляционной связи. Таким образом, если студент прибегает к помощи других студентов, то он не обращается к преподавателям за консультациями. Наблюдается обратная корреляция между частотой обращения к профессиональным программистам и студентам старших курсов.

Те обучаемые, кто изучают профессиональные книги, не обращаются к профессиональным программистам. Одновременно наблюдается положительная корреляция между обращением к профессиональным программистам и преподавателям.

Если студент научился самостоятельно решать свои учебные проблемы, то он практически не пользуется другими способами их решения. В полученных данных четко прослеживается отрицание помощи сокурсников и полная самостоятельность обучаемого.

Очевидно, что использование форумов в некоторой степени сродни консультациям преподавателя и помощи сокурсников.

Поэтому существует обратная корреляция с полностью самостоятельным решением проблем с использованием Интернет.

Для сравнения полученных одномерных распределений был применен двухмерный визуальный анализ данных. Для представления полученных результатов статистической обработки данных был использован график box-and-whiskers diagram. Он применяется в описательной статистике и отображает в сжатом виде медиану, нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значение выборки и выбросы. Изображение нескольких box-and-whiskers diagram дает возможность наглядно сравнить несколько распределений друг с другом. Анализ формы box-and-whiskers diagram позволяет определить степень рассеивания в выборке, выявить асимметрию в распределении и выбросы. Преимуществом такого типа графиков является их способность визуализировать сравнительный анализ поведения нескольких распределений на основе выборочных

исследований. Асимметрия данных выявляется по смещению медианы относительно границы box-and-whiskers diagram.

В нашем исследовании использован box-and-whiskers diagram с вертикальным размещением. Размер ящика в box-and-whiskers diagram пропорционален количеству наблюдений в выборке. В качестве значений границ box-and-whiskers diagram используются соответственно первый и третий квартили. Пунктирная линия у соответствующего ящика на box-and-whiskers diagram изображает медиану, а концы усов - минимальное и максимальное наблюдаемое значения по выборке. Выбросы отображены на графике в виде дисков и звезд.

На основе полученных данных построим модель для студентов первого уровня образования (рис. 1).

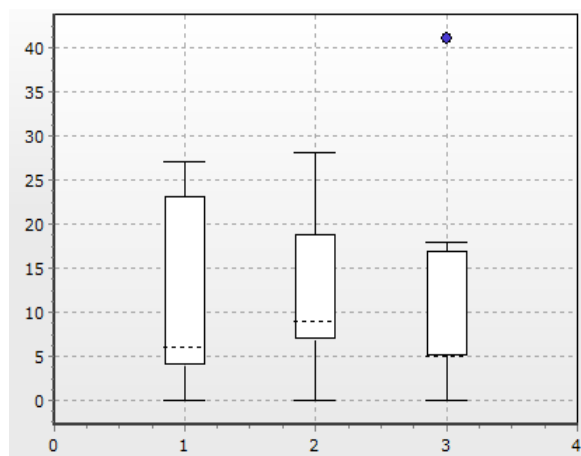


Рисунок 1 - Box-and-whiskers diagram для студентов первого уровня по семестрам

Данные на рисунке 1 – это количество ответов на вопросы анкеты относительно выборов способа решения учебных проблем студентами первого, второго и четвертого семестра обучения (ящики с номерами 1, 2 и 3 соответственно).

На основе графика box-and-whiskers diagram можно сделать вывод о сокращения разброса данных выборки относительно среднего. Таким образом, к концу четвертого семестра студенты адаптируются к решению учебных проблем. Выбросом на общем фоне является выбор возможностей Интернет для самостоятельного преодоления трудностей в обучении программированию.

Сравним отношение к решению учебных проблем студентов первого и второго уровня образования. В модели дополнительно представлен

ящик 4, который соответствует слушателям группы 2 (рис. 2).

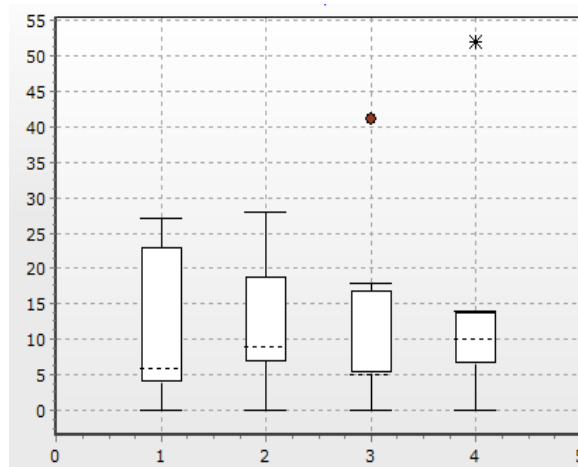


Рисунок 2 - Box-and-whiskers для студентов первого и второго уровня образования

Анализ box-and-whiskers показывает, что чем старше становится курс студентов, тем меньше разброс и процент выбравших несамостоятельные формы решения учебных проблем.

В то же время четко наблюдается тенденция роста решения проблем с помощью самостоятельного использования ресурсов Интернет. Выброс особенно заметен для студентов четвертого семестра первого уровня образования и студентов второго уровня образования, причем значение выброса увеличивается.

### Заключение

В данной работе анализируются исходные данные, необходимые для построения модели нечетких отношений, с помощью которой будут определяться оптимальные траектории обучения студентов и корректироваться по мере обучения. На основе статистической обработки массовых наблюдений выявлены закономерности, определяющие подходы студентов к решению сложностей в образовательном процессе. По результатам исследований была получена модель метаданных для построения модели нечетких отношений для управления образовательным процессом. Определены критерии, определяющие уровень самостоятельности студентов. Показано, что показателем зрелости профессиональной самостоятельности можно считать способность ИТ-студентов решать свои проблемы полностью самостоятельно с использованием учебных ресурсов Интернет.

**Список литературы**

1. Zadeh L.A. Fuzzy set / L.A. Zadeh // Information and control. - 1965. - No 8. - P. 338-358.
2. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.
3. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах / Под ред. В.Л. Павлова. - М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2007. - 462 с.
4. Computer Science Curricula 2013. – ACM and IEEE Computer Society, 2013. - 514 p.
5. Дацун Н. Как организовать самостоятельную работу при обучении программированию / Н. Дацун // Новый колледжум. – 2000. – № 3. – С. 61-63.
6. Уразаева Л.Ю. Математическое обоснование некоторых закономерностей обучения / Л.Ю. Уразаева, И.А. Галимов // Альманах современной науки и образования. – 2008. – № 7. – С. 215-217.
7. Уразаева Л.Ю. Потребности рынка труда и особенности отношения студентов различных направлений подготовки к обучению / Л.Ю. Уразаева, Н.Н. Дацун // Проблемы экономики. – 2013. – №3. - С. 43-46.

Надійшла до редакції 23.03.2012

**Л.Ю. УРАЗАЄВА<sup>1</sup>, Н.М. ДАЦУН<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Нижньовартівський державний університет

<sup>2</sup> Донецький національний технічний університет

**МОДЕЛЮВАННЯ СПОСОБІВ ПОДОЛАННЯ ТРУДНОЩІВ У НАВЧАННІ ПРОГРАМУВАННЯ**

У даній роботі розглядається задача дослідження та формалізації вихідних даних для побудови математичної моделі з визначення оптимальної траєкторії навчання на основі вивчення здібності студентів ІТ-напрямків підготовки до самостійної роботи. На основі статистичної обробки масових спостережень виявлені закономірності, що визначають підходи студентів до вирішення складнощів в освітньому процесі. За результатами досліджень була отримана модель метаданих для побудови моделі нечітких відносин для управління освітнім процесом. Визначено критерії, що визначають рівень самостійності студентів.

**Ключові слова:** *ІТ-освіта, програмування, труднощі навчання, кореляція, модель метаданих.*

**L.Y. URAZAEVA<sup>1</sup>, N.N. DATSUN<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup> Nizhnevartovsk State University

<sup>2</sup> Donetsk National Technical University

**MODELING WAYS TO OVERCOME DIFFICULTIES IN LEARNING PROGRAMMING**

Reduction of staff shortage in the IT-field is an urgent task. Ways to solve it are the focus of the modern information society. Modern conditions impose on the system of higher IT-education increased requirements. Therefore, the study the regularities of quality training IT professionals becomes especially important. In this paper we consider the problem of exploration and formalization of the original data to construct a mathematical model to determine the optimal trajectory of learning by studying the ability of students to work independently. The authors conducted a survey of students of IT-specialties. The objectives of the survey are to study their opinions on the difficulties encountered in teaching programming and determining the level of formation of professional autonomy. Author's questionnaire was used in the research. Model of ways to solve educational problems is proposed according to the results of the survey of students in the first and second level education. Ways of overcoming difficulties in learning programming depends on the period of study. Newcomers both levels of education have the same basic settings, which are then modified by adaptation to the reality of teaching. Dependencies between options ways to overcome the difficulties in learning programming are defined. Thus, the proposed model shows that the ability of IT-students to solve their problems completely independently using educational resources on the Internet is an indicator of the maturity of professional autonomy. On the basis of statistical processing mass observations revealed regularities determining approaches to solving the difficulties of IT-students in the educational process. According to the research we obtained metadata model for constructing a model of fuzzy relations for the management of the educational process.

The proposed model can be used to individualize the learning process in professional IT-education.

**Keywords:** *IT-education, programming, learning difficulties, correlation, metadata model.*