

13. IEEE Standard for Software Configuration Management Plans [Electronic resource]: IEEE Std 828-1998. – IEEE, 1998. – Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ieeestd.1998.88281>
14. Vann, J. M. TWRs Configuration management program plan [Electronic resource] / J. M. Vann. – 1996. – Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.2172/662064>
15. Морозов, В. В. Формування, управління та розвиток команди проекту (поведінкової компетенції) [Текст]: навч. посібн. / В. В. Морозов, А. М. Чердніченко, Т. І. Шпільова; за ред. В. В. Морозова; Ун-т економіки та права «КРОК». – К.: Таксон, 2009. – 464 с.
16. Бушуева, Н. С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития [Текст]: монография / Н. С. Бушуева. – К.: Наук. світ, 2007. – 199 с.
17. Бушуев, С. Д. Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний P2M [Текст]: монография / С. Д. Бушуев, Ф. А. Ярошенко, Х. Танака. – К.: Саммит-Книга, 2012. – 272 с.
18. Бушуев, С. Д. Динамическое лидерство в управление проектами [Текст] / С. Д. Бушуев, В. В. Морозов. – К.: ВИПОЛ, 1999. – 312 с.
19. Бушуев, С. Д. Креативные технологии управления проектами и программами [Текст]: монография / под ред. С. Д. Бушуева. – К.: Саммит-Книга, 2010. – 768 с.
20. Moreira, M. E. Adapting Configuration Management for Agile Teams: Balancing Sustainability and Speed [Text] / M. E. Moreira. – John Wiley & Sons, 2010. – 302 p.
21. Fowler, M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language [Text] / M. Fowler. – Ed. 3. – Addison-Wesley, 2003. – 208 p.
22. Вентцель, Е. С. Исследование операций [Текст] / Е. С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.

Наведено опис моделей і методів інформаційної технології формування індивідуальних траєкторій самостійної роботи студентів з метою індивідуалізації процесу навчання, підвищення успішності студентів за рахунок раціонального і цілеспрямованого використання часу, відведеного на самостійну роботу. Запропоновано алгоритм, що дозволяє автоматизувати формування змісту самостійної роботи кожного студента. Наведені результати підтверджують ефективність використання запропонованої технології

Ключові слова: самостійна робота студентів, інформаційна технологія, індивідуальні траєкторії, прогнозування, продукційно-фреймові моделі

Приведено описание моделей и методов информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов с целью индивидуализации процесса обучения и повышения успеваемости студентов за счет рационального и целенаправленного использования времени, отведенного на самостоятельную работу. Предложен алгоритм, позволяющий автоматизировать формирование содержания самостоятельной работы каждого студента. Приведенные результаты подтверждают эффективность использования предлагаемой технологии

Ключевые слова: самостоятельная работа студентов, информационная технология, индивидуальные траектории, прогнозирование, продукционно-фреймовые модели

УДК 004.82
DOI: 10.15587/1729-4061.2015.48240

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В. А. Шевченко

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра информационных технологий и мехатроники
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
ул. Петровского, 25,
г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: vicashev@gmail.com

1. Введение

Построение национальной системы образования в Украине предусматривает новый подход в профессиональной подготовке будущих кадров, направленный на преодоление кризиса в образовании, проявляющегося, прежде всего, в несоответствии знаний студентов запросам личности, общественным потребностям и

мировым стандартам. Преодоление кризиса в образовании, повышение уровня профессиональной подготовки выпускников ВУЗов невозможны без внедрения новых передовых технологий обучения.

В каждом ВУЗе обучаются студенты с разным уровнем довузовской подготовки и с различными способностями к обучению. Перед преподавателями ВУЗа стоит задача обучить всех студентов, дать всем знания,

необходимые для их дальнейшей деятельности. Для решения поставленной задачи необходим дифференцированный подход в обучении, предусматривающий формирование индивидуальных траекторий, реализация которых является довольно сложной в существующей в ВУЗе системе обучения.

В последнее время в практике высшей школы широкое распространение получила технология модульного обучения. В рамках кредитно-модульной технологии половина учебного времени, выделяемого на изучение дисциплины, отводится на самостоятельную работу студентов (СРС). При этом у преподавателей отсутствуют инструменты, позволяющие организовать и направлять работу студентов во внеурочное время. Использование информационных технологий в учебном процессе позволяет организовать эффективное обучение каждого студента и перевести педагогический труд на более качественный уровень, соответствующий уровню развития науки и техники на современном этапе.

Однако попытка организации такого эффективного обучения наталкивается на очевидную трудность: согласно учебным программам, преподаватель вынужден часть учебного материала отводить на самостоятельное изучение, при этом не существует четкого и научно обоснованного методического руководства по организации самостоятельной работы студентов. В связи с этим, актуальной может считаться разработка технологии, помогающей студентам выявить «пробелы» в знаниях по изучаемой дисциплине. Она способствовала бы ориентации студентов на самостоятельную работу с определенным учебным материалом в зависимости от их мотивации и способностей к обучению, что является внедрением элементов индивидуализации в процессе обучения студентов и в итоге повышает эффективность приобретения знаний студентами.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В последние годы произошло стремительное развитие средств информатизации, в основе которого лежит быстрый прогресс и внедрение в различные области человеческой деятельности, в том числе и в педагогическую практику, информационных технологий. В настоящее время имеется значительное количество работ, в которых обсуждаются проблемы математического моделирования [1] и управления процессом обучения [2], в том числе и самостоятельной работой студентов [3] с помощью различного математического аппарата: нейронных сетей [4] и нечетких множеств [5–8] и др.

В данных работах приводятся результаты исследований, направленных на повышение качества обучения студентов. В частности, в работе [1] приведены результаты исследований по численному моделированию когнитивной деятельности студентов, направленные на повышение успеваемости студентов. В работе [2] приведены результаты экспериментов по управлению процессом обучения в Техническом университете Софии. Предлагаемая система помогает преподавателю подобрать индивидуальную технологию обучения каждому студенту, однако не ясно, помогает ли данная система осуществлять контроль успеваемости каждого студента, обучающегося по индивидуальной технологии. В работе [3] сделаны

попытки организации самостоятельной работы студентов. Однако авторы рассматривают самостоятельную работу как реферативную и не принимают во внимание управление внеаудиторной деятельностью студентов. В [4] предлагается диагностическая модель, построенная на основе нейро-нечеткого подхода. Модель позволяет персонализировать учебные программы в соответствии с индивидуальными способностями обучающихся. Но тут возникает вопрос, смогут ли все студенты, которые занимаются каждый по своей учебной программе, получить необходимый набор компетенций, необходимых для их профессиональной деятельности? В работе [5] предлагается модель системы управления онлайн-обучением на основе нечеткой логики, применение которой позволяет более эффективно планировать время преподавателей и студентов при онлайн-обучении и, следовательно, повысить качество обучения. В [6] применяется нечеткий метод для повышения качества образования за счет улучшения организации и планирования процесса обучения. В работах [7, 8] на основе нечетких множеств разрабатываются методы оценки знаний обучающихся.

Таким образом, во всех публикациях для повышения знаний студентов авторы предлагают современные методы информационных технологий, однако применение данных разработок для организации и управления индивидуальной самостоятельной работой студентов не рассматривается. Следовательно, на основе современных методов моделирования целесообразно разработать инструмент, позволяющий автоматизировать внедрение принципов индивидуализации в процесс самостоятельной работы студентов.

3. Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка модели информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов для повышения эффективности обучения.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- разработать метод прогнозирования успеваемости студентов;
- разработать метод формирования индивидуальных траекторий на основе результатов прогнозирования успеваемости студентов;
- разработать метод корректировки индивидуальных траекторий с учетом предпочтений студентов по оценке их компетенций, представленных продукционно-фреймовыми моделями;
- разработать обобщенную модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов.

4. Модели и методы информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов, разработанные в процессе исследования

4.1. Метод прогнозирования успеваемости студентов

Метод прогнозирования успеваемости необходим для предварительной оценки начальной подготовлен-

ности и способностей студентов. Разработан на основе процедуры кластеризации, предложенной в [9]. Исходные данные для прогнозирования: начальный уровень знаний по дисциплине (измеряется на первом занятии тестированием), уровень сформированных у студентов компетенций по первой теме дисциплины, количество пропусков аудиторных занятий на момент составления прогноза. Для решения поставленной задачи – распределения потока студентов на типологические группы в зависимости от их успеваемости по выделенным признакам был модифицирован метод кластерного анализа k-средних Мак-Кина. Модификация метода k-средних Мак-Кина заключается в том, что для каждого кластера определены эталонные значения параметров как усредненные данные по каждой типологической группе студентов, полученные экспериментальным путем. Данные эталоны являются центрами будущих типологических групп. Вокруг эталонов собираются объекты, близкие по своим параметрам. В качестве объектов кластеризации в данной задаче выступают студенты, а в качестве параметров – факторы, значения которых можно оценить в начальный момент изучения дисциплины. Всего выделено четыре типологические группы: класс «Отлично», класс «Хорошо», Класс «Удовлетворительно» и класс «Плохо».

Разработанный метод прогнозирования успеваемости на основе кластерного анализа имеет реализацию в виде макроса на языке VBA и был опробован экспериментально. В табл. 1 приведены данные проведенного эксперимента в ХНАДУ с потоком студентов в количестве 136 человек.

Таблица 1

Обобщенные результаты эксперимента

Способ оценивания	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Плохо	Итого
Фактическое количество оценок	0	25	75	36	136
Прогнозируемое количество оценок	2	29	85	20	136

4. 2. Метод формирования индивидуальных траекторий

Индивидуальные траектории формируются путем выбора соответствующих индивидуальных методов на основе результатов прогнозирования с учетом «проблемных» для студента тем. Уровень сложности подбираемых заданий зависит от принадлежности студента к определенной типологической группе.

Предлагаемый метод применен при изучении информатики студентами в ХНАДУ в 2010–2011 гг. Эксперименты проводились на примере изучения дисциплины «Информатика». В эксперименте 2010 года участвовало 136 студентов первого курса. Для этих студентов был составлен прогноз их успеваемости, который затем сравнили с зачетной успеваемостью. Обучение студентов проводилось по традиционной методике. Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

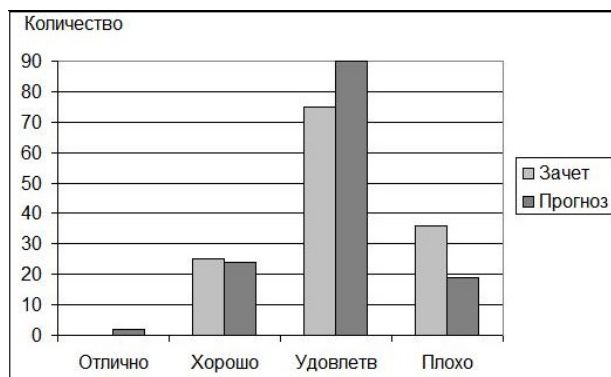


Рис. 1. Сравнительная диаграмма зачетных и прогнозных данных эксперимента 2010 года

В эксперименте 2011 года участвовал 61 студент первого курса. Для студентов эксперимента 2011 года также был составлен прогноз их успеваемости, на основе которого студентам было предложено заниматься самостоятельно по индивидуальным траекториям. Результаты эксперимента представлены на рис. 2.

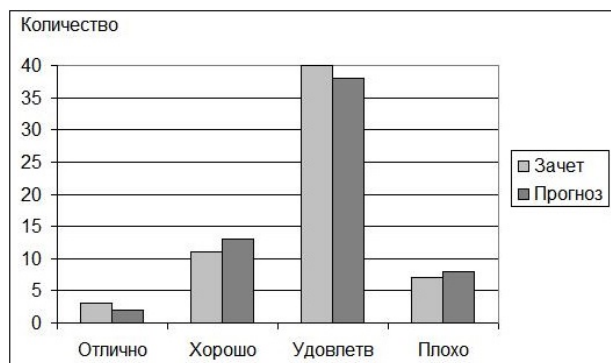


Рис. 2. Сравнительная диаграмма зачетных и прогнозных данных эксперимента 2011 года

Построенные диаграммы показывают, что реальная успеваемость у студентов 2011 года в среднем выше, чем прогнозная, а у студентов 2010 года – наоборот, прогнозная успеваемость выше, чем реальная. Это говорит о том, что студенты, которые занимались по индивидуальным траекториям, смогли более полно реализовать свой потенциал и лучше усвоить материал курса «Информатика».

Сравнительные данные прогнозной и зачетной успеваемости студентов, обучающихся по различным технологиям, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные данные прогнозной и зачетной успеваемости студентов

Способ оценки знаний	Обучение по традиционной технологии		Обучение по индивидуальным траекториям	
	Качественная успеваемость	Абсолютная успеваемость	Качественная успеваемость	Абсолютная успеваемость
Прогноз	19,12 %	85,29 %	24,59 %	86,89 %
Зачет	18,38 %	73,53 %	22,95 %	88,52 %

Из табл. 2 видно, что применение разработанного метода формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов на основе прогнозирования их успеваемости повысило в экспериментальных группах качественную успеваемость студентов на 4,5 %, а абсолютную успеваемость – на 15 %.

Оценка достоверности полученных результатов проведена с помощью методов непараметрической статистики. Считаем, что оценка достоверности полученных результатов будет корректной, если исходные данные двух экспериментов схожи, т. е. студенты двух контрольных потоков имеют однородный уровень начальных знаний, а также однородный уровень компетенций, сформированных по первой теме дисциплины. Таким образом, выдвинуты гипотезы:

1. Результаты проверки уровня начальных знаний студентов, обучающихся по традиционной технологии и по индивидуальным траекториям СРС, однородны и подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин, следовательно, школьный уровень подготовки двух потоков студентов одинаков.

2. Уровни компетенций, сформированные по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии и по индивидуальным траекториям СРС, однородны и подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин, следовательно, уровень подготовки двух потоков студентов по первой теме курса одинаков.

3. Зачетные баллы студентов, обучающихся по традиционной технологии и по индивидуальным траекториям СРС, однородны и подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин, следовательно, уровень подготовки двух потоков студентов по дисциплине «Информатика» одинаков.

Гипотезы проверили с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Исходными данными являются: вектор $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N\}$ – вектор баллов, полученных студентами, обучающимися по традиционной технологии; вектор $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_N\}$ – вектор баллов, полученных студентами, обучающимися по индивидуальным траекториям. Методика проверки достоверности полученных результатов изложена в [10].

При проверке гипотезы об отсутствии различий начального уровня знаний у студентов контрольных потоков, занимающихся по различным технологиям (по традиционной и с применением индивидуальных траекторий СРС), рассчитаны значения статистик $T_1 = 0,083655$; $T_2 = 0,070395$; $T_3 = 0,083655$. При уровне значимости $\alpha = 0,05$, $Q = 1,36$, $T_{кр} = 0,209574$.

Так как $T_1 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: школьный уровень подготовки двух потоков студентов подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин.

Так как $T_2 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: школьный уровень подготовки студентов, обучающихся по традиционной технологии не ниже школьного уровня подготовки студентов, обучающихся по индивидуальным траекториям СРС.

Так как $T_3 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: школьный уровень подготовки студентов, обучающихся по традиционной технологии не выше школьного уровня подготовки студентов, обучающихся по индивидуальным траекториям СРС.

Следовательно, школьный уровень подготовки двух потоков студентов одинаков с вероятностью 0,95.

При проверке гипотезы об отсутствии различий уровней компетенций, сформированных у студентов контрольных потоков по первой теме курса, рассчитаны значения статистик

$$T_1 = 0,124879; T_2 = 0,124879; T_3 = 0,086909.$$

При уровне значимости $\alpha = 0,05$, $Q = 1,36$, $T_{кр} = 0,209574$.

Так как $T_1 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровни компетенций, сформированные у студентов контрольных потоков по первой теме курса, подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин.

Так как $T_2 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровень компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не ниже уровня компетенций, сформированных у студентов, обучающихся по индивидуальным траекториям СРС.

Так как $T_3 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровень компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше уровня компетенций, сформированных у студентов, обучающихся по индивидуальным траекториям СРС.

Следовательно, уровни компетенций, сформированные у студентов двух потоков, одинаковы с вероятностью 0,95.

При проверке гипотезы об отсутствии различий в зачетных баллах студентов, обучающихся по традиционной технологии и по индивидуальным траекториям, рассчитаны значения статистик $T_1 = 0,149952$; $T_2 = 0,149952$; $T_3 = 0,100048$. При уровне значимости $\alpha = 0,05$, $Q = 1,36$, $T_{кр} = 0,209574$.

Так как $T_1 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровни подготовки двух потоков студентов по дисциплине «Информатика» подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин.

Так как $T_2 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровень подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не ниже уровня подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по индивидуальным траекториям СРС.

Так как $T_3 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровень подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше уровня подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по индивидуальным траекториям СРС.

Следовательно, эффективность применения индивидуальных траекторий СРС не подтверждается с вероятностью 0,95.

Таким образом, разработанный метод формирования индивидуальных траекторий СРС необходимо усовершенствовать, для чего предлагается рассмотреть и формализовать качественные факторы, оказывающие влияние на успеваемость, однако не учтенные ранее в связи с возникшими трудностями в их количественном измерении.

4. 3. Продукционно-фреймовые модели предпочтений студентов по оценке их компетенций

Продукционно-фреймовые модели поведения студентов разработаны с целью повышения эффективности метода формирования индивидуальных траекторий и учитывают предпочтения студентов по оценке их компетенций, сформированных при изучении дисциплины.

При построении моделей результат кластеризации студентов представлен в виде нечеткой функции \tilde{K} :

$$\tilde{K} = (X, Y, \tilde{F}), \tag{1}$$

где $X = \{x_i\}, i = \overline{1,4}$ – четкое множество типологических классов, по которым произведено распределение студентов методом кластерного анализа; $Y = \{y_j\}, j = \overline{1,4}$ – четкое множество типологических классов, по которым возможно перераспределение студентов; $\tilde{F} = \{\mu_{\tilde{F}}(x_i, y_j)\}$ – нечеткое множество в $X \times Y$, где $\mu_{\tilde{F}}(x_i, y_j)$ – функция принадлежности; $x_i \in X, i = \overline{1,4}; y_j \in Y, j = \overline{1,4}$.

Если студенты не довольны результатами прогноза своей успеваемости, необходимо организовать возможность перераспределения студентов по типологическим группам. Для этого графическим методом определены возможности перехода студентов из одной типологической группы в другую с учетом, что класс «Плохо» находится в пределах успеваемости студентов от 0 до 59 баллов, класс «Удовлетворительно» – в пределах от 60 до 74 баллов, класс «Хорошо» – в пределах от 75 до 89 баллов, класс «Отлично» – в пределах от 90 до 100 баллов. На рис. 3 в качестве примера представлено графическое представление функции принадлежности нечеткого множества класса «Плохо».

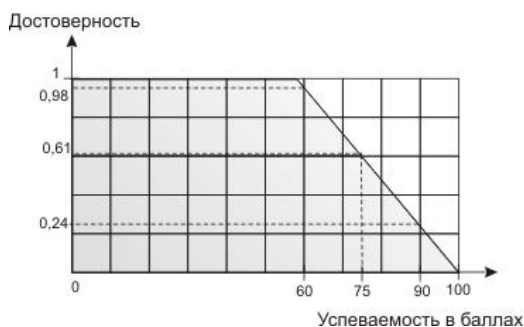


Рис. 3. Графическое представление функции принадлежности нечеткого множества класса «Плохо»

Достоверность возможного перехода студентов из одной типологической группы в другую приведена в табл. 3.

Таблица 3

Значения функции принадлежности нечеткой функции перехода студентов в другую типологическую группу

Из класса	В класс			
	«Плохо»	«Удовлетв.»	«Хорошо»	«Отлично»
«Плохо»	1	0,98	0,61	0,24
«Удовлетв.»	0,98	1	0,96	0,39
«Хорошо»	0,79	0,99	1	0,9
«Отлично»	0,66	0,82	0,99	1

На основании данных табл. 3 нечеткая функция (1) представлена в виде матрицы весов (2):

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,98 & 0,61 & 0,24 \\ 0,98 & 1 & 0,96 & 0,39 \\ 0,79 & 0,99 & 1 & 0,9 \\ 0,66 & 0,82 & 0,99 & 1 \end{pmatrix}. \tag{2}$$

Так как в процессе обучения студентов их цели и мотивация обучения различны, выделено пять моделей поведения студентов при подготовке к экзамену или зачету (3):

- МП1. $\forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow K_y = 60 \leq \lambda(\chi) < 75]$,
- МП2. $\forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow K_x \subseteq K_y = 60 \leq \lambda(\chi) < 90]$,
- МП3. $\forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow K_x = 75 \leq \lambda(\chi) < 90]$,
- МП4. $\forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow K_o \subseteq K_x = 75 \leq \lambda(\chi) < 100]$,
- МП5. $\forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow K_o = 90 \leq \lambda(\chi) < 100]$,

где МП1 – модель поведения студентов, желающих получить минимальную положительную оценку (не получить «плохо»); МП2 – модель поведения студентов, желающих сдать на «хорошо» или «удовлетворительно» (не получить «плохо», «удовлетворительно» может быть); МП3 – модель поведения студентов, желающих сдать только на «хорошо» (не получить «плохо» или «удовлетворительно»); МП4 – модель поведения студентов, желающих сдать на «отлично» или «хорошо» (не получить «плохо» или «удовлетворительно», «хорошо» может быть); МП5 – модель поведения студентов, желающих сдать только на «отлично» (не получить «плохо» или «удовлетворительно» или «хорошо»); $\forall \chi$ – все студенты, изучающие дисциплину «Информатика»; P – предикат, отражающий стремление студента; $V \uparrow$ – оператор возможности; $\lambda(\chi)$ – оценка студента по дисциплине «Информатика»; K_y – класс «Удовлетворительно»; K_x – класс «Хорошо»; K_o – класс «Отлично».

С учетом моделей поведения студента из матрицы (2) получаем множество матриц нечетких отношений предпочтения студента $\tilde{K}_s = \tilde{K} \cap \tilde{M}_s$ с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{K}_s}(x_i, y_j) = \min[\mu_{\tilde{K}}(y_j); \mu_{\tilde{M}_s}(x_i, y_j)]$, где s – множество моделей поведения студентов; x_i – множество типологических классов, по которым произведено распределение студентов; y_j – множество типологических классов, в которые возможен переход

Описание построения моделей приведено в [11].

Для каждой модели поведения студента по формуле вычислено множество недоминирующих альтернатив $\tilde{K}_s^{нд}$ с функцией принадлежности (4):

$$\mu_{\tilde{K}_s^{нд}}(y_j) = 1 - \sup_{x \in X} \mu_{\tilde{K}_s}(x_i, y_j). \tag{4}$$

Множество четко недоминирующих альтернатив, для которых $\mu_{\tilde{K}_s^{нд}}(y) = 1$, определяет подгруппы студентов, у которых предпочтения по успеваемости не соответствуют возможностям. Множество недоминирующих альтернатив представлено в табл. 4.

Таблица 4

Соответствие успеваемости и предпочтений студентов

Функция принадлежности	Класс «Плохо»	Класс «Удовлетв.»	Класс «Хорошо»	Класс «Отлично»
$\mu_{K_1}^{нд}(y_j)$	1	0,02	0,39	0,76
$\mu_{K_2}^{нд}(y_j)$	1	0,5	0,39	0,76
$\mu_{K_3}^{нд}(y_j)$	1	1	0,04	0,61
$\mu_{K_4}^{нд}(y_j)$	1	1	0,5	0,6
$\mu_{K_5}^{нд}(y_j)$	1	1	1	0,1

4. 4. Метод корректировки индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов

Метод корректировки разработан для повышения эффективности индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов и выполняется по результатам процедуры перераспределения студентов по типологическим группам с учетом множества недоминирующих альтернатив возможности перераспределения студентов и продукционных моделей поведения студентов.

Процедура перераспределения проводится по модифицированному методу k-средних Мак-Кина [10] по факторам $f_i \in F, i = 1, 6$, где f_1 – уровень начальных знаний по дисциплине; f_2 – средний балл по пройденным темам дисциплины; f_3 – количество пропусков аудиторных занятий; f_4 – средний балл с учетом забывания материала предыдущих тем; f_5 – средний балл с учетом СРС; f_6 – результаты модульного контроля (оцениваются тестированием).

Метод корректировки индивидуальных траекторий формализован продукционными правилами перераспределения студентов по типологическим группам [12] на основе выделенного в [11] множества четко недоминирующих альтернатив.

Метод корректировки индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов был опробован экспериментально. Результаты эксперимента, приведенные в табл. 5, показали, что студенты, обучающиеся по скорректированным индивидуальным траекториям, имеют более высокую успеваемость, чем студенты, обучающиеся по традиционной технологии.

Таблица 5

Сравнительные данные прогнозной и зачетной успеваемости студентов

Способ оценки знаний	Обучение по традиционной технологии		Обучение по скорректированным индивидуальным траекториям	
	Качественная успеваемость	Абсолютная успеваемость	Качественная успеваемость	Абсолютная успеваемость
Прогноз	19,12 %	85,29 %	34,29 %	87,14 %
Зачет	18,38 %	73,53 %	42,85 %	91,43 %

Эффективность метода корректировки индивидуальных траекторий СРС подтверждена методами непараметрической статистики.

Проверка гипотезы об отсутствии различий начального уровня знаний у студентов, обучающихся информатике в 2010 г. по традиционной технологии и в 2012 г. по скорректированным индивидуальным траекториям СРС при уровне значимости $\alpha = 0,05$ показала:

– так как $T_1 = 0,186555 < T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза принимается: школьный уровень подготовки двух потоков студентов подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин;

– так как $T_2 = 0,186555 < T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза принимается: школьный уровень подготовки студентов, обучающихся по традиционной технологии, не ниже школьного уровня подготовки студентов, обучающихся по скорректированным индивидуальным траекториям СРС;

– так как $T_3 = 0,021218 < T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза принимается: школьный уровень подготовки студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше школьного уровня подготовки студентов, обучающихся по скорректированным индивидуальным траекториям СРС.

Проверка гипотезы об отсутствии различий уровней компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся информатике в 2010 г. по традиционной технологии и в 2012 г. по скорректированным индивидуальным траекториям СРС при уровне значимости $\alpha = 0,05$ показала:

– так как $T_1 = 0,151261 < T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза принимается: уровни компетенций, сформированные у студентов контрольных потоков по первой теме курса, подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин;

– так как $T_2 = 0,129622 < T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза принимается: уровень компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не ниже уровня компетенций, сформированных у студентов, обучающихся по скорректированным индивидуальным траекториям СРС;

– так как $T_3 = 0,151261 < T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза принимается: уровень компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше уровня компетенций, сформированных у студентов, обучающихся по скорректированным индивидуальным траекториям СРС.

Проверка гипотезы об отсутствии различий уровней подготовки по дисциплине «Информатика» студентов, обучающихся информатике в 2010 г. по традиционной технологии и в 2012 г. по скорректированным индивидуальным траекториям СРС при уровне значимости $\alpha = 0,05$ показала:

– так как $T_1 = 0,230042 > T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза отклоняется: уровни подготовки двух потоков студентов по дисциплине «Информатика» не подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин;

– так как $T_2 = 0,230042 > T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза отклоняется: уровень подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по традиционной технологии, ниже уровня подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по скорректированным индивидуальным траекториям СРС;

– так как $T_3 = 0,071008 < T_{кр} = 0,200057$ – гипотеза принимается: уровень подготовки по дисциплине

«Информатика» у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше уровня подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по скорректированным индивидуальным траекториям СРС.

Таким образом, критерий Колмогорова-Смирнова подтвердил эффективность применения метода корректировки индивидуальных траекторий СРС с вероятностью 0,95.

5 Обобщенная модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов

На основе разработанных моделей и методов построена обобщенная модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов (рис. 4).

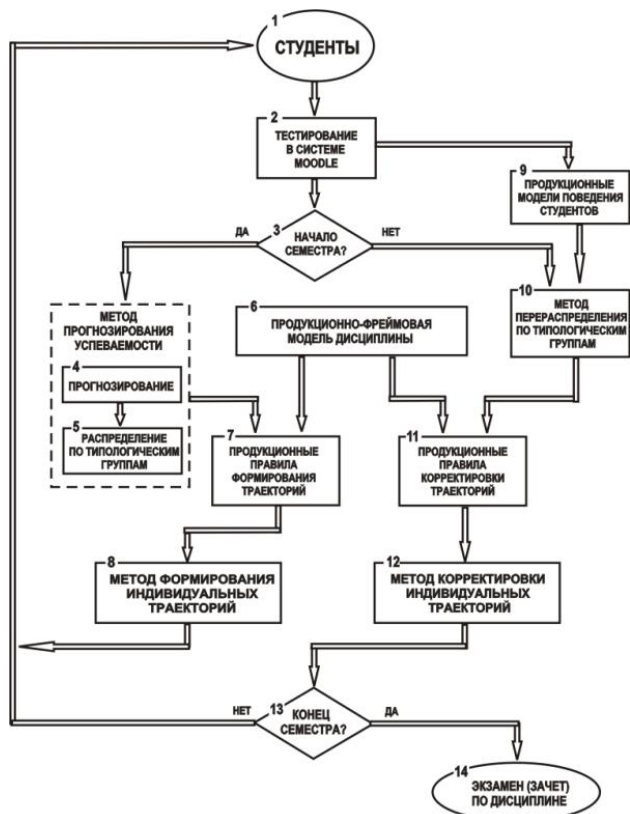


Рис. 4. Обобщенная модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий СРС

Описание модели приведено в [12].

Рассмотрим алгоритм функционирования разработанной модели, используя схему темпоральных отношений (рис. 5).



Рис. 5. Схема темпоральных отношений реализации обобщенной модели информационной технологии формирования индивидуальных траекторий СРС

1. В начале семестра с помощью тестирования оценивается начальный уровень подготовленности студентов для изучаемой дисциплины. Тестирование проводится в начале изучения первой темы дисциплины.

2. По результатам тестирования составляется прогноз успеваемости студентов по изучаемой дисциплине, и студенты распределяются по типологическим группам в зависимости от ожидаемой успеваемости.

3. На основании составленного прогноза для каждой типологической группы рекомендуется набор индивидуальных траекторий самостоятельной работы, направленных на более качественное изучение студентами учебного материала.

4. Реализация индивидуальных траекторий во время самостоятельной работы студентов.

5. Оценивается успеваемость студентов в течение семестра во время изучения дисциплины, а также определяется желаемый балл для каждого студента с помощью тестирования.

6. По результатам тестирования студенты заново перераспределяются по типологическим группам в зависимости от текущей успеваемости по изучаемой дисциплине.

7. Производится корректировка индивидуальных траекторий самостоятельной работы в зависимости от перераспределения студентов по типологическим группам и с учетом личных предпочтений студентов по оценке их компетенций по изучаемой дисциплине.

8. Реализации скорректированных индивидуальных траекторий СРС.

9. Пункты 5–8 повторяются до конца семестра столько раз, сколько будет необходимо студентам.

10. В конце семестра проводится итоговое тестирование, определяющее итоговую оценку по изучаемой дисциплине.

6. Обсуждение результатов разработки моделей и методов информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов

Предложенная модель формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов позволяет рационально использовать время, отведенное в учебном процессе на СРС. Модель имеет частичную практическую реализацию, что не позволило оценить полностью эффективность применения данной технологии в учебном процессе, однако все разработанные модели и методы формализованы, что создает основу для их реализации в виде законченного программного продукта.

Для оценки работоспособности и эффективности предложенной технологии были реализованы отдельные модели и методы, что дало возможность частично опробовать предлагаемую технологию в учебном процессе ХНАДУ.

В эксперименте участвовал поток студентов в количестве 70 чел., изучающих дисциплину «Информатика» в первом семестре. Апробация показала, что информационная технология формирования индивидуальных траекторий СРС позволяет автоматизировать процесс формирования индивидуальных траекторий для самостоятельной работы студентов с учетом их мотиваций и личных способностей, и повышает успеваемость студентов. На рис. 6 приведены фрагмент таблицы с результатами распределения студентов по типологическим группам по уровню начальных знаний (рис. 6, а) и фрагмент таблицы с результатами промежуточного перераспределения студентов после работы по индивидуальным траекториям (рис. 6, б).

Класс 2	Начальные знания	Балл по теме1	Количество пропусков
ФИО, № группы			
Салацька Олена Ігорівна, ДМ11	39	0	2
Мартиненко Дмитро Олександрович, Д13	49	77	2
Бондаренко Микита Володимирович, Д12	53	0	2
Белік Артем Ігорович, Д14	43	43	1
Вовк Андрій Олегович, Д13	48	45	1
Анциферова Анастасія Валеріївна, Д13	50	45	1
Крюков Олександр Анатолійович, Д12	59	0	1
Штепін Дирлій Сергійович, П14	60	0	1

а

Класс Хорошо	Средний балл	Модуль
ФИО, № группы		
Лебідь Євгеній Олександрович, Д12	83	66
Іващенко Ярослава Владиславівна, Д12	81	72
Анциферова Анастасія Валеріївна, Д13	78	61
Петрив Василь Васильович, Д12	70	69
Воробйов Павло Юрійович, ДМ11	71	63

б

Рис. 6. Фрагменты результатов апробации методов формирования и корректировки индивидуальных траекторий СРС: а – результат распределения студентов по типологическим группам по уровню начальных знаний; б – результат перераспределения студентов.

На рис. 6 в качестве примера показаны результаты студентки Анциферовой Анастасии, которая после

работы по индивидуальной траектории из подгруппы неуспевающих студентов перераспределена в подгруппу хорошо успевающих студентов.

7. Выводы

В результате проведенных исследований получены следующие основные результаты:

1. Разработан и реализован метод прогнозирования успеваемости студентов с помощью кластерного анализа, для чего предложена модификация метода k-средних Мак-Кина, позволяющая повысить точность распределения студентов по типологическим группам.

2. Разработан и реализован метод формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов на основе результатов прогнозирования успеваемости студентов. Проведенный эксперимент показал, что применение индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов повысило в экспериментальных группах качественную успеваемость студентов на 4,5 %, а абсолютную успеваемость – на 15 %.

3. Разработан и реализован метод корректировки индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов с учетом предпочтений студентов по оценке их компетенций. Применение метода корректировки индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов повысило успеваемость студентов в экспериментальных группах. Эффективность метода корректировки индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов подтверждена методами непараметрической статистики.

4. На основе предложенных моделей и методов разработана обобщенная модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов, которая позволяет автоматизировать процесс подбора и контроля индивидуальных траекторий для самостоятельной работы с учетом мотиваций и личных способностей студентов, что особенно актуально при обучении потока студентов большой численности.

Литература

- Lamb, R. L. A computational modeling of student cognitive processes in science education [Text] / R. L. Lamb, D. B. Vallett, T. Akmal, K. Baldwin // Computers & Education. – 2014. – Vol. 79. – P. 116–125. doi: 10.1016/j.compedu.2014.07.014
- Stoyanova, L. Y. The Learning Process Management in E-learning Environment in the Technology School “Electronic Systems” Associated with the Technical University of Sofia [Text] / L. Y. Stoyanova. – Technological Developments in Education and Automation, 2010. – P. 271–274. doi: 10.1007/978-90-481-3656-8_50
- Осетрин, К. Е. Информационные технологии в организации самостоятельной работы студентов [Текст] / К. Е. Осетрин, Е. Г. Пьяных // Вестник ТГПУ. – 2011. – № 13. – С. 210–213.
- Fazlollahab, H. User/tutor optimal learning path in e-learning using comprehensive neuro-fuzzy approach [Text] / H. Fazlollahab, I. Mahdavi // Educational Research Review. – 2009. – Vol. 4, Issue 2. – P. 142–155. doi: 10.1016/j.edurev.2009.02.001
- Dias, S. B. FuzzyQoI model: A fuzzy logic-based modelling of users’ quality of interaction with a learning management system under blended learning [Text] / S. B. Dias, J. A. Diniz // Computers & Education. – 2013. – Vol. 69. – P. 38–59. doi: 10.1016/j.compedu.2013.06.016
- Lupo, T. A fuzzy ServQual based method for reliable measurements of education quality in Italian higher education area [Text] / T. Lupo // Expert Systems with Applications. – 2013. – Vol. 40, Issue 17. – P. 7096–7110. doi: 10.1016/j.eswa.2013.06.045
- Chen, S.-M. Evaluating students’ answerscripts based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets [Text] / S.-M. Chen, T.-S. Li // Information Sciences. – 2013. – Vol. 235. – P. 308–322. doi: 10.1016/j.ins.2012.12.031

8. Kwok, R. C. W. Collaborative assessment in education: an application of a fuzzy GSS [Text] / R. C. W. Kwok, J. Ma, D. Vogel, D. Zhou // Information & Management. – 2001. – Vol. 39, Issue 3. – P. 243–253. doi: 10.1016/s0378-7206(01)00093-3
9. Проблеми інтеграції національних закладів вищої освіти до Європейського освітнього середовища. Т. 2 [Текст]: матеріали міжнародної наук.-метод. конф. – Х.: Форт, 2012. – 136 с.
10. Шевченко, В. А. Проверка эффективности обучения студентов с помощью методов непараметрической статистики [Текст] / В. А. Шевченко // Вестник ХНАДУ. – 2013. – Вып. 60. – С. 18–21.
11. Метешкин, К.А. Нечеткое представление результатов кластеризации студентов [Текст] / К. А. Метешкин, В. А. Шевченко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2012. – Вып. 56.– С. 162–168.
12. Шевченко, В. А. Информационная технология формирования индивидуальной траектории самостоятельной работы студентов [Текст] / В. А. Шевченко // Вісник НТУ «ХП». – 2015. – № 21 (1130). – С. 76–83.

Запропоновано лінгвістичну модель, що описує основні активи інформаційної системи, які підлягають захисту, і ризики інформаційної безпеки. Побудована нечітка ієрархічна модель, яка містить лінгвістичні змінні і нечіткі бази знань. Дана модель дозволяє дати природну оцінку ризиків, що загрожують активам інформаційної системи

Ключові слова: методологія Coras, актив, ризик, нечіткі бази знань, лінгвістичні змінні

Предложена лингвистическая модель, описывающая основные защищаемые активы информационной системы и риски информационной безопасности. Построена нечеткая иерархическая модель, которая содержит лингвистические переменные и нечеткие базы знаний. Данная модель позволяет дать естественную оценку рисков, угрожающих активам информационной системы

Ключевые слова: методология Coras, актив, риск, нечеткие базы знаний, лингвистические переменные

УДК 004.056

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.48239

РАЗРАБОТКА ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКОВ АКТИВОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В. О. Шапорин

Старший преподаватель*

E-mail: shaporin_v@ukr.net

П. М. Тишин

Кандидат физико-математических наук, доцент*

E-mail: tik88@mail.ru

Р. О. Шапорин

Кандидат технических наук, доцент*

E-mail: shaporin@ukr.net

Н. Б. Копытчук

Доктор технических наук, профессор*

E-mail: knb47@mail.ru

*Кафедра компьютерных интеллектуальных систем и сетей
Одесский национальный политехнический университет
пр. Шевченко, 1, г. Одесса, Украина, 65044

1. Введение

Проектирование информационной безопасности состоит из множества этапов, самыми скрупулезными и длительными из которых являются анализ рисков безопасности и построение политик безопасности. Этап анализа рисков играет крайне важную роль при построении комплекса мер по информационной защите данных. Точность, объективность и компетентность действий команды проектировщиков напрямую влияют на адекватность оценки того, какие активы организации необходимо защитить, какие угрозы и риски угрожают им, и какие меры исправления и предотвращения необходимо применить.

На сегодняшний день процесс анализа рисков информационной безопасности сводится к действиям разработчиков, основанным на личном опыте. Реже используются инструментальные средства анализа, построенные на вероятностных зависимостях процессов. Первый вариант требует длительного обучения и не всегда позволяет объективно рассмотреть конкретную ситуацию, второй вариант требует построения вероятностных зависимостей и функций распределения, что не всегда можно сделать, и не позволяет использовать накопленный опыт разработчика.

В области анализа рисков достаточно давно успешно применяется методология Coras, которая позволяет языком диаграмм описывать процессы, происходящие