

В. А. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харьков

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Рассмотрена модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов. Формализован процесс формирования индивидуальных траекторий с помощью продукционных моделей. Приведено подтверждение эффективности внедрения в учебный процесс моделей и методов технологии формирования индивидуальных траекторий обучения.

Ключевые слова: информационная технология, продукционные модели, индивидуальные траектории, самостоятельная работа, прогнозирование, кластерный анализ.

Введение. В современном обществе образование стало одной из самых обширных сфер человеческой деятельности. Образование, особенно высшее, рассматривается как главный, ведущий фактор социального и экономического прогресса. Вместе с тем, 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. Именно информационные технологии представляют собой инструмент для организации эффективного обучения каждого студента, и модернизировать педагогический труд в соответствии с уровнем развития науки и техники на современном этапе. Настоящая статья посвящена новым возможностям использования современных информационных технологий в сфере управления процессом обучения на основе теории принятия решений, эвристических методов представления знаний, теории искусственного интеллекта, теории нечетких множеств и других методов.

Цель работы. Целью работы является повышение эффективности обучения студентов за счет внедрения в учебный процесс современных информационных технологий.

Постановка задачи. Для достижения поставленной цели проведен анализ существующей методики преподавания в ВУЗе на примере дисциплины «Информатика» [1]. В результате составлена модель существующей технологии обучения в ВУЗе (рис. 1). Также было выявлено, что студенты приходят в ВУЗ с различным уровнем подготовки. Принимая во внимание личные особенности каждого студента, в частности, способности студентов к обучению, сделан вывод, что для успешной подготовки всех студентов необходимо внедрение индивидуализированных технологий в процесс обучения [2]. Принцип индивидуализации предусматривает такую технологию организации

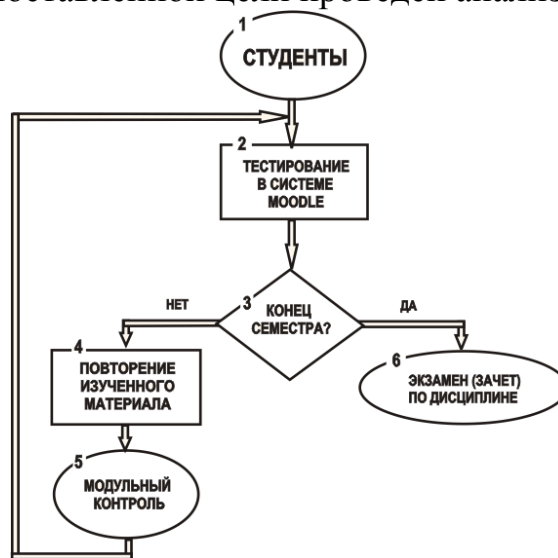


Рис. 1 – Модель существующей технологии обучения в ВУЗе

усвоения знаний, умений и навыков, которая дает возможность каждому студенту обучаться и развиваться по индивидуальному плану и программам. Однако в настоящее время для реализации задачи индивидуализации обучения не существует четкого и научно обоснованного методического руководства. Преподаватели ВУЗов зачастую работают с потоком студентов большой численности, вследствие чего преподаватель физически не имеет возможности составить индивидуальную траекторию работы каждому студенту из потока. Следовательно, для внедрения принципов индивидуализации в процесс обучения преподавателю необходим инструмент для формирования индивидуальных траекторий обучения студентов. С другой стороны, при групповом методе обучения, каждый студент не сможет заниматься по индивидуальной траектории. Таким образом, принципы индивидуализации обучения возможно реализовать во время самостоятельной работы студентов. Для реализации принципов индивидуализации обучения предлагается модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов (рис. 2).

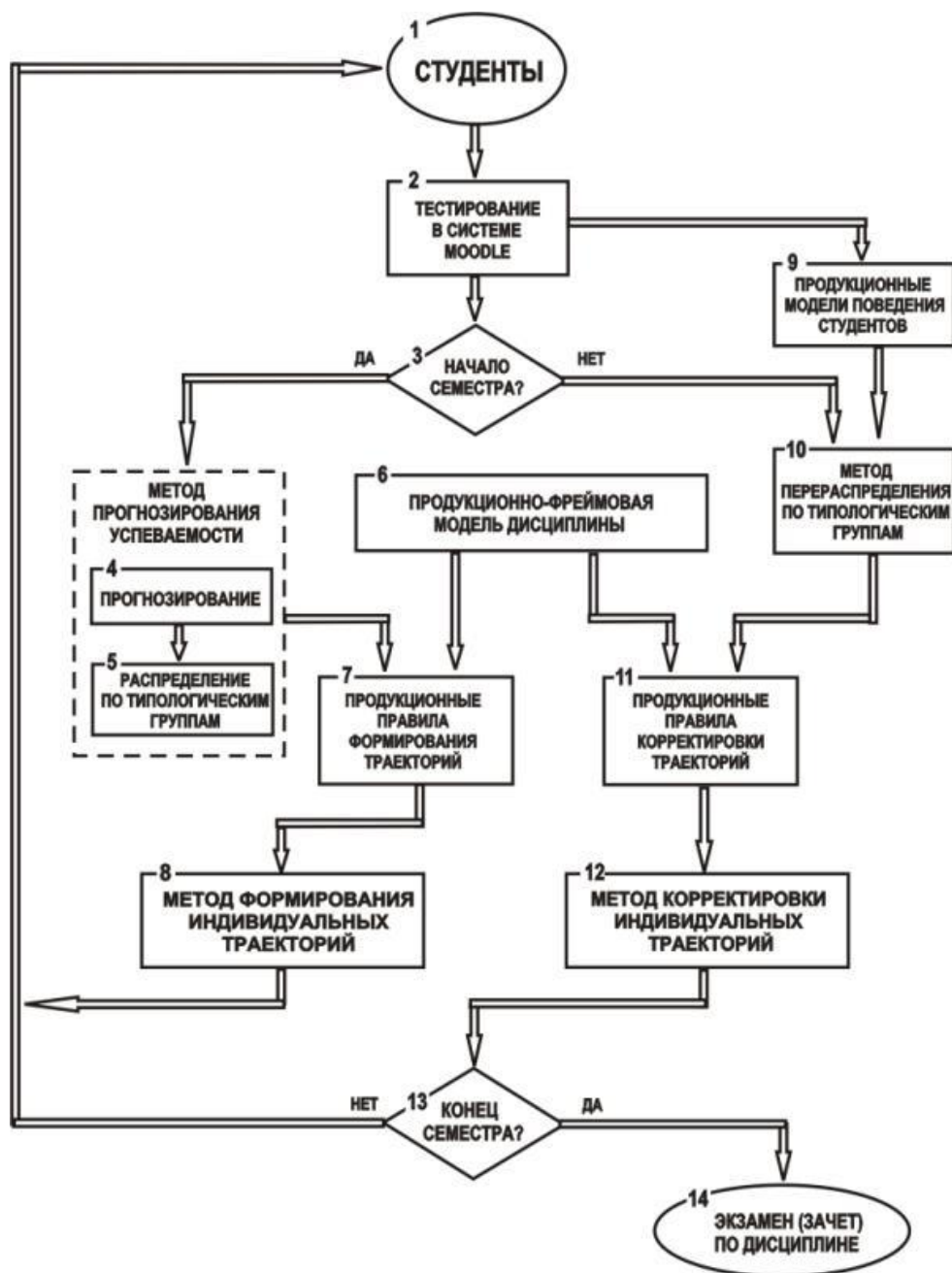


Рис. 2 – Модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов

Обсуждение результатов. Рассмотрим модели и методы, из которых состоит информационная технология.

Метод прогнозирования успеваемости предназначен для оценки успеваемости студентов на первых занятиях изучения дисциплины с целью организации индивидуализированного подхода в обучении студентов.

Для реализации процедуры прогнозирования в качестве исходных данных были отобраны факторы, влияющие на успеваемость студентов [3]. К таким факторам отнесли:

1. Уровень начальных знаний студентов.
2. Уровень компетенций, сформированных у студентов по каждой теме дисциплины.
3. Количество пропусков занятий студентами.
4. Уровень компетенций с учетом забывания изученного материала.
5. Уровень компетенций с учетом повторения изученного материала.

Уровень начальных знаний и уровень компетенций, сформированных у студентов по каждой теме дисциплины, оценивается тестированием в системе Moodle в 100-балльной системе.

Для оценки значимости выбранных факторов построена имитационная модель формирования компетенций у студентов в ходе обучения [4].

Модель была опробована в ХНАДУ для обработки данных потока студентов, изучающих дисциплину «Информатика». Обработка результатов моделирования показала, что максимальное отклонение моделируемой оценки от зачетной не превышает 15%. Следовательно, выбранные факторы могут быть использованы в качестве исходных данных для прогнозирования успеваемости студентов.

Достоверность результатов моделирования была проверена методами непараметрической статистики [5]. Критерий Колмогорова-Смирнова подтвердил с вероятностью 0,95, что результаты моделирования и экспериментального тестирования подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин, что подтверждает достоверность результатов моделирования. Следовательно, выбранные факторы могут быть использованы в качестве исходных данных для прогнозирования успеваемости студентов.

Метод прогнозирования успеваемости основан на методах кластерного анализа. Решается задача распределения студентов на четыре типологические группы в зависимости от их успеваемости. Для решения данной задачи проведена модификация метода k-средних Мак-Кина [6].

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:

- уровень начальных знаний студентов;
- уровень компетенций, сформированных у студентов по первой теме дисциплины;
- количество пропусков занятий студентами на момент составления прогноза.

Метод прогнозирования успеваемости был опробован экспериментально [7]. Результаты проведенного эксперимента показали, что прогнозируемая успеваемость студентов отличается от реальной не более, чем на 3,3%. Следовательно, процедура на основе модифицированного метода k-средних Мак-Кина работоспособна и может использоваться для прогнозирования успеваемости студентов.

Продукционно-фреймовая модель дисциплины предназначена для формального представления структурной организации каждой темы дисциплины с целью выявления взаимосвязи между изучаемыми вопросами. На основе продукционно-фреймовой модели дисциплины производится выбор индивидуальных методик для формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов с учетом вопросов и тем, по которым у студента выявлены низкие знания. Пример фрейма i-той темы дисциплины «Информатика»:

$$\begin{aligned} \tilde{F} = & \left\{ T_i \left\langle L_{1,T_i} : \left\langle \overbrace{V_{1,L_1}}^{sv_1} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle, \dots, \left\langle \overbrace{V_{q_1,L_1}}^{sv_{q_1}} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle \right\rangle \rightarrow [0,1], \dots, \right. \\ & \dots, \left\langle \overbrace{L_{m,T_i}}^{sl_m} : \left\langle V_{1,L_m} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle, \dots, \left\langle V_{q_m,L_m} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle \right\rangle \rightarrow [0,1] \times \\ & \times \left\langle LR_{1,T_i} : \left\langle \overbrace{Z_{1,LR_1}}^{slz_1} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle, \dots, \left\langle \overbrace{Z_{k_1,LR_1}}^{slz_{k_1}} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle \right\rangle \rightarrow [0,1], \dots, \\ & \dots, \left\langle LR_{j,T_i} : \left\langle \overbrace{Z_{1,LR_j}}^{slr_j} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle, \dots, \left\langle \overbrace{Z_{k_j,LR_j}} : (\mu : D \rightarrow [0,1]) \right\rangle \right\rangle \rightarrow [0,1] \left. \right\rangle \rightarrow \\ & \rightarrow [0,1] \left\langle T^t : \left\langle t_{t_1} : zt_{t_1} \right\rangle, \dots, \left\langle t_{t_{i_9}} : zt_{t_{i_9}} \right\rangle \left\langle t_{l_{r_1}} : zt_{l_{r_1}} \right\rangle, \dots, \left\langle t_{l_{r_9}} : zt_{l_{r_9}} \right\rangle \right\rangle \times \left\langle \overbrace{\emptyset}^{\emptyset} : \left\langle \emptyset, \dots, \emptyset \right\rangle \right\rangle \left. \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где \tilde{F} – фрейм дисциплины; T_i – название i-ой темы дисциплины, $i = \overline{1,7}$; L_{1,T_i}, L_{m,T_i} – название первой и последней лекции i-ой темы дисциплины, m – количество лекций в i-ой теме; V_{1,L_1}, V_{q_1,L_1} – название первого и последнего вопроса первой лекции, q_1 – количество вопросов в первой лекции; V_{1,L_m}, V_{q_m,L_m} – название первого и последнего вопроса последней лекции, q_m – количество вопросов в последней лекции; LR_{1,T_i}, LR_{j,T_i} – название первой и последней лабораторной работы по i-ой теме, j – количество лабораторных работ по i-ой теме; Z_{1,LR_1}, Z_{k_1,LR_1} – название первого и последнего задания в первой лабораторной работе, k_1 – количество заданий в первой лабораторной работе; Z_{1,LR_j}, Z_{k_j,LR_j} – название первого и последнего задания в последней лабораторной работе, k_j – количество заданий в последней лабораторной работе; μ – функция принадлежности; D – учебный материал соответствующего слота; T^t – интервал времени, выделенный на изучение дисциплины; t_r – интервалы времени, выделенные на изучение учебного материала лекций согласно расписанию занятий; t_{lr} – интервалы времени, выделенные на выполнение лабораторных работ согласно расписанию занятий; $\langle \emptyset : \emptyset \rangle$ – пустые слоты для имитации процесса накопления знаний студентами на дополнительных занятиях по индивидуальной программе.

Метод формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов предназначен для выбора соответствующих индивидуальных методик на основе результатов прогнозирования с учетом «проблемных» для студента тем, другими словами, с учетом уровня начальной подготовки и способностей к изучению дисциплины каждого студента. Продукционные правила формирования индивидуальных траекторий:

$$\begin{aligned} \text{ПФО} &= \langle K_o \rightarrow M_o \rangle; \\ \text{ПФХ} &= \langle K_x \ \& \ V_i \rightarrow M_x \ \& \ M_i \rangle; \\ \text{ПФУ} &= \langle K_y \ \& \ V_i \rightarrow M_y \ \& \ M_i \rangle; \\ \text{ПФП} &= \langle K_n \ \& \ V_i \rightarrow M_n \ \& \ M_i \rangle, \end{aligned} \tag{2}$$

где ПФО, ПФХ, ПФУ и ПФП – правила формирования индивидуальных траекторий для класса «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно» и «Плохо» соответственно; K_o, K_x, K_y, K_n – условие принадлежности к соответствующему классу; V_i – вопросы первой темы дисциплины, по которым студент имеет неудовлетворительную оценку; M_o, M_x, M_y, M_n – индивидуальная методика для самоподготовки студентов соответствующего класса; M_i – методика, направленная на изучение «проблемных» для студента тем.

Предлагаемый метод применен при изучении информатики студентами в ХНАДУ. Проведенный эксперимент показал, что использование индивидуальных траекторий на основе прогнозирования успеваемости студентов позволяет повысить успеваемость студентов. Однако методы непараметрической статистики, в частности, критерий Колмогорова-Смирнова, с вероятностью 0,95 не подтвердил эффективность применения индивидуальных траекторий.

Продукционные 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 продукционных моделей поведения студентов результат проведенной кластеризации студентов представлен в виде нечеткой функции. Графическим методом определены возможности перераспределения студентов из одной типологической группы в другую. Выделены пять моделей поведения студентов при подготовке к экзамену (зачету) с учетом их предпочтений по оценке их компетенций. На основе продукционных моделей поведения студентов определено множество недоминирующих альтернатив, определяющее подгруппы студентов, у которых предпочтения по успеваемости не соответствуют возможностям [8, 9].

Метод перераспределения студентов по типологическим группам разработан для повышения эффективности применения индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов. Процедура перераспределения производится по модифицированному методу k -средних Мак-Кина с учетом пяти факторов, о которых шла речь выше.

Метод корректировки индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов также предназначен для повышения эффективности применения индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов. Корректировка выполняется по результатам процедуры перераспределения студентов по типологи-

ческим группам с учетом множества недоминирующих альтернатив возможности перераспределения студентов и продукционных моделей поведения студентов.

Формализован процесс корректировки индивидуальных траекторий в виде модели сформированных у студентов компетенций:

$$MK = \langle KA, KC \Pi(K) \rangle, \quad (4)$$

где МК – модель сформированных компетенций у студентов по дисциплине «Информатика»; КА – компетенции, сформированные у студентов на аудиторных занятиях; КС – компетенции, сформированные у студентов при самостоятельной работе по индивидуальным траекториям; $\Pi(K)$ – продукционное правило, определяющее выбор методики $m \in M$ для самостоятельной работы студентов.

Сформулированы продукционные правила корректировки индивидуальных траекторий:

$$\begin{aligned} ПП &= \langle K_{\Pi} \& T_i \& M_{\Pi} \rightarrow M_i \& M_c \rangle, \quad i = \overline{1,7}, \\ ПУ &= \langle K_y \& T_i \& M_y \rightarrow M_i \& M_c \rangle, \quad i = \overline{1,7}, \\ ПХ &= \langle K_x \& T_i \& M_x \rightarrow M_i \& M_c \rangle, \quad i = \overline{1,7}, \end{aligned} \quad (5)$$

где ПП, ПУ, ПХ – продукционные правила корректировки индивидуальных траекторий для самоподготовки студентов типологического класса «Плохо» «Удовлетворительно» и «Хорошо» соответственно; K_{Π} , K_y , K_x – условие принадлежности студента к соответствующему классу, T_i – тема дисциплины, по вопросам которой студент имеет неудовлетворительную оценку; M_{Π} , M_y , M_x – индивидуальная методика для самоподготовки студентов соответствующего класса; M_i – скорректированная методика с углубленной подготовкой по i -й теме дисциплины; M_c – скорректированная методика с учетом предпочтений студента по оценке его компетенций.

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

Эффективность метода корректировки индивидуальных траекторий СРС подтверждена методами непараметрической статистики. Критерий Колмогорова-Смирнова подтвердил эффективность применения метода корректировки индивидуальных траекторий СРС с вероятностью 0,95 [10].

Выводы. В ходе проведенных исследований и экспериментов было доказано, что предложенная модель информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов позволяет автоматизировать процесс подбора и контроля индивидуальных траекторий для самостоятельной работы с учетом мотиваций и личных способностей студентов. Внедрение моделей и методов информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов в учебный процесс ХНАДУ экспериментально подтвердило повышение успеваемости студентов, обучающихся с применением скорректированных индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов.

Применение информационной технологии формирования индивидуальных траекторий самостоятельной работы студентов, во-первых, дает возможность пре-

подавателю организовать, контролировать и направлять самостоятельную работу студентов, что приводит к рациональному использованию времени, выделенному на самостоятельной работы студентов, повышает эффективность самостоятельной работы студентов и в целом успеваемость студентов.

Во-вторых, разработанные методы прогнозирования успеваемости и перераспределения студентов по типологическим группам освобождают преподавателя от трудоемкого процесса сбора и анализа информации об успеваемости каждого студента и повышают мотивацию студентов в изучении дисциплины, так как предоставляют оперативный прогноз их успеваемости.

В-третьих, использование методов формирования и корректировки индивидуальных траекторий повышает продуктивность профессиональной деятельности преподавателя за счет автоматизации процесса подбора теоретических и практических материалов для самоподготовки, что особенно актуально при работе с потоком студентов большой численности.

Список литературы: 1. Шевченко, В. А. Анализ восприятия дисциплины «Информатика» студентами первого курса [Текст] / В. А. Шевченко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – Харьков: ХНАДУ, 2009. – Вып. 24. – С. 116–119. 2. Шевченко, В. А. Индивидуализация обучения дисциплине «Информатика» [Текст] / В. А. Шевченко // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – Харьков: ХНАДУ, 2011. – Вып. 53. – С. 10–12. 3. Шевченко, В. А. Определение влияющих факторов для построения модели накопления знаний [Текст] / В. А. Шевченко // Экспертные оценки элементов учебного процесса: материалы XI межвуз. науч.-практ. конф. – Харьков: НУА, 2009. – С. 66 – 68. 4. Шевченко, В. А. Концепция построения модели приобретения знаний студентами по дисциплине «Информатика» [Текст] / В. А. Шевченко // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – Вып. 56. – С. 26–29. 5. Шевченко, В. А. Проверка достоверности результатов моделирования методами непараметрической статистики [Текст] / В. А. Шевченко // Вісн. нац. техн. ун-ту «ХПИ». – 2012. – № 34. – С. 75 – 79. 6. Шевченко, В. А. Распределение студентов на типологические группы с помощью кластерного анализа в зависимости от факторов, влияющих на успеваемость [Текст] / В. А. Шевченко // Проблеми інтеграції національних закладів вищої освіти до Європейського освітнього середовища: зб. матеріалів міжнародної наук.-метод. конф. – Харків: ХНАДУ, 2012. – Т. 2. – С. 120 – 123. 7. Шевченко, В. А. Прогнозирование успеваемости студентов с помощью методов кластерного анализа. [Текст] / В. А. Шевченко // Экспертные оценки элементов учебного процесса: материалы XV межвуз. науч.-практ. конф. – Харьков: НУА, 2013. – С. 112 – 115. 8. Метешкин, К. А. Нечеткое представление результатов кластеризации студентов [Текст] / К. А. Метешкин, В. А. Шевченко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – 2012. – Вып. 56. – С. 162 – 168. 9. Шевченко, В. А. Графическое представление функции принадлежности студентов к типологической группе в зависимости от успеваемости [Текст] / В. А. Шевченко // Вісн. нац. техн. ун-ту «ХПИ». – 2015. – № 14 (1123). – С. 15 – 20. 10. Шевченко, В. А. Проверка эффективности обучения студентов с помощью методов непараметрической статистики [Текст] / В. А. Шевченко // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – Вып. 60. – С. 18 – 21.

Bibliography (transliterated): 1. Shevchenko, V. A. (2009). Analysis of comprehension of the discipline “Informatics” by the first year student. Automobile Transport: collection of scientific works. Kharkov, KhNAHU, 24, 116 – 119. 2. Shevchenko, V. A. (2011). Individualization of teaching the discipline “Informatics”. Vestnik KhNAHU: collection of scientific works. Kharkov, KhNAHU, 53, 10 – 12. 3. Shevchenko, V. A. (2009). Determination of the influencing factors for the model of knowledge accumulation. Expert assessments of the elements of the educational process: Materials XI Interuniversity scientific and practical conference. Kharkov: NUA, 66 – 68. 4. Shevchenko, V. A. (2012). The concept of creating the model of knowledge acquisition on the discipline “Informatics”. Vestnik KhNA-

HU: collection of scientific works. Kharkov, KhNAHU, 56, 26 – 29. **5.** *Shevchenko, V. A.* (2012). Validation of the simulation results of nonparametric statistics methods. Vestnik NTU «KPI». Kharkov, NTU «KPI», Issue. 34, 75 – 79. **6.** *Shevchenko, V. A.* (2012). Distribution of students into typological groups by means of cluster analysis, depending on the factors influencing the students progress, Collection of scientific works of the international scientific and methodological conference “The problems of Integration of National Higher Educational Institutions into the European Educational Medium“. V. 2 “Modern Approaches Concerning Higher Education Quality Provision”. Kharkov, KhNAHU, 120 – 123. **7.** *Shevchenko, V. A.* (2013). Predicting student performance using the methods of cluster analysis. Expert assessments of the elements of the educational process: Materials XI Interuniversity scientific and practical conference. Kharkov: NUA, 112 – 115. **8.** *Meteshkin, K. A., Shevchenko, V. A.* (2012). Vague understanding of students clusterization results. Public information and computer integrated technologies : collection of scientific works. Kharkov, KhAI, 56, 201 – 208. **9.** *Shevchenko, V. A.* (2015). Graphical representation of the function of student typological group membership, depending on the academic performance. Vestnik NTU «KPI». Kharkov, NTU «KhPI», 14 (1123), 15 – 20. **10.** *Shevchenko, V. A.* (2013). Checking the effectiveness of teaching students using the method of nonparametric statistics. Vestnik KhNAHU: collection of scientific works. Kharkov, KhNAHU, 60, 18 – 21.

Надійшла (received) 29.04.2015

УДК 004.91

О. В. БІСІКАЛО, д-р техн. наук, проф., декан, ВНТУ, Вінниця;

А. І. ЛІСОВЕНКО, аспірант, ВНТУ, Вінниця;

О. В. ЯХИМОВИЧ, магістр, ВНТУ, Вінниця;

С. С. ТРАЧЕНКО, студент, ВНТУ, Вінниця

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТОВНИХ ОЗНАК ТЕКСТУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЛЕКСИЧНИМИ ОДИНИЦЯМИ

Визначено змістовні ознаки і характеристики англомовного тексту на основі дослідження зв'язків між лемами та синсетами, що розпізнано лінгвістичними пакетами. Результати у вигляді списків ключових слів, елементів онтологій та змістовних кластерів понять отримано на прикладі «Address by President of the Russian Federation 2013/2014». Проведене дослідження було здійснено за допомогою пакетів DKPro Core та NLTK.

Ключові слова: лема, синсет, зв'язок, ключові слова, стоп-слово, елемент онтології, гіпероніми, кластер, DKPro, NLTK.

Вступ. Вилучення знань з природно-мовних текстів стає одним з найбільш актуальних напрямів досліджень в комп'ютерній лінгвістиці завдяки надшвидкому збільшенню обсягів електронної інформації та рівня її доступності через мережу Інтернет. Найбільш відомі дослідження в цьому напрямку проведено на основі статистичного аналізу закономірностей розподілу слів природно-мовного тексту. Більш релевантні результати досягаються за допомогою додаткового лінгвістичного аналізу тексту – найкращу ситуацію маємо з практично завершеним морфологічним аналізом, значно слабші результати демонструє синтаксичний аналіз речень, а в семантичному аналізі і до цього часу не вирішено низку проблемних питань. Такий підхід пояснюється не тільки легкістю фіксації окремого символу/слова у текстовому файлі, але й, у більшій мірі, пануючими лінгвістичними концепціями, що надають слову основоположне значення.

© О. В. БІСІКАЛО, А. І. ЛІСОВЕНКО, О. В. ЯХИМОВИЧ, С. С. ТРАЧЕНКО, 2015