

В. А. Углев,

Сибирский федеральный университет, г. Железногорск, Красноярский край,

Б. С. Добронетц,

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Аннотация

В статье рассматриваются основные этапы применения методики оценки уровня развития компетентностей (УРК) с использованием тестовых заданий закрытой формы. Приводится модификация методики для заданий с открытой формой ответов. Иллюстрируется работа методики на примере одного из педагогических экспериментов в Сибирском федеральном университете.

Ключевые слова: компетентность, уровень развития компетентности, методика, измерение, автоматизация.

Введение

Современный учебный процесс тесно связан с применением специализированного программного обеспечения [2]. Чем меньше ученик взаимодействует непосредственно с учителем и чем больше работает с автоматизированной обучающей системой, тем выше степень автоматизации и требования к качеству соответствующего программного обеспечения [5, 9]. Это в первую очередь касается процедур оценки результатов обучения. Базовым индикатором качества учебного процесса, согласно Болонской конвенции о высшем образовании, является уровень развития компетентностей (УРК) как фактически достигнутых (развитых) свойств личности. В связи с этим задача автоматизации измерения УРК является крайне актуальной, особенно в рамках подготовки специалистов при заочной, дистанционной и электронной формах обучения. Рассмотрим один из подходов к количественной оценке УРК с помощью методики, основные этапы были обозначены в работе [11].

Определим значение термина *уровень развития (владения) компетентности как индивидуальную латентную (по П. Ф. Лазарсфельду [4]) характеристику личности, отражающую степень овладения человеком той или иной компетенцией в конкретный момент времени*. Собственно УРК не имеет однозначных методов измерения и носит вероятностный характер. Эта неоднозначность существенно затрудняет измерение УРК, накладывая специфику педагогического процесса: компетентности формируются постепенно и не на одной дисциплине, а в результате изучения их совокупности. Кроме того, триада знания-умения-навыки не тождественна компетентностям, и поэтому для измерения УРК требуется иная методика, учитывающая их специфику. Широко применяемые для оценки УРК психологические проективные тесты [1] в педагогическом процессе будут эффективны только тогда, когда ученик не стремится фальсифицировать результаты измерений, т. е. не догадывается об истинном объекте измерений (в противном случае проективные формы заданий, как правило, решаются

Контактная информация

Углев Виктор Александрович, канд. тех. наук, доцент, ст. научный сотрудник межинститутской базовой кафедры «Прикладная физика и космические технологии» Сибирского федерального университета, г. Железногорск, Красноярский край; *адрес:* 662971, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Кирова, д. 12а; *телефон:* (3919) 74-69-15; *e-mail:* uglev-v@yandex.ru

Добронетц Борис Станиславович, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры систем искусственного интеллекта Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск; *адрес:* 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26; *телефон:* (391) 291-25-75; *e-mail:* bdobronets@yandex.ru

V. A. Uglev,

Siberian Federal University, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Area,

B. S. Dobronets,

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

METHODICS OF AUTOMATIC MEASUREMENT AND ESTIMATION OF THE LEVEL OF COMPETENCES DEVELOPMENT

Abstract

The article considers the main stages of applying methods of estimation the level of competences development (LCD) with use of test tasks of the closed form. The modification of the technique for tasks with open answers is given. The methodics is illustrated on the example from the pedagogical experiment in the Siberian Federal University.

Keywords: competence, level of competence development, methodics, measurement, automation.

с целью продемонстрировать желаемый результат, а не показать объективную картину характеристик испытуемого). Следовательно, *необходимо предложить такую методику по организации и проведению контрольно-измерительных мероприятий, которая позволила бы повысить объективность измерений УРК как в традиционной форме, так и при применении средств автоматизации.*

Методика автоматизированной оценки уровня развития компетентности

Пусть имеется рабочая программа дисциплины, содержащая перечень развиваемых с ее помощью компетенций. Тогда вектор значений оценок УРК для этого перечня будем называть *компетентностным профилем* ученика. В качестве базового средства оценки используем тесты закрытой формы с возможностью выбора одного или одновременно нескольких вариантов ответов. Методику оценки УРК представим в виде последовательной реализации трех этапов.

Первый этап — подготовка к измерению. В первую очередь формируются предметные контрольно-измерительные материалы, объединяющие задания педагогического и проективного тестов. Очевидно, что объединение в рамках одного задания функций измерения знаний и компетентностей предполагает высокую квалификацию составителя теста и внимательность при формулировании вопросов и вариантов ответов. При этом появляется возможность воспользоваться следующими преимуществами смешанного теста: сокращается объем контрольно-измерительных материалов, уменьшается нагрузка на ученика, сокращается время тестирования.

Как правило, задания проективной формы предполагают выбор только одного дистрактора, не имеют варианта «затрудняюсь ответить» и оцениваются баллом за любой выбранный ответ. Далее устанавливаются семантические связи между вариантами ответов в каждом задании и компетенциями из перечня, а также производится априорная экспертная оценка значимости каждой связи (мы используем значения в интервале от 0 до 1, где 0,5 — показатель неопределенности). На следующем шаге производится расчет масштабирующих коэффициентов оценок каждой УРК, формируя эталонный профиль ответов для всего теста. Этап завершается разработкой инструкций для учащихся.

Второй этап — осуществление измерений. Учащиеся решают тест, а их ответы оцениваются баллами в интервале значений от 0 до 1 и затем фиксируются. На основании выбранных ответов рассчитывается итоговый балл за тест, характеризующий знаниевую составляющую измерений. Важным моментом является то, что учащийся не информируется об оценке его компетентностного профиля, а контрольно-измерительные мероприятия производятся одновременно как по знаниевой, так и по компетентностной составляющим.

Третий этап — обработка результатов измерений. С целью перехода от первичных данных к оценкам компонент компетентностного профиля осуществляется следующая последовательность действий:

- отбираются ответы ученика, имеющие семантические связи с конкретной компетенцией из профиля;
- обобщаются экспертные оценки связей, которым соответствуют выбранные ответы, а для характеристики каждой компетентности рассчитывается коэффициент доверия и недоверия;
- проверяются гипотезы об УРК с использованием какого-либо критерия доверия (мы применяем в своих экспериментах коэффициент уверенности Шортлиффа и Бьюкенена [10]);
- масштабируются коэффициенты уверенности в УРК с использованием значений из эталонного профиля ответов теста, а также нормируются к заданной шкале (мы используем шкалу от -1 до 1);
- фиксируются результаты оценок УРК в виде компетентностного профиля, который впоследствии может быть визуализирован.

Данный этап можно дополнить функцией анализа индивидуальных и групповых характеристик процесса обучения.

Учебный процесс, базирующийся на применении полноценных сред автоматизированного обучения, предполагает глубокую интеграцию предложенной методики в технологию работы этих сред: следует согласовать структуру банка тестовых заданий с общей структурой электронного курса [8], а протоколы подсистемы тестирования — с моделью ученика. Таким образом, опосредованное измерение компетентностей с использованием предложенной методики может производиться как в традиционной (безмашинной), так и в автоматизированной форме.

Педагогический эксперимент и его результаты

Экспериментальная отработка основных положений методики осуществлялась на базе Сибирского федерального университета в 2014–2017 годах. Рассмотрим один из педагогических экспериментов, проведенный в 2016 году по дисциплине «Имитационное моделирование» (магистранты специальности 09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами», 1-й курс). В качестве объекта для измерений был выбран ряд компетенций (7 шт.), составляющих компетентностный профиль студента, среди которых: «Способен проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности», «Способен выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации» и пр.

На первом этапе были сформированы контрольно-измерительные материалы в виде набора тестовых заданий смешанной формы (по 25 заданий в каждом из двух параллельных тестов) и бланков анкетирования/самооценки. Каждое задание было дополнено набором экспертных оценок, отражающих связь отдельных дистракторов с конкретными компетенциями, на развитие которых ориентирована учебная дисциплина (рис. 1, а). На основании матрицы экспертных оценок значимости связей компетенция/дистрактор был вычислен эталонный профиль ответов студента (рис. 1, б).

№ ТЭ	2. Способен самостоят?					3. Применять перспект?					4. Выбирать методы и					5. Применять базовые					6. Способен анализиров								
	?	Д1	Д2	Д3	Д4	?	Д1	Д2	Д3	Д4	?	Д1	Д2	Д3	Д4	?	Д1	Д2	Д3	Д4	?	Д1	Д2	Д3	Д4				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0,5	0	0		
2	1	0,5	0,6	0,5	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,7	0,5	0,5	0,8	0,5	1	0,8	0,5	0,6	1	0,5	
3	0	0	0	0	0	0	1	0,7	0,5	0,5	0,5	0,9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,7	0,3	0,3	1	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	1	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0,4	1	0	
6	0	0	0	0	0	0	1	0,7	0	1	0	0	1	0,6	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0,9	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,6	0	
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	1	0,3	0	0,9	0,7	0,8	0	0	0	0	0	0	1	0,6	0,8	0,5	0,5	1	0,6	0,2	0,8	0,5	0,5	1	1	0	0,8	0,5	0,5
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,8	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	0,4	0,4	0,3	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	1	0	0,8	1	0	1	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,7	0,9	0	0
19	1	0	1	0,6	0,1	1	1	1	0,8	1	0,3	1	0	0	0	0	0	1	0,8	0,5	1	0,3	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,3	0,1	0,8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,7	0	0,1	0,2	0	1	0,8	0	0,1	0,1	0	0

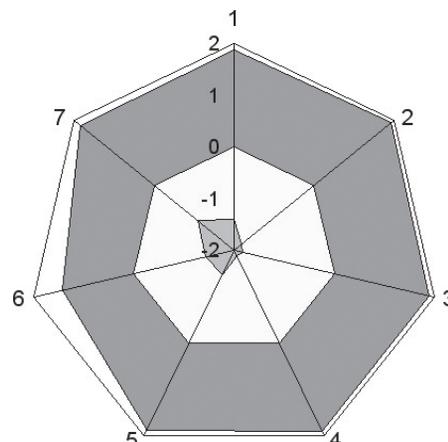


Рис. 1. Фрагмент матрицы экспертных оценок (а) и эталонный профиль ответов (б)

Оценка знаний и УРК, осуществляемая на втором этапе, проводилась в автоматизированной форме (компьютерный тест и бланк анкеты) в три шага. Студенты информировались о прохождении очередной контрольной точки, без уточнения, что проверяются не только текущие/остаточные знания, но и УРК. Обобщенные групповые результаты оценки уровня знаний (процентная шкала, отражающая долю набранных баллов) представлены на рисунке 2 (столбцы гистограммы): наблюдается положительная динамика процесса обучения.

Значения оценок УРК, определяемые на основании обработки протокола ответов каждого студента на третьем этапе [7, 11], выводятся в виде вектора значений (7 оценок), предварительно отмасштабированные по эталонной модели. Динамика усредненных по группе оценок всех УРК представлена на рисунке 2 в виде коридора значений (минимум, среднее, максимум) для правой измерительной шкалы.

Визуальное отображение компетентностного профиля различных студентов в виде пиктографи-

ки-звезды представлено на рисунке 3. На нем видно, что за счет нормирования шкал по эталонной модели ответов и единого набора контрольно-измерительных материалов появляется возможность сравнения студенческих компетентностных профилей оценок между собой [6], а также отслеживания индивидуальной динамики успехов. Подчеркнем, что нулевое значение на каждой оси показывает границу неопределенности оценки, когда затруднительно говорить как о подтверждении гипотезы о развитости конкретной компетентности, так и о ее опровержении.

Результаты обработки экспериментальных данных достаточно хорошо коррелируют как между собой, так и с оценками непосредственных опросов студентов. Схожие результаты были получены и по ряду других дисциплин, вовлеченных нами в комплексный эксперимент при осуществлении учебного процесса в Сибирском федеральном университете и Красноярском государственном педагогическом университете им. В. П. Астафьева.

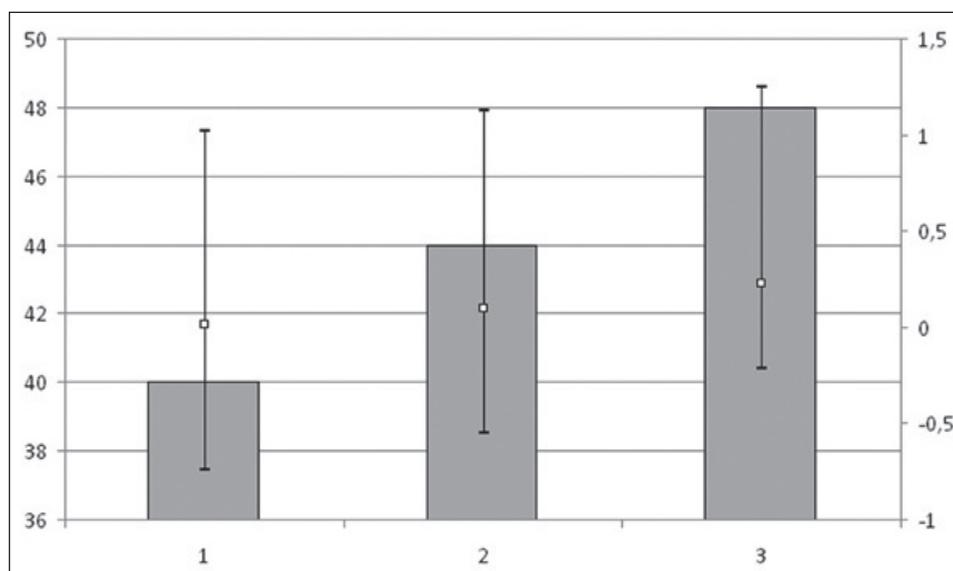


Рис. 2. Усредненная групповая динамика результатов оценки уровня знаний (столбцы, левая шкала) и усредненные оценки УРК (коридор значений, правая шкала)

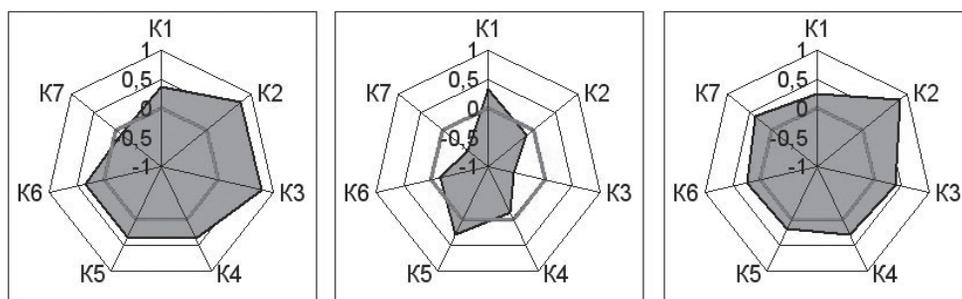


Рис. 3. Индивидуальные показатели уровня развития компетентностей трех студентов

Расширение возможностей методики

Выше была описана методика оценки УРК с использованием теста, укомплектованного традиционными тестовыми заданиями закрытой формы. Теперь рассмотрим еще два случая: 1) когда ответ на вопрос имел открытую форму с заранее определенным эталоном (например, расчетная задача) и 2) когда ответ имел свободную формулировку (например, ответ с объяснением или доказательством).

Задания открытой формы, ответы которых имеют эталоны, имеют вариативность представления (написания). По этой причине к каждому тестовому заданию вместо дистракторов прилагаются варианты формулировок корректных ответов. Как правило, размерность пространства ответов существенно сокращается за счет ввода образцов записи ответа, предъявляемых учащемуся при решении задания. Но мало зафиксировать ответ, необходимо оценить степень его корректности. Для этого решается задача классификации, определяющая степень близости ответа к эталону, которая затем проецируется на качественную шкалу оценок с использованием, например, метода нечеткой логики [3].

Задания с ответом в виде свободной формулировки достоверно оценить в автоматическом режиме затруднительно, так как они не включают набора дистракторов, а учащийся оформляет ответ в виде текста (строка или целый абзац). По этой причине для оценки степени правильности ответа (знаниевая составляющая) в таких заданиях нами была предложена качественная шкала, где:

0 баллов — ответ не дан вообще;

0,1 балла — дан неверный ответ или отмечено затруднение;

0,5 балла — дан правдоподобный ответ без аргументации или подробно объяснен неправдоподобный;

0,7 балла — дан верный ответ с неточностями формулировок или только часть составного ответа;

0,9 балла — дан верный ответ, но без пояснений;

1 балл — дан верный ответ и приведена достаточная аргументация.

Факт списывания или недобросовестного заимствования ответов из внешних источников (нормативные документы, конспекты лекций и пр.) определялся в результате анализа формулировки ответа: если у двух и более магистрантов более 95 % символов в формулировке ответа совпадали, то обоим за данный контрольный материал выставялось 0,5 балла (при условии, что сам ответ был полностью верен) и 0 баллов — в прочих случаях. Если такое списывание можно определить автоматически, то

выставление балла в остальных случаях происходит с привлечением преподавателя.

Оценка значений УРК из профиля ученика в этих двух случаях определяется по аналогии с тестами закрытой формы, где вместо дистракторов матрица априорных экспертных оценок составляет относительно шкалы уверенности:

- 1 — компетенция полностью развита;
- 0 — не удалось достоверно подтвердить уровень развития компетенции;
- -1 — продемонстрировано полное отсутствие применения компетенции при решении конкретного задания из числа контрольно-измерительных материалов.

Дальнейшее обобщение результатов производится по аналогии с этапами 2 и 3 предложенной методики. Это позволяет унифицировать все этапы контрольно-измерительных мероприятий и применять тесты, укомплектованные различными по способам ответов заданиями.

Предложенное дополнение методики было успешно применено не только в учебном процессе, но и при решении ряда сопутствующих задач: при конкурсном отборе абитуриентов в магистратуру, при проведении аккредитационных мероприятий, при организации межпредметных срезов в рамках мероприятий по мониторингу успеваемости и пр. Например, в рамках проведения АККОРК (Агентством по контролю качества образования и развития карьеры) независимой оценки одной из образовательных программ высшего образования нами была использована указанная методика, что позволило поделиться обобщенный компетентный профиль группы студентов [8]. На рисунке 4 показано его визуальное групповое представление по пяти выбранным экспертами агентства компетенциям (отражено минимальное, среднее,

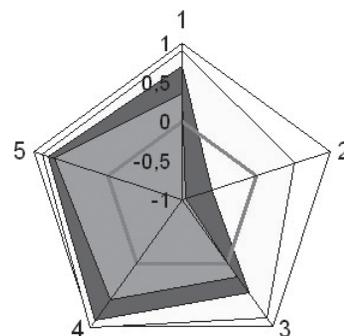


Рис. 4. Обобщенный компетентный профиль группы студентов

максимальные значения по группе, а также граница неопределенности оценки).

Заключение

Измерение уровня развития компетентностей, несмотря на латентную природу фиксируемых характеристик ученика, имеет большие перспективы именно в средах автоматизированного обучения и контроля. Данную методику можно применить не только при контроле знаний и компетентностей, но и при управлении индивидуальной образовательной траекторией, а также при организации эффективного естественно-языкового диалога с помощью интеллектуального ядра современных автоматизированных обучающих систем.

Перспективным направлением модификации методики измерения уровня развития компетентностей является ее адаптация к оценке результатов выполнения заданий при работе в виртуальных лабораториях и на имитаторах, где важен не только конечный результат, но и траектория его достижения. Необходимо также исследовать применимость методики в рамках дисциплин гуманитарного цикла.

Список использованных источников

1. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование. СПб.: Питер, 2006.
2. Беспалько В. П. Обучение и образование с участием компьютеров. Воронеж: МОДЭК, 2002.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / пер. с англ. Математика. Вып. 3. М.: Мир, 1976.

4. Лазарсфельд П. Ф. Логические и математические основания латентноструктурного анализа // Математические методы в современной буржуазной социологии. М.: Прогресс, 1966.

5. Углев В. А. Автоматизированные обучающие системы нового поколения: основные черты и принципы организации // Перспективные методы и средства интеллектуальных систем: Материалы всероссийского научно-практического семинара (г. Новосибирск, 1–4 декабря 2015 г.). Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015.

6. Углев В. А. Методика оценки индивидуальных и групповых достижений при работе с автоматизированными обучающими системами // Электронное обучение в непрерывном образовании — 2016: Материалы III Международной конференции (г. Ульяновск, 13–15 апреля 2016 г.). Ульяновск: УлГТУ, 2016.

7. Углев В. А. Экспериментальная отработка методики автоматизированной оценки уровня развития компетентностей // Информатизация образования и методика электронного обучения: Материалы I Международной научной конференции (27–30 сентября 2016 г., г. Красноярск). Красноярск: ИПК СФУ, 2016.

8. Устинов В. А., Углев В. А. Структура электронного учебного курса // Информатика и образование. 2007. № 8.

9. Цибульский Г. М., Кутьин А. М. и др. Автоматизированные обучающие системы // Вестник КГТУ. Математические методы и моделирование. Красноярск: КГТУ, 2004.

10. Buchanan B., Shortliffe E. Rule-based Expert Systems. New York: Addison-Wesley, 1984.

11. Uglev V. A., Ustinov V. A. The new competencies development level expertise method within Intelligent Automated Educational Systems // Trends in Practical Applications of Heterogeneous Multi-Agent Systems. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2014. Vol. 293.

НОВОСТИ

Пользователи «ВКонтакте» смогут работать с документами Microsoft Office

«ВКонтакте» объявила о доступности пользователям соцсети предварительного просмотра документов Microsoft Office в текстовых (*.doc и *.docx), табличных (*.xls и *.xlsx) и презентационных (*.ppt и *.pptx) форматах. Файлы не потребуется загружать на устройство: при нажатии документ откроется в новом окне браузера или в приложении «ВКонтакте».

Предпросмотр документов работает как в веб-версии «ВКонтакте», так и в приложениях. В будущем пользователям станет доступно редактирование файлов Microsoft Office напрямую в социальной сети.

Александр Константинов, руководитель Backend-разработки «ВКонтакте», отметил: «Пользователи

«ВКонтакте» привыкли делиться друг с другом файлами: студенты обмениваются конспектами, предприниматели высылают презентации клиентам, менеджеры отправляют договоры, не используя почту. Теперь работать с документами можно, не покидая социальной сети и не устанавливая дополнительные программы и приложения».

Сервис «Документы» появился «ВКонтакте» в 2011 году. Все файлы, которые загружаются пользователями «ВКонтакте» через сервис «Документы», по умолчанию отмечены как «личные», т. е. не отображаются в поисковой выдаче. С помощью настроек приватности пользователи сами решают, кто сможет увидеть загруженные ими документы.

(По материалам CNews)

Нейронную сеть научили отбирать потенциальные противораковые лекарства

Разработчики из Mail.Ru, Insilico Medicine и МФТИ впервые применили нейронную сеть в создании новых лекарственных препаратов. Использование технологий генеративных нейронных состязательных сетей, обученных «придумывать» молекулярные структуры, может существенно сократить время и стоимость поиска веществ, обладающих потенциально лечебными

свойствами. Исследователи предполагают, что эти технологии можно применить для создания новых препаратов в самых разных областях, от онкологии до сердечно-сосудистых заболеваний. На данный момент в базе неорганических молекул порядка 72 млн веществ, и только доля процента из них используется в лекарственных препаратах.

(По материалам международного компьютерного еженедельника «Computerworld Россия»)