

УДК 004.021:004.738.5

РАЗРАБОТКА ФОРМАЛЬНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АНАЛИЗА НЕЙРОКОГНИТИВНЫХ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ДЕСТРУКТИВНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ИСПЫТУЕМЫХ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВОМ**Ситникова М.А., Афонин А.Н., Путивцева Н.П., Зайцева Т.В., Асадуллаев Р.Г., Рыжкова Ю.П., Давлетчурин К.Х., Рудофилова М.А., Мышеловка Л.В.***ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: afonin@bsu.edu.ru*

Проблема категоризации поведения активных интернет-пользователей на современном этапе развития общества в мире является актуальной, но труднодостижимой. В данном исследовании была предложена методика отнесения пользователя на основе анализа его поведения в интернете к одному из заранее определенных классов. Методика включает оригинальный алгоритм отнесения деструктивности поведения пользователя к одному из пяти классов: адаптивное поведение, условно адаптивное поведение, злоупотребление интернетом, условно дезадаптивное поведение и зависимое деструктивное поведение. Для принятия решений об отнесении испытуемого в один из классов был использован аппарат многокритериального оценивания, позволивший вычислить относительную важность психологических методик в комплексной диагностике на определение принадлежности испытуемого к одному из возможных классов поведения и ввести единый интегральный показатель степени деструктивности поведения. Проведенная апробация методики выявила ее несовершенство в ряде случаев, которые было решено признать пограничными. Авторами предлагаются следующие пути совершенствования предложенной методики: корректировка предложенного алгоритма классификации путем наложения дополнительных пороговых условий на степень расхождения эмпирических результатов тестирования от ближайших по значениям «граничных» классов для принятия решений, к какому из классов следует отнести в таком случае испытуемого; проведение анализа с учетом разного вида интернет-контента и способов его предъявления испытуемым; повышение степени репрезентативности исследования за счет включения в анализ такого фактора, как анализ нейрокогнитивных данных испытуемых.

Ключевые слова: деструктивность поведения, интернет-пространство, психологические методики, многокритериальное оценивание, классы поведения, интегральный показатель

DEVELOPMENT OF FORMAL AND ALGORITHMIC METHODS FOR ANALYSIS OF NEUROPHYSIOLOGICAL DATA AND PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS FOR THE ASSESSMENT OF THE DEGREE OF DESTRUCTIVE BEHAVIOR OF ACTIVE INTERNET USERS**Sitnikova M.A., Afonin A.N., Putivtseva N.P., Zaytseva T.V., Asadullaev R.G., Ryzhkova Yu.P., Davletchurin K.Kh., Rudofilova M.A., Myshelovka L.V.***Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Belgorod Research University,
Belgorod, e-mail: afonin@bsu.edu.ru*

The problem of categorization of Internet users' is considered relevant but difficult to achieve. This research introduces a technique of assigning the subject to one of suggested groups according to the analysis of Internet users' behavior. Modified decision-making technique that is aimed at obtaining complex portraits of Internet users includes an original algorithm of how to attribute the destructive behavior of Internet users to one of five groups: adaptive behavior, conventionally adaptive behavior, Internet overindulgence, conventionally maladaptive behavior, and destructive behavior. A multi-criteria assessment was used to consider how important various psychological techniques in a complex diagnostic of assigning the subject to one of these groups of Internet users, and to introduce a unified integral indicator of destructive behavior. The approbation of the technique revealed the shortcomings in analyzing some subjects, that was considered as conterminal. Among the possible ways of improving the proposed methodology: adjustment of the proposed technique: adjustment of the proposed algorithm in classifying the subjects by applying an additional threshold to the degree of deviation from the closest conterminal groups according to practical results in order to make a decision in what group a subject should be included in this case; including in the analysis such a criterion as various types of Internet-content and different ways of introducing them to subjects; including the analysis of neurocognitive data of subjects while they perceive Internet-content.

Keywords: destructive behavior, Internet, psychological methods, multi-criteria assessment, categories of behavior, integral indicator

Последние два десятилетия ознаменовались повсеместным распространением интернета как в профессиональной, так и быденной жизни десятков миллионов людей. Наряду с безусловной пользой и преиму-

ществами интернета, в обществе сегодня актуальна проблема патологического использования интернета, которая приводит к деструктивному поведению и рассматривается как одна из форм аддиктивного по-

ведения [1, 2]. Среди факторов, играющих ключевую роль в развитии деструктивного поведения человека при взаимодействии с интернет-пространством выделяют депрессию, социальную тревожность и зависимость от мнения окружающих, подверженность стрессам, импульсивность, застенчивость, одиночество и недостаток социальной поддержки, отсутствие целеустремленности, низкую самооценку, низкий уровень самосознания, генетическую предрасположенность [3].

На современном этапе развития науки и практики изучение проблемы воздействия интернета на человека преимущественно проводится на поведенческом уровне с применением опросных методик на выявление интернет-аддикции. Данные о нейрокогнитивных особенностях у интернет-пользователей при чрезмерном, неадекватном, патологическом использовании интернета, свидетельствуют о функциональных изменениях в корковых и подкорковых областях головного мозга вследствие нарушений эмоционального, волевого и когнитивного контроля [4]. Все это говорит о необходимости системного изучения возможных вариантов взаимодействия человека с Интернет-пространством и выявления как поведенческих, так и нейрокогнитивных показателей, которые позволят определить наличие или отсутствие деструктивных тенденций у человека при использовании Интернет-контента. Кроме того, большинство существующих методов прогнозирования не позволяют осуществить прогноз многомерных данных с учетом всей совокупности корреляционных связей между ними. Тогда как учет корреляции в значениях показателей позволяет существенно улучшить качество прогнозных моделей и повысить достоверность проводимого анализа. Ввиду сложности задачи оценки влияния интернет-пространства на поведение пользователей и неоднозначности получаемых при проведении подобных исследований результатов, для определения степени деструктивности поведения испытуемых при взаимодействии с интернет-пространством необходимо применение современных информационных технологий анализа данных.

Цель исследования на данном этапе исследования заключалась в разработке формально-алгоритмических средств для повышения степени обоснованности применения критериев, характеризующих конструктивное/деструктивное поведение людей при взаимодействии с интернет-пространством за счет экспертного оценива-

ния значимости предложенных критериев в оценке деструктивности поведения испытуемых, которая позволит на основе рассчитываемого единого интегрального показателя уровня дезадаптивности поведения отнести испытуемого к одному из выделенных классов поведения испытуемых при взаимодействии с интернет-контентом.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования были выбраны студенты (20 человек, обучающиеся 1–2 курсов, средний возраст 18,4), так как подростки и студенты по данным исследователей относятся к одной из самых уязвимых для развития деструктивности поведения при взаимодействии с интернет-пространством групп населения [1]. Для эмпирического изучения возможных вариантов поведения испытуемых в рамках континуума от адаптивного и функционально-конструктивного до дезадаптивного, функционального-деструктивного и/или зависимого при использовании интернет-пространства применялись следующие опросники: тест на определение интернет-зависимости Чена (Chen Internet Addiction Scale) в адаптации В.Л. Малыгина, К.А. Феклисова; тест Кимберли – Янга на интернет-зависимость (Internet Addiction Scale, IAS) в адаптации В.А. Лоскутовой; тест на определение тревожности Спилбергера – Ханина (шкала личностной тревожности) в адаптации Ю.Л. Ханина; шкала социального избегания и дистресса (SADS) в адаптации В.В. Красновой, А.Б. Холмогоровой; шкала депрессии Бека (Beck Depression Inventory); шкала психологического стресса PSM 25 в адаптации Н.Е. Водопьяновой; шкала импульсивности Барратта (The Barratt Impulsiveness Scale, BIS-11).

Для сравнения важности критериев, используемых при оценке степени дезадаптивности поведения испытуемых, были сформированы две группы экспертов, (18 экспертов-психологов и 18 экспертов в сфере ИКТ), которые оценили предложенные критерии по степени их значимости с помощью матрицы парных сравнений (МПС), используя шкалу Томаса Саати [5–8]. Предлагаемые экспертные оценки критериев позволили скорректировать данные психологической диагностики и определить, к какой из 5 групп в рамках континуума относится каждый испытуемый [9].

Сначала применялась иерархическая декомпозиция проблемы «сверху – вниз», затем сравнительная оценка важности элементов иерархической структуры по отношению к вышележащему уровню на основе унифицированной шкалы [10].

Набор матриц парных сравнений элементов H_i и H_j любого иерархического уровня $A^k = \|a_{ij}^k\|_{h \times h}$, $a_{ij}^k = s_j^i/s_i^j$, h – число сравниваемых базовых элементов, представляет собой субъективную модель рационального выбора, где предпочтительность элементов для ЛПР определяется как $H_i > H_j$, если $a_{ij}^k > 1$; $H_i \approx H_j$, если $a_{ij}^k = 1$; $H_i < H_j$, если $a_{ij}^k < 1$. Такие бинарные отношения между элементами иерархии могут быть и нетранзитивными. Вычисление ценности (приоритета) вариантов осуществлялось путём агрегирования частных оценок элементов иерархической структуры «снизу – вверх», начиная с последнего (самого нижнего) уровня и кончая первым (самым верхним) уровнем.

Частная ценность варианта A_i по q -му критерию K_q

$$v_i^q = v^q(A_i) = c_i^q / \sum_{j=1}^m c_j^q,$$

$$c_i^q = \left(\prod_{j=1}^m a_{ij}^q \right)^{1/m}, a_{ij}^q = s_i^q / s_j^q,$$

относительная важность (вес) критерия K_q

$$w_q = w(K_q) = c_q^0 / \sum_{l=1}^n c_l^0,$$

$$c_q^0 = \left(\prod_{l=1}^n a_{ql}^0 \right)^{1/n}, a_{ql}^0 = s_l^0 / s_q^0,$$

общая ценность (приоритет) варианта A_i в виде аддитивной свертки вычисляется по следующей формуле:

$$v(A_i) = \sum_{q=1}^n w_q v^q(A_i) = w_1 v^1(A_i) + w_2 v^2(A_i) + \dots + w_8 v^8(A_i).$$

Компонента вектора с наибольшим значением соответствует наиболее предпочтительному объекту среди сравниваемых.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате обработки МПС каждого эксперта с использованием метода анализа иерархий были рассчитаны векторы, отражающие «вклад» результатов каждого психологического теста в итоговое суждение о степени дезадаптивности поведения испытуемых. Для получения более обоснованных результатов экспертного опроса были получены результирующие веса психологических тестов по каждой группе опрошенных экспертов. Для получения ре-

зультирующих весов было использовано среднее геометрическое соответствующих элементов МПС каждого эксперта и среднее арифметическое векторов приоритетов, рассчитанных на основе обработки МПС каждого эксперта (табл. 1, 2).

Показатель, отражающий интегральный уровень дезадаптивности поведения,

$$\text{УДП} = a_{\text{ч}} * \text{Ч} + a_{\text{кя}} * \text{КЯ} + a_{\text{лт}} * \text{ЛТ} + a_{\text{сс}} * \text{СС} + a_{\text{шд}} * \text{ШД} + a_{\text{пс}} * \text{ПС} + a_{\text{ши}} * \text{ШИ},$$

где a_q – коэффициент при соответствующей методике.

Для нахождения среднего геометрического для соответствующих элементов матриц парных сравнений экспертов использовалась следующая формула:

$$a_{ij \text{ гр}} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}^k},$$

где i – номер строки МПС;

j – номер столбца МПС;

k – номер эксперта;

n – количество привлеченных экспертов.

В табл. 1–2 представлены расчеты вектора приоритетов психологических методик, рассчитанных на основе усреднения суждений группы экспертов-психологов и группы экспертов в области ИКТ на основе расчета среднего геометрического соответствующих элементов МПС и среднего арифметического векторов приоритетов.

Таблица 1

Вектор приоритетов психологических методик группы экспертов в области ИКТ

усреднение мпс	Компоненты вектора приоритетов						
ср геом	0,3045	0,3045	0,0826	0,0826	0,0449	0,0897	0,0912
ср арифм	0,2980	0,295189	0,0772	0,0767	0,0468	0,1063	0,0997

Таблица 2

Вектор приоритетов психологических методик группы экспертов-психологов

усреднение мпс	Компоненты вектора приоритетов						
ср геом	0,2397	0,2397	0,1301	0,0706	0,1179	0,0951	0,1068
ср арифм	0,2291	0,2183	0,1385	0,0917	0,1128	0,0943	0,1154

Таблица 3

Расчет нормализованных значений градаций психологических тестов

Тест	Принятые значения	Нормализованные значения
тест Чена	27–104	0,02–1
тест Кимберли – Янга	20–100	0,02–1
показатели тревожности	20–50	0,04–1
SADS	4–30	0,02–1
шкала депрессии Бэка	4–62	0,01–1
PSM 25	50–180	0,01–1
Шкала импульсивности Баррата	50–100	0,02–1

Так как значения для разных тестов находятся в разных диапазонах, то необходимо нормализовать значения, приводя к сопоставимым единицам. Для нормализации значений тестов приведем каждый тест к единице путем деления текущего значения на максимальное значение данного теста (табл. 3). Для каждого класса были вычислены минимальные и максимальные значения интегрального показателя.

Далее также был разработан алгоритм определения особенностей поведения пользователей интернета (отнесение к одному из 5 классов в рамках континуума от адаптивного и функционально-конструктивного до дезадаптивного, функционального-деструктивного и/или зависимого при использовании интернет-пространства):

- Определение значения согласно каждому тесту.
- Приведение полученных значений к нормализованным значениям.
- Расчёт УДП.
- Проведение анализа.
- По найденному значению УДП определение принадлежности к одному из классов.
- В том случае, если невозможна однозначная отнесенность к какому-либо классу (пограничные значения), то проведение анализа по тестам Чена и Кимберли – Янга, как наиболее информативным.

Согласно приведенному алгоритму были проведены расчеты показателей, отражающих интегральный уровень дезадаптивности поведения, для выбранных респондентов. Анализ полученных результатов показал, что в семи случаях из двадцати алгоритм не дал однозначного вывода о принадлежности к определенному классу дезадаптивности, в том числе имела место ситуация, что испытуемые по тестам Чена и Кимберли – Янга, которые признаны определяющими, были отнесены к разным классам. В табл. 4 представлены данные вычислений для вышеописанных пограничных случаев.

Согласно проведенному анализу, предлагаемые методы обработки показывают практически одинаковые результаты, которые достаточно близки к тем оценкам, которые были даны экспертами. Все расхождения были в так называемых «пограничных» областях, поэтому необходимо дальнейшее исследование либо для более четкого разграничения классов, либо для выявления испытуемых, попадающих в данный интервал для повторного тестирования. Это может быть достигнуто корректировкой предложенного алгоритма

классификации путем наложения дополнительных пороговых условий на степень расхождения эмпирических результатов тестирования от ближайших по значениям «граничных» классов для принятия решений, к какому из классов следует отнести в таком случае испытуемого либо проведением отдельных исследований по разным видам контента. Также на втором этапе исследования предполагается анализ нейрокогнитивных данных испытуемых в процессе взаимодействия с интернет-пространством и их учет в определении деструктивности поведения интернет-пользователей.

В ходе проведенного исследования адаптивное (конструктивное) поведение при использовании интернета выявлено у 5% респондентов. Такие испытуемые используют интернет для достижения конкретной цели, т.е. результата. Это может быть поиск конкретной информации, контакты и взаимодействие с определенным человеком, организация работы какого-либо подразделения и т.д., при этом они контролируют время, проведенное в интернете, предпочитают обычное общение в реальном мире.

Условно адаптивное поведение было выявлено у 10% респондентов. Для этих респондентов характерен минимальный риск возникновения интернет-зависимого поведения, у них наблюдались незначительные проблемы, связанные с увлечением интернетом. Как правило, они проводят много времени в интернете для решения задач реальной жизни. У таких респондентов наблюдался средний уровень тревожности, низкий уровень социальной тревожности, низкий уровень психической напряженности, отсутствуют депрессивные симптомы и патологическая импульсивность.

Поведение, характеризующееся злоупотреблением интернетом, было выявлено у 15% респондентов. Такие респонденты имеют склонность возникновения интернет-зависимого поведения и проблемы, связанные с увлечением интернетом. Человек определяет самую подходящую для взаимодействия виртуальную реальность, он переносит в нее свою цель. Время сетевого общения резко возрастает. Увеличивается количество партнеров, интенсивность общения, темы для обсуждения в сети все больше удаляются от жизни в реальности. Общение в сети предпочитается обычному общению в реальном мире. Респонденты имеют средний или высокий уровень тревожности, средний или высокий уровень социальной тревожности.

Таблица 4

Сравнительные результаты отнесения испытуемых к классу дезадаптивности

	Эксперты	ИТ (геом)	П (геом)	П (арифм)
Испытуемый 2	1–2	1	1–2	1–2
Испытуемый 6	2–3	3	3	3
Испытуемый 13	3–4	4	4	4
Испытуемый 4	4	3	3	3
Испытуемый 19	5	4	4–5	5
Испытуемый 3	2	1–2	1–2	1–2
Испытуемый 15	3	3–4	3–4	3–4

Условно дезадаптивное поведение было выявлено у 20% респондентов. У них повышенная склонность возникновения интернет-зависимого поведения, проявляются отдельные выраженные элементы интернет-зависимого паттерна поведения. Очень низкий или высокий уровень тревожности, негенерализованная социальная тревожность, возникает в определенных ситуациях общения и взаимодействия, характеризуется состоянием эмоционального дискомфорта, страха, опасения и беспокойства в отношении определенных социальных ситуаций и оценок, даваемых другими людьми.

Зависимое, деструктивное поведение было выявлено у 15% респондентов. Характерен устойчивый паттерн интернет-зависимого поведения. Происходит наращивание дозы, при которой время, проведенное в интернете, с каждым разом увеличивается; изменение формы поведения – при которой интернет-активность начинает подменять формы реальной жизни; синдром отмены – при котором появляется ухудшение общего самочувствия вне интернет-активности. Выявлены высокая личностная тревожность, которая может быть связана с неудовлетворенностью реальной жизнью, с наличием невротического конфликта, эмоциональными срывами.

Оставшиеся 35% респондентов согласно рассматриваемому алгоритму отнести к одному из классов не представляется возможным.

Заключение

В данном исследовании была предложена методика отнесения пользователя на основе анализа его поведения в интернете к одному из заранее определенных классов. Методика включает оригинальный алгоритм отнесения деструктивности поведения пользователя к одному из пяти классов: адаптивное поведение, условно адаптивное поведение, злоупотребление Интернетом, условно дезадаптивное поведение и зависимое деструктивное поведение, на

основе расчета показателя, отражающего интегральный уровень дезадаптивности поведения испытуемых как линейной свертки значений результатов частных психологических методик с рассчитанными весовыми коэффициентами вклада каждой методики в анализ степени деструктивности поведения пользователей интернета. Методика в целом позволяет успешно классифицировать испытуемых по степени интернет-зависимости по результатам их тестирования.

Однако проведенная апробация методики выявила ее несовершенство, не позволившее получить однозначный результат в некоторых сложных пограничных случаях. Анализ полученных результатов показал необходимость проведения дальнейших исследований. Авторами предлагаются следующие пути совершенствования предложенной методики:

- корректировка предложенного алгоритма классификации путем наложения дополнительных пороговых условий на степень расхождения эмпирических результатов тестирования от ближайших по значениям «граничных» классов для принятия решений, к какому из классов следует отнести в таком случае испытуемого;

- проведение анализа с учетом разного вида интернет-контента и способов его предъявления испытуемым;

- повышение степени репрезентативности исследования за счет увеличения количества испытуемых в выборке и расширения ее половозрастного состава, а также включения в анализ такого фактора, как анализ нейрокогнитивных данных испытуемых.

Список литературы

1. Солдатова Г.В., Зотова Е.Ю., Чекалина А.И., Гостимская О.С. Пойманные одной сетью: социально-психологическое исследование представлений детей и взрослых об интернете / Под ред. Г.В. Солдатовой. М.: Фонд Развития Интернет, 2011. 176 с.
2. Davis S.A. A cognitive-behavioral model of pathological Internet use. Computers in Human Behavior. 2001. vol. 17. no. 2. P. 187–195.

3. Brand M., Young K.S., Laier C., Wöfling K., Potenza M.N. Integrating psychological and neurobiological considerations regarding the development and maintenance of specific Internet-use disorders: An Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution (I-PACE) model. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2016. P. 252–266.
4. Liu C.Y., Kuo F.Y. A study of Internet addiction through the lens of the interpersonal theory. *Cyberpsychology Behavior*. 2007. vol. 10(6). P. 799–804.
5. Путивцева Н.П., Пусная О.П., Игрунова С.В., Зайцева Т.В., Нестерова Е.В. Сравнительный анализ применения многокритериальных методов // Сетевой журнал «Научный результат». Серия «Информационные технологии». 2017. Т. 2. № 1 (1). С. 40–47.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.
7. Саати Т.Л. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосозаемых факторов // *Cloud Of Science*. 2016. Т. 3. № 2. С. 171–262.
8. Колбин В.В. Математические методы коллективного принятия решений. М.: Лань, 2015. 254 с.
9. Асадуллаев Р.Г., Тюха А.С. Разработка алгоритма гиперсегментации пользователей интернет-ресурса: научно-методический журнал *Academy*. Иваново: Проблемы науки, 2018. Т. 2. № 6 (33). С. 9–13.
10. Ломакин В.В., Лифиренко М.В., Путивцева Н.П., Асадуллаев Р.Г. Методика снижения числа парных сравнений при использовании метода анализа иерархий // *Информационные системы и технологии: научно-технический журнал*. 2018. № 6 (110). С. 83–88.