

С.А. ЖОЛОБОВ

**Обучение системы определения  
психофизических характеристик  
пользователя веб-ресурса**

УДК 004.58

Муромский институт  
(филиал) ФГБОУ ВПО  
"Владимирский  
государственный  
университет имени  
А.Г. и Н.Г. Столетовых",  
г. Муром.

*В статье представлен процесс обучения искусственной нейронной сети. Описаны основные проблемы и способы их решения. Проанализированы результаты обучения. Проверена корректность работы системы на реальных данных.*

Используя описанную в предыдущих исследованиях концепцию [1-4] можно перейти к непосредственному обучению искусственной нейронной сети для определения психофизических характеристик пользователя веб-ресурса.

Опишем входы и выходы сети:

Таблица 1

**Основные входные данные**

$R_t$	Результат тестирования
$CS_{ca}$	Общее количество правильных ответов
$CS_{ga}$	Общее количество данных ответов
$TS_B$	Общее время тестирования
$TS_r$	Общее время чтения вопросов
$TS_c$	Общее время выбора вариантов
$TS_{ck}$	Общее время проверки ответов
$T_s$	Среднее время, потраченное на вопрос
$T_r$	Среднее время чтения вопроса
$T_b$	Среднее время выбора варианта
$T_{ck}$	Среднее время проверки вопроса
$C_c$	Среднее количество переходов к вопросу

$C_{ck}$	Среднее количество выборов вариантов
$C_s$	Среднее количество фиксаций ответа
$C_{sk}$	Среднее количество пропущенных вопросов
$P_{fc}$	Первый выбранный вариант – правильный
$P_{cc}$	Был выбран правильный вариант
$P_{lc}$	Последний выбранный вариант – правильный
$P_{sc}$	Последний зафиксированный вариант - правильный

Определим выходы сети, которые будут являться эмоциональными состояниями.

Таблица 2

### Основные выходные данные

$S_p$	Растерянность
$S_i$	Напряжённость
$S_c$	Добросовестность
$S_e$	Образованность
$S_a$	Внимательность

В действительности, каждый из выходных параметров представляет собой совокупность психофизических характеристик. Изначально было выделено 55 характеристик, которые возможно выделить у пользователя Интернет ресурса. Далее эти характеристики были разбиты на группы по степени похожести. В итоге, получилось 5 наиболее разных по значению групп. Для каждой группы была выбрана одна характеристика, отражающая сущность группы [5].

Таблица 3

### Психофизические характеристики пользователя

Растерянность	Безразличие, Равнодушие, Растерянность, Зацикленность, Медлительность, Меланхоличность
Напряжённость	Бездумность, Беспорядочность, Поспешность, Торопливость, Расторопность, Взволнованность, Напряженность
Добросовестность	Последовательность, Постепенность, Размеренность, Систематичность, Педантичность, Перфекционизм, Добросовестность, Старательность, Ответственность, Рассудительность
Образованность	Корректность, Точность, Четкость, Эффективность, Безупречность, Интеллектуальность, Квалифицированность,

	Образованность, Сообразительность
Внимательность	Настойчивость, Упорство, Терпеливость, Усидчивость, Бдительность, Внимательность, Вдумчивость

Использование слоя Кохонена, для обучения сети предполагает, что веса синапсов будут заданы произвольными, близкими к нулю значениями, но данный подход будет некорректно работать по двум причинам:

1. малые значения негативно передают контраст данных, который необходим для определения доминирующего нейрона;
2. невозможно точно определить, какой из нейронов выходного слоя соответствует реальному выходу системы;

Первую проблему можно исправить, изменив диапазон генерируемых значений на  $[-1, 1]$ .

Для решения второй проблемы необходимо провести несколько экспериментов, чтобы удостовериться, что сеть независимо от входных данных приходит к одинаковому результату:

1. в первом эксперименте установим вес каждого синапса вручную, исходя из личных выводов относительно влияния входного фактора на конкретное эмоциональное состояние;
2. во втором эксперименте из общего массива тестирований, выберем для каждого эмоционального состояния **одно тестирование**, наиболее ярко представляющее конкретное эмоциональное состояние;
3. в третьем эксперименте из общего массива тестирований, выберем для каждого эмоционального состояния **все тестирования**, и возьмём их средние значение.

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_e$	$S_a$
$R_t$	-1	-0,5	0,5	1	0,5
$CS_{ca}$	-1	-0,5	0,5	1	0,5
$CS_{ga}$	0	0,5	0,5	0,5	0,5
$TS_a$	-1	1	0,5	-0,5	0,5
$TS_r$	-1	1	-0,5	-0,5	0,5
$TS_c$	0,5	-0,5	1	-0,5	-0,5
$TS_{ck}$	0,5	-0,5	1	0,5	-0,5
$T_s$	-1	0,5	-0,5	-0,5	0,5
$T_r$	-1	0,5	-0,5	-0,5	0,5
$T_c$	0,5	-0,5	1	-0,5	-0,5
$T_{ck}$	0,5	-0,5	1	-0,5	-0,5
$C_e$	-1	0,5	-0,5	0,5	0,5
$C_{ck}$	-0,5	0,5	0,5	0,5	0
$C_s$	-1	0,5	0,5	0,5	0,5
$C_{sk}$	1	0,5	-0,5	-0,5	-0,5
$P_{ft}$	-0,5	-0,5	0,5	1	0,5
$P_{cc}$	-0,5	-0,5	0,5	1	0,5
$P_{tc}$	-0,5	-0,5	0,5	1	0,5
$P_{sc}$	-0,5	-0,5	0,5	1	0,5

Исходный массив весов №1

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_e$	$S_a$
$R_t$	-0,52	0,11	0,26	0,12	0,26
$CS_{ca}$	-0,52	0,11	0,26	0,12	0,26
$CS_{ga}$	-0,56	0,15	0,27	0,13	0,22
$TS_a$	-0,58	0,21	0,29	0,07	0,25
$TS_r$	-0,56	0,23	-0,12	0,09	0,26
$TS_c$	-0,07	-0,04	0,73	-0,05	-0,14
$TS_{ck}$	-0,20	0,02	0,66	0,02	-0,09
$T_s$	-0,58	0,21	0,03	0,06	0,25
$T_r$	-0,59	0,23	-0,07	0,08	0,27
$T_c$	-0,09	-0,03	0,74	-0,05	-0,13
$T_{ck}$	-0,09	-0,02	0,68	-0,03	-0,11
$C_e$	-0,30	0,03	0,37	0,06	0,01
$C_{ck}$	-0,41	0,09	-0,07	0,10	0,16
$C_s$	-0,51	0,12	0,24	0,12	0,20
$C_{sk}$	0,60	-0,15	-0,21	-0,13	-0,23
$P_{ft}$	-0,36	0,07	0,23	0,08	0,21
$P_{cc}$	-0,29	0,05	0,25	0,07	0,20
$P_{tc}$	-0,33	0,07	0,23	0,08	0,22
$P_{sc}$	-0,33	0,07	0,23	0,07	0,22

Результирующий массив весов №1

После тысячи эпох обучения, когда веса зафиксировались с заданной точностью, можно заметить, что сеть существенно изменила веса некоторых нейронов. Можно сделать вывод, что начальное состояние сети влияет только на определение доминирующего нейрона выходного слоя в начале обучения.

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_g$	$S_a$
$R_t$	-0,58	-0,05	-0,05	0,42	0,24
$CS_{ca}$	-0,58	-0,05	-0,05	0,42	0,24
$CS_{ga}$	-0,85	0,15	0,15	0,15	0,15
$TS_g$	-0,6	0,39	0,4	-0,23	0,14
$TS_r$	-0,56	0,37	0,41	-0,22	0,19
$TS_c$	-0,19	0,37	0,11	-0,19	-0,19
$TS_{ck}$	-0,3	0,22	0,08	-0,03	-0,05
$T_s$	-0,6	0,3	0,4	-0,3	0,13
$T_r$	-0,59	0,33	0,38	-0,27	0,19
$T_c$	-0,18	0,38	0,09	-0,18	-0,18
$T_{ck}$	-0,15	0,15	-0,1	-0,1	-0,17
$C_t$	-0,6	0,4	0,03	0,03	0,03
$C_{ck}$	-0,57	0,18	0,09	-0,03	-0,03
$C_s$	-0,71	0,29	0,1	0,1	0,1
$C_{sk}$	0,8	0,05	-0,2	-0,2	-0,2
$P_{fc}$	-0,35	0,05	-0,14	0,42	0,23
$P_{cc}$	-0,42	-0,02	-0,15	0,35	0,16
$P_{tc}$	-0,36	-0,1	-0,1	0,37	0,19
$P_{sc}$	-0,36	-0,1	-0,1	0,37	0,19

Исходный массив весов №2

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_g$	$S_a$
$R_t$	-0,50	0,13	0,03	0,26	0,25
$CS_{ca}$	-0,50	0,13	0,03	0,26	0,25
$CS_{ga}$	-0,45	0,15	0,15	0,15	0,15
$TS_g$	-0,54	0,20	0,25	0,04	0,23
$TS_r$	-0,52	0,16	0,28	0,05	0,27
$TS_c$	-0,10	0,40	-0,10	-0,12	-0,12
$TS_{ck}$	-0,21	0,26	0,04	0,05	-0,11
$T_s$	-0,55	0,23	0,28	0,00	0,25
$T_r$	-0,57	0,19	0,28	0,03	0,31
$T_c$	-0,13	0,41	-0,10	-0,11	-0,10
$T_{ck}$	-0,11	0,27	-0,02	0,02	-0,19
$C_t$	-0,17	0,17	0,01	-0,02	0,04
$C_{ck}$	-0,26	0,15	0,05	0,04	0,13
$C_s$	-0,35	0,14	0,10	0,10	0,16
$C_{sk}$	0,45	-0,08	-0,18	-0,19	-0,12
$P_{fc}$	-0,39	0,11	-0,02	0,25	0,15
$P_{cc}$	-0,32	0,11	-0,07	0,19	0,18
$P_{tc}$	-0,37	0,09	-0,02	0,22	0,20
$P_{sc}$	-0,37	0,08	-0,02	0,21	0,20

Результирующий массив весов №2

Вывод, который можно сделать после текущего обучения – результирующий массив имеет схожий цветовой градиент и значения с результирующим массивом из первого обучения.

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_e$	$S_a$
$R_t$	-0,25	-0,11	0,16	0,28	0,24
$CS_{ca}$	-0,25	-0,11	0,16	0,28	0,24
$CS_{ga}$	-0,17	-0,02	0,15	0,15	0,15
$TS_e$	-0,17	-0,03	0,12	0,09	0,16
$TS_r$	-0,15	-0,03	0,13	0,11	0,16
$TS_c$	-0,05	0,05	0,00	-0,11	0,01
$TS_{ck}$	-0,08	0,06	0,05	0,02	0,06
$T_s$	-0,17	-0,02	0,13	0,08	0,17
$T_r$	-0,18	-0,05	0,14	0,11	0,18
$T_c$	-0,06	0,04	0,02	-0,09	0,03
$T_{ck}$	-0,05	0,09	0,03	-0,02	0,04
$C_t$	-0,08	0,01	0,08	0,06	0,08
$C_{ck}$	-0,12	0,03	0,05	0,00	0,04
$C_s$	-0,12	-0,01	0,11	0,11	0,11
$C_{sk}$	0,18	0,04	-0,16	-0,16	-0,15
$P_{fc}$	-0,17	-0,10	0,10	0,23	0,18
$P_{cc}$	-0,19	-0,09	0,09	0,21	0,17
$P_{tc}$	-0,20	-0,11	0,11	0,24	0,20
$P_{sc}$	-0,20	-0,11	0,11	0,23	0,19

Исходный массив весов №3

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_e$	$S_a$
$R_t$	-0,49	0,08	0,07	0,30	0,26
$CS_{ca}$	-0,49	0,08	0,07	0,30	0,26
$CS_{ga}$	-0,45	0,15	0,15	0,15	0,15
$TS_e$	-0,53	0,28	0,15	0,05	0,22
$TS_r$	-0,52	0,25	0,16	0,07	0,24
$TS_c$	-0,10	0,31	-0,10	-0,16	0,06
$TS_{ck}$	-0,21	0,24	0,08	0,00	-0,07
$T_s$	-0,54	0,30	0,15	0,03	0,25
$T_r$	-0,56	0,26	0,16	0,06	0,29
$T_c$	-0,12	0,32	-0,10	-0,14	0,09
$T_{ck}$	-0,11	0,22	0,09	-0,08	-0,12
$C_t$	-0,17	0,16	0,00	-0,01	0,05
$C_{ck}$	-0,25	0,14	0,06	0,05	0,11
$C_s$	-0,35	0,13	0,10	0,11	0,14
$C_{sk}$	0,45	-0,09	-0,17	-0,18	-0,13
$P_{fc}$	-0,38	0,04	0,06	0,26	0,15
$P_{cc}$	-0,31	0,04	0,00	0,22	0,19
$P_{tc}$	-0,36	0,03	0,02	0,25	0,21
$P_{sc}$	-0,36	0,02	0,02	0,25	0,20

Результирующий массив весов №3

Исходный массив весов, хоть и имел существенные различия с первым и вторым обучениями, зафиксировался со значениями, схожими с предыдущими обучениями. Далее представлены таблицы разницы результирующего массива из последнего обучения, с предыдущими итерациями:

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_e$	$S_a$
$R_t$	-0,03	0,04	0,19	-0,18	0,00
$CS_{ca}$	-0,03	0,04	0,19	-0,18	0,00
$CS_{ga}$	-0,11	0,00	0,12	-0,02	0,07
$TS_e$	-0,05	-0,07	0,14	0,02	0,03
$TS_r$	-0,04	-0,02	-0,27	0,02	0,02
$TS_c$	0,03	-0,36	0,83	0,11	-0,20
$TS_{ck}$	0,01	-0,22	0,58	0,02	-0,02
$T_s$	-0,04	-0,10	-0,12	0,04	0,00
$T_r$	-0,03	-0,03	-0,23	0,02	-0,02
$T_c$	0,04	-0,36	0,84	0,10	-0,21
$T_{ck}$	0,01	-0,24	0,59	0,04	0,01
$C_t$	-0,13	-0,13	0,37	0,07	-0,04
$C_{ck}$	-0,15	-0,05	-0,14	0,05	0,06
$C_s$	-0,16	-0,01	0,14	0,01	0,06
$C_{sk}$	0,16	-0,06	-0,03	0,05	-0,10
$P_{fc}$	0,03	0,03	0,18	-0,18	0,07
$P_{cc}$	0,02	0,01	0,25	-0,15	0,01
$P_{tc}$	0,03	0,03	0,21	-0,17	0,01
$P_{sc}$	0,03	0,04	0,21	-0,18	0,01

Разница результирующих массивов №1 и №3

	$S_p$	$S_i$	$S_c$	$S_e$	$S_a$
$R_t$	0,00	0,06	-0,05	-0,04	0,00
$CS_{ca}$	0,00	0,06	-0,05	-0,04	0,00
$CS_{ga}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$TS_e$	-0,01	-0,08	0,11	-0,01	0,01
$TS_r$	-0,01	-0,09	0,12	-0,02	0,03
$TS_c$	0,00	0,09	0,00	0,03	-0,18
$TS_{ck}$	0,00	0,02	-0,04	0,06	-0,04
$T_s$	-0,01	-0,07	0,13	-0,03	0,00
$T_r$	-0,01	-0,07	0,11	-0,03	0,01
$T_c$	0,00	0,09	0,00	0,03	-0,18
$T_{ck}$	0,00	0,05	-0,11	0,09	-0,07
$C_t$	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,01
$C_{ck}$	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,03
$C_s$	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,02
$C_{sk}$	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,01
$P_{fc}$	0,00	0,07	-0,07	-0,02	0,01
$P_{cc}$	0,00	0,07	-0,07	-0,03	-0,01
$P_{tc}$	0,00	0,06	-0,05	-0,03	-0,01
$P_{sc}$	0,00	0,06	-0,05	-0,04	0,00

Разница результирующих массивов №2 и №3

Вывод, который можно сделать после трёх итераций обучения – весовые коэффициенты, взятые из реальных данных, приводят к более стабильному результату, чем коэффициенты, указанные вручную. Далее представим каждую выходную психофизическую характеристику в виде графика, и попробуем проанализировать корректность обучения.

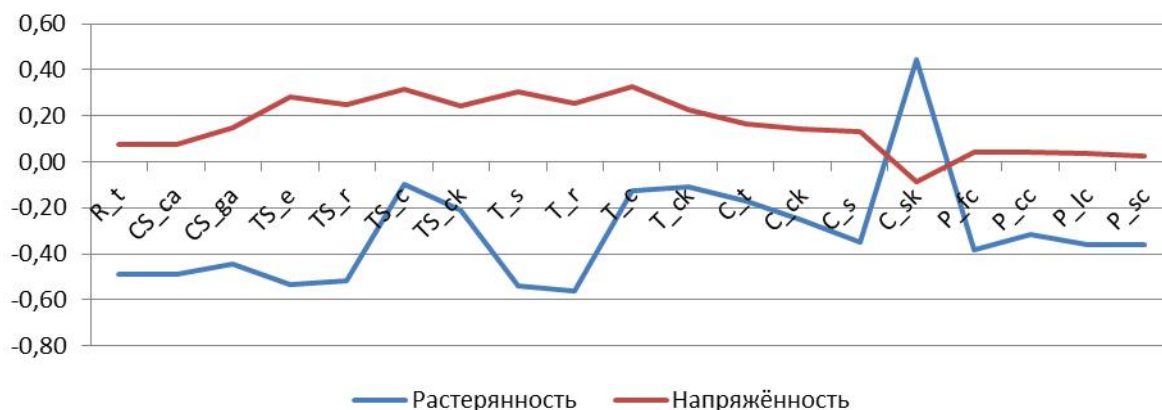


Рис. 1. Растерянность и напряжённость.

Чтобы прочесть и понять эти графики необходимо знать следующие детали:

- чем больше значение параметра относительно нуля, тем сильнее его влияние на психофизическую характеристику (**зависимость прямая**);
- чем меньше значение параметра относительно нуля, тем сильнее его влияние на психофизическую характеристику (**зависимость обратная**);
- если значение параметра близко к нулю, то значимость этого параметра минимальна.

Проанализировав график напряжённости, можно сделать вывод, что основным параметром является затраченное время на базовые операции (чтение вопроса, выбор ответа, проверка вопроса). Влияние результата тестирования и выбора правильного ответа на напряжённость - минимально.

Проанализировав график растерянности, становится понятно, что основными параметрами, влияющими на результирующее состояние, являются: результат тестирования; время чтения вопроса; общее время, потраченное на вопрос; правильность выбора ответов; количество пропущенных вопросов.



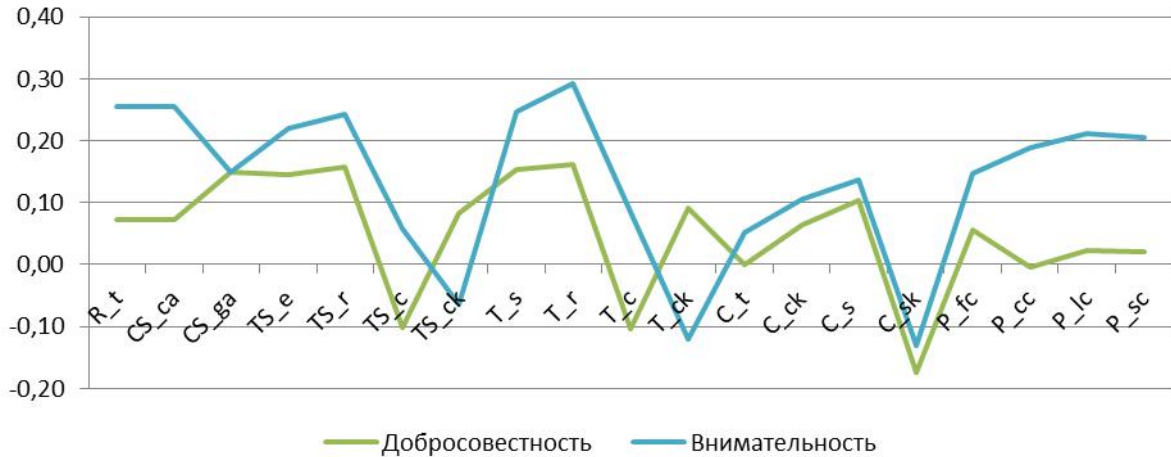


Рис. 2. Добросовестность и внимательность.

Добросовестность и внимательность отличаются выдержкой и вниманием к деталям. Внимательность пользователя в основном зависит от результата тестирования, времени чтения вопроса, и правильности выбранных ответов. В отличие от растерянности, зависимость между параметрами – прямая.

Добросовестность в дополнение к внимательности учитывает время проверки вопроса, но менее зависима от правильности выбранных ответов. Оба показателя имеют обратную зависимость от количества пропущенных вопросов.

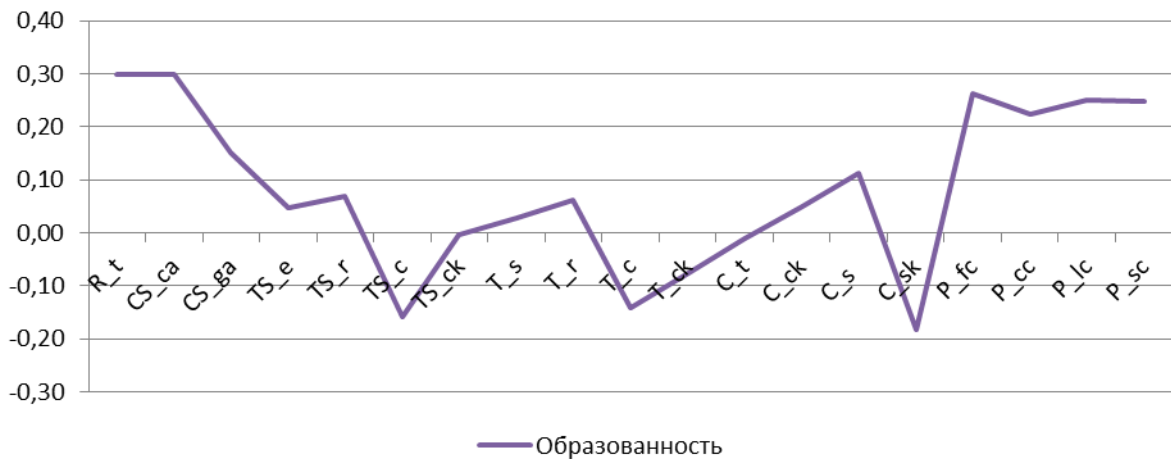


Рис. 3. Образованность.

Предсказуемо, образованность пользователя зависит от результата тестирования и правильности выбранных вопросов. Предполагается, что образованный пользователь тратит на вопрос меньше времени, действуя рефлексивно.

Ниже представлены несколько изображений работы системы после окончания обучения нейронной сети:

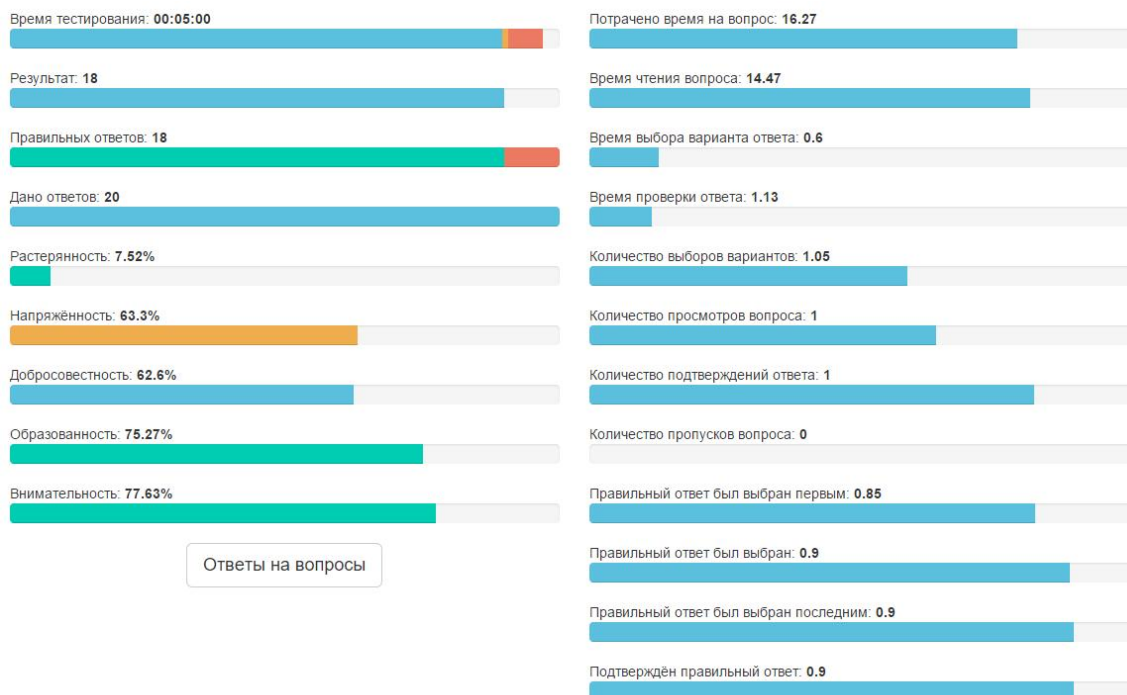


Рис. 4. Смешанное эмоциональное состояние

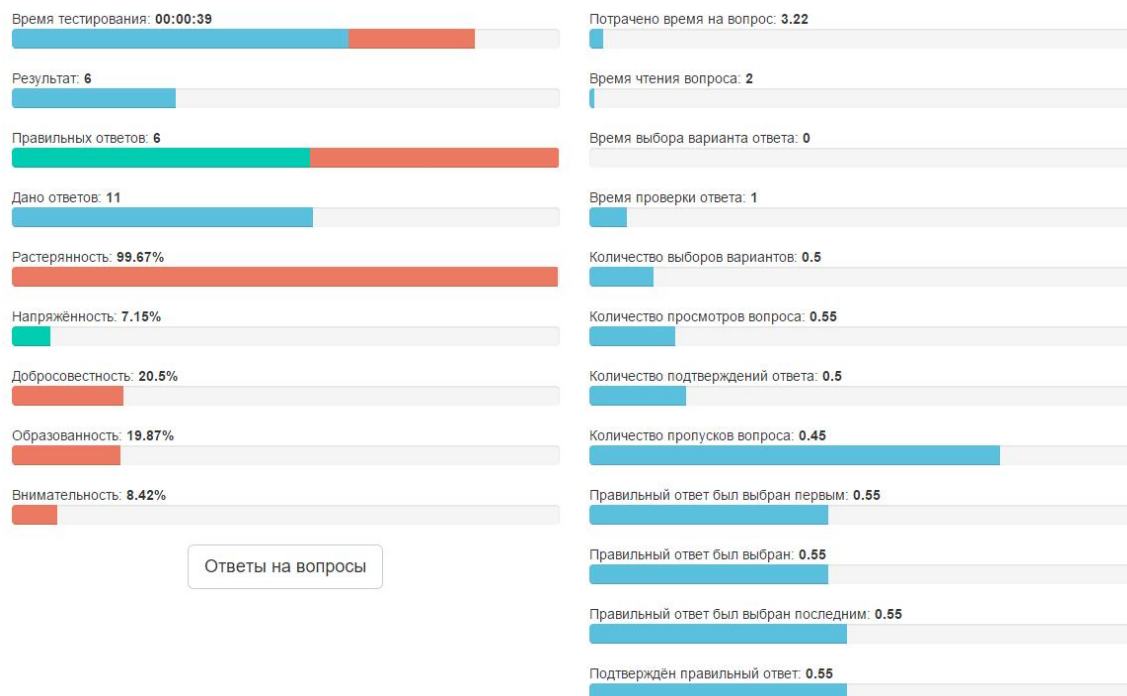


Рис. 5. Состояние эмоциональной напряжённости

Подводя итоги, можно сделать вывод, что Интернет хоть и является местом, где пользователь скрыт за экраном монитора, но анализ его действий поможет лучше понять его эмоциональное состояние и сделать контент более эмоционально ориентированным.

### Литература

1. Жолобов С.А. Концепция системы определения психофизических характеристик пользователя веб-ресурса // Алгоритмы, методы и системы обработки данных [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал /под ред. С.С. Садыхова, Д.Е. Андрианова; web-мастер А.В. Булаев.- Вып. 4(29).- Электрон. журн. (Ресурс переменной длины).- Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2014. - Систем. требования: ПК; Internet Explorer или аналог; Adobe Reader или аналог.- Режим доступа: <http://amisod.ru>, свободный. - Загл. с экрана.
2. Андрианов Д.Е. Математическая модель определения эмоционального состояния / Андрианов Д.Е., Ширабакина Т.А., Жолобов С. А. // Известия юго-западного государственного университета. 2012. №2 Часть 3. С.75-78
3. Жолобов С.А. Определение эмоционального состояния пользователей информационных систем на основе нейросетевого подхода // Системы управления и информационные технологии. 2013. № 4(54). С. 31-35
4. Макаров А.В. Концептуальные основы проектирования информационно-образовательной среды непрерывного физического образования / Макаров А.В., Ан А.Ф. // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6; URL: [www.science-education.ru/100-5211](http://www.science-education.ru/100-5211)
5. Качества личности // Качества личности от А до Я [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://podskazki.info>, свободный. – Загл. С экрана. <http://podskazki.info/kachestva-lichnosti/>

E-MAIL: SERGEY@F5F5.RU