

**Илья Александрович Алексеев,  
Алина Александровна Вебер,  
Александр Алексеевич Копорулин**  
г. Шадринск

### **Применение метода проектов при обучении разработке приложения для альтернативной коммуникации лиц с тяжелыми нарушениями речи**

В данной статье представлен процесс применения методов проекта при разработке программного приложения Pic2Speech, основанного на технологиях нейронных сетей для организации альтернативных способов коммуникации лиц с тяжелыми формами речевых патологий. Описаны этапы разработки системы и ее возможности использования в практической деятельности. Данное приложение было разработано на базе ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет» в рамках деятельности научной лаборатории «Технологии диагностики и коррекции психоречевого развития ребенка».

**Ключевые слова:** логопедия, лица с речевыми нарушениями, альтернативная коммуникация, нейронные сети, лица с ограниченными возможностями здоровья, методы проекта, язык программирования.

**Ilya Alexandrovich Alekseev,  
Alina Alexandrovna Veber,  
Alexander Alekseevich Koporulin**  
Shadrinsk

### **Project method in teaching the application development for alternative communication of persons with severe speech disorders**

This article presents the process of applying the project methods in the Pic2Speech software application development based on neural network technologies for organizing alternative ways of communication for people with severe speech pathologies. The authors describe the stages of the system development and its possibilities in practice. This application was developed on the basis of the scientific laboratory “Technologies for diagnosing and correcting a child's psychoverbal development” at Shadrinsk State Pedagogical University.

**Keywords:** speech therapy, persons with speech disorders, alternative communication, neural networks, persons with disabilities, project methods, programming language.

На современном этапе развития государства и общества, можно констатировать наличие все больше набирающего актуальность запроса социальной, производственной и экономической сфер к современной системе профессионального образования на подготовку специалистов, обладающих не только высоким уровнем сформированности профессиональных компетенций, но и способных активно и эффективно участвовать в разработке коллективных прикладных и научных проектов в рамках своей профессиональной деятельности. Одним из ключевых методов подготовки таких специалистов является проектный метод, в основу которого заложено междисциплинарное взаимодействие обучаемых в процессе разработки продукта, востребованного на современном рынке.

Технологию применения метода проектов в отечественной педагогике разработала Е.С. Полат, которая определяет его, как «...способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы (технологии), которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом» Научно-теоретическую и практическую базу метода проектов составили работы таких учёных, как И.Е. Брусникина, Т.А. Воронина, А.У. Зеленко, Е.С. Полат, А.И. Савенков, С.Т. Шацкий, Л.К. Шлегер и др. [4; С.66].

Язык и коммуникация – это основа социального взаимодействия. Основным средством для коммуникации является речь. Общение – это понятие гораздо более широкое, чем просто устная речь. Это сложный многоплановый процесс установления и развития контактов между людьми, порождаемых потребностями совместной деятельности и включающий в себя обмен информацией, выработку стратегий взаимодействия, восприятие и понимание другого человека. Людям, с тяжелыми формами речевых патологий, не владеющие вербальной речью, бывает очень тяжело вступить в общение с другим человеком и донести до него определенную информацию. У людей, с речевыми патологиями, наблюдается: ограниченный пассивный словарь; отсутствие или недостаточная мотивация к речевой деятельности, в частности и коммуникации; неумение осуществлять речевое взаимодействие [1,5].

Все выше перечисленное, ограничивают процесс общения, затрудняют расширение их социальных контактов. Окружающие обращаются к ним тогда, когда имеют для этого желание, причину или время. Недопонимание со стороны окружающих, неспособность донести до другого человека свои желания ведут к проявлениям нежелательного поведения. Постепенно, такой человек может стать агрессивным от того, что он ли-

шен права выбора, что его не понимают, и не хотят услышать то, что он хочет донести до окружающих.

На помощь, для организации общения людей с тяжелыми речевыми нарушениями, приходят средства альтернативной коммуникации (жесты; письмо; предметные символы; графические знаки, включающие себя символы-изображения и т.д.). Альтернативная коммуникация помогает создать работающие системы коммуникации, развивать навык самостоятельно доносить до собеседника нужную информацию, умение выражать мысли с помощью символов и жестов. Системы альтернативной и дополнительной коммуникации помогают в перспективе неговорящим людям перейти на речевое общение. Необходимость разработки такого приложения обоснована потребностью лиц, лишенных возможности полноценной коммуникации в альтернативных способах перевода информации в электронный вид для дальнейшего ее использования с целью общения или профессиональной деятельности посредством новых информационных технологий [1,2,5].

В целях успешной коммерциализации результатов проектной деятельности в современных условиях целесообразно использовать систему

грантовой поддержки научных и прикладных проектов в образовании. Так, например, в рамках взаимодействия вузов-партнеров Шадринского государственного педагогического университета (ШГПУ) и Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (ЮурГГПУ) был разработан проект нейросетевого мобильного приложения для организации альтернативных способов коммуникации лиц с тяжелыми нарушениями речевого общения в результате патологий эмоционально-волевой сферы, интеллекта, речевого и опорно-двигательного аппаратов. Приложение получило название «Pic2Speech» – это система альтернативной коммуникации для распознавания картинок и перевода их в текст или голос на основе нейронных сетей и искусственного интеллекта [3,6].

Для работы с программой пользователю необходимо иметь набор распечатанных карточек из набора «PECS». В настоящее время осуществляется расширение спектра распознаваемых пиктограмм и совершенствование алгоритмов работы программы. Экспериментально, программа работает со следующими пиктограммами из набора «PECS» (Рис.1).

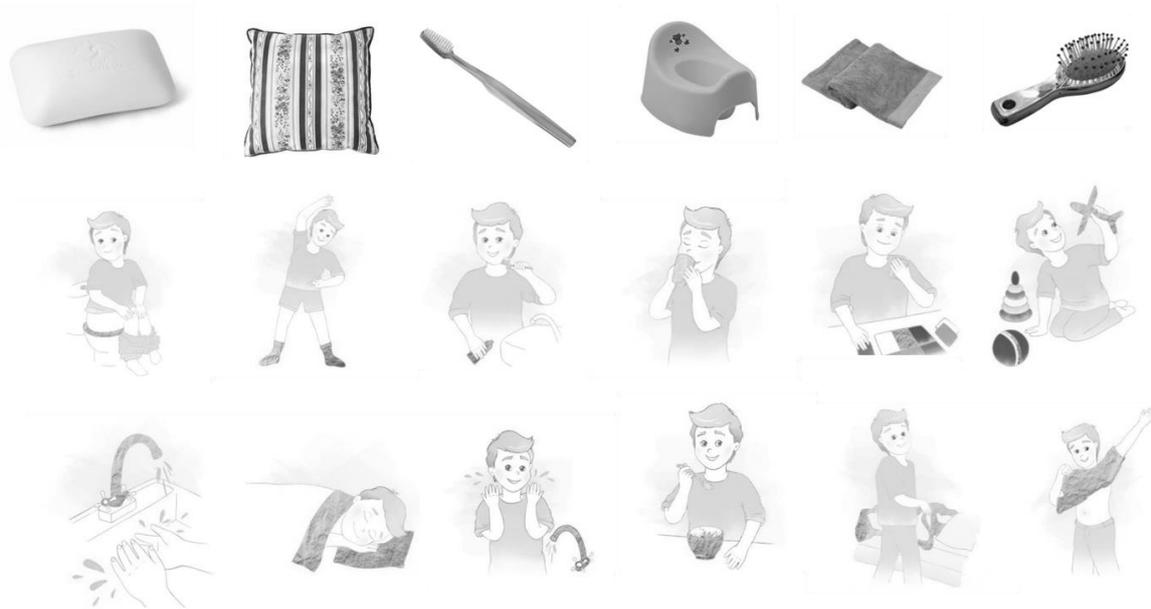


Рис. 1. Картинки для альтернативной коммуникации из набора «PECS»

Пользователь размещает карточку с изображением непосредственно перед веб-камерой и ожидает, когда в текстовом поле отобразится название предмета или действия, изображенного на картинке. После этого, пользуясь простым интерфейсом программы, пользователь может получить озвученное название данного изображения, сохранить его на компьютере или скопировать текстовое описание картинке. Продемонстрировав серию картинок, пользователь получает серию озвученных или написанных слов, отражающих смысл высказывания, которые можно использо-

вать в качестве звукового или текстового сообщения. Далее, полученный материал пользователь может использовать по своему усмотрению в целях осуществления коммуникации.

Система разработана и развернута на базе сайта [vmesteproshe.ru](http://vmesteproshe.ru), для быстрой интеграции в сеть интернет и использовании готовых стилей и разработки красивого пользовательского интерфейса. Для разработки основной части использовался язык программирования PHP в связке с HTML и JS. Данный язык предназначен для разра-

ботки веб-приложений, но и позволяет выполнять некоторые системные функции [6].

Пользовательский интерфейс рабочего поля разбит на 3 колонки.

Трансляция с web камеры.

Текстовое поле для ввода текста или вставки текста по распознанной картинке.

```
const flip = true;
webcam = new tmImage.Webcam(300, 300, flip);
await webcam.setup();
await webcam.play();
window.requestAnimationFrame(loop);
document.getElementById("webcam-container").appendChild(webcam.canvas);
```

Рис. 2. Инициализация блока работы с веб-камерой, добавление объекта в блок HTML

Далее происходит запуск циклической функции, которая обновляет полученные изображения с камеры и отправляет их на распознавание изобра-

Управляющие компоненты.

Перед началом работы происходит инициализация блока работы с веб-камерой, в инициализации указывается размер окна трансляции в пикселах, и добавление объекта в блок HTML. Представлено на рисунке 2.

жений, т.е. происходит вызов функции predict (Рис.3).

Перед тем как работать с веб-камерой необходимо подключить нейросеть с данными (Рис.4).

```
async function loop() {
  webcam.update();
  await predict();
  window.requestAnimationFrame(loop);
}
```

Рис. 3. Вызов функции predict

```
const modelURL = URL + "model.json";
const metadataURL = URL + "metadata.json";
model = await tmImage.load(modelURL, metadataURL);
maxPredictions = model.getTotalClasses();
```

Рис.4. Подключение нейросети к данным

Нейросеть разрабатывалась с помощью сервиса TeachableMachine, в который загружались необходимые изображения под разными углами и с разной дальностью от камеры для возможности распознавания. После загрузки всех изображений происходит обучение нейросети, и на выходе мы получаем файл bin содержащий все данные об изображениях.

Функция predict записывает в массив prediction данные о том, на что похоже полученное изображение. Далее происходит проверка данных в цикле и если у какого-либо варианта изображения схожесть с данными нейросети равна 100 процентов, то происходит запись в текстовое поле об изображении на картинке. При этом, происходит проверка на то, что перед камерой не фон, и не тоже самое изображение, во избежание повторений (Рис.5).

```
async function predict() {
  const prediction = await model.predict(webcam.canvas);
  for (let i = 0; i < maxPredictions; i++) {
    if ((prediction[i].probability.toFixed(2) === "1.00") && (prediction[i].className !== 'Фон')
    && (prediction[i].className !== endClassName)) {
      endClassName = prediction[i].className;
      document.getElementById('text_for_speech').value =
        document.getElementById('text_for_speech').value + " " + prediction[i].className;
    }
  }
}
```

Рис.5. Функция predict записывает в массив prediction данные

Когда текстовое поле заполнено перед пользователем стоит выбор:

- 1) Очистить поле.
- 2) Копировать полученный текст.
- 3) Услышать озвучку текста.
- 4) Скачать озвучку текста.

Кнопка очистить, удаляет весь введенный текст в текстовом поле и сбрасывает настройки последнего изображения (Рис.6).

Кнопка копировать, выделяет весь текст в текстовом поле и помещает его в буфер обмена, т.е. дальше уже можно выполнять вставку текста в удобное для пользователя место (Рис.7).

```
<button class="btn btn-danger" style="width: 100%;"  
    onclick="document.getElementById('text_for_speech').value=''; endClassName=''; ">Очистить  
</button>
```

Рис.6. Процесс удаления текста

```
<button class="btn btn-info" style="..."  
    onclick="document.getElementById('text_for_speech').select(); document.execCommand('copy');">  
    Копировать  
</button>
```

Рис.7. Процесс копирования текста

Кнопка озвучить, озвучивает текст в браузере. Для озвучки текста используется YandexSpeechKit, что позволяет выполнять озвучивание текста мощностями серверов Yandex, и, помимо этого, нейросеть определяет интонацию и плавность звучания. Нажатие на кнопку вызывает функцию playSpeech(), функция с помощью post-запроса отправляет текст из текстового поля в файл для обра-

ботки curl.php, дожидается ответа, и озвучивает текст. Ответом для функции является ссылка на аудиофайл, который необходимо воспроизвести (Рис.8).

В файле curl.php первым делом генерируется случайное имя будущего файла с озвучкой. Сгенерированное имя помещается в переменную \$name (Рис.9).

```
function playSpeech() {  
    let text = document.getElementById('text_for_speech').value;  
  
    $.ajax({  
        type: "POST",  
        url: "curl.php",  
        data: {  
            text: text  
        }  
    }).done(function (result) {  
        var audio = new Audio(); // Создаём новый элемент Audio  
        audio.src = result; // Указываем путь к звуку "клика"  
        audio.autoplay = true;  
    });  
}
```

Рис.8. Озвучка текста

```
function generateName($length = 8) {  
    $chars = 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ0123456789';  
    $count = mb_strlen($chars);  
  
    for ($i = 0, $result = ''; $i < $length; $i++) {  
        $index = rand(0, $count - 1);  
        $result .= mb_substr($chars, $index, length: 1);  
    }  
  
    return $result;  
}  
  
$name = generateName();
```

Рис.9. Помещение сгенерированного имени в переменную \$name

Далее необходимо получить токен для работы с apiYandexSpeechKit, но перед этим необходимо зарегистрировать аккаунт на cloud.yandex.ru. Действие выданного токена составляет около 12 часов, однако Yandex рекомендует обновлять его каждый час. Для этого удобно использовать утилиту у сна Linux командой `usiamcreate-token` с помощью `crontab` получать токен каждый час.

Помимо токена необходимо указать `folderId`, он генерируется один раз, поэтому обновление не

требуется. Так же указывается ссылка на необходимое api, в текущем случае это озвучивание текста. И происходит проверка на наличие текста в текстовом поле (см. рис.10).

Теперь формируем заголовки и сам `post`-запрос для отправки на сервер яндекса (рис.11).

Если при отправке запроса и получение ответа возникли ошибки, сообщаем об этом, если нет, то записываем полученные голосовые данные в файл и возвращаем имя файла (см. рис.12).

```
const FORMAT_PCM = "lpcm";
const FORMAT_OPUS = "oggopus";
const FORMAT_MP3 = "mp3";

$token=$(file_get_contents( filename: " ", offset: 0, length: -1));
$folderId = "b1gmfsosjurum6gjt6i0"; # Идентификатор каталога
$url = "https://tts.api.cloud.yandex.net/speech/v1/tts:synthesize";
if(!isset($_POST['text'])) $_POST['text'] = "Введите текст";
if($_POST['text']=='') $_POST['text'] = "Введите текст";
```

Рис.10. Получение токена для работы

```
$post = "text=" . urlencode($_POST['text']) .
"&lang=ru-Ru&folderId=${folderId}&sampleRateHertz=48000&format=" . FORMAT_MP3;
$headers = ['Authorization: Bearer ' . $token];
$ch = curl_init();
curl_setopt($ch, option: CURLOPT_AUTOREFERER, value: TRUE);
curl_setopt($ch, option: CURLOPT_RETURNTRANSFER, value: 1);
curl_setopt($ch, option: CURLOPT_URL, $url);
curl_setopt($ch, option: CURLOPT_FOLLOWLOCATION, value: TRUE);
curl_setopt($ch, option: CURLOPT_HEADER, value: false);
if ($post !== false) {
    curl_setopt($ch, option: CURLOPT_POST, value: 1);
    curl_setopt($ch, option: CURLOPT_POSTFIELDS, $post);
}
curl_setopt($ch, option: CURLOPT_HTTPHEADER, $headers);
$response = curl_exec($ch);
```

Рис.11. Формировка заголовка и `post`-запроса

```
if (curl_errno($ch)) {
    print "Error: " . curl_error($ch);
}
if (curl_getinfo($ch, option: CURLINFO_HTTP_CODE) != 200) {
    $decodedResponse = json_decode($response, associative: true);
    echo "Error code: " . $decodedResponse["error_code"] . "\r\n";
    echo "Error message: " . $decodedResponse["error_message"] . "\r\n";
} else {
    file_put_contents( filename: "speech/$name.mp3", $response);
}
curl_close($ch);
echo "speech/$name.mp3";
```

Рис.12.Отправка запроса

Аналогичная ситуация происходит если нужно скачать озвучку, за исключением воспроизведения, открывается ссылка файла с возможностью загрузки.

На рис. 13. описана схема взаимодействия Pic2Speech с ядром сайта `vmesteproshe.ru`, `TeachableMachine` и `YandexSpeechKit`.

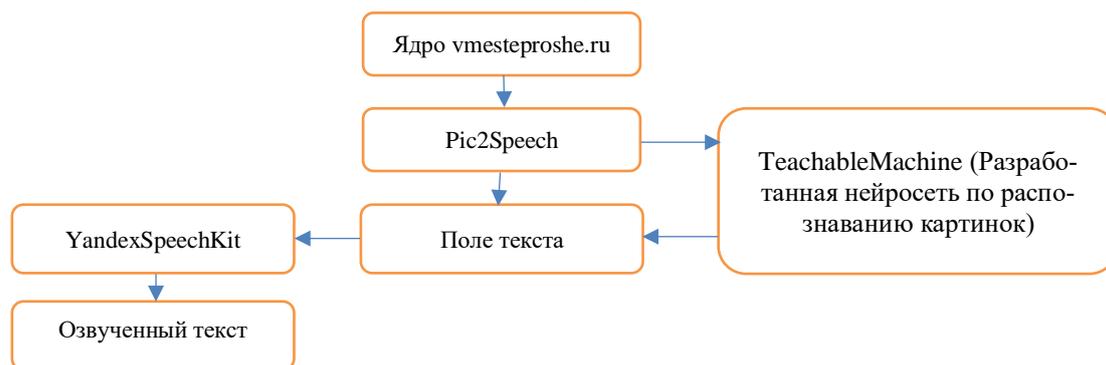


Рис.13. Схема взаимодействия Pic2Speech с ядром сайта vmetesproshe.ru, TeachableMachine и YandexSpeechKit

Таким образом, разработанное приложение альтернативной коммуникации для распознавания картинок и перевода их в текст или голос на основе нейронных сетей и искусственного интеллекта «Pic2Speech», позволяет людям с тяжелыми формами речевых патологий: возможность опознавания графических объектов с помощью алгоритмов нейронной сети; возможность перевода графиче-

ской информации в звуковые или текстовые данные; возможность сохранения и передачи полученной информации в виде текста и/или звука. Следовательно, приложение «Pic2Speech» позволяет людям с тяжелыми формами речевых патологий организовывать процесс общения, выражать свои мысли для окружающих их людей, тем самым обеспечивая их социализацию.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Козлова, К. М. Обзор способов альтернативной коммуникации, применяемых в отечественной практике специального образования / К. М. Козлова. – Текст : непосредственный // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 58. – С. 120-127.
2. Мироненко, Н. В. Альтернативные средства коммуникации – карточки PECS / Н. В. Мироненко. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 11 (353). – С. 176-181.
3. Нейротехнологии и искусственный интеллект : дорож. карта развития «сквозной» цифровой технологии / М-во цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. – Москва, 2019. – URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019ii.pdf>.
4. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров ; под ред. Е. С. Полат. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Академия, 2008. – 272 с. Текст : непосредственный.
5. Тверская, О. Н. Применение средств альтернативной коммуникации для освоения социокультурного пространства города лицами с ограниченными возможностями здоровья / О. Н. Тверская, Н. В. Дружинина. – Текст : непосредственный // Auditorium. – 2019. – № 2 (22). – С. 15-19.
6. Эванс, Э. Предметно-ориентированное проектирование (DDD): структуризация сложных программных систем / Э. Эванс. – Москва : Вильямс, 2011. – 448 с. – Текст : непосредственный.
7. Фрэйн, Б. Отзывчивый дизайн на HTML5 и CSS3 для любых устройств / Б. Фрэйн. – 3-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2022. – 336 с. – Текст : непосредственный.

#### REFERENCES

1. Kozlova K. M. Obzor sposobov al'ternativnoj kommunikacii, primenjaemyh v otechestvennoj praktike special'nogo obrazovanija [Review of alternative communication methods used in the domestic practice of special education]. *Problemy sovremenogo pedagogicheskogo obrazovanija* [Problems of modern pedagogical education], 2018, no. 58, pp. 120-127.
2. Mironenko N. V. Al'ternativnye sredstva kommunikacii – kartochki PECS [Alternative means of communication – PECS cards]. *Molodoy uchenyj* [Young scientist], 2021, no. 11 (353), pp. 176-181.
3. Nejrotehnologii i iskustvennyj intellekt : dorozh. karta razvitija «skvoznnoj» cifrovoj tehnologii [Neurotechnology and artificial intelligence]. M-vo cifrovogo razvitija, svjazi i massovyh kommunikacij RF (ed.). Moscow, 2019. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019ii.pdf>.
4. Polat E. S., Buharkina M. Ju., Moiseeva M. V., Petrov A. E. Novye pedagogicheskie i informacionnye tehnologii v sisteme obrazovanija: ucheb. posobie dlja studentov vyssh. ucheb. zavedenij [New pedagogical and information technologies in the education system]. In E. S. Polat (ed.). Moscow: Akademija, 2008. 272 p.
5. Tverskaja O. N., Druzhinina N. V. Primenenie sredstv al'ternativnoj kommunikacii dlja osvoenija sociokul'turnogo prostranstva goroda licami s ogranichennymi vozmozhnostjami zdorov'ja [The use of alternative communication tools for the development of the socio-cultural space of the city by persons with disabilities]. *Auditorium*, 2019, no. 2 (22), pp. 15-19.
6. Jevans Je. Predmetno-orientirovanное proektirovanie (DDD): strukturizacija slozhnyh programmnyh sistem [Domain-oriented design (DDD): structuring of complex software systems]. Moscow: Vil'jams, 2011. 448 p.

7. Frjejn B. Otzyvchivyy dizajn na HTML5 i CSS3 dlja lbyuh ustrojstv [Responsive HTML5 and CSS3 design for all devices]. Sankt-Peterburg: Piter, 2022. 336 p.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

И.А. Алексеев, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой коррекционной педагогики и специальной психологии, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: filologshgpi@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0621-1741.

А.А. Вебер, ассистент кафедры коррекционной педагогики и специальной психологии, научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: lina.veber.95@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3116-5767.

А.А. Копорулин, инженер-программист вычислительного центра, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: sanyakop98@yandex.ru, ORCID:0000-0002-9977-1619.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

I.A. Alekseev, Ph. D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department Chair, Department of Correctional Pedagogy and Special Psychology, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: filologshgpi@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0621-1741.

A.A. Veber, Instructor, Department of Correctional Pedagogy and Special Psychology, Research Scientist, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: lina.veber.95@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3116-5767.

A.A. Koporulin, Software Engineer of the Computing Center, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: sanyakop98@yandex.ru, ORCID:0000-0002-9977-1619.