

<sup>1</sup>С.А. Кудубаева, <sup>2</sup>М.Г. Гриф, <sup>3</sup>Б.Т. Жусупова\*

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, Нур-султан, Казахстан

<sup>2</sup> Новосибирский государственный технический университет,  
Новосибирск, Российская Федерация

<sup>3</sup> Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова, Костанай, Казахстан

\*e-mail: [botashazhus@gmail.com](mailto:botashazhus@gmail.com)

## СОЗДАНИЕ АНИМИРОВАННОГО ПЕРСОНАЖА ДЛЯ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО СУРДОПЕРЕВОДА

**Аннотация.** В последние годы во всем мире большое внимание уделяется людям с ограниченными возможностями. Создание безбарьерной среды и необходимых условий для их обучения и коммуникации – одна из важных задач любого современного государства. Так как каждый человек должен иметь равные возможности для коммуникации с внешним миром. В нашем государстве также большое значение и необходимость имеет создание системы автоматического сурдоперевода с казахского языка на язык жестов для людей с ограниченными возможностями по слуху. Данная статья раскрывает перспективность использования анимированного персонажа (аватара) для демонстрации жестов, особенности создания анимированного персонажа и применения нотаций жестового языка для управления им. Аватар направлен на показ результатов перевода казахского текста на жестовый язык на основе ранее созданного нами словаря нотаций жестов казахского жестового языка (КЖЯ). При разработке системы автоматического сурдоперевода раскрывается смысл переводимого текста, он переводится в грамматику казахского жестового языка (КЖЯ). Затем составленный словарь используется для поиска слов в словаре, представления их в виде нотации и отображения с помощью аватара. Для создания модели аватара поэтапно используются такие программные средства, как MakeHuman, Photoshop, Blender. Настройка анимаций жестов выполняется в современном кроссплатформенном графическом пакете Unity3D посредством библиотек «клипов», созданных на основе словаря нотаций жестов КЖЯ.

**Ключевые слова:** компьютерный перевод, казахский жестовый язык, нотация, анимированный персонаж.

**Введение.** В Казахстане насчитывается порядка 200 тысяч людей с инвалидностью по слуху. По законодательству Республики Казахстан (РК) [1], каждому инвалиду по слуху ежегодно предусмотрены бесплатные услуги специалиста жестового языка в объеме до 60 часов, но порой отведенных часов недостаточно. Актуальность данной темы обоснована общим интересом государства, носителей жестовой речи, родителей слабослышащих детей. Исследования и разработки в этой области имеют в большей степени социальную направленность для помощи людям, имеющим нарушения слуха.

Для демонстрации результатов перевода казахского текста на казахский жестовый язык необходимо создание анимированного персонажа (аватара), который обеспечит понимание текста людьми с нарушением слуха, тем самым, позволив им правильно понять казахский текст. Казахский язык отличается наличием сложной грамматики, множеством окончаний, наличием нескольких видов прошедшего и будущего времен, что очень осложняет понимание его носителями жестовой речи. Таким образом, они ограничены в восприятии информации из учебников, книг, что не позволяет им получить знания и образование. Даже наличие субтитров в новостях, фильмах не позволяет им полноценно понимать их. По казахскому жестовому языку до сегодняшнего дня не разрабатывались системы компьютерного сурдоперевода, поэтому исследования в этой области очень важны.

Для управления аватаром используется впервые разработанный нами для жестов казахского жестового языка словарь нотаций жестов, созданный на основе нотации Л.С. Димскис. Особенность словаря в том, что компоненты нотации определенного жеста несут в себе смысл данного жеста, тем самым, также отражая его грамматику.

Практическая значимость определена возможностью носителями жестовой речи правильно понимать смысл жестов, а значит и исходного текста.

Главной целью данного этапа исследования является создание анимированного персонажа (аватара) на основе нотаций жестов, позволяющего демонстрировать результаты компьютерного сурдоперевода казахского текста на жестовый язык.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- 1) изучить перспективность использования анимированного персонажа (аватара) для демонстрации жестов;
- 2) изучить и выбрать доступные программные средства для создания модели аватара;
- 3) спроектировать модель аватара;
- 4) создать библиотеки «клипов» жестов, используя словарь нотаций жестов КЖЯ;
- 5) настроить по нотации жестов анимации для управления аватаром.

Основой любого компьютерного сурдоперевода является словарь жестового языка. Ранее нами проводилось исследование различных систем нотаций и было дано обоснование выбора системы Л.С.Димскис для записи жестов казахского жестового языка и составлен словарь КЖЯ [2]. Исходя из наглядности, лёгкости в использовании, доступности базы знаков, возможности применения к национальным жестовым языкам, наилучшим, оптимальным вариантом для фиксации КЖЯ в письменном виде была выбрана система Л.С.Димскис. Система Л.С. Димскис имеет ограниченное, но достаточное количество знаков для обозначения компонентов нотаций: более 30 конфигураций рук, около 50 характеристик места исполнения жестов и более 70 характеристик локализации [3]. Для того, чтобы модель аватара демонстрировала нам необходимый жест, необходимо создать библиотеки «клипов» для правой руки, левой руки и для двуручных жестов, содержащие анимации компонентов нотаций жестов. По окончанию выполнения жеста аватар возвращается в заключительный «клип» - «возврат в начальное состояние».

В ходе изучения и актуализации исследований в области ЖЯ в мире были созданы различные системы сурдоперевода: Zardoz, TEAM, ViSiCAST, система машинного сурдоперевода на базе Microsoft Kinect, система SISI, Сурдосервер и др. Не во всех этих системах имеется аватар.

Система Zardoz была предложена в качестве системы перевода с английского языка на язык жестов, в которой язык-посредник (интерлингва) используется в качестве элемента перевода. Реализованная часть системы, ориентирована на американский язык жестов, авторы так же ведут разработки в рамках ирландских и японский язык жестов. Текущие исследования сосредоточены на разработке всеобъемлющей грамматики, морфологии и лексики для ирландского языка жестов [4, 5].

Система TEAM (TranslationfromEnglishtoASLbyMachine) – это система машинного перевода с английского языка на американский жестовый язык. Перевод в системе TEAM состоит из двух этапов: первый - перевод введенного предложения с английского языка на промежуточное представление с учетом синтаксической, грамматической и морфологической информации, второй - отображение промежуточного представления в виде движения с небольшим набором параметров, которые в дальнейшем преобразуются в большее число параметров, которые управляют моделью человека (аватаром), воспроизводящей жесты. Гибкость системы позволяет адаптировать ее к другим жестовым языкам [6, 7].

Система ViSiCAST (VirtualSigning: Capture, Animation, StorageandTransmission) - это система машинного перевода с английского языка на американский жестовый язык. Проект ViSiCAST является упрощенной системой, которая фиксирует движения и жесты человека-сурдопереводчика, а затем эти координаты рук переводчика передаются для последующего анализа для получения реалистичного аватара [8].

Система машинного сурдоперевода, разработанная на базе технологии Kinect от Microsoft, способна считывать движения рук и всего тела. Список функций системы включает в себя помимо распознавания движений также сурдоперевод, как часть нового

исследовательского проекта, призванного помочь людям с отсутствием слуха. Созданная технология не только переводит язык жестов в слова, проговариваемые компьютером, но и осуществляет обратный процесс: пользователь без недостатков слуха говорит или впечатывает слова в переводчик Kinect, а система затем воспроизводит слова на языке жестов с помощью виртуального аватара на экране [9].

Система «Say It Sign It», разработанная в исследовательском центре IBM Hursley в Великобритании, позволяет переводить устную речь в язык жестов. Система «Say It Sign It» (SiSi) объединяет несколько компьютерных технологий. Сначала специальный модуль распознавания речи преобразуют произнесенные одним из пользователей в микрофон слова в текст. Затем специальная программа «прогоняет» текст через программу-переводчика, которая анализирует сказанное и переводит текст в английский язык жестов, в то время как виртуальный аватар изображает переведенный фрагмент. Жестовые аватары и технология для анимации языка жестов из специальной системы обозначений жестов были разработаны Университетом Восточной Англии, а база данных жестов была разработана RNID (Royal National Institute for Deaf People) [10].

Ученые из Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН) работают над разработкой системы, которая с помощью искусственного интеллекта сможет в режиме реального времени через видеокамеру переводить жестовый язык в слова, фразы и буквы. В данной системе для распознавания жестов применяется искусственный нейронный кортекс (группа нейронов, ответственная за принятие решений), способный распознавать статические жесты. Дактильную азбуку он уже распознает и в будущем эта разработка будет доведена до автоматического сурдопереводчика. Разработанный интернет-портал «Сурдосервер» содержит сотни обучающих видеороликов, речевой тренажер, который помогает глухим пользователям узнать, насколько правильно они произносят тот или иной звук, глоссарий с дактильными азбуками разных стран, словарь «диалектов жестового языка». Также ученые из ИПУ РАН разрабатывают мобильное приложение «Сурдосервис» и сурдооблако, в котором люди с проблемами слуха смогут мгновенно обмениваться информацией.

Несмотря на прогресс, достигнутый в связи с растущим интересом к системам перевода жестовых языков, все еще существуют важные пробелы, которые необходимо решать в контексте жестовых языков. В системе Zardoz делаются попытки учета семантической составляющей жестового языка, помимо морфологической и синтаксической информации, необходимой для более качественного перевода. Недостатком технология перевода в системе ViSiCAST является привлечение человека в процесс перевода.

Для улучшения удобства использования и эффективности решений, система компьютерного сурдоперевода КЖЯ разрабатывается с учетом семантики как исходного текста, так и семантики языка жестов, отражающейся в компонентах нотации жестов. Поэтапное использование различных программных сред для создания модели аватара, позволяет достичь максимальной реалистичности аватара для передачи выразительности и точности жестовой речи. Создание библиотек «клипов», отражающих такой компонент жестов, как «характер исполнения жеста», позволяет демонстрировать не только статические, но и динамические жесты.

**Методы исследования.** Технология создания аватара реализована на основе методов компьютерной моделирования, в большей степени имитационного моделирования, с использованием структуры жестов КЖЯ на основе нотации Л.С. Димскис для управления им и отображения жестов КЖЯ анимированным персонажем.

Приступая к созданию аватара, необходимо сначала спроектировать модель человека. Для этого использовался MakeHuman - бесплатный интерактивный инструмент моделирования с открытым исходным кодом для создания пользовательских трехмерных персонажей. А также использовалась программа трехмерной графики Blender. Для настройки

текстуры одежды прибегали к средствам Photoshop. Настройку аминаций, создание «клипов» проводили в графической движке Unity3D.

**Результаты и их обсуждение.** При создании модели человека сначала задаем в программе MakeHuman гендерные характеристики нашему будущему аватару, указывая пол, возраст, мускулатуру, вес, рост, пропорции и даже расовую принадлежность. Наличие в данной программе множества панелей с расширенными настройками позволяет редактировать внешний вид модели, но не желательно в этой программе выбирать одежду для аватара (кроме обуви), так как под ней не сохраняется полигональная сетка создаваемой модели аватара. Это может осложнить дальнейшую работу с данной моделью в других графических программах. Из MakeHuman модель аватара экспортируется в формате .obj.

Работу в программе Blender начинаем с импорта созданной в MakeHuman модели аватара, хранящейся в файле с расширением .obj. Работая с полигональной сеткой модели, задаём контуры одежды аватара, группируя полигоны для каждого вида одежды. Текстурировать одежду можно как на 2D плоскости, так и на самой 3D модели. 2D модель можно сохранить как изображение и дополнительно текстурировать в Photoshop (Рисунок 1).

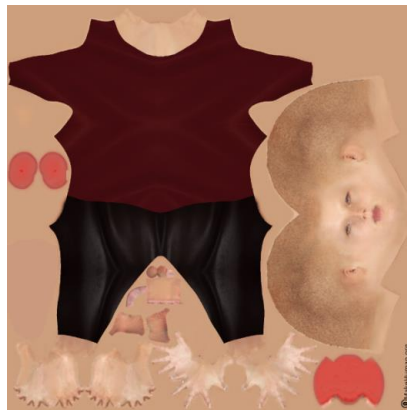


Рисунок 1. Результат текстурирования 2D модели аватара в Photoshop

В программе Blender, добавляя скелет в модель аватара, мы можем более точно расположить суставы на руках и пальцах, что очень важно при показе жестов (Рисунок 2).

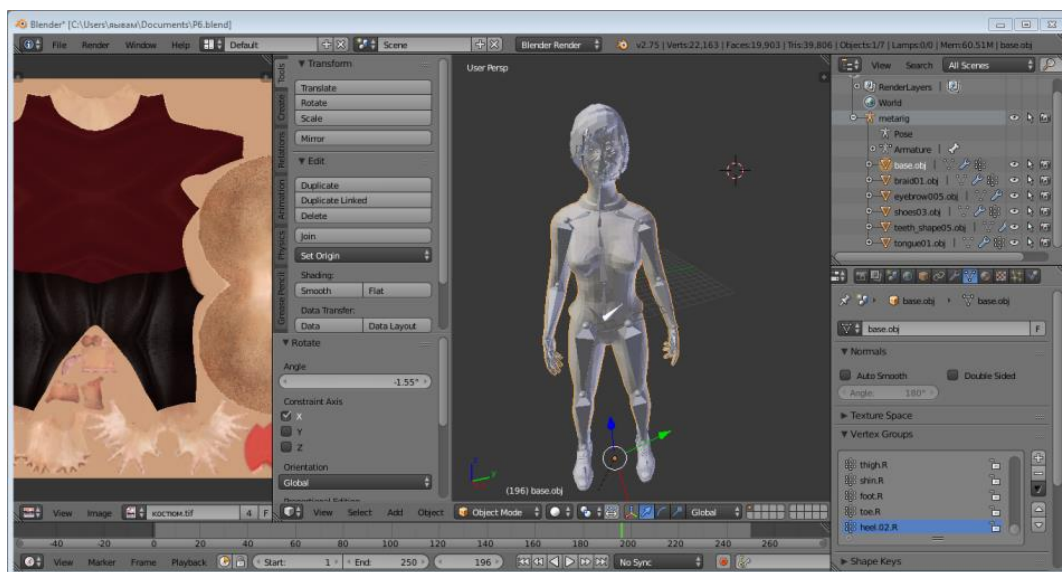


Рисунок 2. Создание скелета модели аватара в Blender

















Перед тем как экспортировать модель аватара из Blender в Unity3D необходимо задать ей соответствующий масштаб. Также в Unity3D импортируются все текстуры, связанные с нашей моделью аватара - текстура одежды, обуви, волос, бровей, глаз. Функционал пакета Unity3D удовлетворяет всем требованиям по работе с аватаром: позволяет создавать библиотеки клипов и настраивать анимации по компонентам нотации жестов, используя созданный нами словарь нотации жестов КЖЯ по Л.С.Димскис (Таблица 1).

Согласно нотации Л.С.Димскис каждый жест имеет 5 элементов, характеризующих положение руки и пальцев:

- первый элемент – характер исполнения жеста (одноручный, двуручный);
- второй элемент – положение пальцев (конфигурация);
- третий элемент – направление ладони;
- четвертый элемент – направление пальцев;
- пятый элемент структуры – место расположения жеста [11].

При необходимости шестым элементов структуры является направление и характер движения исполняемого жеста. При отсутствии движения шестой элемент отсутствует.

Таблица 1. Фрагмент словаря нотаций жестов КЖЯ различной тематики

Жесты КЖЯ	Нотация жестов КЖЯ (по Л.С. Димскис)
АДАМ	П  $\bar{\cap}$ $>$ П $\uparrow$
АНА	П  $\supset$ $\wedge$ $\odot$ $\leftarrow$
ЭКЕ	П  $\cap$ $<$ $\odot$ $\downarrow$
СЭБИ	П  $\cup$ $\wedge$ П  Л  $\cap$ $>$ П
БАЛА	П  $\cup$ $\wedge$ П 
БАЛА (2)	П  $\supset$ $\bar{\wedge}$ $\odot$ $\downarrow$
БАЛАЛАР	ЛП  $\cap$ $\bar{\vee}$ Н $\leftarrow$ $\dots$ $\rightarrow$
ҰЛ БАЛА	П  $\supset$ $\bar{\vee}$ П ЛП  $\cap$ $\bar{\vee}$ Н $\bar{\odot}$
ҚЫЗ БАЛА	П  $\supset$ $\wedge$ П ЛП  $\cap$ $\bar{\vee}$ Н $\bar{\odot}$
ҚЫЗ	П  $\bar{\cap}$ $\wedge$ $\odot$ П  $\cap$ $\bar{\vee}$ П $\downarrow$
...	

В Unity3D дворовидная структура скелета рук аватара управляется по частям и состоит из следующих элементов: ключица, плечо, предплечье, кисть. Перемещение любого элемента руки происходит по относительной полярной системе координат и рассчитывается от конечной точки предыдущего элемента (сустава). А также обязательно указываются параметры конечного пространственного угла и время для перемещения руки в новое положение. Вычисление угла поворота по часовой и против часовой стрелки необходимо для выбора кратчайшего пути для перемещения элемента руки, которое будет соответствовать естественному движению аватара (человека) [11].

Текстовое описание движения элемента руки включает в себя 3 угла поворота и время перехода (Таблица 2). Unity позволяет данное текстовое описание переводить в анимационное движение. Сложные сценарии движения отличаются от простых описанием нескольких промежуточных положений.

Таблица 2. Пример текстового описания движения правого плеча


Элементы руки	Конечное положение			Время, с	Расчетные углы поворота		
	X	Y	Z		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
Правое плечо	X1	Y1	Z1	t1	X1-X0	Y1-Y0	Z1-Z0

Так как движение плеча невозможно без движения руки, а поворот кисти – без поворота предплечья, то создаются «клипы», содержащие наборы анимаций для перемещения элементов руки.

Каждый элемент нотации Л.С. Димскис описывается «клипом», а жест состоит из 5 или 6 элементов в зависимости от того, является ли он динамичным или нет. Первый элемент нотации жестов предполагает наличие 3 библиотек «клипов» – это библиотеки «клипов» правой руки, левой руки и двуручных жестов. Затем необходимы библиотеки «клипов» конфигураций руки, направлений ладони, направлений пальцев, локализаций и характера движений. Таким образом, для показа жестов аватаром необходимо 8 библиотек «клипов».

Большую сложность представляет собой описание перемещения элементов кисти, которое подразумевает движение запястья, пястья, пальцев.

Если статические «клипы» описывают только перемещение руки из начального состояния в конечное, то динамические – перемещение элементов руки, соответствующее движению жестов. Статический и динамический «клипы» иногда формирую составной «клип».

Например, из буквы Ы можно получить жест СЭБИ, добавив динамический «клип»  (поворот запястья, обратимое).

Все созданные анимационные «клипы», иерархия библиотек доступны в режиме «Разработчик». В режиме «Пользователь» доступно внесение записи жеста в нотации Л.С.Димскис, который демонстрируется посредством отбора «клипов» из библиотек.

**Выводы.** Представление описания жестов с использованием нотации Л.С.Димскис в словаре КЖЯ дает возможность его использования для управления аватаром. При разработке системы автоматического сурдоперевода раскрывается смысл переводимого текста, он переводится в грамматику КЖЯ, семантика которого отражается в элементах нотации жестов. Затем составленный словарь КЖЯ используется для поиска слов в словаре, представления их в виде нотации и отображения с помощью аватара.

Создание модели аватара и настройка анимационных «клипов», приводящих элементы рук в движение согласно нотации жестов, позволило достоверно отобразить результат компьютерного сурдоперевода казахского текста на казахский жестовый язык. В ходе работы достигнута максимальная реалистичность аватара, выразительность и точность передачи им жестовой речи. Наличие библиотеки динамических «клипов», отражающей такой компонент жестов, как «характер движения», позволило показывать динамические жесты.

Используя популярные программные средства для работы с трёхмерной графикой, создан полноценный анимированный персонаж для отражения жестов казахского жестового языка. Созданный аватар может быть использован не только в системе компьютерного сурдоперевода, но и как программное средство для обучения детей и взрослых жестам КЖЯ, так как исследования и разработки в данной области имеют в большей степени социальную направленность для помощи людям, имеющим нарушения слуха.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон Республики Казахстан от 13 апреля 2005 г. № 39-III «О социальной защите инвалидов в Республике Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 26.12.2019 г.) [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30008935#pos=1;-235](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30008935#pos=1;-235). Дата обращения: 04.12.2020.
- [2] Kudubayeva S., Zhussupova B., Aliyeva G. Features of the representation of the Kazakh sign language with the use of gestural notation: compiling the dictionary of gestures of the KSL based on the notation of L.S. Dimskis, Proceedings of ACM The International Conference on Engineering & MIS 2019 (ICEMIS 2019), ACM, Astana, Republic of Kazakhstan, DOI: 10.1145/3330431.3330440 – 2019 – P. 1-5.
- [3] Димскис Л. Изучаем жестовый язык // Учебное пособие, Издательский центр «Академия» - 2002 - С.4-6.
- [4] Veale T., Conway A. Cross modal comprehension in ZARDOZ: an English to sign-language translation system, Proceedings of the Seventh International Workshop on Natural Language Generation INLG'94, Kennebunkport, Maine – 1994. – P. 249–252.
- [5] Veale T., Conway A., Collins B. The Challenges of Cross-Modal Translation: English-to-Sign-Language Translation in the Zardo System, Proceedings of the Machine Translation 13, <https://doi.org/10.1023/A:1008014420317> – 1998. – P. 81–106.
- [6] Zhao L., Kipper K., Schuler W. A machine translation system from English to American sign language // Lecture Notes in Computer Science – 2000 – Vol.1934, – P. 54–67.
- [7] Zhao L., Badler N. Acquiring and validating motion qualities from live limb gestures // Graphical Models. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gmod.2004.08.002> - 2005 - Vol.67, - P. 1-16.
- [8] Wakefield M. VisiCAST Milestone: final report no. IST-1999-10500 // Information Societies Technology. – 2002. – P. 97.
- [9] Azure Kinect DK. <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/kinect-dk/#features>. Дата обращения: 04.12.2020.
- [10] Sys-consulting: Avatars. [https://www.sys-consulting.co.uk/web/Expertise\\_Avatars.html](https://www.sys-consulting.co.uk/web/Expertise_Avatars.html). Дата обращения: 04.12.2020.
- [11] Гриф М.Г., Лукоянычев А.В. Мультимедийный программный комплекс для создания словаря русского жестового языка // Вестник АГТУ, Серия: Управление, вычислительная техника и информатика, ISSN 2072-9502 – 2017 - №1, - С. 105-114.
- [12] Мануева Ю. С., Гриф М. Г., Козлов А. Н. Построение системы компьютерного сурдоперевода русского языка // СПИИРАН. 2014. №6 (37).
- [13] Prillwitz S., Leven R., Zienert H., Hanke T., Henning J. HamNoSys. Version 2.0; Hamburg Notation System for sign languages: An introductory guide // International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf. Vol. 5. Hamburg: Signum Press, 1989.
- [14] Sutton V. Lessons in SignWriting: textbook and workbook. La Jolla: Deaf action committee for sign writing, 1999.
- [15] Martin J. A linguistic comparison. Two notation systems for signed languages. Stokoe Notation and Sutton sign writing. Sign writing web site. La Jolla (CA) (Deaf action committee for sign writing). 2000. <http://www.signwriting.org/archive/docs/sw0032-Stokoe-Sutton.pdf>. Дата обращения: 04.12.2020.

## REFERENCES

- [1] Law of the Republic of Kazakhstan of April 13, 2005 No. 39-III "On Social protection of disabled persons in the Republic of Kazakhstan" (with amendments and additions as of December 26, 2019) [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30008935#pos=1;-235](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30008935#pos=1;-235). Accessed: 04.12.2020.
- [2] Kudubayeva S., Zhussupova B., Aliyeva G. Features of the representation of the Kazakh sign language with the use of gestural notation: compiling the dictionary of gestures of the KSL based on the notation of L.S. Dimskis, Proceedings of ACM The International Conference on Engineering & MIS 2019 (ICEMIS 2019), ACM, Astana, Republic of Kazakhstan, DOI: 10.1145/3330431.3330440 – 2019 – P. 1-5.
- [3] Dimskis L. Izuchaem zhestovyi yazyk//Textbook, Publishing center "Academy"-2002 - p.4-6.
- [4] Veale T., Conway A. Cross modal comprehension in ZARDOZ: an English to sign-language translation system, Proceedings of the Seventh International Workshop on Natural Language Generation INLG'94, Kennebunkport, Maine – 1994. – P. 249–252.
- [5] Veale T., Conway A., Collins B. The Challenges of Cross-Modal Translation: English-to-Sign-Language Translation in the Zardo System, Proceedings of the Machine Translation 13, <https://doi.org/10.1023/A:1008014420317> – 1998. – P. 81–106.

- [6] Zhao L., Kipper K., Schuler W. A machine translation system from English to American sign language // Lecture Notes in Computer Science – 2000 – Vol.1934, – P. 54–67.
- [7] Zhao L., Badler N. Acquiring and validating motion qualities from live limb gestures // Graphical Models. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gmod.2004.08.002> - 2005 - Vol.67, - P. 1-16.
- [8] Wakefield M. VisiCAST Milestone: final report no. IST-1999-10500 // Information Societies Technology. – 2002. – P. 97.
- [9] Azure Kinect DK. <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/kinect-dk/#features>. Data obracheniya: 04.12.2020.
- [10] Sys-consulting: Avatars. [https://www.sys-consulting.co.uk/web/Expertise\\_Avatars.html](https://www.sys-consulting.co.uk/web/Expertise_Avatars.html). Data obracheniya: 04.12.2020.
- [11] Grif M. G., Lukoyanychev A.V. Multimediynyi programmnyi complex dlya sozdaniya slovarya russkogo zhestovogo yazyka // Bulletin of ASTU, Series: Management, Computer Engineering and Informatics, ISSN 2072-9502-2017-No. 1, - pp. 105-114.
- [12] Manueva Yu. S., Grif M. G., Kozlov A. N. Postroenie sistemy komputernogo surdoperevoda russkogo yazyka // SPIIRAN. 2014. No. 6 (37).
- [13] Prillwitz S., Leven R., Zienert H., Hanke T., Henning J. HamNoSys. Version 2.0; Hamburg Notation System for sign languages: An introductory guide // International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf. Vol. 5. Hamburg: Signum Press, 1989.
- [14] Sutton V. Lessons in SignWriting: textbook and workbook. La Jolla: Deaf action committee for sign writing, 1999.
- [15] Martin J. A linguistic comparison. Two notation systems for signed languages. Stokoe Notation and Sutton sign writing. Sign writing web site. La Jolla (CA) (Deaf action committee for sign writing). 2000. <http://www.signwriting.org/archive/docs/sw0032-Stokoc-Sutton.pdf>. Data obracheniya: 04.12.2020.

**С.А. Кудубаева, М.Г. Гриф, Б.Т. Жусупова**

Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Нұр-султан, Қазақстан  
Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті, Новосибирск, Ресей Федерациясы  
А.Байтурсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай, Қазақстан  
\*e-mail: [botashazhus@gmail.com](mailto:botashazhus@gmail.com)

### **КОМПЬЮТЕРЛІК СУРДОАУДАРМА ЖҮЙЕСІ ҮШІН АНИМАЦИЯЛАНҒАН КЕЙІПКЕРДІ ЖАСАУ**

**Андатпа.** Соңғы жылдары бүкіл әлемде мүмкіндігі шектеулі адамдарға үлкен көңіл бөлінеді. Кедергісіз орта құру және оларды оқыту мен коммуникация үшін қажетті жағдайлар жасау – кез келген заманауи мемлекеттің маңызды міндеттерінің бірі. Өйткені әрбір адамның сыртқы әлеммен байланыс үшін тең мүмкіндіктері болуы тиіс. Біздің мемлекетте есту қабілеті шектеулі адамдар үшін қазақ тілінен ымдау тіліне автоматты сурдоаударма жүйесін құру үлкен маңызға ие. Бұл мақала қимылдарды көрсету үшін анимацияланған кейіпкерді (аватарды) пайдалану перспективасын, анимацияланған кейіпкерді жасау ерекшеліктерін және оны басқару үшін ымдау тілінің нотациясын қолдануды көрсетеді. Аватар бұрын жасаған қазақ ымдау тілінің нотациялары сөздігінің негізінде қазақ мәтінін ымдау тіліне аудару нәтижелерін көрсетуге бағытталған. Автоматты сурдоаударма жүйесін әзірлеу кезінде аударылатын мәтіннің мағынасы ашылады, ол қазақ ымдау тілінің грамматикасына аударылады. Содан кейін құрастырылған сөздік сөздікте сөздерді іздеу, оларды нотация түрінде көрсету және Аватар арқылы көрсету үшін пайдаланылады. Аватар моделін жасау үшін MakeHuman, Photoshop, Blender сияқты бағдарламалық құралдар кезең-кезеңмен қолданылады. Қимыл анимациясын баптау қазіргі заманғы Unity3D кроссплатфорлы графикалық пакетінде қазақ ымдау тілінің қимыл нотациялары сөздігінің негізінде жасалған "клиптер" кітапханалары арқылы орындалады.

**Негізгі сөздер:** компьютерлік аударма, қазақ ымдау тілі, нотация, анимацияланған кейіпкер.



**S.A. Kudubayeva, <sup>2</sup>M.G. Grif, <sup>3</sup>B.T. Zhussupova\***

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

Kostanay Regional University named after A.Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan

\*e-mail: [botashazhus@gmail.com](mailto:botashazhus@gmail.com)

### **CREATING AN ANIMATED CHARACTER FOR A COMPUTER SIGN LANGUAGE TRANSLATION SYSTEM**

**Abstract.** In recent years, much attention has been paid to people with disabilities around the world. Creating a barrier-free environment and the necessary conditions for their training and communication is one of the important tasks of any modern state. Since everyone should have equal opportunities to communicate with the outside world. In our country, it is also important and necessary to create a system of automatic sign language translation from Kazakh to sign language for people with hearing disabilities. This article reveals the prospects of using an animated character (avatar) to demonstrate gestures, the features of creating an animated character and applying sign language notation to control it. The avatar is aimed at showing the results of translating the Kazakh text into sign language based on the previously created dictionary of notation of gestures of the Kazakh sign language (KSL). When developing an automatic sign language translation system, the meaning of the translated text is revealed, it is translated into the grammar of the KSL. The compiled dictionary is then used to search for words in the dictionary, present them as notation, and display them using an avatar. To create an avatar model, software tools such as MakeHuman, Photoshop, and Blender are used in stages. Gesture animations are set up in the modern cross-platform graphics package Unity3D using libraries of "clips" created based on the dictionary of notations of gestures of the KSL.

**Keywords:** computer translation, kazakh sign language, notation, animated character.