

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУАЗИЯ
ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Л.Н. ГУМИЛЕВА

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY



16-18 маусым
Нұр-Сұлтан, 2022

«TURKLANG 2022»

«Түркі тілдерін компьютерлік өңдеу»
атты X халықаралық конференция
ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ

X Международной конференции
«Компьютерная обработка тюркских языков»

«TURKLANG 2022»

PROCEEDINGS

of the X International Conference
on Computer processing of Turkic Languages

«TURKLANG 2022»

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Л.Н. ГУМИЛЕВА**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY**

**«TURKLANG 2022»
«Түркі тілдерін компьютерлік өңдеу»
атты X халықаралық конференция
ЕҢБЕКТЕРІ
16-18 маусым 2022 ж.**

**ТРУДЫ
X Международной конференции
«Компьютерная обработка тюркских языков»
«TURKLANG 2022»
16-18 июня 2022 г.**

**PROCEEDINGS
of the X International Conference
on Computer processing of Turkic Languages
«TURKLANG 2022»
16-18 June 2022**

Нұр-Сұлтан, 2022

УДК 80/81:004
ББК 81.2:32-973
Т 90

Техникалық редакция:

Ергеш Б.Ж.
Елибаева Г.К.
Турсынова Н.А.

Т 90 ТҮРКІ ТІЛДЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК ӨНДЕУ. X халықаралық конференция: Еңбектері = КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ТЮРКСКИХ ЯЗЫКОВ. X международная конференция: Труды. / - Нұр-Сұлтан: «Булатов А.Ж.» ЖК, 2022.= Нур-Султан: ИП «Булатов А.Ж.»

ISBN 978-601-326-645-9

Жинақта «Түркі тілдерін компьютерлік өңдеу» атты X халықаралық конференция қатысушыларының баяндамалары енген.

Компьютерлік лингвистика бағыты бойынша оқитын студенттерге, магистранттарға, докторанттарға және мамандарға арналған.

Жинақ «BR11765535» Қазақ тілі мәдениетін арттыру және функцияларды кеңейту бойынша ғылыми-лингвистикалық негіздер мен IT-ресурстарды әзірлеу» бағдарламасы есебінен жарияланды.

В сборнике представлены доклады участников X международной конференции «Компьютерная обработка тюркских языков».

Предназначен для студентов, магистрантов, докторантов и специалистов специализирующихся в областях компьютерной лингвистика.

Сборник издан за счет средств программы BR11765535 «Разработка научно-лингвистических основ и IT-ресурсов по расширению функций и повышению культуры казахского языка».

УДК 80/81:004
ББК 81.2:32-973

ISBN 978-601-326-645-9

© Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2022

© Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 2022

УДК 004.82, 004.93

¹Кудубаева С.А., ²Жусупова Б.Т.

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Нур-Султан, Казахстан

²Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова

Костанай, Казахстан

¹saule.kudubayeva@gmail.com, ²botashazhus@gmail.com

О ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕТА СЕМАНТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В СИСТЕМЕ СУРДОПЕРЕВОДА С КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА НА КАЗАХСКИЙ ЯЗЫК ЖЕСТОВ

Аннотация: В данной статье проводится обзор существующих систем сурдоперевода, выявлены преимущества и недостатки существующих на сегодняшний день систем перевода на жестовые языки. Рассматривается вопрос разработки семантического словаря казахского языка для системы компьютерного перевода с казахского языка на казахский язык жестов, в которой будет учитываться семантика казахского языка и казахского жестового языка (КЖЯ). В качестве основы технологии компьютерного перевода казахского языка на казахский жестовый язык служит семантический словарь казахского языка. В дальнейшем он позволит проводить семантический анализ исходного текста. Авторами статьи проведен анализ и подбор имеющихся словарей казахского языка, используемых при разработке базы данных семантического словаря. Словари казахского языка дают возможность для осуществления компьютерного сурдоперевода на КЖЯ. Семантический словарь казахского языка содержит в себе несколько словарей: грамматический словарь, словарь фразеологизмов, словарь предлогов, словарь синонимов, словарь многозначных слов и омонимов для определения лексических значений слов казахского языка и другие. Так как семантический словарь для компьютерного сурдоперевода представляет собой базу данных взаимосвязанных таблиц. В статье также представлена возможность использования нотации Л.С.Димскис для разработки словаря структуры жестов казахского жестового языка. Раскрыта перспектива его включения в базу данных семантического словаря. А также раскрыта необходимость словаря жестов при разработке системы автоматизированного сурдоперевода в целом с учетом его эффективности и возможности полноценного практического использования.

Ключевые слова: казахский язык, жест, жестовый язык, семантический словарь, компьютерный сурдоперевод.

ӘОК 004.82, 004.93

¹Кудубаева С.А., ²Жусупова Б.Т.

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Нұр-Сұлтан, Қазақстан

²А.Байтурсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті
Қостанай, Қазақстан

¹saule.kudubayeva@gmail.com, ²botashazhus@gmail.com

ҚАЗАҚ ТІЛІНЕН ҚАЗАҚ ЫМДАУ ТІЛІНЕ СУРДОАУДАРМА ЖҮЙЕСІНДЕГІ СЕМАНТИКАЛЫҚ ҚҰРАМДАС БӨЛІКТІ ЕСКЕРУ МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

Аңдатпа: Бұл мақалада әлемдегі сурдоаударма жүйелеріне шолу жасалды, бүгінгі күні қолданыстағы ымдау тілдеріне аудару жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Қазақ тілі мен қазақ ымдау тілінің семантикасы ескерілетін қазақ тілінен қазақ ымдау тіліне компьютерлік аударма жүйесі үшін қазақ тілінің семантикалық сөздігін әзірлеу мәселесі қарастырылуда. Мақалада сондай-ақ қазақ ымдау тілінің ымдау құрылымының сөздігін әзірлеу үшін Л.С. Димскистің нотациясын пайдалану мүмкіндігі ұсынылған. Оны семантикалық сөздіктің деректер базасына енгізу перспективасы ашылды. Сондай-ақ, автоматтандырылған сурдоаударма жүйесін әзірлеу кезінде оның тиімділігі мен толыққанды практикалық пайдалану мүмкіндігін ескере отырып, ымдау сөздігінің қажеттілігі ашылды.

Түйін сөздер: қазақ тілі, ым-ишара, ымдау тілі, семантикалық сөздік, компьютерлік сурдоаударма.

UDC 004.82, 004.93

¹Kudubayeva S., ²Zhussupova B.

¹L.N. Gumilyov Eurasian national University
Nur-Sultan, Kazakhstan,

²A. Baitursynov Kostanay regional university
Kostanay, Kazakhstan

¹saule.kudubayeva@gmail.com, ²botashazhus@gmail.com

ABOUT THE POSSIBILITY OF TAKING INTO ACCOUNT THE SEMANTIC COMPONENT IN THE SURDO TRANSLATION SYSTEM FROM KAZAKH LANGUAGE INTO KAZAKH SIGN LANGUAGE

Abstract: This article reviews of the existing sign language translation

systems, reveals the advantages and disadvantages of the existing sign language translation systems. This article discusses the development of a semantic dictionary of the Kazakh language for a computer translation system from Kazakh to Kazakh sign language, which will take into account the semantics of the Kazakh language and the Kazakh sign language (KSL). The semantic dictionary of the Kazakh language serves as the basis of computer translation technology from the Kazakh language to the Kazakh sign language. In the future, it will allow semantic analysis of the source text. The authors of the article analyzed and selected the available dictionaries of the Kazakh language used in the development of the semantic dictionary database. Dictionaries of the Kazakh language provide an opportunity for computer-based sign language translation of the KSL. The semantic dictionary of the Kazakh language contains several dictionaries: a grammatical dictionary, a dictionary of phraseological units, a dictionary of prepositions, a dictionary of synonyms, a dictionary of polysemous words and homonyms to determine the lexical meanings of words of the Kazakh language and others. Since the semantic dictionary for computer sign language translation is a database of interconnected tables. The article also presents the possibility of using L. S. Dimskis notation to develop a dictionary of the structure of gestures of the Kazakh sign language. The prospect of its inclusion in the database of semantic dictionary is revealed. And also revealed the need for a dictionary of gestures in the development of automated sign language translation system as a whole, taking into account its effectiveness and the possibility of full practical use.

Keywords: *kazakh language, gesture, sign language, semantic dictionary, computer sign language translation.*

1. Введение

Жестовый язык – это основное средство межличностной коммуникации большинства глухих и части слабослышащих людей. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) официально в мире порядка 360 миллионов человек страдают глухотой или имеют проблемы со слухом, из которых 328 миллионов взрослых людей и 32 миллиона детей. В Казахстане насчитывается порядка 200 тысяч людей с инвалидностью по слуху.

По своим коммуникативным функциям не уступая звучащим языкам, жестовый язык является полноценным самостоятельным языком. Аналогично звучащим языкам, имеющим слова с различными значениями, жестовый язык содержит в себе однозначные, многозначные, разнозначные жесты. Полностью понять правильное значение жеста можно из контекста.

Одной из важных задач любого современного государства является создание безбарьерной среды и необходимых условий для обучения и коммуникации людей с ограничениями по слуху.

2. Обзор существующих систем сурдоперевода

В мире были созданы различные системы сурдоперевода: Zardoz, TEAM, ViSiCAST, система машинного сурдоперевода на базе Microsoft Kinect, система SISI и др. Анализируя особенности каждой системы сурдоперевода, определены их преимущества и недостатки, которые необходимо учесть при разработке системы сурдоперевода с казахского языка на КЖЯ.

Система Zardoz была предложена в качестве системы перевода с английского языка на язык жестов, в которой язык-посредник (интерлингва) в качестве элемента перевода. Текущие исследования сосредоточены на разработке всеобъемлющей грамматики, морфологии и лексики для ирландского языка жестов [1].

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, воспроизводящей жесты. Гибкость системы позволяет адаптировать ее к другим жестовым языкам [2].

Система ViSiCAST (VirtualSigning: Capture, Animation, StorageandTransmission) - это система машинного перевода с английского языка на американский жестовый язык. Основная цель проекта ViSiCAST – это улучшение качества доступа к различной информации, развлечениям, образованию и общественным услугам для глухих граждан Европы. 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 [3].

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.

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 произнесённые 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 переведённый 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).

В будущем SiSi сможет стать одним из сайтов в Интернете, при этом перевод слов в язык жестов осуществлялся бы в центральном сервере, а анимированный результат выводился бы на экран компьютера зарегистрировавшегося пользователя. Кроме того, система сможет работать в виде отдельной программы, которую адресат и адресант смогут установить на их собственные компьютеры. Также рассматривается вариант с функционированием системы через телевизионный преобразователь [4].

Для разработки системы компьютерного сурдоперевода сотрудниками Новосибирского государственного технического университета под руководством профессора Гриф М.Г. был предложен новый способ построения семантического блока системы. В ходе построения данного блока семантического анализа для установления соответствия «слово-жест» были определены лексические значения слов, среди множества альтернатив на основе алгоритма семантического анализа за каждым словом закреплялось единственное лексическое значение. Для простых предложений были разработаны и реализованы алгоритмы семантического анализа, предложен способ перевода русского текста на русский жестовый язык на основе сопоставления синтаксических конструкций, для определения которых была разработана библиотека [5].

Ученые из Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН) разрабатывают систему, которая с помощью

искусственного интеллекта сможет в режиме реального времени через видеокамеру переводить жестовый язык в слова, фразы и буквы. После того как группа исследователей под руководством заведующего лабораторией «Автоматизированных систем массового обслуживания и обработки сигналов» ИПУ РАН Маиса Фархадова соберет необходимые статистические данные, они будут предъявлены нейросети, которую с применением методов машинного обучения «натренируют» распознавать, какой звук или буква соответствует определенному жесту. 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», призванный облегчить людям с проблемами слуха и их родственникам изучение жестового языка, 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. Предполагается, что, после того как разработчики обучат нейросеть с максимальной точностью переводить жестовый язык в слова и буквы, все сурдосервисы, созданные в ИПУ РАН, будут интегрированы в единый пакет программ, который можно будет распространять среди слабослышащих людей [6].

3. Анализ преимуществ и недостатков систем сурдоперевода

Анализируя существующие на сегодняшний день системы сурдоперевода, можно отметить, что большинство зарубежных систем, кроме системы SISI, не может обрабатывать входную информацию, поступающую в виде голоса. Для систем перевода, способных обеспечить устный перевод, этот недостаток является существенным.

Использование пространственной информации вокруг говорящего, является спецификой жестового языка, которая учитывается только в системе Team. 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.

В системе ViSiCAST достигнута максимальная реалистичность аватара. Но по мнению носителей жестового языка виртуальные сурдопереводчики (аватары), несмотря на свою уникальность, не являются совершенными, так как не могут передать выразительность и точность жестовой речи [6].

Основным недостатком рассмотренных выше систем является отсутствие учета семантической составляющей как звучащего, так и жестового языка. Системы, в которых в процессе перевода предусмотрен учет особенностей семантики исходного языка и язык перевода, имеют большое преимущество и обладают высоким качеством перевода. Только в системе семантического анализа, разработанной в Новосибирском ГТУ, ведется учет морфологической и синтаксической, а также семантической составляющих.

В ходе работы над разработкой систем сурдоперевода также сталкиваются с такой проблемой, как недостаточность объема словарей жестовых языков, не всегда предоставляющих корректную и современную информацию.

4. Способ реализации системы сурдоперевода для КЖЯ

Основой технологии компьютерного сурдоперевода с казахского языка на КЖЯ служит семантический словарь казахского языка, учитывающий особенностей семантики исходного языка. В дальнейшем он позволит проводить семантический анализ исходного текста.

Семантический словарь казахского языка содержит в себе несколько словарей: грамматический словарь, словарь фразеологизмов, словарь предлогов, словарь синонимов, словарь многозначных слов и омонимов для определения лексических значений слов казахского языка и другие. Так как семантический словарь для компьютерного сурдоперевода представляет собой базу данных взаимосвязанных таблиц «Словарные статьи», «Фразеологизмы», «Омонимы», «Синонимы», «Предлоги» и др., то в ней необходимо также наличие таблицы «Жесты» и таблицы-связки «Жест - слово» для дальнейшего определения соответствия «слово-жест».

Морфологический модуль системы сурдоперевода должен содержать следующие морфологические словари: грамматический словарь, словарь имен собственных, словарь географических мест. Для компьютерной обработки казахского языка важно, прежде всего проведение морфологического анализа на уровне, требуемом системой обработки текста.

Основой создания морфологического словаря казахского языка служат следующие труды: «Қазақ тілінің функционалды грамматикасы»

(Алматы, 2012), «Қазіргі қазақ тілінің морфологиясы» (Алматы, 2007) автора Оралбай Н. и «Қазіргі қазақ тілінің морфемалар жүйесі» (Алматы, 2001) авторов Оралбаева Н., Қалыбаева А.

Для формирования словаря имен собственных и словаря географических мест используются словари, разработанные Институтом языкознания имени А.Байтурсынова:

- Жанұзақов Т. «Қазақ тіліндегі жалқы есімдер» (Алматы, 1965);
- Жанұзақов Т., Есбаева К. «Қазақ есімдері» (Алма-Ата, 1988);
- Т.Жанұзақов, К.К.Рысбергенова, Н.Б.Онгарбаева «Қазақстан Республикасының топонимдері» (Алматы, 2001);
- «Қазақ жер-су аттары» Энциклопедиялық анықтағыш (Алматы, 2009);
- «Қазақ кісі аттары» Энциклопедиялық анықтағыш (Алматы, 2009).

На их основе создаются соответствующие таблицы в базе данных семантического словаря.

Результат морфологического анализа является входной информацией для синтаксического и первичного семантического анализа, в ходе которых определяются семантические отношения.

Словарь синонимов, содержащий 8246 слов и доступный на сайте lugat.kz, и словарь «Синонимдер сөздігі» автора Бизақова С. (Алматы, 2007) являются основой таблицы синонимов казахского языка, являющегося частью разрабатываемого семантического словаря [7].

Для разрешения проблемы лексической многозначности необходимо обработать омонимы и фразеологизмы в предложении. Омонимия – это совпадение по звучанию и написанию различных слов. Фразеологизмы отличаются от обычных сочетаний слов тем, что общее значение фразеологического оборота не равно сумме отдельных значений слов. В семантическом словаре казахского языка словари многозначных слов или омонимов и фразеологизмов основываются на следующих трудах:

- 15-томный толковый словарь казахского литературного языка, содержащий 92 300 слов и 57 856 словосочетаний [8].
- «Қазақ тілінің омонимдер сөздігі» М.Белбаева (1988);
- «Мағыналас фразеологизмдер сөздігі» Г. Смағұлова (Алматы, 2010);
- «Қазақ тілінің фразеологиялық сөздігі» І.Кеңесбаев (Алматы, 2007).

При обработке омонимов и многозначных слов важно, чтобы система верно выбрала нужное лексическое значение слова.

Разработка базы данных семантического словаря, включающего в себя взаимосвязанные таблицы перечисленных словарей казахского

языка, является основной задачей при создании семантического модуля системы компьютерного сурдоперевода. Таким образом, словари казахского языка являются основой, дают возможность для осуществления компьютерного сурдоперевода КЖЯ.

Учитывая то, что при разработке системы компьютерного сурдоперевода жестового языка необходимо переводить текст на язык жестов, распознавать жесты, для этого требуется наличие в базе данных семантического словаря таблицы по жестам КЖЯ. Словарь жестового языка - основа любого компьютерного сурдоперевода.

Казахстанские ученые совместно с учеными ИПУ РАН создали первый электронный словарь казахского жестового языка на сайте www.surdo.kz, а также электронный учебник по казахскому буквенному жестовому языку.

Так как в жестовых языках присутствует большой процент заимствования жестов, которых насчитывается порядка 1500 жестов, они были включены в язык *gestuno*, используемый в рамках Всемирной федерации глухих (ВФГ). Из существующих на сегодняшний день разработанных словарей жестов только некоторые являются удобными в практическом использовании для изучения и распространения жестовых языков.

Однако следует отметить, что не существует такого словаря КЖЯ, который позволял бы по форме жеста находить его значение, хотя в мире создание подобных словарей жестовых языков – достаточно распространенная практика. Учитывая возможность применимости системы Л.С. Димскис к КЖЯ, нами было проверено достаточно ли компонентов (знаков) жестовой нотации Л.С.Димскис для точного описания жестов казахского ЖЯ, необходимы ли дополнительные знаки для записи жестов [9].

Разработанный словарь структуры жестов КЖЯ может быть использован для осуществления поиска слов в словаре, представления их в виде нотации и отображения с помощью аватара. Также словарь жестов позволит осуществлять распознавание КЖЯ. При этом подходе, представляя жесты в виде компьютерных нотаций, проводя поиск слов в словаре, лингвистическую обработку, результат распознавания представляется в виде текста или голосового сообщения.

5. Заключение

Проводя обзор исследований в области жестовых языков, современных подходов к разработке систем сурдоперевода, анализируя практическую применимость существующих словарей жестов, можно говорить о том, что научный мир все же проявляет достаточно большой

интерес к исследованию структуры жестовых языков, к распознаванию, анализу семантики жестов, построению систем перевода жестов.

Проводимые исследования по анализу и подбору словарей казахского языка, для создания семантического словаря системы компьютерного сурдоперевода казахского жестового языка обоснованы необходимостью разработать такую систему сурдоперевода, которая выполняет качественный перевод и способна обеспечить комфортную и доступную среду для безбарьерного общения людей с нарушением слуха со слышащими, в том числе при получении образования, медицинских и государственных услуг и прочее.

Список литературы

1. Veale, T., Conway, A. Cross modal comprehension in ZARDOZ: an English to sign-language translation system / T. Veale, A. Conway // Proceedings of the Seventh International Workshop on Natural Language Generation INLG'94, Kennebunkport, Maine. – 1994. – P. 249–252.

2. Zhao, L., Kipper, K., Schuler, W. A machine translation system from English to American sign language / L. Zhao, K. Kipper, W. Schuler // Lecture Notes in Computer Science. – 2000. – Vol. 1934. – P. 54–67.

3. Wakefield, M. VisiCAST Milestone: final report no. IST-1999-10500 / M. Wakefield // Information Societies Technology. – 10 December 2002. – 97 p.

4. <http://www.sys-consulting.co.uk/web/ProjectSISI.html>

5. Гриф М.Г., Мануева Ю.С. Разработка и тестирование алгоритма семантического анализа речи (текста) для перевода на русский жестовый язык / М. Г. Гриф, Ю. С. Мануева // Вестник. Новосибирского государственного университета. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2017. – Т. 15 – № 2. – С. 70–80. – ISSN 1818-7935

6. Недюк М. Голос жестов: искусственный интеллект применят для сурдоперевода. Программа поможет людям с проблемами слуха и их родственникам обучиться жестовому языку и чтению по губам / М.Недюк // Известия. – 22 ноября 2018 года.

7. Бизақов С. Синонимдер сөздігі. Алматы: «Арыс» баспасы, 2007. – 640 б.

8. Қазақ әдеби тілінің сөздігі. Он бес томдық. / Құраст. Т.Жанұзақ, С.Омарбеков, Ә.Жүнісбек және т.б. – Алматы, 2011.

9. Димскис, Л. С. Мы изучаем жестовый язык. Москва: Академия. – 2002. – 128 с.