



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 5/377 (2025.05); G09B 19/06 (2025.05); G09B 5/02 (2025.05)

(21)(22) Заявка: 2024128573, 25.09.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.09.2024

Дата регистрации:
23.09.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.09.2024

(45) Опубликовано: 23.09.2025 Бюл. № 27

Адрес для переписки:

236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14,
ФГАОУ ВО Балтийский федеральный
университет им. И. Канта, ЦНПП ДНИР,
патентоведу

(72) Автор(ы):

Бадарин Артем Александрович (RU),
Хорев Владимир Сергеевич (RU),
Бударина Анна Олеговна (RU),
Пилюгин Олег Владимирович (RU),
Храмова Марина Викторовна (RU),
Писарчик Александр Николаевич (RU),
Храмов Александр Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Балтийский федеральный
университет имени Иммануила Канта" (БФУ
им. И. Канта) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: KR 20210064805 A, 03.06.2021. US
2011159467 A1, 30.06.2011. KR 20240088134 A,
20.06.2024. US 11285320 B1, 29.03.2022. US
2017358229 A1, 14.12.2017. RU 2178204 C1,
10.01.2002.

(54) Устройство для объективного и автоматизированного контроля в реальном времени уровня усвоения лексики иностранного языка

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинской технике, а именно к устройствам для определения уровня владения пользователем иностранным языком при восприятии и обработке зрительной информации. Устройство включает блок регистрации биопотенциалов электрической активности головного мозга человека на участке скальпа, относящемся к зоне Брока, монитор для вывода стимулов, блоки аналого-цифрового преобразования, предварительной обработки и адаптивной подстройки входного сопротивления электродов, микрофон для регистрации ответа пользователя, блок анализа для расчета оценки уровня владения иностранным языком, устройство передачи данных, устройство хранения данных, полосовые фильтры.

Устройства передачи и хранения обеспечивают сохранение значений мощностей частотных составляющих на временных интервалах до и после предъявления испытуемому стимула. Устройство обеспечивает регистрацию биопотенциалов электрической активности головного мозга одновременно с регистрацией вербального отклика испытуемого на предъявляемый стимул, а также оценку уровня владения иностранным языком на основе показателей задержек пиковых активностей на отведениях, соответствующих зоне Брока, правильности вербального отклика, времени отклика либо его отсутствия, шкалам усталости по ходу проведения эксперимента. Достигается достоверное детектирование уровня владения

лексикой иностранного языка и контроль в реальном времени его динамики в процессе

изучения иностранного языка. 6 ил.

R U 2 8 4 7 0 2 0 C 1

R U 2 8 4 7 0 2 0 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

A61B 5/377 (2021.01)*G09B 19/06* (2006.01)*G09B 5/02* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61B 5/377 (2025.05); *G09B 19/06* (2025.05); *G09B 5/02* (2025.05)(21)(22) Application: **2024128573, 25.09.2024**(24) Effective date for property rights:
25.09.2024Registration date:
23.09.2025

Priority:

(22) Date of filing: **25.09.2024**(45) Date of publication: **23.09.2025** Bull. № 27

Mail address:

**236041, g. Kaliningrad, ul. A. Nevskogo, 14,
FGAOU VO Baltijskij federalnyj universitet im.
I. Kanta, TSNPP DNIR, patentovedu**

(72) Inventor(s):

**Badarin Artem Aleksandrovich (RU),
Khorev Vladimir Sergeevich (RU),
Budarina Anna Olegovna (RU),
Pilyugin Oleg Vladimirovich (RU),
Khramova Marina Viktorovna (RU),
Pisarchik Aleksandr Nikolaevich (RU),
Khramov Aleksandr Evgenevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Baltijskij federalnyj universitet
imeni Immanuila Kanta" (BFU im. I. Kanta)
(RU)**(54) **DEVICE FOR OBJECTIVE AND AUTOMATED MONITORING IN REAL TIME OF THE LEVEL OF MASTERING FOREIGN LANGUAGE VOCABULARY**

(57) Abstract:

FIELD: medical science.

SUBSTANCE: invention relates to medical equipment, in particular to devices for determining the user's foreign language proficiency level when perceiving and processing visual information. Device includes a unit for recording biopotentials of electrical activity of the human brain on the scalp area related to Broca's area, a monitor for outputting stimuli, units of analogue-to-digital conversion, preliminary processing and adaptive adjustment of input resistance of electrodes, microphone for user response recording, analysis unit for calculating foreign language proficiency level, data transmission device, data storage device, band-pass filters. Transmission and storage devices store the power values of the frequency

components on the time intervals before and after the stimulus presentation to the person being tested. Device provides recording of biopotentials of electric activity of brain simultaneously with recording of verbal response of tested subject to presented stimulus, as well as an assessment of the level of foreign language proficiency based on the indicators of peak activity delays on the leads corresponding to the Broca's zone, the correctness of the verbal response, the response time or its absence, the fatigue scales during the experiment.

EFFECT: reliable detection of the level of mastering the vocabulary of a foreign language and real-time control of its dynamics in the process of learning a foreign language.

1 cl, 6 dwg

Изобретение относится к диагностическому оборудованию и предназначено для объективного и автоматизированного контроля в реальном времени уровня владения иностранным языком в аспекте лексических умений. В частности, изобретение может быть использовано для оценки уровня и качества усвоения лексики иностранного языка.

Например, для тестирования уровня сформированности профессиональной коммуникативной компетенции студентов, изучающих иностранные языки. Изобретение может быть использовано в образовательной деятельности в качестве устройства объективного контроля эффективности применяемых методик обучения иностранным языкам. Также изобретение может быть использовано для создания современных систем тренировок профессиональной идентичности, активизации словарного запаса и индивидуального лексикона.

Ввиду очевидной значимости решаемой задачи по определению уровня владения иностранным языком различных категорий субъектов деятельности, на данный момент разработан ряд систем (как отечественных, так и зарубежных), позволяющих осуществлять контроль за психофизиологическим состоянием оператора человеко-машинных систем управления при решении различных когнитивных задач (RU 2766764, RU 2021104996, US 5745038, US 5867587, RU 2423070, RU 2441585, SU 1393398, WO 2014085796A2, US 8602789B2, KR 102282961 B1, US 20220369986 A1, US 11468288 B2, US 11517233 B2, WO 2021019029 A1, RU 211745 U1).

Известны системы, осуществляющие контроль за состоянием ассоциативно-семантического мышления человека-оператора (пользователя), связанного с уровнем владения иностранным языком, когда по мере представления графических стимулов специальное программное обеспечение позволяет анализировать необработанные измерения фиксации глаз испытуемого. Показатели длительности фиксации позволяют оценивать пропорциональную длительность фиксаций испытуемого на стимульный материал в виде визуальных опор, имеющих в высокой степени устойчивые семантические ассоциации с простыми словами, которые коррелирует с ассоциативной фиксацией парадигматических отношений этого испытуемого (US 8602789B2, CN1 14304948). Значительным недостатком подобных систем для осуществления объективного контроля уровня владения иностранным языком является аффективная окрашенность предъявляемых стимулов, актуализирующих несколько иные слои ассоциативного поля, связанные с социально обусловленной системой значений, вызывающих психологическую реакцию, и с функциональными состояниями испытуемых.

Наилучшим разрешением по времени среди физиологических показателей (порядка десятков миллисекунд) обладают параметры биоэлектрической активности головного мозга - электроэнцефалограммы (ЭЭГ). В настоящее время хорошо известно, что амплитудные и частотные параметры ЭЭГ наиболее достоверно характеризуют функциональное состояние человека, а некоторые из них непосредственно связаны с вниманием. Использование ЭЭГ в качестве информативного показателя уровня когнитивной деятельности испытуемого в условиях реальной профессиональной деятельности стало активно применяться последнее десятилетие, до которого развитие подобных методов затруднялось вследствие низких помехоустойчивости и скорости регистрации электроэнцефалографов.

В настоящее время известно несколько способов определения состояния человека-оператора по параметрам ЭЭГ (RU 2539004; RU 2571891; SU 1393398).

Известна система обработки (WO 2014085796 A2), которая генерирует информацию о стимулах, имеющую один или несколько компонентов стимула, выбранных из

конфигурации таких компонентов. Система обработки представляет стимулы группе получателей, приглашая этих получателей предоставить вербальные описания стимулов. Лингвистическая информация, полученная таким образом, имеет неявную ссылку на компоненты стимула, включая синтагматические и парадигматические ассоциации.

5 Каждый лингвистический компонент связан, по крайней мере, с одной особенностью целевой среды, такой как целевая компьютерная система. Лингвистическая информация также соотносится с функциями целевой среды. Подобный подход позволяет приложениям использовать лингвистическую информацию для взаимодействия с целевой средой по-разному. В одном случае система обработки использует презентацию задачи
10 аутентификации с помощью вербального ответа для передачи информации о стимулах. Недостатками данной системы являются: необъективность полученных оценок ввиду неоднородности подготовки пользователей, проводящих лингвистические описания.

Наиболее близким к заявленному изобретению является патент KR 102282961 B1, в котором изложен способ обеспечения когнитивной или сенсорной оценки субъекта,
15 который включает в себя выбор категории профиля из набора профилей когнитивных и сенсорных функций, предъявление последовательности стимулов пользователю, последовательность стимулов на основе выбранной категории профиля, получение физиологических сигналов пользователя до, во время и после предъявления последовательности стимулов для получения физиологических данных и обработки
20 физиологических данных для создания набора информации, включающей одно или несколько количественных значений, связанных с выбранной категорией профиля.

В некоторых реализациях обработка может включать идентификацию временного интервала, связанного с физиологическими сигналами, на основе представленных стимулов и выбранной категории профиля, группировку физиологических данных,
25 соответствующих временному интервалу, в один или несколько сгруппированных наборов данных. Предоставление статистических мер отношения посредством или внутри сгруппированных наборов данных для создания одного или нескольких количественных значений для выбранной категории профиля. Например, в некоторых реализациях способ может дополнительно включать в себя обработку физиологических
30 данных для увеличения отношения сигнал/шум сгруппированных наборов данных. Группировка может быть определена на основе, по меньшей мере, одной из заранее заданных категорий отдельного стимула или ассоциативной связи и ассоциативных отношениях последовательных стимулов. Несмотря на то, что данный способ позволяет теоретически провести объективную оценку какого-либо показателя когнитивной
35 активности в зависимости от полученного профиля после проведения статистического анализа, отсутствие специфической адаптации системы для решения практических задач профессиональной коммуникативной деятельности не позволяет непосредственного применения данного способа в области нейролингвистики.

Для устранения указанных недостатков предлагается устройство для объективного
40 и автоматизированного контроля в реальном времени уровня владения лексикой иностранного языка путем снятия и анализа электрической активности головного мозга.

Техническая проблема настоящего изобретения заключается в необходимости разработки обладающего широким кругом применения устройства, позволяющего в
45 реальном времени достоверно и объективно определять уровень владения пользователем лексикой иностранного языка, а также контролировать его динамику при изучении иностранного языка.

Техническим результатом заявляемого изобретения является устройство,

позволяющее достоверно детектировать уровень владения лексикой иностранного языка и контролировать в реальном времени его динамику в процессе изучения иностранного языка.

Указанный результат достигается тем, что устройство, позволяющее детектировать динамику уровня владения иностранным языком пользователем в процессе выполнения задания, содержит блоки:

набор электродов для регистрации электрической активности, непосредственно либо при помощи дополнительного устройства (шапочка или шлем); блок осуществления аналого-цифрового преобразования; микроконтроллер, осуществляющий предварительную обработку данных (фильтрация и адаптивное смещение среднего в соответствии с плавающим изменением сопротивления); блок беспроводной связи для передачи сигналов на электронно-вычислительную машину; электронно-вычислительная машина; блок коррекции измеряемого сопротивления; блок передачи результата; модуль протоколирования проводимого исследования; монитор для вывода стимулов и осуществления обратной связи путем предъявления пользователю визуального стимула, или отсутствие такового для наблюдения индивидуальной фоновой активности; микрофон для регистрации вербального отклика на предъявленный стимул.

Изобретение поясняется чертежами, где на Фиг. 1 представлена детальная функциональная блок-схема устройства.

Позициями на чертежах обозначены:

1 - набор хлорсеребряных электродов для регистрации электрической активности головного мозга;

2 - блок осуществления аналого-цифрового преобразования;

3 - блок предварительной обработки;

4 - блок беспроводной связи;

5 - электронно-вычислительная машина;

6 - блок адаптивной коррекции измеряемого сопротивления;

7 - блок передачи результата;

8 - блок протоколирования;

9 - монитор;

10 - микрофон.

Устройство работает следующим образом.

С помощью блоков регистрации биопотенциалов (блоки 1-3) регистрируют активность головного мозга испытуемого. Данный блок включает усилители, фильтры,

установленные на участке скальпа, относящемуся к активности зоны Брока сухие или контактные электроды, включенные по моно- или биполярной схеме и обеспечивает регистрацию по меньшей мере одного сигнала ЭЭГ в полосе не уже 1-50 Гц. Фильтрация и адаптивное смещение среднего в соответствии с плавающим изменением сопротивления осуществляется микроконтроллером и блоком адаптивного изменения входного сопротивления (блоки 3, 4). Одновременно на мониторе (блок 9) обеспечивается режим предъявления испытуемому визуальных стимулов заданной длительности. Одновременно с регистрацией электрической активности биопотенциалов головного мозга происходит регистрация вербального отклика испытуемого на предъявляемый стимул.

Предварительно обработанные сигналы электрической активности головного мозга, а также вербальный ответ затем передаются на ЭВМ для осуществления анализа.

Оценка эффективности уровня владения иностранным языком происходит на основе показателей задержек пиковых активностей, наблюдаемых на отведениях, соответствующих зоне Брока (в международной системе F7), правильности вербального

отклика, времени отклика, либо его отсутствия, шкалам усталости по ходу проведения эксперимента. Полученные оценки затем передаются для дальнейшего сохранения (блоки 7, 8).

План проведения оценки уровня владения лексикой иностранного языка может быть представлен следующим образом.

Оценивание начинается с предъявления порядка 160 визуальных стимулов, на 80 из которых пользователю необходимо дать вербальный ответ на родном языке, а на оставшиеся на иностранном. Показу каждого визуального стимула может предшествовать показ креста для фиксации внимания или иного предупреждения в течение 0.5-1 с. Предъявление самого визуального образа стимула осуществляется на коротком временном интервале в течение 1.5 с. Затем, пользователю необходимо дать вербальный ответ в течение 3.5 с, при этом переход к следующему визуальному стимулу может осуществляться ранее, в случае фиксации вербального отклика.

Для каждого испытуемого предполагается проведение индивидуальной калибровки, включающей проверку всех уровней входных сигналов (биопотенциалов, акустического входного сигнала, сигнала беспроводного передатчика) на соответствие рабочим диапазонам, а также на оценку задержек вызванных стимулом потенциалов. Далее, проводится корректировка и оценка на основе заданных библиотек стимулов, адаптированная исходя из индивидуальных характеристик испытуемого, полученных в ходе калибровки.

Например, на основании распределений плотностей вероятностей моментов времени реакции (см. Фиг. 2). При наличии достаточного количества испытаний (~80) распределения моментов времени после предъявления стимула, соответствующих формированию ответа на родном (РЯ) или изучаемом иностранном языке (ИЯ), могут быть аппроксимированы нормальным распределением. Условно обозначим их $P_1(T_{РЯ})$ $P_2(T_{ИЯ})$ соответственно.

На Фиг. 2 показано сравнение плотностей вероятности моментов времени после предъявления стимула, соответствующих формированию ответа на родном или иностранном языке. Здесь, Т - время, затраченное на ответ.

На Фиг. 3 показана индивидуальная характеристика вероятности отнесения слова к родному языку по времени формирования ответа. Здесь, Т - время, затраченное на ответ.

Рассматривая отношение разницы распределений для равного диапазона моментов времени в форме:

$$P_{21} = \frac{P_2}{P_1 + P_2},$$

где P_{21} - вероятность принадлежности времени реакции к родному языку, становится возможным проводить оценку уровня усвоения для каждого конкретного слова, рассчитывая вероятность его соотнесения с родным языком, на основе индивидуальной характеристики (см. Фиг. 3), где в качестве порога успешности, например, можно использовать вероятность.

На Фиг. 4 показана схема предъявления групп слов для обучения в зависимости от степени усвоения.

Например, группы слов с вероятностью выше 0.5 считаются усвоенными, в пределах от 0.25 до 0.5 требующими повторения, а менее 0.25 - неусвоенными, требующими непосредственной работы над их усвоением (см. Фиг. 4).

На Фиг. 5 показано сравнение положений минимумов потенциала на отведении F7,

возникающие после предъявления стимула, соответствующих формированию ответа на родном (T1) или иностранном (T2) языке.

Например, при использовании библиотек стимулов, соответствующих общим, общепрофессиональным и специализированным компетенциям пользователя, становится возможным групповое сравнение вызванных потенциалов, и изменение тактики их использования, реализуемое программным обеспечением в электронно-вычислительной машине (блок 5). Поскольку для каждой из групп стимулов возможно произвести индивидуальную оценку плотности вероятности характеристик вербального отклика, их взаимное сравнение, а также сравнение с группой стимулов, предъявляемых для произнесения на родном языке, каждая из групп слов может получить отдельную оценку уровня успешности владения пользователем терминологией, относящейся к этой группе. Подстраивая процесс обучения путем более интенсивного изучения семантических полей, тематических и лексико-семантических групп, показавших наименьшую успешность, оператор получает возможность более эффективного приложения усилий и концентрации внимания на изучаемом лексическом материале.

Другим вариантом использования является тренинг на основе индивидуального подбора лексических единиц, учитывающий частоту и задержку их правильного произнесения пользователем, например, более частое использование стимулов, приводящих к неправильным ответам и затруднениям.

На Фиг. 6 показано сравнение плотностей вероятности положений минимумов потенциала на отведении F7, возникающие после предъявления стимула, соответствующих формированию ответа на родном или иностранном языке. M1 - мода распределения плотности вероятности положений минимума для родного языка, M2 - изучаемого языка.

Относительный уровень владения лексикой может быть оценен, исходя из соотношения задержек между предъявлением стимула и ответа на родном языке и изучаемом языке. Например, по положению минимума на отведении F7 (см. Фиг. 5). Проведение достаточного количества испытаний (более 80) позволяет получить распределение задержек минимумов, после предъявления стимулов для родного и изучаемого языка (см. Фиг. 6). Разница между положениями мод распределений используется в качестве дополнительного индикатора готовности испытуемого к формированию вербального отклика. Уменьшение разницы между модами распределения будет свидетельствовать об улучшении готовности к речепорождению и относительном успехе в освоении изучаемого языка. Следует отметить, что распределения, полученные для времени реакции, и для задержек минимумов не являются однозначно связанными, но дополняют друг друга. Так, электрическая активность с зоны Брока отражает процесс предречевой готовности в стадии речепорождения на основе принципа предикации при формировании вербального отклика и переработке невербальной знаковой информации с актуализацией слоев ассоциативного поля, в то время как сам вербальный отклик является его завершением.

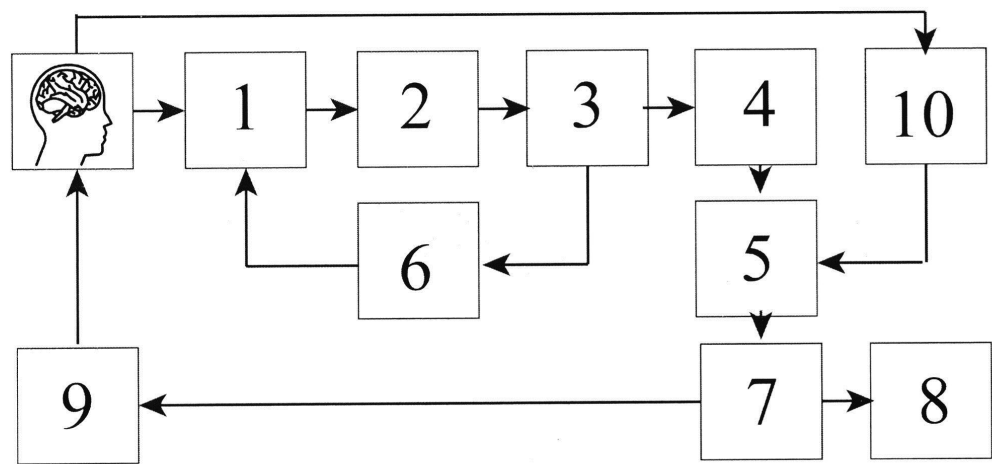
Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет объективно оценивать уровень владения лексикой иностранного языка в реальном времени по характерным паттернам электрической активности головного мозга и времени, затрачиваемом на ответ. Одновременно с этим структура предлагаемого изобретения обеспечивает высокую универсальность применения как за счет возможности гибко регулировать пополнение словарного запаса и не ограничивает свободу применения различных методик при обучении иностранному языку. Устройство также позволяет оценить некоторые особенности коммуникативной тактики испытуемых, стратегии ассоциативного

поведения испытуемых, семантику предъявляемого стимульного материала, а также проводить анализ картины мира и отдельных качеств вторичной языковой личности испытуемых, отражающих специфику их языкового сознания.

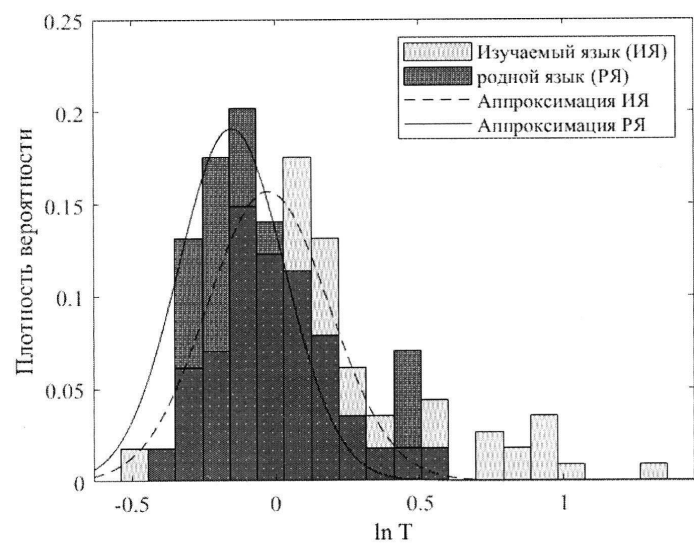
(57) Формула изобретения

Устройство для определения уровня владения пользователем иностранным языком при восприятии и обработке зрительной информации, включающее блок регистрации биопотенциалов электрической активности головного мозга человека, снабженный по меньшей мере одним выходом и выполненный с возможностью регистрации биопотенциалов на участке скальпа, относящемся к зоне Брока, монитор выполненный с возможностью вывода стимулов, длительность которых задана предварительно в соответствии с программой тренинга или определяется случайным образом, а также с возможностью чередования режимов предъявления пользователю визуальных стимулов, блок аналого-цифрового преобразования, блок предварительной обработки, блок адаптивной подстройки входного сопротивления электродов, микрофон, выполненный с возможностью регистрации ответа пользователя, блок анализа с не менее чем двумя входами, выполненный с возможностью расчета оценки уровня владения иностранным языком пользователем при восприятии и обработке зрительной информации, устройство передачи данных, устройство хранения данных, полосовые фильтры, выполненные с возможностью пропускания сигнала электрической активности в полосах частот 1-50 Гц, причем устройства передачи и хранения выполнены с возможностью сохранения значения мощностей этих частотных составляющих, вычисленных на временных интервалах до и после предъявления испытуемому стимула, при этом устройство выполнено с возможностью регистрации биопотенциалов электрической активности головного мозга одновременно с регистрацией вербального отклика испытуемого на предъявляемый стимул и оценки уровня владения иностранным языком на основе показателей задержек пиковых активностей на отведениях, соответствующих зоне Брока, правильности вербального отклика, времени отклика либо его отсутствия, шкалам усталости по ходу проведения эксперимента.

1

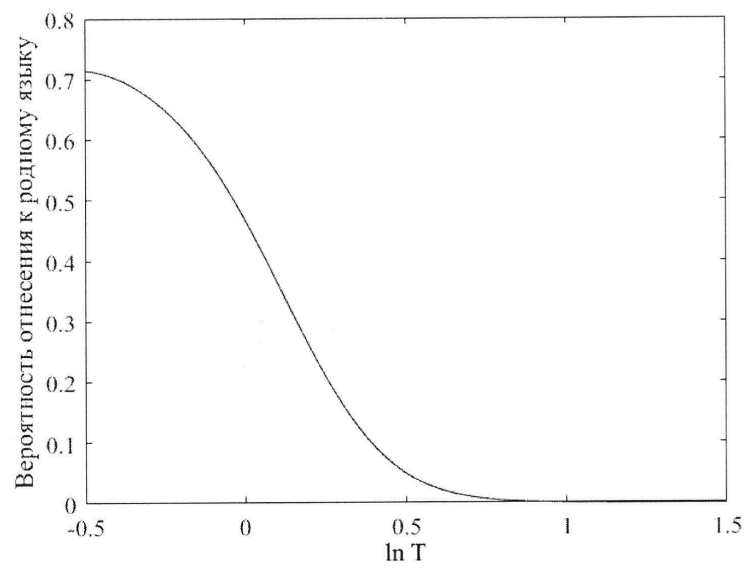


Фиг. 1

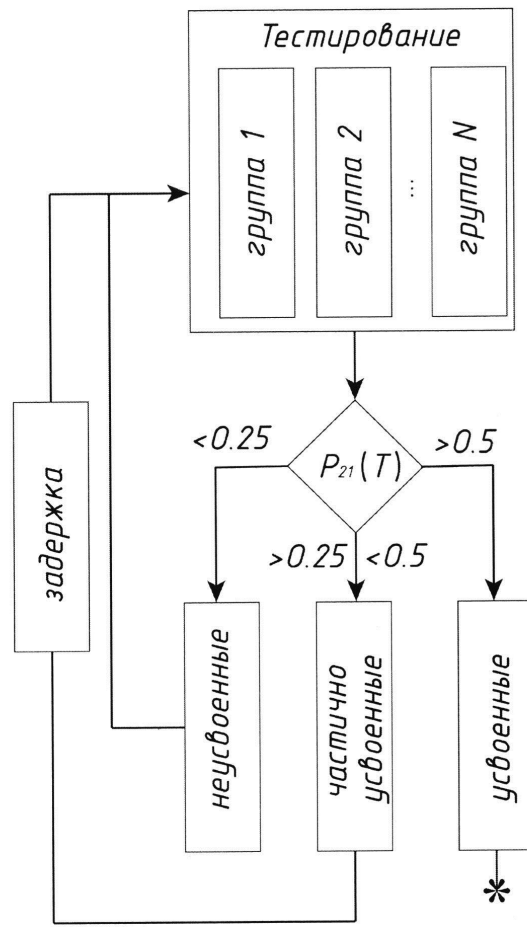


Фиг. 2

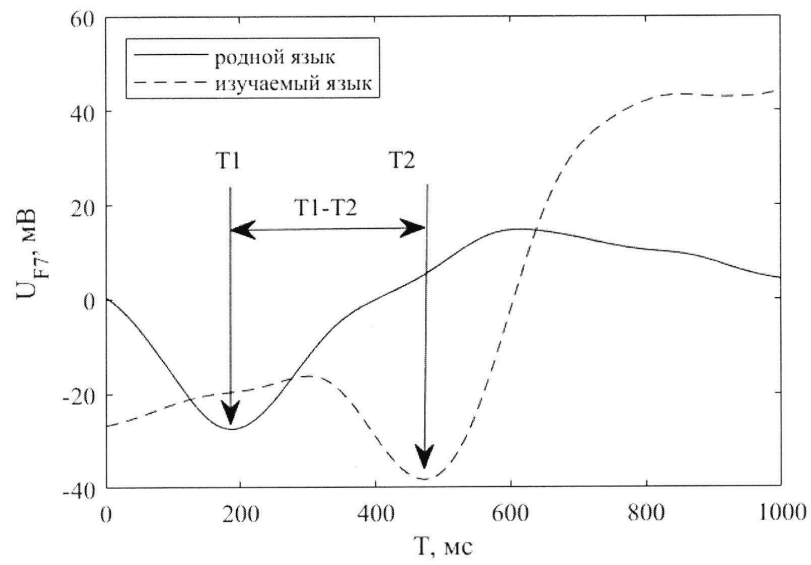
2



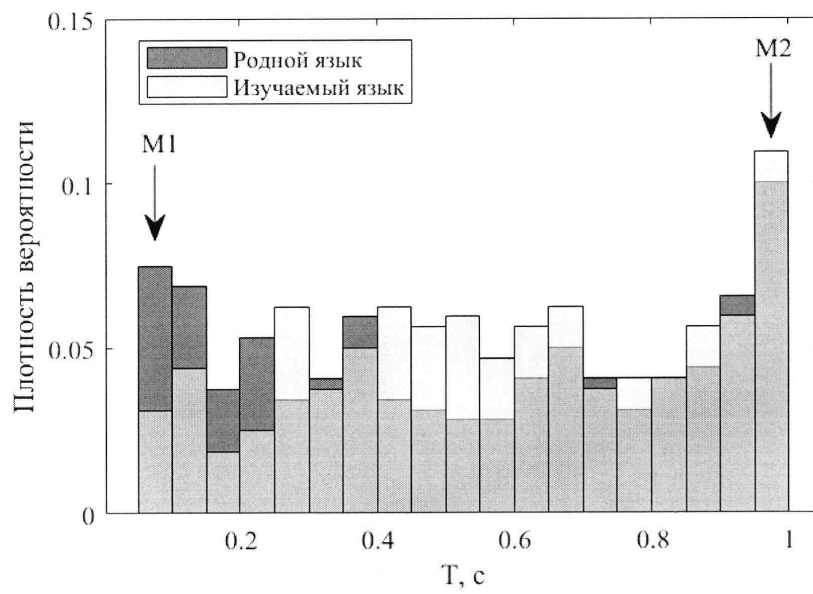
Фиг. 3



Фиг. 4.



Фиг. 5



Фиг. 6