Влияние степени усталости говорящего на характеристики устного дискурса

Мария Викторовна Худякова

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

Аннотация. Анализ устного дискурса имеет большое значение для клинической лингвистики, где он составляет важную часть постановки диагноза при различных нарушениях речи, а также используется для фундаментальных исследований речи пациентов. В основе анализа, как правило, лежит оценка беглости речи, речевых сбоев, различных ошибок, а также сложности синтаксических конструкций. Однако целый ряд исследований показали, что некоторые из этих параметров могут изменяться в зависимости от степени усталости говорящего. Сравнительный анализ дискурса здоровых носителей языка в состоянии усталости и в активном состоянии выявил влияние уровня усталости на темп речи — одну из важных характеристик, по которой оценивают речь при диагностике нарушений речи. Дополнительно было обнаружено влияние жанра дискурса на характеристики устного дискурса.

Контактная информация: Мария Викторовна Худякова, mariya.kh@gmail.com, 101000, Москва, Кривоколенный переулок, д. 3, КЗ-308.

Ключевые слова: устный дискурс, нарративы, процедурный дискурс, темп речи, усталость

© 2020 Мария Викторовна Худякова. Данная статья доступна по лицензии [Creative Commons “Attribution” \(«Атрибуция»\) 4.0. всемирная](#), согласно которой возможно неограниченное распространение и воспроизведение этой статьи на любых носителях при условии указания автора и ссылки на исходную публикацию статьи в данном журнале в соответствии с канонами научного цитирования.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-312-00157).

Статья поступила в редакцию 12 июля 2020 г. Принята в печать 29 сентября 2020 г.

Введение

Анализ различных характеристик устного дискурса в современной нейро- и психолингвистике широко используется для оценки речевых способностей у людей с различными неврологическими и психиатрическими нарушениями, в исследованиях усвоения первого или второго языка, при изучении речи пожилых людей или билингов. В большинстве подобных исследований авторы либо оценивают изменение параметров дискурса в течение длительного времени (например, усвоение речи детьми: Macwhinney, 1992), либо проводят межгрупповые сравнения между различными популяциями (например, людьми с нарушениями речи или неврологическими расстройствами и неврологически здоровыми носителями языка: см. например, Macwhinney et al., 2011; Кибрик, Подлеская, 2009). В то же время речь человека может изменяться и в течение небольшого отрезка времени под влиянием эмоций (Majid, 2012; Сидоров, Филатова, 2012), после принятия психоактивных веществ (Salomé et al., 2000; Сухих, 2006), при сильном стрессе (Hansen, Patil, 2007) или от усталости.

В данном исследовании мы рассматриваем характеристики дискурса, традиционно оцениваемые в клинической лингвистике, через призму вариативно-

сти этих показателей у здоровых носителей языка. Далее приведен обзор исследований, посвященных речи при усталости и когнитивной нагрузке, а также краткая классификация характеристик дискурса, которые были оценены в нашем исследовании.

Характеристики речи в зависимости от уровня усталости

В большинстве современных исследований влияния усталости и стресса на речь стоит задача автоматической детекции степени усталости по голосу. Усталость негативно влияет на скорость реакции, принятие решений и способность к умственной деятельности (Almonroeder et al., 2020; Boksem et al., 2005; Caldwell, 2001). Также высокий уровень когнитивной нагрузки может влиять на эффективность коммуникации. Так, Роснагель (Roßnagel, 2000) показал, что при низкой когнитивной нагрузке участники эксперимента адаптировали инструкции, которые им необходимо было дать собеседнику, к уровню знаний адресата, чего не происходило при высокой когнитивной нагрузке. Исходя из этого, важной задачей является определение уровня усталости у специалистов, в работе которых критически важны скорость реакции, способность к эффективному принятию решений и коммуникации

Таблица 1. Демографические данные участников и баллы по опроснику САН

ID участника	Возраст	Пол	Образование	Образование (лет)	Балл САН — шкала Активность		
					Активное состояние	Усталое состояние	Разница
s01	29	женский	высшее	19	5.4	3.6	1.8
s02	30	мужской	высшее	19	4.0	2.2	1.8
s03	30	женский	высшее	15	5.0	3.4	1.6
s04	31	женский	высшее	15	3.4	1.0	2.4
s05	29	женский	высшее	18	5.1	3.0	2.1
s06	33	женский	ученая степень	20	5.1	1.7	3.4
s07	29	женский	высшее	16	5.1	1.9	3.2
s08	23	женский	высшее	16	4.7	2.5	2.2
s09	29	мужской	высшее	15	6.3	4.7	1.6
s10	25	женский	высшее	16	5.0	2.5	2.5

в условиях ограниченного времени, например военных (Heaton et al., 2020), водителей (Liu et al., 2019) или авиадиспетчеров (Shen et al., 2020). Детекция усталости по характеристикам голоса является одним из распространенных методов оценки состояния работника в таких ситуациях.

В качестве материала для анализа могут быть использованы списки слов (Greeley et al., 2006), отдельные предложения (Sloboda et al., 2018), образцы спонтанной речи (Krajewski et al., 2009; Steeneken, 1995) или записи диалогов (Steeneken, 1995). Известно, что различные типы усталости, стресса или когнитивной нагрузки могут влиять на такие характеристики речи, как темп (Quatieri et al., 2015; Sloboda et al., 2018), характеристики голоса (Rao et al., 2020; Sloboda et al., 2018), частота основного тона (Krajewski et al., 2009; Quatieri et al., 2015) и формантные характеристики (Rao et al., 2020; Steeneken, 1995).

Таким образом, степень усталости говорящего оказывает влияние на речь. Однако параметры речи, применяемые для детекции усталости говорящего, ограниченно применимы в клинической практике, так как требуют детального инструментального фонетического анализа. Также на данный момент нет полного систематического описания всех параметров дискурса на разных языковых уровнях в зависимости от степени усталости говорящего. Для того чтобы было возможным полноценное сравнение речи здоровых носителей языка и пациентов, необходимо более подробное исследование вариативности речевой нормы в зависимости от состояния говорящего.

Параметры дискурса, используемые для оценки речи

Оценка устного дискурса, то есть связной речи, — важный элемент в клинической диагностике языковых нарушений. Например, при динамической афазии нарушения в спонтанной речи могут наблюдаться на фоне отсутствия нарушений в назывании предметов и повторении слов (Ахутина, 2002; Лурия, 1947). Во мно-

гих стандартизированных тестах для оценки речи есть дискурсивные задания, в которых оценивается связная речь: рассказ по картинке, пересказ истории, ответы на вопросы, коммуникация с проводящим тестирование (например, Comprehensive Aphasia Test; CAT [Swinburn et al., 2004], Western Aphasia Battery; WAB [Kertesz, 2007], Boston Diagnostic Aphasia Examination; BDAE [Goodglass et al., 2001], Quick Aphasia Battery; QAB [Wilson et al., 2018], Русский афазиологический тест; PAT [Ivanova et al., 2019], Методика количественной оценки речи; КОР [Цветкова и др., 1981]). В таких заданиях оценка языковой компетенции может проводиться либо на основе шкал, когда специалист выставляет баллы за определенные параметры дискурса в соответствии с установленными определениями, либо с измерением количественных показателей речи (в таком случае необходима транскрипция речи и ее базовая разметка — например, деление на высказывания; Prins, Bastiaanse, 2004).

В клинической практике оценка речи проводится на различных языковых уровнях — фонетическом, лексическом, синтаксическом и дискурсивном. Бриант и коллеги (Bryant et al., 2016) на основе анализа 165 исследований дискурса при афазии выделяют три основных группы характеристик, на которые можно разделить меры, применяемые для оценки речи: вербальная продуктивность (длина дискурса в словах или минутах, лексическое разнообразие, проблемы с извлечением слов из памяти), информационное содержание (объем информации в минуту, лексическое оформление содержания, количество пропозиций, структура дискурса, связность) и грамматическая сложность (морфосинтаксические параметры, грамматические категории слов, структура предложений). Согласно опросу логопедов из Австралии, Новой Зеландии, Канады, Великобритании и США, более 97% специалистов в клинической практике используют не один, а несколько из этих типов оценки речи (Bryant et al., 2017).

Цель данного исследования — выявить, на какие характеристики устного дискурса, используемые для

Рисунок 1. Пример разметки дискурса в программе ELAN

оценки речи в клинической практике, влияет степень усталости говорящего. Для пилотного анализа речи неврологически здоровых людей мы отобрали параметры, позволяющие оценить объем дискурса, беглость речи, языковую компетенцию на лексическом и синтаксическом уровнях. Поскольку жанр дискурса может влиять на его характеристики (Olness, 2006), мы оценивали дискурс трех типов — рассказ по картинке, личные истории и инструкции. Таким образом, можно оценить влияние жанра дискурса на речевые характеристики.

Метод и материалы

Участники

Для исследования были отобраны аудиозаписи десяти здоровых носителей русского языка (8 женщин и 2 мужчин; возраст от 23 до 33 лет, средний возраст — 28,8; $SD = 2,9$; с высшим образованием; среднее количество лет образования, включая школу, — 16,9; $SD = 1,9$). Все участники на момент исследования не страдали неврологическими и/или психиатрическими заболеваниями и не находились под воздействием алкоголя или иных веществ, влияющих на скорость реакции. Все участники дали информированное согласие на использование аудиозаписей в научных целях. Демографические данные участников приведены в таблице 1.

Стимулы

Для комплексной оценки дискурса разных жанров были отобраны по две пары стимулов трех типов: рассказы по картинке, личные истории, инструкции. Для рассказа по картинке были отобраны два комикса Херлуфа Бидстру-

па с единственным главным персонажем (истории «Ребенок» и «Спортсмен»), участники получали задание: «Расскажите подробно историю про то, что изображено на рисунке». Для порождения инструкций были отображены две инструкции по сборке мебели фирмы IKEA (стол и табурет), каждая в виде серии из восьми картинок без сопровождающего текста; участники получали задание: «Подробно опишите, как собрать табурет/стол. Представьте, что вашу инструкцию будет слушать человек, который не видит рисунков». В качестве личных историй были собраны ответы на вопросы «Какой самый лучший или запоминающийся подарок вам подарили?» и «Расскажите о своем лучшем или самом запоминающемся путешествии». Стимулы были распределены по экспериментальным листам в фиксированном порядке: 1) рассказ по картинке, 2) личная история, 3) инструкция. Стимульный материал доступен в репозитории проекта: см. дополнительные материалы онлайн.

Оценка уровня активности

Участники исследования могли принять участие в исследовании в любое время суток. Участникам предлагалось самим определить моменты, в которое их состояние можно было бы оценить словами «бодрость» и «усталость». При заполнении анкеты с демографическими данными их просили пройти исследование два раза: 1) когда они будут в наиболее бодром состоянии, например в выходной утром после пробуждения и/или завтрака; 2) когда они будут в наиболее уставшем состоянии, например после напряженного рабочего дня, экзамена, продолжительной интенсивной тренировки.

Далее в каждой части исследования участники заполняли протокол стандартизированного Теста

дифференцированной самооценки функционального состояния САН (Доскин и др., 1973). Тест предназначен для быстрой оценки трех аспектов функционального состояния: самочувствия, активности и настроения (опросник назван по первым буквам этих состояний). Участники соотносят свое состояние с 30 признаками, каждый из которых относится к одному из состояний, по семибалльной шкале. Результаты по признакам усредняются, и каждое из состояний участника получает оценку от 1 до 7. В исследовании участники заполняли весь опросник, однако для анализа использовались только баллы по шкале Активность.

Поскольку оценка собственного состояния достаточно субъективна, мы не использовали баллы по шкале для сравнения участников друг с другом, а оценивали разницу между баллами в двух состояниях. По итогам опросника САН для анализа были отобраны аудиозаписи участников, для которых различие между баллами за активность по САН между двумя состояниями составляло не менее 1,5 балла. Баллы участников по шкале Активность приведены в таблице 1.

Процедура

Эксперимент проходил в режиме онлайн. Во время каждой из двух частей исследования участники заполняли опросник САН, далее в фиксированном порядке получали стимулы для эликации дискурса. Участники записывали аудио самостоятельно.

Аннотация

Разметка аудиозаписей была проведена в программе ELAN Annotation Tool (Wittenburg et al., 2006). На базовом слое разметки аудио вручную затранскрибированы в орфографической транскрипции с выделением заполненных и незаполненных пауз длиной не менее 90 мс. Как заполненные паузы были размечены периоды, когда не происходит вербализации или попытки породить слово, но происходит вокализация, то есть произнесение звука (например, мм, ээ; см. Кибрик и др., 2009), а также смех, кашель.

Все аудиозаписи были разделены на элементарные дискурсивные единицы (ЭДЕ), являющиеся базовыми единицами сегментации в текущей схеме разметки, и высказывания. ЭДЕ выделяются по синтаксическому и интонационному признакам, то есть на основе наличия субъекта и предиката, если этому не противоречит интонационный контур речи (Bergelson, Khudyakova, 2020). Также проведена сегментация дискурса на высказывания, то есть ЭДЕ с синтаксически зависимыми от нее ЭДЕ. Таким образом, среднее количество ЭДЕ в высказывании может служить в качестве оценки синтаксической сложности речи.

На отдельных слоях размечены леммы (начальные формы слов) и частеречная принадлежность слов. Частеречная разметка основана на классификации, применяемой в разметке Национального корпуса русского языка (<https://ruscorpora.ru/>). Пример разметки дискурса в программе ELAN представлен на рисунке 1.

Лингвистические характеристики

Для оценки дискурса были выбраны следующие характеристики: объем дискурса, синтаксическая слож-

ность, беглость речи и лексическое разнообразие. Объем дискурса был оценен в длине в словах и длительности в секундах. В качестве меры синтаксической сложности были выбраны средняя длина ЭДЕ в словах и среднее количество ЭДЕ в высказывании.

Для оценки беглости был посчитан темп речи, а также медианная длина паузы. В качестве единицы измерения темпа был выбран слог, так как это отвечает таким критериям, как низкая вариативность длины единицы (по сравнению со словом или ЭДЕ) и относительная легкость измерения в клинической практике (по сравнению с фонемой) (Carroll, 1966; Цеплитис, 1974). Существуют два подхода к определению темпа речи: полный темп, то есть количество языковых единиц в единицу времени с учетом пауз, и артикуляционный темп, без учета пауз (Светозарова, 1982). В данном исследовании мы использовали обе меры, поскольку нет единого мнения о том, какая из них наиболее соответствует субъективной оценке темпа слушателем — полный темп речи (Цеплитис, 1974) или артикуляторный (Светозарова, 1982). Также в качестве меры беглости была выбрана медианная длина незаполненной паузы. Выбор медианной, а не средней длины обусловлен ненормальным распределением длины пауз.

Для оценки лексики выбраны такие меры, как пропорция лемм значимых частей речи и лексическое разнообразие. Значимыми частями речи мы считали существительные, прилагательные, числительные, числительные-прилагательные, глаголы, предикативы и наречия; незначимыми — вводные слова, местоимения-существительные, местоимения-прилагательные, местоименные наречия, местоимения-предикативы, предлоги, союзы, частицы и междометия. Лексическое разнообразие — традиционная мера оценки объема лексикона по образцу письменного или устного дискурса. Одна из наиболее известных и применяемых на практике мер лексического разнообразия — соотношение количества словоформ и количества лемм в тексте (англ. *type-token ratio*, TTR). Поскольку этот метод подсчета лексического разнообразия крайне чувствителен к объему текста (McCarthy, Jarvis, 2010), для точной оценки лексического разнообразия был применен метод движущегося окна MATTR (англ. *moving average type-token ratio*) с окном длиной 50 слов (Covington, McFall, 2010). При подсчете лексического разнообразия MATTR с длиной окна в N слов происходит подсчет TTR на отрезке со слова 1 по слово N, потом на отрезке со слова 2 по слово N + 1, и так далее. Далее берется среднее число от всех полученных TTR. Таким образом, MATTR является стабильной мерой лексического разнообразия, не чувствительной к длине текста. Анализ лексического разнообразия был проведен с помощью пакета Quanteda в среде R (Benoit и др., 2018).

Результаты

Усредненные данные по измеряемым параметрам представлены в таблице 2. Подробная таблица с данными по каждому тексту, а также пример затранскрибированных записей доступны в репозитории проекта, см. [дополнительные материалы онлайн](#).

Таблица 2. Характеристики дискурса в зависимости от типа дискурса (средние значения)

Характеристика	Мера	Состояние говорящего	Тип дискурса		
			Инструкция	Личная история	Рассказ по картинке
			Средние значения (<i>SD</i>)		
Объем дискурса	Длительность в секундах	Активное	154.67 (98.28)	102.40 (54.45)	93.47 (80.58)
		Усталое	184.86 (89.15)	74.96 (46.15)	89.22 (25.02)
	Количество слов	Активное	258.30 (151.42)	221.50 (112.32)	177.10 (133.43)
		Усталое	279.30 (171.27)	144.90 (88.90)	158.30 (62.33)
Беглость речи	Полный темп речи (количество слогов в минуту)	Активное	226.27 (39.53)	273.64 (32.03)	250.48 (34.85)
		Усталое	188.73 (25.48)	242.31 (36.34)	218.23 (30.52)
	Артикуляторный темп (количество слогов в минуту звучащей речи)	Активное	322.93 (44.13)	366.45 (33.14)	325.63 (39.90)
		Усталое	304.13 (34.98)	359.49 (47.54)	311.38 (34.61)
	Медианная длина паузы (мс)	Активное	576.80 (104.82)	685.95 (360.84)	623.45 (158.12)
		Усталое	663.00 (87.16)	692.40 (147.00)	674.40 (129.56)
	Среднее количество слов в ЭДЕ	Активное	5.68 (0.68)	5.91 (1.74)	4.79 (0.71)
		Усталое	5.81 (0.77)	5.85 (1.08)	4.96 (0.51)
Синтаксическая сложность	Среднее количество ЭДЕ в высказывании	Активное	1.35 (0.16)	1.35 (0.19)	1.23 (0.25)
		Усталое	1.39 (0.26)	1.37 (0.37)	1.23 (0.07)
	Лексическое разнообразие (MATTR)	Активное	0.73 (0.07)	0.75 (0.06)	0.78 (0.03)
		Усталое	0.75 (0.05)	0.75 (0.05)	0.79 (0.04)
Лексика	Пропорция значимых слов	Активное	0.54 (0.06)	0.49 (0.06)	0.52 (0.06)
		Усталое	0.54 (0.06)	0.48 (0.06)	0.52 (0.08)

Анализ данных был проведен с помощью регрессионных моделей с фиксированными эффектами состояния, типа дискурса и их взаимодействия и случайным эффектом участника в R с помощью пакета *lme4* (Bates et al., 2015), анализ размера эффекта был проведен с помощью пакета *effectsize* (Ben-Shachar et al., 2020). Не было выявлено значимых эффектов взаимодействия типа дискурса и состояния говорящего. Значимый эффект состояния говорящего был обнаружен только для полного темпа речи ($p_{adj} = 7.20e-06$); аналогичный эффект для артикуляторного темпа речи ($p = .030$) оказывается незначимым после применения поправки на множественные сравнения.

Значимый эффект типа дискурса был обнаружен для следующих параметров: длительность в секундах ($p_{adj} = 3.57e-04$), количество слов ($p_{adj} = .038$), полный темп речи ($p_{adj} = 5e-07$), артикуляторный темп речи ($p_{adj} = 1.23e-07$), среднее количество слов в ЭДЕ ($p_{adj} = .006$), лексическое разнообразие ($p_{adj} = .042$) и про-

порция значимых частей речи ($p_{adj} = .014$). Не был выявлен значимый эффект типа дискурса на длину пауз и среднее количество ЭДЕ в высказывании. Подробные данные о статистической значимости эффектов степени усталости и типа дискурса и размере эффектов приведены в таблице 3.

Обсуждение

Усталость и характеристики дискурса

В результате анализа было выявлено, что при усталости говорящего полный темп речи значимо замедлен по сравнению с более активным состоянием. Это согласуется с результатами предыдущих исследований, в которых именно фонетические характеристики речи, в том числе темп, были использованы для автоматической детекции усталости (Quatieri et al., 2015; Sloboda et al., 2018). Однако снижение темпа речи может быть

Таблица 3. Результаты оценки эффектов состояния говорящего, типа дискурса и их взаимодействия

Характеристика	Мера	Факторы			
		Состояние говорящего	Тип дискурса	Взаимодействие	
Объем дискурса	Длительность в секундах	F	0.001	12.410	1.230
		p	.974	5e−05	.302
		p_{adj}	1	3.57e−04 *	1
		η^2_p	< .01	.36	.05
	Количество слов	F	0.807	5.184	1.053
		p	.374	.009	.357
		p_{adj}	1	.038 *	1
		η^2_p	.02	.02	.04
Беглость речи	Полный темп речи (количество слов в минуту)	F	32.769	24.525	0.108
		p	2e−16	2e−16	.900
		p_{adj}	7.20e−06 *	5e−07	1
		η^2_p	.42	.52	< .01
	Артикуляторный темп речи (количество слов в минуту звучащей речи)	F	5.008	27.817	0.335
		p	.030	2e−16	.717
		p_{adj}	.242	1.23e−07 *	1
		η^2_p	.10	.55	.01
	Медианная длина паузы (мс)	F	1.198	0.844	0.278
		p	.280	.437	.758
		p_{adj}	1	.437	1
		η^2_p	.03	.04	.01
Синтаксическая сложность	Среднее количество слов в ЭДЕ	F	0.130	8.164	0.104
		p	.720	.001	.901
		p_{adj}	1	.006	1
		η^2_p	< .01	.27	.01
	Среднее количество ЭДЕ в высказывании	F	0.151	2.446	0.035
		p	.700	.098	.966
		p_{adj}	1	.196	1
		η^2_p	< .01	.10	< .01
Лексика	Лексическое разнообразие (MATTR)	F	0.487	4.710	0.166
		p	.489	.014	.847
		p_{adj}	1	.042	1
		η^2_p	.01	.18	.01
	Пропорция значимых слов	F	0.111	6.760	0.015
		p	.741	.003	.985
		p_{adj}	1	.014	1
		η^2_p	.01	.23	.01

обусловлено многими параметрами, такими как непосредственное снижение скорости артикуляции, удлинение определенных фонем, количество и длительность пауз и так далее.

Темп речи — один из параметров, тесно ассоциированных с восприятием беглости речи при афазии (Gordon, 2006; Gordon, Clough, 2020; Park et al., 2011). Однако разница в темпе речи может быть не значимой при сравнении дискурса пациентов с беглыми и небеглыми типами афазии или разной степенью грубости (Gordon, 2006; Gordon, Clough, 2020). Вопрос о природе сниженного темпа речи в зависимости от разных факторов, и усталости в частности, требует дополнительных исследований.

Поскольку не было найдено значимого эффекта взаимодействия между типом дискурса и состоянием говорящего, можно сделать вывод, что усталость влияет на речь независимо от типа задания. Таким образом, при проведении оценки речи и сборе речевых данных для лингвистического исследования стоит учитывать степень усталости человека, поскольку она может повлиять на результаты оценки или эксперимента.

Тип дискурса и характеристики дискурса

Жанр дискурса и тип стимула для элицитации оказал влияние почти на все характеристики дискурса, которые мы оценивали. Это также согласуется с предыдущими исследованиями (Gorno-Tempini et al., 2011; Fergadiotis, Wright, Capilouto, 2011; Olness, 2006).

Инструкции в среднем длиннее, чем оба рассказа по рисунку и личные истории. Эти различия можно объяснить спецификой задания: каждая инструкция состоит из восьми шагов, каждый из которых необходимо подробно описать, при этом для подробного описания в ЭДЕ необходимо упоминать не только актанты, но и сирконстанты (например, источник или цель, положение и т. д.). Что касается беглости речи, то у личных историй и полный, и артикуляторный темп речи выше, чем у инструкций и рассказов по картинке. Мы можем предположить, что это может быть связано как с характером задания (отсутствие внешнего визуального стимула), так и с эмоциями рассказчика (вопросы про путешествие и про подарок могли вызвать эмоциональную реакцию на воспоминание о событии из жизни). Личные истории также отличаются от двух других типов дискурса более низкой пропорцией значимых частей речи. Это может быть связано с употреблением местоимений первого лица, поскольку основное действующее лицо этих историй, как правило, — сам рассказчик. Для подтверждения этой гипотезы необходимо в дальнейшем провести анализ референциального выбора. С точки зрения лексического разнообразия есть различия между инструкциями и рассказами по картинке. Это можно объяснить спецификой задания: в инструкциях необходимо описывать манипуляции с ограниченным набором предметов, в то время как в комиксах действия персонажей и окружающие объекты постоянно меняются.

Ограничения исследования

Одним из основных ограничений исследования является небольшой размер корпуса, на материале которого

проведено исследование, поэтому необходимы дополнительные репликационные исследования на более объемном материале. Выборка участников исследования гендерно не сбалансирована, однако при построении модели со смешанными эффектами мы учитывали случайный эффект участника, что позволило учесть индивидуальные различия между рассказчиками (в том числе обусловленные возрастом, уровнем образования, гендером и т. д.). Также ограничением является то, что участники самостоятельно оценивали свой уровень усталости, и не было проведено объективной оценки их состояния. Нам представляется, что в дальнейших исследованиях возможен сбор данных в ситуациях, когда у всех участников эксперимента в течение дня схожее расписание и схожие нагрузки (школа, тренировочный лагерь, центр реабилитации и т. п.).

Заключение

Настоящая работа — пилотное исследование влияния усталости говорящего на различные характеристики дискурса. При выборе оцениваемых параметров речи мы руководствовались необходимостью отобрать показатели речи на разных языковых уровнях (фонетика, лексика, синтаксис), а также распространенностью оценок этих параметров для оценки речи в клинической практике и афазиологии. Результаты пилотного исследования позволили определить направление для дальнейших исследований, а именно — анализ фонетических и темповых характеристик речи в зависимости от жанра и усталости говорящего. Также в дальнейшем необходимо не только увеличить выборку неврологически здоровых взрослых рассказчиков, но и провести подобное исследование в клинических популяциях. Результаты исследования в дальнейшем могут быть применены не только в клинической лингвистике, но и в других областях, где производится оценка речи (например, обучение иностранным языкам, чтению или ораторскому мастерству).

Литература

- Ахутина Т. В. Нейролингвистический анализ динамической афазии. О механизмах построения высказывания. М.: Теревинф, 2002.
- Доскин В. А., Лаврентьева Н. А., Мирошников Н. П., Шарай В. Б. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния // Вопросы психологии. 1973. Т. 19. № 6. С. 141–145.
- Кибрик А. А., Литвиненко А. О., Подлесская В. И. Другие дискурсивные явления // Рассказы о сновидениях: Корпусное исследование устного русского дискурса / Под ред. А. А. Кибрика, В. И. Подлесской. Москва: Языки славянских культур, 2009.
- Кибрик А. А., Подлесская В. И. Рассказы о сновидениях: Корпусное исследование устного русского дискурса / Под ред. А. А. Кибрика, В. И. Подлесской. М.: Языки славянских культур, 2009.
- Лурия А. Р. Травматическая афазия: клиника, семиотика и восстановительная терапия. М.: Академия медицинских наук СССР, 1947.
- Светозарова Н. Д. Интонационная система русского языка. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1982.

- Сидоров К. В., Филатова Н. Н. Анализ признаков эмоционально окрашенной речи // Вестник ТвГТУ. 2012. Т. 180. № 20. С. 26–32.
- Сухих С. А. Языковая репрезентация измененных состояний сознания // Язык, коммуникация и социальная среда. 2006. Т. 4. С. 78–93. URL: <http://lse2010.narod.ru/olderfiles/LSE2006pdf/LSE2006Sukhikh.pdf>.
- Цветкова Л. С., Ахутина Т. В., Пылаева Н. М. Методика оценки речи при афазии. М.: Издательство Московского университета, 1981.
- Цеплитис Л. К. Анализ речевой интонации. Рига: Знание, 1974.
- Almonroeder T. G., Tighe S. M., Miller T. M., Lanning C. R. The influence of fatigue on decision-making in athletes: A systematic review // Sports Biomechanics. 2020. Vol. 19. No. 1. P. 76–89. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1472798>
- Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4 // Journal of Statistical Software. 2015. Vol. 67. No. 1. P. 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Benoit K., Watanabe K., Wang H., Nulty P., Obeng A., Müller S., Matsuo A. quantda: An R package for the quantitative analysis of textual data // Journal of Open Source Software. 2018. Vol. 3. No. 30. P. 774. <https://doi.org/10.21105/joss.00774>
- Ben-Shachar M. S., Makowski D., Lüdtke D. Compute and interpret indices of effect size // CRAN. 2020. URL: <https://github.com/easystats/effectsize>.
- Bergelson M. B., Khudyakova M. V. Narrative discourse segmentation in clinical linguistics // In search of basic units of spoken language. A corpus-driven approach / S. Izre'el, H. Mello, A. Panunzi, T. Raso (Eds.). John Benjamins, 2020. P. 258–284. <https://doi.org/10.1075/scl.94.08ber>
- Boksem M. A. S., Meijman T. F., Lorist M. M. Effects of mental fatigue on attention: An ERP study // Cognitive Brain Research. 2005. Vol. 25. No. 1. P. 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.04.011>
- Bryant L., Ferguson A., Spencer E. Linguistic analysis of discourse in aphasia: A review of the literature // Clinical Linguistics & Phonetics. 2016. Vol. 30. No. 7. P. 489–518. <https://doi.org/10.3109/02699206.2016.1145740>
- Bryant L., Spencer E., Ferguson A. Clinical use of linguistic discourse analysis for the assessment of language in aphasia // Aphasiology. 2017. Vol. 31. No. 10. P. 1105–1126. <https://doi.org/10.1080/02687038.2016.1239013>
- Caldwell J. A. The impact of fatigue in air medical and other types of operations: A review of fatigue facts and potential countermeasures // Air Medical Journal. 2001. Vol. 20. No. 1. P. 25–32. [https://doi.org/10.1016/s1067-991x\(01\)70076-4](https://doi.org/10.1016/s1067-991x(01)70076-4)
- Carroll J. B. Problems of measuring speech rate // Paper presented at a Conference on Speech Compression, University of Louisville, Louisville, Kentucky, October 19, 1966. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED011338.pdf>.
- Covington M. A., McFall J. D. Cutting the Gordian knot: The Moving-Average Type-Token Ratio (MATTR) // Journal of Quantitative Linguistics. 2010. Vol. 17. No. 2. P. 94–100. <https://doi.org/10.1080/09296171003643098>
- Fergadiotis G., Wright H. H., Capilouto G. J. Productive vocabulary across discourse types // Aphasiology. 2011. Vol. 25. No. 10. P. 1261–1278. <https://doi.org/10.1080/02687038.2011.606974>
- Goodglass H., Kaplan E., Barresi B. BDAE-3: Boston Diagnostic Aphasia Examination. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- Gordon J. K. A quantitative production analysis of picture description // Aphasiology. 2006. Vol. 20. No. 2–4. P. 188–204. <https://doi.org/10.1080/02687030500472777>
- Gordon J. K., Clough S. How fluent? Part B. Underlying contributors to continuous measures of fluency in aphasia // Aphasiology. 2020. Vol. 34. No. 5. P. 643–663. <https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1712586>
- Gorno-Tempini M. L., Hillis A. E., Weintraub S., Kertesz A., Mendez M., Cappa S. F., Ogar J. M., Rohrer J. D., Black S., Boeve B. F., Manes F., Dronkers N. F., Vandenbergh R., Rascovsky K., Patterson K., Miller B. L., Knopman D. S., Hodges J. R., Me-
sulam M. M., Grossman M. Classification of primary progressive aphasia and its variants // Neurology. 2011. Vol. 76. No. 11. P. 1006–1014. <https://doi.org/10.1212/wnl.0b013e31821103e6>
- Greeley H. P., Friets E., Wilson J. P., Raghavan S., Picone J., Berg J. Detecting fatigue from voice using speech recognition // 2006 IEEE International Symposium on signal processing and information technology. IEEE, 2006. P. 567–571. <https://doi.org/10.1109/isspit.2006.270865>
- Hansen J. H. L., Patil S. Speech under stress: Analysis, modeling and recognition // Speaker Classification I. Lecture notes in computer science / C. Müller (Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. Vol. 4343. P. 108–137. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74200-5_6
- Heaton K. J., Williamson J. R., Lammert A. C., Finkelstein K. R., Haven C. C., Sturim D., Smalt C. J., Quatieri T. F. Predicting changes in performance due to cognitive fatigue: A multimodal approach based on speech motor coordination and electrodermal activity // The Clinical Neuropsychologist. 2020. Vol. 34. No. 6. P. 1190–1214. <https://doi.org/10.1080/13854046.2020.1787522>
- Ivanova M., Dragoy O., Akinina Y., Soloukhina O., Iskra E., Khudyakova M., Stupina E., Buivolova O., Akhutina T. Standardizing the Russian Aphasia Test: Normative data of healthy controls and stroke patients // Frontiers in Human Neuroscience. 2019. Vol. 13. <https://doi.org/10.3389/conf.fnhum.2019.01.00088>
- Kertesz A. Western Aphasia Battery (Revised). San Antonio, TX: PsychCorp, 2007.
- Krajewski J., Trutschel U., Sommer D., Golz M., Edwards D. Estimating fatigue from predetermined speech samples transmitted by operator communication systems // Proceedings of the 5th International driving symposium on human factors in driver assessment, training, and vehicle design: Driving assessment 2009. University of Iowa, 2009. P. 468–473. <https://doi.org/10.17077/drivingassessment.1359>
- Liu F., Li X., Lv T., Xu F. A review of driver fatigue detection: Progress and prospect // 2019 IEEE International conference on consumer electronics (ICCE). IEEE, 2019. <https://doi.org/10.1109/icce.2019.8662098>
- MacWhinney B. The CHILDES project: Tools for analyzing talk // Child Language Teaching and Therapy. 1992. Vol. 8. No. 2. P. 217–218. <https://doi.org/10.1177/026565909200800211>
- MacWhinney B., Fromm D., Forbes M., Holland A. AphasiaBank: Methods for studying discourse // Aphasiology. 2011. Vol. 25. No. 11. P. 1286–1307. <https://doi.org/10.1080/02687038.2011.589893>
- Majid A. Current emotion research in the language sciences // Emotion Review. 2012. Vol. 4. No. 4. P. 432–443. <https://doi.org/10.1177/1754073912445827>
- McCarthy P. M., Jarvis S. MTL, vocd-D, and HD-D: A validation study of sophisticated approaches to lexical diversity assessment // Behavior Research Methods. 2010. Vol. 42. No. 2. P. 381–392. <https://doi.org/10.3758/brm.42.2.381>
- Olness G. S. Genre, verb, and coherence in picture-elicited discourse of adults with aphasia // Aphasiology. 2006. Vol. 20. No. 2–4. P. 175–187. <https://doi.org/10.1080/02687030500472710>
- Park H., Rogalski Y., Rodriguez A. D., Zlatar Z., Benjamin M., Harnish S., Bennett J., Rosenbek J. C., Crosson B., Reilly J. Perceptual cues used by listeners to discriminate fluent from nonfluent narrative discourse // Aphasiology. 2011. Vol. 25. No. 9. P. 998–1015. <https://doi.org/10.1080/02687038.2011.570770>
- Prins R., Bastiaanse R. Analysing the spontaneous speech of aphasic speakers // Aphasiology. 2004. Vol. 18. No. 12. P. 1075–1091. <https://doi.org/10.1080/02687030444000534>
- Quatieri T. F., Williamson J. R., Smalt C. J., Patel T., Perricone J., Mehta D. D., Helfer B. S., Ciccarelli G., Ricke D., Malyska N., Palmer J., Heaton K., Eddy M., Moran J. Vocal biomarkers to discriminate cognitive load in a working memory task // InterSpeech, September 6–10, 2015. Dresden, Germany: 2015. P. 2684–2688. URL: https://www.isca-speech.org/archive/interSpeech_2015/papers/i15_2684.pdf.
- Rao H. M., Smalt C. J., Rodriguez A., Wright H. M., Mehta D. D., Brattain L. J., Edwards H. M., Lammert A., Heaton K. J., Quatieri T. F. Predicting cognitive load and operational

performance in a simulated marksmanship task // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2020. Vol. 14. P. 222. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00222>

Roßnagel C. Cognitive load and perspective-taking: Applying the automatic-controlled distinction to verbal communication // *European Journal of Social Psychology*. 2000. Vol. 30. No. 3. P. 429–445. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-0992\(200005/06\)30:3<429::aid-ejsp3>3.0.co;2-v](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-0992(200005/06)30:3<429::aid-ejsp3>3.0.co;2-v)

Salomé F., Boyer P., Fayol M. The effects of psychoactive drugs and neuroleptics on language in normal subjects and schizophrenic patients: A review // *European Psychiatry*. 2000. Vol. 15. No. 8. P. 461–469. [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(00\)00520-4](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(00)00520-4)

Shen Z., Pan G., Yan Y. A high-precision fatigue detecting method for air traffic controllers based on revised fractal dimension feature // *Mathematical Problems in Engineering*. 2020. Vol. 2020. P. 1–13. <https://doi.org/10.1155/2020/4563962>

Sloboda J., Lammert A., Williamson J., Smalt C., Mehta D. D., Curry C. O. L. I., Heaton K., Palmer J., Quatieri T. Vocal biomark-

ers for cognitive performance estimation in a working memory task // *Interspeech* 2018. ISCA: ISCA, 2018. P. 1756–1760. <https://doi.org/10.21437/interspeech.2018-2418>

Steeneken H. J. M. Speech under stress conditions in military operations // *Proceedings of the ESCA — NATO Workshop on speech under stress*, Lisbon, 14–15 September. 1995.

Swinburn K., Porter G., Howard D. *Comprehensive Aphasia Test*. Hove, UK: Psychology Press, 2004.

Wilson S. M., Eriksson D. K., Schneck S. M., Lucanie J. M. A quick aphasia battery for efficient, reliable, and multidimensional assessment of language function // *PLOS ONE*. 2018. Vol. 13. No. 2. P. e0192773:1–29. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192773>

Wittenburg P., Brugman H., Russel A., Klassmann A., Sloetjes H. ELAN: A professional framework for multimodality research // *Proceedings of LREC 2006, Fifth International Conference on Language Resources and Evaluation*. 2006. URL: http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2006/pdf/153_pdf.pdf.

Effect of Speaker's Fatigue on Features of Spoken Discourse

Mariya V. Khudyakova

HSE University, Moscow, Russia

Abstract. In clinical linguistics, spoken discourse analysis is a crucial part of diagnostics as well as fundamental research of speech produced by people with various language impairments. The most common features for assessment are speech fluency, speech failures, errors, and syntactic complexity measures. However, several studies have shown that some of these parameters can be affected by fatigue or physical stress. Our study on narrative and procedural spoken discourse by healthy speakers with different levels of fatigue has shown a significant effect of fatigue level on speech tempo, and the elicitation task significantly affected multiple characteristics of spoken discourse.

Correspondence: Mariya V. Khudyakova, mariya.kh@gmail.com, 101000 Moscow, 3 Krivokolenny ln., K3-308.

Keywords: spoken discourse, fatigue level, speech rate, procedural discourse, narratives

Copyright © 2020. Mariya V. Khudyakova. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original author is credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice.

Acknowledgements. The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, Grant No. 18-312-00157.

Received July 12, 2020, accepted September 29, 2020.

References

- Akhutina, T. V. (2002). *Neirolingvisticheskiy analiz dinamicheskoi afazii. O mekhanizmax postroeniya vyskazyvaniya* [Neurolinguistic analysis of dynamic aphasia]. Moscow: Terevinf. (In Russian).
- Almonroeder, T. G., Tighe, S. M., Miller, T. M., & Lanning, C. R. (2020). The influence of fatigue on decision-making in athletes: A systematic review. *Sports Biomechanics*, 19(1), 76–89. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1472798>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Benoit, K., Watanabe, K., Wang, H., Nulty, P., Obeng, A., Müller, S., & Matsuo, A. (2018). quanteda: An R package for the quantitative analysis of textual data. *Journal of Open Source Software*, 3(30), 774. <https://doi.org/10.21105/joss.00774>
- Ben-Shachar, M. S., Makowski, D., & Lüdtke, D. (2020). Compute and interpret indices of effect size. *CRAN*, R package. Retrieved from <https://github.com/easystats/effectsize>.
- Bergelson, M. B., & Khudyakova, M. V. (2020). Narrative discourse segmentation in clinical linguistics. In S. Izre'el, H. Mello, A. Panunzi, & T. Raso (Eds.), *In search of basic units of spoken language. A corpus-driven approach* (pp. 258–284). John Benjamins. <https://doi.org/10.1075/scl.94.08ber>
- Boksem, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2005). Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. *Cognitive Brain Research*, 25(1), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.04.011>
- Bryant, L., Ferguson, A., & Spencer, E. (2016). Linguistic analysis of discourse in aphasia: A review of the literature. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30(7), 489–518. <https://doi.org/10.1093/02699206.2016.1145740>
- Bryant, L., Spencer, E., & Ferguson, A. (2017). Clinical use of linguistic discourse analysis for the assessment of language in aphasia. *Aphasiology*, 31(10), 1105–1126. <https://doi.org/10.1080/02687038.2016.1239013>
- Caldwell, J. A. (2001). The impact of fatigue in air medical and other types of operations: A review of fatigue facts and potential countermeasures. *Air Medical Journal*, 20(1), 25–32. [https://doi.org/10.1016/s1067-991x\(01\)70076-4](https://doi.org/10.1016/s1067-991x(01)70076-4)
- Carroll, J. B. (1966). *Problems of measuring speech rate*. Paper presented at a Conference on Speech Compression, University of Louisville, Louisville, Kentucky, October 19, 1966. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED011338.pdf>.
- Covington, M. A., & McFall, J. D. (2010). Cutting the Gordian knot: The Moving-Average Type-Token Ratio (MATTR). *Journal of Quantitative Linguistics*, 17(2), 94–100. <https://doi.org/10.1080/09296171003643098>
- Doskin, V. A., Lavrent'eva, N. A., Miroshnikov, N. P., & Sharai, V. B. (1973). Test differentsirovannoi samootsenki funktsionalnogo sostoyaniya [Test of differentiated self-appraisal of functional state]. *Voprosy Psikhologii* [Issues of Psychology], 19(6), 141–145. (In Russian).
- Fergadiotis, G., Wright, H. H., & Capilouto, G. J. (2011). Productive vocabulary across discourse types. *Aphasiology*, 25(10), 1261–1278. <https://doi.org/10.1080/02687038.2011.606974>
- Goodglass, H., Kaplan, E., & Barresi, B. (2001). *BDAE-3: Boston Diagnostic Aphasia Examination*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Gordon, J. K. (2006). A quantitative production analysis of picture description. *Aphasiology*, 20(2–4), 188–204. <https://doi.org/10.1080/02687030500472777>
- Gordon, J. K., & Clough, S. (2020). How fluent? Part B. Underlying contributors to continuous measures of fluency in aphasia. *Aphasiology*, 34(5), 643–663. <https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1712586>
- Gorno-Tempini, M. L., Hillis, A. E., Weintraub, S., Kertesz, A., Mendez, M., Cappa, S. F., Ogar, J. M., Rohrer, J. D., Black, S., Boeve, B. F., Manes, F., Dronkers, N. F., Vandenberghe, R., Rascovsky, K., Patterson, K., Miller, B. L., Knopman, D. S.,

- Hodges, J.R., Mesulam, M.M., & Grossman, M. (2011). Classification of primary progressive aphasia and its variants. *Neurology*, 76(11), 1006–1014. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31821103e6>
- Greeley, H.P., Friets, E., Wilson, J.P., Raghavan, S., Picone, J., & Berg, J. (2006). Detecting fatigue from voice using speech recognition. In *2006 IEEE International Symposium on signal processing and information technology* (pp. 567–571). IEEE. <https://doi.org/10.1109/isspit.2006.270865>
- Hansen, J.H.L., & Patil, S. (2007). Speech under stress: Analysis, modeling and recognition. In C. Müller (Ed.), *Speaker Classification I. Lecture notes in computer science* (Vol. 4343, pp. 108–137). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74200-5_6
- Heaton, K. J., Williamson, J.R., Lammert, A. C., Finkelstein, K.R., Haven, C. C., Sturim, D., Smalt, C. J., & Quatieri, T. F. (2020). Predicting changes in performance due to cognitive fatigue: A multimodal approach based on speech motor coordination and electrodermal activity. *The Clinical Neuropsychologist*, 34(6), 1190–1214. <https://doi.org/10.1080/13854046.2020.1787522>
- Ivanova, M., Dragoy, O., Akinina, Y., Soloukhina, O., Iskra, E., Khudyakova, M., Stupina, E., Buiivolova, O., & Akhutina, T. (2019). Standardizing the Russian Aphasia Test: Normative data of healthy controls and stroke patients. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/conf.fnhum.2019.01.00088>
- Kertesz, A. (2007). *Western Aphasia Battery (Revised)*. San Antonio, TX: PsychCorp.
- Kibrik, A. A., Litvinenko, A. O., & Podlesskaya, V. I. (2009). Drugie diskursivnye yavleniya [Other discourse phenomena]. In A. A. Kibrik, & V. I. Podlesskaya (Eds.), *Rasskazy o snovidenyakh: Korpusnoe issledovanie ustnogo russkogo diskursa [Nightdream stories: A corpus-based study of Russian spoken discourse]* (pp. 333–388). Moscow: LRC Publishers. (In Russian).
- Kibrik, A. A., & Podlesskaya, V. I. (Eds.). (2009). *Rasskazy o snovidenyakh: Korpusnoe issledovanie ustnogo russkogo diskursa [Nightdream stories: A corpus-based study of Russian spoken discourse]*. Moscow: LRC Publishers. (In Russian).
- Krajewski, J., Trutschel, U., Sommer, D., Golz, M., & Edwards, D. (2009). Estimating fatigue from predetermined speech samples transmitted by operator communication systems. In *Proceedings of the 5th International driving symposium on human factors in driver assessment, training, and vehicle design: Driving assessment 2009* (pp. 468–473). University of Iowa. <https://doi.org/10.17077/drivingassessment.1359>
- Liu, F., Li, X., Lv, T., & Xu, F. (2019). A review of driver fatigue detection: Progress and prospect. In *2019 IEEE International conference on consumer electronics (ICCE)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icce.2019.8662098>
- Luria, A. R. (1947). *Travmaticheskaya afaziya: klinika, semiotika i vosstanovitel'naya terapiya [Traumatic Aphasia: Its Syndromes, Psychology and Treatment]*. Publ. of USSR Academy of Medical Sciences. (In Russian).
- MacWhinney, B. (1992). The CHILDES project: Tools for analyzing talk. *Child Language Teaching and Therapy*, 8(2), 217–218. <https://doi.org/10.1177/026565909200800211>
- MacWhinney, B., Fromm, D., Forbes, M., & Holland, A. (2011). AphasiaBank: Methods for studying discourse. *Aphasiology*, 25(11), 1286–1307. <https://doi.org/10.1080/02687038.2011.589893>
- Majid, A. (2012). Current emotion research in the language sciences. *Emotion Review*, 4(4), 432–443. <https://doi.org/10.1177/1754073912445827>
- McCarthy, P. M., & Jarvis, S. (2010). MTL-D, vocd-D, and HD-D: A validation study of sophisticated approaches to lexical diversity assessment. *Behavior Research Methods*, 42(2), 381–392. <https://doi.org/10.3758/brm.42.2.381>
- Olness, G. S. (2006). Genre, verb, and coherence in picture-elicited discourse of adults with aphasia. *Aphasiology*, 20(2–4), 175–187. <https://doi.org/10.1080/02687030500472710>
- Park, H., Rogalski, Y., Rodriguez, A. D., Zlatar, Z., Benjamin, M., Harnish, S., Bennett, J., Rosenbek, J. C., Crosson, B., & Reilly, J. (2011). Perceptual cues used by listeners to discriminate fluent from nonfluent narrative discourse. *Aphasiology*, 25(9), 998–1015. <https://doi.org/10.1080/02687038.2011.570770>
- Prins, R., & Bastiaanse, R. (2004). Analysing the spontaneous speech of aphasic speakers. *Aphasiology*, 18(12), 1075–1091. <https://doi.org/10.1080/02687030444000534>
- Quatieri, T. F., Williamson, J. R., Smalt, C. J., Patel, T., Perricone, J., Mehta, D. D., Helfer, B. S., Ciccirelli, G., Ricke, D., Malyska, N., Palmer, J., Heaton, K., Eddy, M., & Moran, J. (2015). Vocal biomarkers to discriminate cognitive load in a working memory task. In *InterSpeech, September 6–10, 2015* (pp. 2684–2688). Dresden, Germany: Retrieved from https://www.isca-speech.org/archive/interpeech_2015/papers/i15_2684.pdf.
- Rao, H. M., Smalt, C. J., Rodriguez, A., Wright, H. M., Mehta, D. D., Brattain, L. J., Edwards, H. M., Lammert, A., Heaton, K. J., & Quatieri, T. F. (2020). Predicting cognitive load and operational performance in a simulated marksmanship task. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 222. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00222>
- Roßnagel, C. (2000). Cognitive load and perspective-taking: Applying the automatic-controlled distinction to verbal communication. *European Journal of Social Psychology*, 30(3), 429–445. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-0992\(200005/06\)30:3<429::aid-ejsp3>3.0.co;2-v](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-0992(200005/06)30:3<429::aid-ejsp3>3.0.co;2-v)
- Salomé, F., Boyer, P., & Fayol, M. (2000). The effects of psychoactive drugs and neuroleptics on language in normal subjects and schizophrenic patients: A review. *European Psychiatry*, 15(8), 461–469. [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(00\)00520-4](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(00)00520-4)
- Shen, Z., Pan, G., & Yan, Y. (2020). A high-precision fatigue detecting method for air traffic controllers based on revised fractal dimension feature. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2020/4563962>
- Sidorov, K. V., & Filatova, N. N. (2012). Analiz priznakov emocionalno-okrashennoi rechi [Analysis of signs of emotive speech]. *Vestnik TvGTU*, 180(20), 26–32. (In Russian).
- Sloboda, J., Lammert, A., Williamson, J., Smalt, C., Mehta, D. D., Curry, C. O. L. I., Heaton, K., Palmer, J., & Quatieri, T. (2018). Vocal biomarkers for cognitive performance estimation in a working memory task. In *InterSpeech 2018* (pp. 1756–1760). ISCA. <https://doi.org/10.21437/interpeech.2018-2418>
- Steeneken, H. J. M. (1995). Speech under stress conditions in military operations. In *Proceedings of the ESCA — NATO Workshop on speech under stress, Lisbon, 14–15 September*.
- Sukhikh, S. A. (2006). Yazykovaya reprezentatsiya izmeneniykh sostoyanii soznaniya [Altered states of consciousness represented verbally]. *[Language, Communication and Social Environment]*, 4, 78–93. (In Russian). Retrieved from <http://lse2010.narod.ru/olderfiles/LSE2006pdf/LSE2006Sukhikh.pdf>.
- Svetozarova, N. D. (1982). *Intonatsionnaya sistema russkogo yazyka [Intonation system of the Russian language]*. Leningrad: Leningrad University Publishing. (In Russian).
- Swinburn, K., Porter, G., & Howard, D. (2004). *Comprehensive Aphasia Test*. Hove, UK: Psychology Press.
- Tseplitis, L. K. (1974). *Analiz rechevoi intonatsii [Analysis of speech intonation]*. Riga: Znanie. (In Russian).
- Tsvetkova, L. S., Akhutina, T. V., & Pylaeva, N. M. (1981). *Metodika otsenki rechi pri afazii [Methods of speech assessment in aphasia]*. Moscow: Moscow State University Publishing. (In Russian).
- Wilson, S. M., Eriksson, D. K., Schneck, S. M., & Lucanie, J. M. (2018). A quick aphasia battery for efficient, reliable, and multidimensional assessment of language function. *PLOS ONE*, 13(2), e0192773:1–29. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192773>
- Wittenburg, P., Brugman, H., Russel, A., Klassmann, A., & Sloetjes, H. (2006). ELAN: A professional framework for multimodality research. In *Proceedings of LREC 2006, Fifth International Conference on Language Resources and Evaluation*. Retrieved from http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2006/pdf/153_pdf.pdf.