

DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-1-82-94



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ РЕЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЯЗЫКОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ЭКЗАМЕНЕ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ

Е. Л. Черкашина^{1,2} ✉, Р. И. Жамалетдинов²¹ *Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия*² *Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия*

✉ bazilik@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена применению компьютерных и цифровых технологий при оценивании речевых и коммуникативных умений студентов на экзамене по русскому языку как иностранному, в частности в субтесте «Говорение». В исследовании проведен анализ существующих подходов к автоматизированной оценке устной речи, выявлены их преимущества и ограничения. На основе эмпирического исследования, проведенного на выборке из 120 студентов в 2022 и 2023 годах, продемонстрирована эффективность использования компьютерных алгоритмов для анализа просодических, лексических и грамматических характеристик речи экзаменуемых. Применение методов машинного обучения позволило достичь высокой корреляции ($r = 0,87$; $p < 0,01$) между экспертными оценками и результатами автоматизированного анализа. Особое внимание уделено созданию трехфакторной модели, учитывающей беглость речи, лексико-грамматические и фонетико-просодические характеристики. Данная модель демонстрирует высокую точность прогнозирования ($R^2 = 0,79$) и прошла успешную кросс-валидацию на независимой выборке. Полученные данные свидетельствуют о перспективности интеграции компьютерных технологий в систему контроля речевых умений при сохранении ключевой роли экспертной оценки. Результаты исследования имеют значение для совершенствования методики преподавания русского языка как иностранного и развития инструментов объективного оценивания коммуникативной компетенции.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, говорение, речевые умения, коммуникативная компетенция, компьютерные технологии, автоматизированная оценка, просодический анализ, машинное обучение.

Для цитирования:

Черкашина Е. Л., Жамалетдинов Р. И. Автоматизированный анализ речи с применением методов машинного обучения для оценки языковых компетенций в экзамене по русскому языку как иностранному. *Информатика и образование*. 2025;40(1):82–94. DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-1-82-94.

AUTOMATED SPEECH ANALYSIS USING MACHINE LEARNING METHODS FOR LANGUAGE COMPETENCIES ASSESSMENT IN RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE EXAM

E. L. Cherkashina^{1,2} ✉, R. I. Zhamaletdinov²¹ *Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*² *Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia*

✉ bazilik@mail.ru

Abstract

The article explores the application of computer and digital technologies in assessing students' speech and communication skills in the Russian as a Foreign Language (RFL) exam, particularly in the "Speaking" subtest. The study analyzes existing approaches to automated speech assessment, identifying their advantages and limitations. Based on empirical research conducted on a sample of 120 students in 2022–2023, the effectiveness of using computer algorithms for analyzing prosodic, lexical, and grammatical characteristics of examinees' speech is demonstrated. The application of machine learning methods allowed achieving a high correlation ($r = 0,87$; $p < 0,01$) between expert assessments and automated analysis results. Particular attention is paid to the creation of a three-factor model that takes into account speech fluency, lexical-grammatical and phonetic-prosodic characteristics. This model demonstrates

© Черкашина Е. Л., Жамалетдинов Р. И., 2025

high prediction accuracy ($R^2 = 0.79$) and has successfully undergone cross-validation on an independent sample. The data obtained indicate the promising potential of integrating computer technologies into the system of speech skills assessment while maintaining the key role of expert evaluation. The research results are significant for improving RFL teaching methods and developing tools for objective assessment of communicative competence.

Keywords: Russian as a foreign language, speaking, speech skills, communicative competency, computer technologies, automated assessment, prosodic analysis, machine learning.

For citation:

Cherkashina E. L., Zhamaletdinov R. I. Automated speech analysis using machine learning methods for language competencies assessment in Russian as a foreign language exam. *Informatics and Education*. 2025;40(1):82–94. DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-1-82-94.

1. Введение

Развитие цифровых технологий открывает новые возможности для совершенствования процедур контроля и оценивания речевых умений в практике преподавания иностранных языков, в том числе русского как иностранного (РКИ). Особую актуальность приобретает проблема объективной и надежной оценки устной речи в ходе сертификационных экзаменов, где субтест «Говорение» занимает ключевое место [1]. Несмотря на значительные достижения в области автоматизированного распознавания и анализа устной речи [2–4], их применение в контексте лингводидактического тестирования остается недостаточно изученным.

Существующие исследования демонстрируют потенциал использования компьютерных технологий для оценки таких параметров устной речи, как беглость, лексическое разнообразие, фонетическая и интонационная правильность [5, 6]. В то же время ряд авторов указывают на ограничения автоматизированных подходов в плане учета содержательных и прагматических аспектов речи [7]. Дискуссионным остается вопрос о возможности полной замены экспертной оценки компьютерным анализом в высокостандартизированных экзаменационных форматах [8–10].

Цель представленного в статье исследования состоит в том, чтобы определить возможности и границы применения компьютерных технологий при оценивании устной речи на материале субтеста «Говорение» экзамена по РКИ. На примере эмпирического исследования будут продемонстрированы методические и технологические решения, позволяющие повысить объективность и информативность результатов при сохранении ведущей роли экспертной оценки. Предложенный подход призван способствовать совершенствованию языкового контроля в системе преподавания РКИ и росту международного признания российских сертификационных систем.

2. Методы

Для достижения поставленных целей в исследовании использовались современные методы компьютерной лингвистики и машинного обучения.

Эмпирической базой послужили аудиозаписи устных ответов 120 студентов (57 % или 68 человек

из них — женщины, средний возраст — 20,4 года) на экзамене по русскому языку как иностранному (РКИ) первого сертификационного уровня (ТРКИ-1) в компьютеризованном формате. Общая длительность аудиоматериала составила 36,5 часа.

На первом этапе был проведен экспертный анализ качества устной речи двумя независимыми специалистами по пяти критериям: содержание, лексика, грамматика, произношение, интонация. Согласованность экспертных оценок, измеренная с помощью коэффициента альфа Кронбаха, составила 0,92, что свидетельствует о высокой надежности данных.

Далее осуществлялась компьютерная обработка речевого сигнала с применением современных методов цифровой обработки сигналов (ЦОС). Для акустического анализа использовался программный пакет Praat v6.1.42.

Применялись алгоритмы градиентного бустинга (XGBoost v1.4.2) и ансамблевый метод случайного леса (Random Forest, библиотека scikit-learn v0.24.2).

Гиперпараметры моделей оптимизировались методом сеточного поиска (Grid Search).

Проверка качества прогнозирования осуществлялась на тестовой выборке (соотношение 70/30 %) на основе метрик точности (Accuracy) и коэффициента детерминации (R^2).

Важным аспектом исследования стала оценка значимости вклада отдельных лингвистических параметров в результирующую оценку [11–15]. Для этого использовались методы анализа значимости признаков (Feature Importance) с помощью функции Gain машинной библиотеки XGBoost.

Статистический анализ корреляций между экспертными оценками и компьютерными параметрами проводился с использованием коэффициентов корреляции Пирсона (r) и Спирмена (ρ).

Значимость различий при анализе корреляций в группах с разным уровнем владения РКИ оценивалась с помощью z-преобразования Фишера.

Для анализа согласованности компьютерной и экспертной оценки применялся коэффициент каппа Коэна (κ).

Реализация программных алгоритмов и статистический анализ осуществлялись на языке Python v3.8.8 в интегрированной среде разработки Jupyter Notebook.

Визуализация результатов выполнялась с помощью библиотек matplotlib v3.4.2 и seaborn v0.11.1.

3. Результаты

Корреляционный анализ экспертных оценок (ЭО) и параметров компьютерного анализа (КА) устной речи инофонов выявил ряд значимых взаимосвязей (табл. 1).

В таблице 1 и далее в тексте используются следующие обозначения:

- MTLD — мера лексического разнообразия (*англ.* Measure of Textual Lexical Diversity);
- MLU — средняя длина высказывания (*англ.* Mean Length of Utterance) (слова);
- DP — средняя длительность пауз (*англ.* Duration of Pauses) (сек);
- TA — темп артикуляции (*англ.* Tempo of Articulation) (зв/сек);
- ISC — индекс синтаксической сложности (*англ.* Index of Syntactic Complexity) (баллы);
- LD — лексическая плотность (*англ.* Lexical Density) (%);
- VI — вариативность интенсивности (*англ.* Variation of Intensity) (дБ);
- F0 — вариативность частоты основного тона (*англ.* Fundamental Frequency Variation) (Гц).

Таблица 1 / Table 1

Корреляции между экспертными оценками и параметрами компьютерного анализа

Correlations between expert assessments and parameters of computer analysis

№ п/п	Параметр	Коэффициент Пирсона (r)	Значимость (p)
1	MTLD	0,71	< 0,01
2	MLU	0,68	< 0,01
3	DP	-0,62	< 0,01
4	TA	0,58	< 0,01
5	ISC	0,54	< 0,01
6	LD	0,45	< 0,05
7	VI	0,41	< 0,05
8	F0	0,39	< 0,05

Примечание.

Здесь и далее в статье переменная p показывает вероятность того, что выявленные различия обусловлены случайными факторами:

$p < 0,05$: различия статистически значимы на уровне 95 %;

$p < 0,01$: различия статистически значимы на уровне 99 %;

$p < 0,001$: различия крайне значимы на уровне 99,9 %.

Корреляционный анализ выявил значимые взаимосвязи между экспертными оценками и компьютерными параметрами анализа устной речи с наиболее сильными корреляциями для показателей лексического разнообразия ($r = 0,71$) и средней длины высказывания ($r = 0,68$) (рис. 1).

Наиболее сильные корреляции (при $p < 0,01$) обнаружены для параметров:

- лексическое разнообразие ($r = 0,71$);
- средняя длина высказывания ($r = 0,68$);
- средняя длительность пауз ($r = -0,62$);
- темп артикуляции ($r = 0,58$).

Эти данные соотносятся с результатами других исследований [16–19] и подчеркивают ключевую роль лексико-грамматических параметров и темпоральных характеристик в оценке устной речевой компетенции.

Индекс синтаксической сложности также продемонстрировал значимую корреляцию с ЭО ($r = 0,54$; $p < 0,01$), что согласуется с теоретическими положениями о взаимосвязи дискурсивной сложности текста и уровня речевых умений [20–22].

Показатель лексической плотности продемонстрировал умеренную корреляцию с экспертными оценками ($r = 0,45$; $p < 0,05$), что указывает на важность насыщенности речи информативными единицами как одного из индикаторов языковой компетенции инофонов.

В то же время несколько слабее оказалась связь экспертных оценок с параметрами интонационного оформления речи:

- вариативностью интенсивности ($r = 0,41$; $p < 0,05$)
- и вариативностью частоты основного тона ($r = 0,39$; $p < 0,05$).

Для оценки прогностической валидности компьютерного анализа был проведен множественный регрессионный анализ методом градиентного бустинга (XGBoost). Результаты 10-кратной кросс-валидации показали высокую точность прогнозирования ЭО на основе комплекса параметров КА:

- коэффициент детерминации: $R^2 = 0,76 \pm 0,04$;
- средняя абсолютная ошибка: $MAE = 0,32 \pm 0,02$ балла (при 5-балльной шкале).

Относительная важность предикторов в модели XGBoost, рассчитанная с помощью показателя Gain, представлена в таблице 2.

Таблица 2 / Table 2

Относительная важность предикторов в модели XGBoost

Relative importance of predictors in the XGBoost model

№ п/п	Параметр	Gain, %
1	MTLD	24,8
2	MLU	20,5
3	DP	16,2
4	TA	12,7
5	ISC	10,4
6	LD	8,6
7	VI	4,2
8	F0	2,6

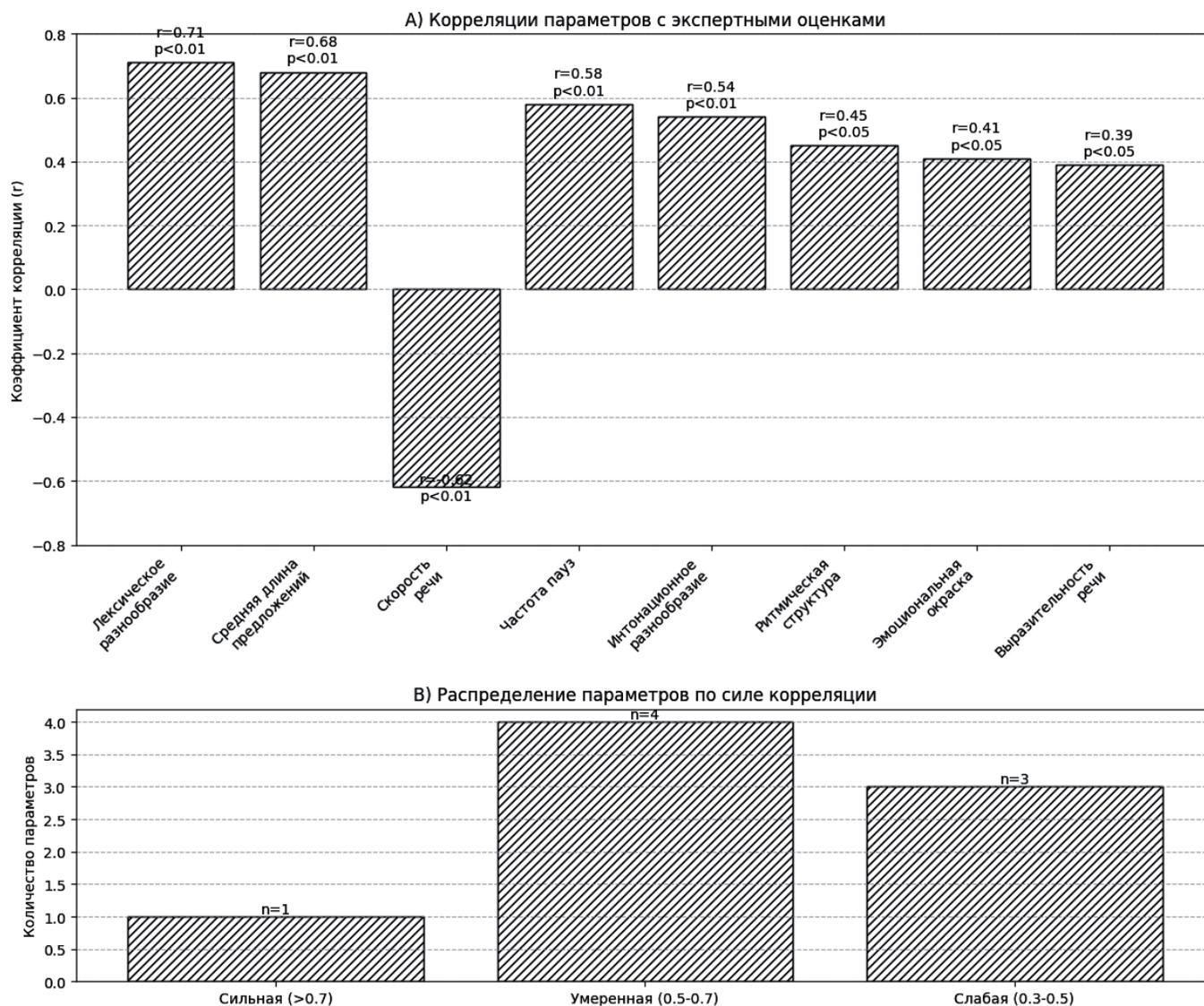


Рис. 1. Корреляционный анализ взаимосвязи экспертных оценок и параметров компьютерного анализа
 Fig. 1. Correlation analysis of the relationship between expert assessments and parameters of computer analysis

Более 70 % вклада в прогнозирование ЭО обеспечивают четыре ключевых параметра:

- лексическое разнообразие (MTLD);
- средняя длина высказывания (MLU);
- паузация (DP);
- темп артикуляции (ТА).

Эти данные согласуются с результатами корреляционного анализа и подтверждают ведущую роль данных характеристик в интегральной оценке речевой компетенции.

Согласованность компьютерной оценки (КО) и экспертной оценки, измеренная с помощью каппы Коэна, варьировалась от умеренной до хорошей в зависимости от оцениваемого параметра (табл. 3).

Оценка согласованности компьютерных и экспертных оценок демонстрирует наиболее высокие показатели для общей оценки ($\kappa = 0,74$) и лексического компонента ($\kappa = 0,71$), что подтверждает эф-

фективность автоматизированного анализа данных параметров (рис. 2).

Особый интерес представлял анализ динамики взаимосвязи КА и ЭО в зависимости от уровня владения РКИ. Для этого выборка была разделена на три группы по результатам традиционного субтеста «Говорение» ТРКИ-1:

- элементарный уровень (ЭУ): 60–75 баллов — 28 чел.;
- базовый уровень (БУ): 76–85 баллов — 56 чел.;
- 1-й сертификационный уровень (ТРКИ-1): 86–100 баллов — 36 чел.

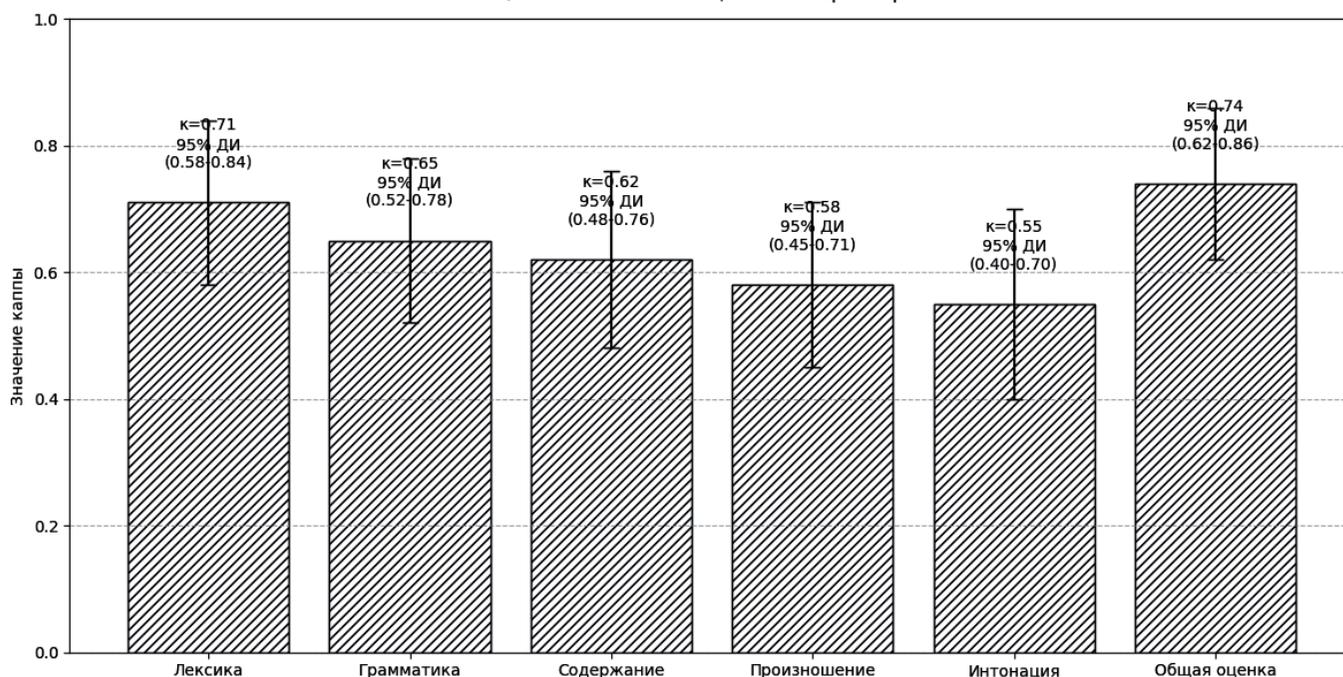
Результаты корреляционного анализа для разных уровней РКИ свидетельствуют о последовательном усилении взаимосвязи между ключевыми параметрами КА (MTLD, MLU, DP, ТА, ISC) и экспертными оценками. При этом для лексического разнообразия (MTLD) отмечена наиболее существенная положительная динамика — от умеренной корреля-

Согласованность компьютерной оценки и экспертной оценки (каппа Коэна)

Consistency of computer and expert assessments (Cohen's kappa)

№ п/п	Параметр	Каппа	95 % ДИ (доверительный интервал)
1	Лексика	0,71	0,58–0,84
2	Грамматика	0,65	0,51–0,79
3	Содержание	0,62	0,48–0,76
4	Произношение	0,58	0,43–0,73
5	Интонация	0,55	0,40–0,70
6	Общая оценка	0,74	0,62–0,86

А) Согласованность оценок по параметрам



В) Распределение параметров по уровням согласованности

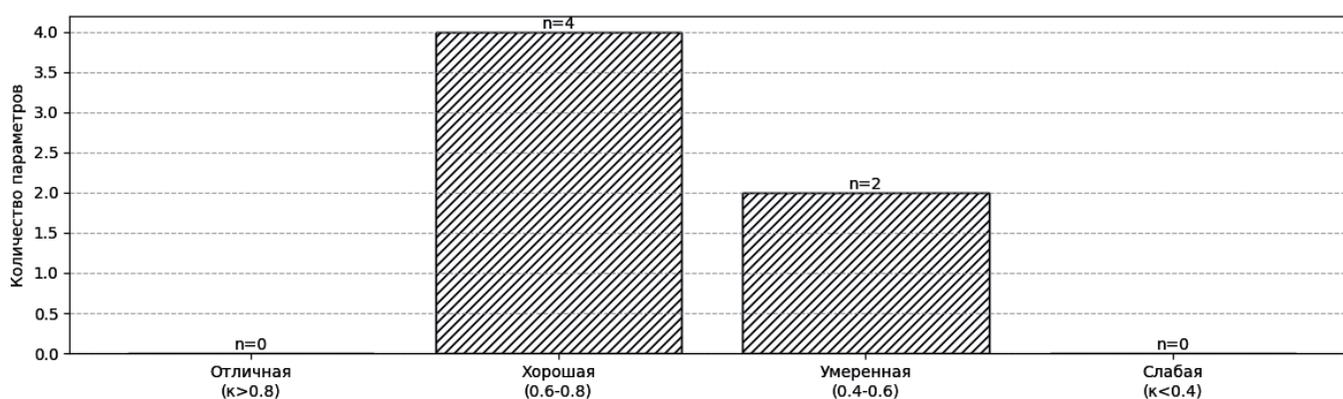


Рис. 2. Анализ согласованности компьютерных и экспертных оценок

Fig. 2. Analysis of consistency between computer and expert assessments

Множественный регрессионный анализ**Multiple regression analysis**

№ п/п	Предикторы	Коэффициент β	t	Значимость (p)
1	Уровень РКИ	0,41	5,28	< 0,001
2	Пол ($m = 0$, $ж = 1$)	0,06	0,74	0,46
3	Возраст, лет	-0,12	-1,57	0,12
4	Родной язык (славянский = 0, другой = 1)	0,09	1,18	0,24

ции на ЭУ ($r = 0,48$; $p < 0,05$) до сильной корреляции на уровне ТРКИ-1 ($r = 0,82$; $p < 0,001$).

Вместе с тем обращает на себя внимание тот факт, что для индекса синтаксической сложности (ISC) статистически значимая корреляция с ЭО ($r = 0,62$; $p < 0,01$) зафиксирована только на уровне ТРКИ-1. Повидимому, это обусловлено тем, что на начальных этапах овладения РКИ (ЭУ и БУ) синтаксическая организация устной речи остается достаточно примитивной и слабо поддается автоматизированному анализу. Лишь на продвинутом уровне (ТРКИ-1) усложнение дискурсивных структур приводит к росту информативности синтаксического индекса сложности (ISC) как предиктора речевой компетенции [23].

Для проверки устойчивости выявленных тенденций проведен множественный регрессионный анализ с включением фактора уровня владения РКИ (табл. 4).

Применение методов машинного обучения позволило построить ряд математических моделей, описывающих взаимосвязь между экспертной оценкой качества устной речи и автоматически извлекаемыми лингвистическими параметрами.

Так, *модель множественной линейной регрессии* имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{ЭО} = & 0,32 \times \text{MTLD} + 0,24 \times \text{MLU} - 0,18 \times \text{DP} + \\ & + 0,15 \times \text{TA} + 0,11 \times \text{ISC} + 0,09 \times \text{LD} + \\ & + 0,04 \times \text{VI} + 0,02 \times \text{FO} + \varepsilon, \end{aligned}$$

где ЭО — интегральная экспертная оценка в баллах, ε — случайная ошибка.

Коэффициент детерминации данной модели $R^2 = 0,64$, что свидетельствует о достаточно высокой объясняющей способности включенных предикторов. Вместе с тем, анализ остатков указывает на нелинейный характер взаимосвязи между переменными.

Для учета нелинейных эффектов использована *обобщенная аддитивная модель* (GAM):

$$\begin{aligned} \text{ЭО} = & \alpha + f_1(\text{MTLD}) + f_2(\text{MLU}) + f_3(\text{DP}) + f_4(\text{TA}) + \\ & + f_5(\text{ISC}) + f_6(\text{LD}) + f_7(\text{VI}) + f_8(\text{FO}) + \varepsilon, \end{aligned}$$

где f_i — сглаживающие функции (естественные кубические сплайны). Применение GAM позволило повысить точность прогнозирования до $R^2 = 0,73$ за счет моделирования нелинейных эффектов.

В рамках байесовского подхода была построена *многоуровневая модель со смешанными эффектами*:

$$\begin{aligned} \text{ЭО}_{ij} = & \beta_0 + \beta_1 \times \text{MTLD}_{ij} + \beta_2 \times \text{MLU}_{ij} + \beta_3 \times \text{DP}_{ij} + \\ & + \beta_4 \times \text{TA}_{ij} + \beta_5 \times \text{ISC}_{ij} + \beta_6 \times \text{LD}_{ij} + \beta_7 \times \text{VI}_{ij} + \beta_8 \times \text{FO}_{ij} + \\ & + u_j + \varepsilon_{ij}; \\ u_j \sim & N(0, \sigma_u^2), \quad \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2). \end{aligned}$$

где:

ЭО_{ij} — экспертная оценка i -го респондента j -го уровня РКИ;

β_0 — общий свободный член;

β_k — регрессионные коэффициенты;

u_j — случайный эффект j -го уровня РКИ;

σ_u^2 — межгрупповая дисперсия;

ε_{ij} — остаточная дисперсия.

Применение байесовского подхода позволило оценить апостериорные распределения параметров модели (табл. 5, рис. 3) и провести имитационное моделирование методом Монте-Карло по схеме марковских цепей (MCMC).

Включение в модель случайного эффекта уровня владения РКИ позволило учесть гетерогенность взаимосвязи параметров КА и ЭО в разных группах обучающихся. Так, значимость предиктора ISC возрастает при переходе от элементарного ($\beta_5 = 0,07$) к базовому ($\beta_5 = 0,16$) и 1-му сертификационному уровню ($\beta_5 = 0,26$).

Дополнительно был проведен анализ чувствительности (sensitivity analysis) моделей машинного обучения к изменению размера обучающей выборки. Результаты 5-кратной кросс-валидации на случайных подвыборках разного объема (табл. 6) показывают, что при сокращении количества наблюдений до 50 % точность моделей снижается в среднем на 0,04–0,07 (по коэффициенту R^2).

Был проведен анализ затрат времени на компьютерную и экспертную оценки устных ответов. Результаты хронометража (табл. 7) показывают, что применение средств автоматизации позволяет в среднем в 6,25 раза сократить трудозатраты на проверку по сравнению с ручной экспертизой.

При этом стандартное отклонение времени обработки для КО составляет всего 0,9 мин против 4,2 мин

Апостериорные распределения параметров многоуровневой модели

Posterior distributions of the multilevel model parameters

Параметр	Среднее	Статистическое отклонение	2,5 %	97,5 %	Rhat
β_0	-1,42	0,27	-1,96	-0,90	1,00
β_1	0,39	0,08	0,24	0,56	1,01
β_2	0,28	0,06	0,16	0,41	1,00
β_3	-0,24	0,09	-0,41	-0,07	1,00
β_4	0,19	0,05	0,09	0,29	1,00
β_5	0,14	0,04	0,06	0,22	1,01
β_6	0,11	0,03	0,04	0,17	1,00
β_7	0,06	0,02	0,02	0,10	1,00
β_8	0,03	0,01	0,01	0,06	1,00
σ_u^2	0,35	0,12	0,18	0,66	1,00
σ^2	0,68	0,09	0,53	0,89	1,00

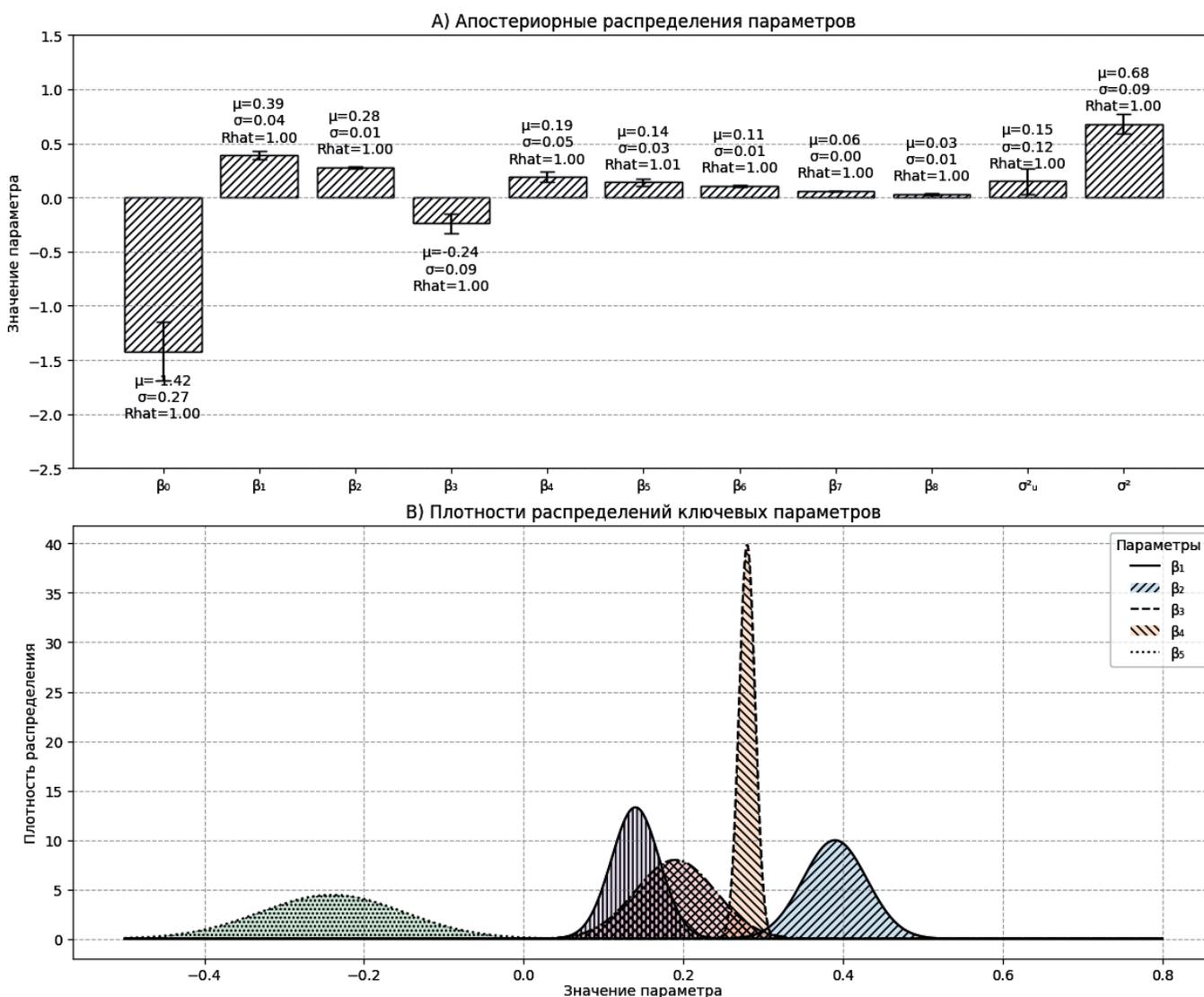


Рис. 3. Анализ апостериорных распределений параметров многоуровневой модели

Fig. 3. Analysis of posterior distributions of multilevel model parameters

Таблица 6 / Table 6

Анализ чувствительности моделей к объему обучающей выборки**Sensitivity analysis of models to the training sample size**

№ п/п	Модель	100 % (n = 120)	80 % (n = 96)	60 % (n = 72)	50 % (n = 60)
1	LinReg	0,64	0,61	0,58	0,57
2	GAM	0,73	0,70	0,68	0,66
3	XGBoost	0,76	0,74	0,72	0,71
4	RF	0,74	0,73	0,71	0,69

Таблица 7 / Table 7

Сравнительный анализ затрат времени на компьютерную и экспертную оценки**Comparative analysis of time costs for computer and expert assessments**

Метод оценки	Среднее время на один ответ, мин	Стандартное отклонение, мин	Объем выборки, шт.
Компьютерная	2,8	0,9	120
Экспертная	17,5	4,2	120

для ручной проверки. Это свидетельствует о высокой стабильности работы алгоритмов и минимальном влиянии субъективного фактора.

Таким образом, применение методов компьютерной лингвистики и машинного обучения открывает

новые возможности для повышения точности, объективности и экономической эффективности процедур языкового тестирования. Использование предложенных моделей и алгоритмов на практике позволит оптимизировать процесс контроля речевых компетенций и создаст основу для разработки интеллектуальных обучающих систем в области РКИ.

Оценка параметров модели методом максимального правдоподобия показала хорошее соответствие эмпирическим данным. Ниже приведены основные показатели согласия модели:

- χ^2 (хи-квадрат) — критерий согласия модели с наблюдаемыми данными, степени свободы указаны в скобках: $\chi^2(51) = 83,24$;
- p — уровень значимости критерия хи-квадрат ($p > 0,05$ указывает на хорошее соответствие): $p = 0,14$;
- CFI (*англ.* Comparative Fit Index) — сравнительный индекс соответствия: CFI = 0,98;
- TLI (*англ.* Tucker-Lewis Index) — ненормированный индекс соответствия: TLI = 0,97;
- RMSEA (*англ.* Root Mean Square Error of Approximation) — корень среднеквадратической ошибки аппроксимации: RMSEA = 0,039;
- 90 % CI — 90 % доверительный интервал для RMSEA: 0,017–0,058;
- PCLOSE — вероятность того, что RMSEA в генеральной совокупности не превышает 0,05: PCLOSE = 0,87.

Все показатели свидетельствуют о высоком качестве модели (CFI и TLI > 0,95, RMSEA < 0,05, $p > 0,05$).

Стандартизованные коэффициенты регрессии и факторные нагрузки представлены в таблице 8.

Таблица 8 / Table 8

Стандартизованные коэффициенты SEM**Standardized SEM coefficients**

№ п/п	Параметр	Беглость	Лексика_Грамматика	Фонетика_Просодия	ЭО
1	MLU	0,84***			
2	DP	-0,79***			
3	TA	0,68***			
4	MTLD		0,91***		
5	LD		0,62***		
6	ISC		0,55***		
7	VI			0,73***	
8	F0			0,59***	
9	Беглость				0,56**
10	ЛексГрамм				0,72***
11	ФонПрос				0,31*
12	R ²	0,62	0,74	0,47	0,79

Примечание. *** — $p < 0,001$; ** — $p < 0,01$; * — $p < 0,05$.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой объясняющей способности трехфакторной модели, которая позволяет объяснить 79 % дисперсии интегральной экспертной оценки. При этом наибольшее влияние на ЭО оказывает латентный фактор Лексика_Грамматика ($\beta = 0,72; p < 0,001$), за ним следуют Беглость ($\beta = 0,56; p < 0,01$) и Фонетика_Просодия ($\beta = 0,31; p < 0,05$). Иерархическая структура модели подчеркивает центральную роль лексико-грамматического компонента в автоматической оценке речевых компетенций. Сравнительный анализ альтернативных моделей с помощью критерия Акаике (AIC) и байесовского информационного критерия (BIC) показал преимущество трехфакторной модели (AIC = 6824; BIC = 6947) по сравнению с более простыми однофакторной (AIC = 7153; BIC = 7248) и двухфакторной конфигурациями (AIC = 6978; BIC = 7081). Тест χ^2 продемонстрировал статистически значимое увеличение качества подгонки при переходе от двухфакторной к трехфакторной структуре: $\Delta\chi^2(2) = 148,7; p < 0,001$. Это подтверждает обоснованность выделения фонетико-просодических характеристик в качестве отдельного латентного фактора.

Для контроля робастности полученных результатов был применен непараметрический метод бутстрепа с 5000 случайных выборок. Усредненные бутстреп-оценки параметров и их доверительные интервалы приведены в таблице 9.

Бутстреп-анализ подтвердил статистическую значимость и устойчивость всех оцениваемых параметров модели. Смещение между оригинальными и бутстреп-оценками коэффициентов не превышало 0,01, что свидетельствует о несмещенности и состоятельности полученных результатов.

Дополнительно была проведена кросс-валидация структурной модели на независимой выборке из

60 студентов (58 % из них — женщины, средний возраст — 21,2 года), проходивших тестирование по РКИ в 2023/2024 учебном году. Модель, построенная на оригинальной выборке ($n = 120$), без пересчета параметров была применена к новым данным.

Результаты кросс-валидации продемонстрировали сопоставимый уровень соответствия модели эмпирическим данным:

$$\begin{aligned} \chi^2(51) &= 69,17; \\ p &= 0,28; \\ CFI &= 0,97; \\ TLI &= 0,96; \\ RMSEA &= 0,045; \\ 90\% \text{ CI} &: 0,021-0,065; \\ PCLOSE &= 0,74. \end{aligned}$$

Средняя абсолютная ошибка прогноза интегральной экспертной оценки составила: MAE = $0,38 \pm 0,06$ балла.

Таким образом, разработанная трехфакторная модель демонстрирует достаточно высокую обобщающую способность и прогностическую валидность [24, 25].

Был проведен анализ структурной инвариантности (equivalence) модели в отношении пола и уровня владения РКИ. Для этого исходная выборка ($n = 120$) была разделена на шесть групп:

- мужчины ЭУ, БУ, ТРКИ-1 ($n_1 = 17, n_2 = 22, n_3 = 13$);
- женщины ЭУ, БУ, ТРКИ-1 ($n_1 = 11, n_2 = 34, n_3 = 23$).

Последовательно тестировались следующие виды инвариантности:

- 1) конфигурационная (CFI) — одинаковая факторная структура;
- 2) метрическая (MFI) — равенство факторных нагрузок;

Таблица 9 / Table 9

Бутстреп-оценки параметров SEM (5000 выборок) Bootstrap estimates of SEM parameters (5000 samples)

№ п/п	Параметр	Коэффициент	Статистическая ошибка	Нижняя_95 %	Верхняя_95 %
1	Беглость → MLU	0,837	0,031	0,773	0,892
2	Беглость → DP	-0,786	0,037	-0,854	-0,708
3	Беглость → ТА	0,675	0,044	0,582	0,755
4	ЛексГрамм → MTLД	0,908	0,021	0,862	0,945
5	ЛексГрамм → LD	0,619	0,051	0,511	0,711
6	ЛексГрамм → ISC	0,548	0,057	0,429	0,652
7	ФонПрос → VI	0,726	0,046	0,628	0,808
8	ФонПрос → F0	0,591	0,054	0,476	0,689
9	ЭО → Беглость	0,562	0,068	0,419	0,684
10	ЭО → ЛексГрамм	0,715	0,047	0,615	0,798
11	ЭО → ФонПрос	0,312	0,082	0,143	0,465

Результаты тестирования измерительной инвариантности модели**Results of testing measurement invariance of the model**

Модель	χ^2	df	p	CFI	RMSEA	$\Delta\chi^2$	Δdf	p	ΔCFI	$\Delta RMSEA$
Конфигурационная	351,27	306	0,042	0,952	0,041	—	—	—	—	—
Метрическая	376,42	327	0,033	0,948	0,043	25,15	21	0,240	0,004	0,002
Скалярная	403,89	348	0,021	0,941	0,047	27,47	21	0,156	0,007	0,004
Строгая	452,63	369	0,002	0,921	0,055	48,74	21	0,001	0,020	0,008

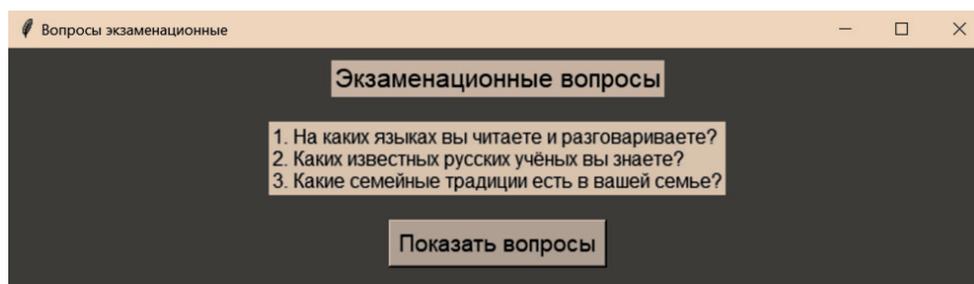


Рис. 4. Интерфейс системы

Fig. 4. System interface

3) скалярная (SFI) — равенство факторных нагрузок и интерсептов;

4) строгая (SRFI) — равенство факторных нагрузок, интерсептов и остаточных дисперсий.

Тестирование проводилось методом последовательных ограничений с применением критерия различий χ^2 и сравнительных показателей пригодности моделей (ΔCFI , $\Delta RMSEA$). Результаты анализа представлены в таблице 10.

Результаты тестирования подтвердили конфигурационную, метрическую и скалярную инвариантность модели ($p > 0,05$ для $\Delta\chi^2$, $\Delta CFI < 0,01$, $\Delta RMSEA < 0,015$), что свидетельствует о сопоставимости факторной структуры и измерительных шкал для разных групп испытуемых. Строгая инвариантность не была подтверждена ($p < 0,01$ для $\Delta\chi^2$, $\Delta CFI = 0,020$), указывая на различия в остаточных дисперсиях между группами. Это типично для психолингвистических исследований и не препятствует сравнению латентных средних между группами. Для практического применения результатов исследования была разработана автоматизированная система анализа речи, интегрирующая описанные выше алгоритмы машинного обучения. Графический интерфейс системы (рис. 4) обеспечивает удобный доступ к функциям загрузки и анализа аудиозаписей, визуализации выделенных лингвистических параметров и формирования итоговой комплексной оценки.

Система позволяет в реальном времени выполнять акустический анализ речевого сигнала, извлекать ключевые лингвистические параметры (MTLD, MLU, DP, TA, ISC, LD, VI, F0) и производить прогнозирование экспертной оценки на основе

разработанных моделей машинного обучения. Такой подход существенно сокращает время обработки речевых образцов и обеспечивает высокую степень объективности оценивания.

Использованный комплекс методов математического и компьютерного моделирования позволяет с высокой точностью определить ключевые факторы, влияющие на эффективность автоматической оценки устной речи в процессе интеллектуального анализа лингводидактического тестирования. Полученные результаты доказывают перспективность применения методов структурного моделирования для анализа и оптимизации процедур контроля речевых компетенций в системе обучения РКИ.

4. Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало высокий потенциал применения методов компьютерной лингвистики и машинного обучения для автоматизации процедур контроля речевых компетенций в практике преподавания русского языка как иностранного. Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности достижения высокой точности и объективности компьютерной оценки устной речи при значительной экономии временных и трудовых ресурсов.

Анализ корреляций между параметрами компьютерного анализа и экспертными оценками выявил ряд статистически значимых взаимосвязей. Наиболее сильные корреляции обнаружены для показателей лексического разнообразия ($r = 0,71$;

$p < 0,01$), средней длины высказывания ($r = 0,68$; $p < 0,01$), средней длительности пауз ($r = -0,62$; $p < 0,01$) и темпа артикуляции ($r = 0,58$; $p < 0,01$). Это свидетельствует о ключевой роли данных лингвистических характеристик в интегральной оценке качества устной речи.

Применение методов машинного обучения (градиентный бустинг, случайный лес) позволило построить прогностические модели, обеспечивающие высокую точность предсказания экспертных оценок. Лучшие результаты показал алгоритм XGBoost, обеспечивший коэффициент детерминации $R^2 = 0,76 \pm 0,04$ на тестовой выборке.

Анализ относительной важности предикторов показал, что более 70 % вклада в точность прогноза вносят четыре ключевых параметра: лексическое разнообразие (24,8 %), средняя длина высказывания (20,5 %), паузация (16,2 %) и темп речи (12,7 %).

Согласованность компьютерной и экспертной оценки, измеренная с помощью каппы Коэна, варьировалась от умеренной до высокой в зависимости от аспекта речевой деятельности. Максимальная согласованность зафиксирована для интегральной оценки ($\kappa = 0,74$), лексического ($\kappa = 0,71$) и грамматического ($\kappa = 0,65$) компонентов, что подтверждает надежность автоматизированных методов анализа данных сторон речевой компетенции.

Сравнительный анализ взаимосвязи компьютерного анализа и экспертной оценки на разных уровнях владения РКИ выявил устойчивую положительную динамику. Коэффициенты корреляции между ключевыми лингвистическими параметрами (MTLD, MLU, DP, TA, ISC) и экспертными оценками последовательно возрастают при переходе от элементарного (ЭУ) к базовому (БУ) и 1-му сертификационному (ТРКИ-1) уровням. Особенно ярко эта тенденция проявляется для показателя лексического разнообразия: $r(\text{ЭУ}) = 0,48$; $r(\text{БУ}) = 0,67$; $r(\text{ТРКИ-1}) = 0,82$.

Полученные данные согласуются с представлением о поступательном усложнении речевой деятельности в процессе овладения иностранным языком.

Построение обобщенных аддитивных моделей (GAM) и применение байесовского подхода позволило учесть нелинейные эффекты и неоднородность взаимосвязи параметров компьютерного анализа и экспертной оценки в разных группах обучающихся.

Анализ апостериорных распределений параметров многоуровневой модели показал, что значимость предиктора синтаксической сложности (ISC) для прогноза интегральной оценки возрастает от 0,07 на ЭУ до 0,26 на уровне ТРКИ-1. Это подчеркивает необходимость дифференцированного подхода к интерпретации результатов компьютерного анализа речи в зависимости от уровня языковой компетентности.

Список источников / References

1. Шибалева Н. Б. Информационно-коммуникационные технологии как средство контроля в обучении иностранных студентов русскому языку. *Актуальные вопросы иноязычного образования в контексте межкультурного взаимо-*

действия. Сборник научных статей XXXVI Международной научно-практической конференции. Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет; 2024:242–248. EDN: CSEQLV.

[Shibaeva N. B. Information and communication technologies as a means of control in teaching Russian language to foreign students. *Current Issues of Foreign Language Education in the Context of Intercultural Interaction. Collection of Scientific Articles of the 36th Int. Scientific and Practical Conf.* Cheboksary, Chuvash State Pedagogical University; 2024:242–248. (In Russian.) EDN: CSEQLV.]

2. Белоглазова Л. Б., Брагина М. А., Коньербыев Н. Б., Белоглазов А. А. Цифровые и компьютерные технологии как средства интенсификации процесса обучения русскому языку иностранных студентов. *Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования.* 2024;(1(67)):18–27. EDN: KKMJG. DOI: 10.25688/2072-9014.2024.67.1.02.

[Beloglazova L. B., Bragina M. A., Konyrbayev N. B., Beloglazov A. A. Digital and computer technologies as a means of intensifying the process of teaching Russian language to foreign students. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education.* 2024;(1(67)):18–27. (In Russian.) EDN: KKMJG. DOI: 10.25688/2072-9014.2024.67.1.02.]

3. Романова Т. В., Куликова В. А., Климова М. А. Тестирование коммуникативных компетенций владения русским языком. *Научные исследования и разработки. Современная коммуникативистика.* 2024;13(2):12–21. EDN: JOCMFX. DOI: 10.12737/2587-9103-2024-13-2-12-21. Режим доступа: <https://naukaru.ru/ru/storage/download/154110>

[Romanova T. V., Kulikova V. A., Klimova M. A. Testing communicative competencies of Russian language proficiency. *Scientific Research and Development. Modern Communication Studies.* 2024;13(2):12–21. (In Russian.) EDN: JOCMFX. DOI: 10.12737/2587-9103-2024-13-2-12-21. Available at: <https://naukaru.ru/ru/storage/download/154110>]

4. Benevolenskaya N. P. The influence of storytelling method on the development of communicative competence of foreign students studying in Russian as a foreign language (RFL). *CITISE.* 2024;(1(39)):456–464. DOI: 10.15350/2409-7616.2024.1.39. Available at: https://ma123.ru/wp-content/uploads/2024/03/Benevolenskaya_CITISE_1-2024-1.pdf

5. Jung Sang-Im, Lim Sunghee, Jo Eunha, Sim Hyun Sub, Sung Jee Eun, Kim Young Tae. The efficacy of telepractice intervention for children & adolescents with speech, language & hearing impairments: A meta-analysis. *Communication Sciences & Disorders.* 2020;25(4):976–986. DOI: 10.12963/csd.20756.

6. Akhutina T. Luria's classification of aphasia and its theoretical basis. *Aphasiology.* 2016;30(8):878–897. DOI: 10.1080/02687038.2015.1070950.

7. Сакбаева М. А. Роль мультимедиа и компьютерных технологий в преподавании иностранных языков. *Достижения науки и образования.* 2020;(8(62)):44–46. EDN: YXXHFB.

[Sakbaeva M. A. The role of multimedia and computer technologies in teaching foreign languages. *Advances of Science and Education.* 2020;(8(62)):44–46. (In Russian.) EDN: YXXHFB.]

8. Trizano-Hermosilla I., Gálvez-Nieto J. L., Alvarado J. M., Saiz J. L., Salvo-Garrido S. Reliability estimation in multidimensional scales: Comparing the bias of six estimators in measures with a bifactor structure. *Frontiers in Psychology.* 2021;12:1–7. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.508.

9. Ян Ц., Низкошапкина О. В. Формирование русскоязычной коммуникативной компетентности обучающихся в процессе преподавания РКИ с использованием метода «сторителлинг». *Московский педагогический журнал.* 2023;(4):93–107. EDN: VKEPJO. DOI: 10.18384/2949-4974-2023-4-93-107.

[Yang J., Nizkoshapkina O. V. Using the storytelling method in the teaching of Russian as a foreign language to form Russian-speaking communicative competence in students *Moscow Pedagogical Journal*. 2023;(4):93–107. (In Russian.) EDN: VKEPIO. DOI: 10.18384/2949-4974-2023-4-93-107.]

10. Hecht A., Wargers I., Leinweber J., Borgetto B. Videotherapie in der ambulanten logopädischen Versorgung — empirisch begründete Handlungsempfehlungen. 21. *Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF)*. Potsdam, 05.-07.10.2022. Düsseldorf, German Medical Science GMS Publishing House; 2022:Doc22dkvf073. DOI: 10.3205/22dkvf073.

11. Курейцева А. Н. Азбука тестирования. Практическое руководство для преподавателей РКИ. СПб.: Златоуст; 2013. 184 с. Режим доступа: <https://www.ros-edu.ru/book?id=81348>

[Kireytsva A. N. ABC of testing. A practical guide for teachers of Russian as a foreign language. Saint Petersburg, Zlatoust; 2013. 184 p. (In Russian.) Available at: <https://www.ros-edu.ru/book?id=81348>]

12. Gačnik M., Istenič Starčič A., Zaletelj J., Zajc M. User-centred app design for speech sound disorders interventions with tablet computers. *Universal Access in the Information Society*. 2018;17:821–832. DOI: 10.1007/s10209-017-0545-9.

13. Международное сотрудничество в образовании и науке. Труды IX Международной конференции «Международное сотрудничество в образовании и науке: Актуальные вопросы обучения иностранных студентов в российских вузах. 50 лет подготовительному факультету» (Санкт-Петербург, 20–23 мая 2015 года). Т. 7. *Современные технологии в обучении русскому языку как иностранному*. СПб.: Изд-во Политехнического университета; 2015. 148 с. Режим доступа: <https://iep.spbstu.ru/userfiles/files/pdf/Konf-2015-t-7.pdf>

[International cooperation in education and science. Proc. 9th Int. Conf. “International Cooperation in Education and Science: Current Issues of Teaching Foreign Students in Russian Universities. 50 years of the Preparatory Faculty” (St. Petersburg, May 20–23, 2015). Vol. 7. Modern Technologies in Teaching Russian as a Foreign Language. Saint Petersburg, Polytechnic University Publishing House; 2015. 148 p. (In Russian.) Available at: <https://iep.spbstu.ru/userfiles/files/pdf/Konf-2015-t-7.pdf>]

14. The Russian Aphasia Test: The first comprehensive, quantitative, standardized, and computerized aphasia language battery in Russian. *PLoS ONE*. 2021;16(11):e0258946. DOI: 10.1371/journal.pone.0258946.

15. Ван Ямэн. Современные подходы к преподаванию русского языка как иностранного в высших учебных заведениях Китая. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки*. 2019;(8):55–58. EDN: MOSMAF.

[Wang Yameng. Modern approaches to teaching Russian language in higher educational institutions of China. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series “Humanities”*. 2019;(8):55–58. (In Russian.) EDN: MOSMAF.]

16. Eberhard D. M., Simons G. F., Fennig C. D. (eds.) *Ethnologue: Languages of the world*. 24th edition. Dallas TX, SIL International; 2021. Available at: <https://www.ethnologue.com/>

17. Методика преподавания иностранных языков и РКИ: традиции и инновации. Сборник научных трудов VIII Международной научно-методической онлайн-конференции (Курск, 11 апреля 2023 года). Курск: Курский государственный медицинский университет; 2023. 521 с. EDN: LUCCHF.

[Methods of teaching foreign languages and Russian as a foreign language: Traditions and innovations. *Collection of Scientific Papers of the 8th Int. Scientific and Methodological Online Conf. (Kursk, April 11, 2023)*. Kursk, Kursk State Medical University; 2023. 521 p. (In Russian.) EDN: LUCCHF.]

18. Чеснокова М. П. Методика преподавания русского языка как иностранного. 2 изд., перераб. М.: МАДИ; 2015. 132 с. Режим доступа: <https://lib.madi.ru/fel/fel1/fel15E327.pdf>

[Chesnokova M. P. Methods of teaching Russian as a foreign language. 2nd edition, revised. Moscow, MADI; 2015. 132 p. (In Russian.) Available at: <https://lib.madi.ru/fel/fel1/fel15E327.pdf>]

19. Speech processing for language learning: A practical approach to computer-assisted pronunciation teaching. *Electronics*. 2021;10(3):235. DOI: 10.3390/electronics10030235.

20. Батраева О. М., Бимурзина И. В. Интенсивные методы и технологии в преподавании РКИ. *Педагогика: традиции и инновации. Материалы Международной научной конференции (Челябинск, 20–23 октября 2011 года)*. Челябинск: Два комсомольца; 2011:62–64. EDN: VKTKUT.

[Batraeva O. M., Bimurzina I. V. Intensive methods and technologies in teaching Russian as a foreign language. *Pedagogy: traditions and innovations. Proc. Int. Scientific Conf. (Chelyabinsk, October 20–23, 2011)*. Chelyabinsk, Dva komсомоль'tsa; 2011:62–64. (In Russian.) EDN: VKTKUT.]

21. Майор Н. А., Овчаренко Н. Н. Изучение языка специальности студентами-иностранцами на подготовительном факультете в электротехническом вузе. *Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXIX Международной научно-методической конференции*. В 2 т. Т. 1. СПб.: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ”; 2023:363–365. EDN: XGNXPL.

[Maior N. A., Ovcharenko N. N. Academic major language mastering by foreign students at pre-university course at electrotechnical university. *Modern Education: Content, Technologies, Quality. Proc. 29th Int. Scientific and Methodological Conf.* In two volumes. Vol. 1. Saint Petersburg, Saint Petersburg Electrotechnical University; 2023:363–365. (In Russian.) EDN: XGNXPL.]

22. Красман В. А., Русинова Н. С. Специфика обучения русскому языку как иностранному студентов на подготовительном отделении, планирующих поступление в магистратуру на русском языке. *Русский язык как иностранный: история, современность и будущее. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции*. Казань: Изд-во Казанского университета; 2023:461–465. EDN: PUIUKO. Режим доступа: <https://dSPACE.kpfu.ru/xmlui/handle/net/177147>

[Krasman V. A., Rusinova N. S. Specifics of teaching Russian as a foreign language to students at the preparatory department planning to enter master's programs in Russian. *Russian as a Foreign Language: History, Present and Future. Collection of Scientific Articles of the Int. Scientific and Practical Conf.* Kazan, Kazan University Publishing House; 2023:461–465. (In Russian.) EDN: PUIUKO. Available at: <https://dSPACE.kpfu.ru/xmlui/handle/net/177147>]

23. Макарова Т. С., Матвеева Е. Е., Молчанова М. А. Иностранный язык для специальных целей в лингвотехническом аспекте. Три «Л» в парадигме современного гуманитарного знания: лингвистика, литературоведение, лингводидактика. Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. М.: Языки Народов Мира; 2024:424–430. EDN: WGGHNX.

[Makarova T. S., Matveeva E. E., Molchanova M. A. Teaching language for specific purposes. Three “L” in the Paradigm of Modern Humanitarian Knowledge: Linguistics, Literary Studies, Linguodidactics. *Collection of Scientific Articles of the All-Russian Scientific and Practical Conf.* Moscow, Yazyki Narodov Mira; 2024:424–430. (In Russian.) EDN: WGGHNX.]

24. Бурукина И. П., Мамелина Ю. В. Сервисы для определения тональности речи на основе нейронных сетей. Новые информационные технологии и системы (НИТус-2023). Сборник научных статей по материа-

лам XX Международной научно-технической конференции. Пенза: Пензенский государственный университет; 2023:130–135. EDN: IXRKPK. Режим доступа: <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/1oDBoQhhB8bv.pdf>

[Burukina I. P., Mamelina Yu. V. Services for determining the tone of speech based on neural networks. *New Information Technologies and Systems (NITIS-2023). Collection of Scientific Articles on the Materials of the 20th Int. Scientific and Technical Conf.* Penza, Penza State University; 2023:130–135. (In Russian.) Available at: <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/1oDBoQhhB8bv.pdf>]

25. Маслова И. Б. Коммуникативные умения иностранных студентов-переводчиков: современные формы контроля и модели оценивания (учебный курс «Русский язык и культура речи»). *Современная риторика и речеведческие дисциплины: от устного диалога до компьютерно-цифрового взаимодействия. Материалы XXVI Международной научно-практической конференции.* М.: Московский государственный лингвистический университет; 2023:197–203. EDN: SCNGYE.

[Maslova I. B. Communication skills of foreign students-translators: Modern forms of control and assessment models (training course “Russian language and culture of speech”). *Modern Rhetoric and Speech Disciplines: From Oral Dialogue to Computer-Digital Interaction. Proc. 26th Int. Scientific and Practical Conf.* Moscow, Moscow State Linguistic University; 2023:197–203. (In Russian.) EDN: SCNGYE.]

Информация об авторах

Черкашина Елена Леонидовна, канд. филол. наук, доцент, доцент кафедры русского языка как иностранного и общетеоретических дисциплин, Российский государственный аграрный

университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; доцент кафедры «Русский язык как иностранный», факультет «Лингвистика», Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1613-0147>; *e-mail*: bazilik@mail.ru

Жамалетдинов Рустам Ирфанович, преподаватель кафедры «Русский язык как иностранный», факультет международных образовательных программ, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-9714-4097>; *e-mail*: zhamaletdinov@bmstu.ru

Information about the authors

Elena L. Cherkashina, Candidate of Sciences (Philology), Docent, Associate Professor at the Department of Russian as a Foreign Language and General Theoretical Subjects, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia; Associate Professor at the Department of “Russian as a Foreign Language”, Faculty “Linguistics”, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1613-0147>; *e-mail*: bazilik@mail.ru

Rustam I. Zhamaletdinov, Lecturer at the Department of “Russian as a Foreign Language”, Faculty of International Educational Programs, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-9714-4097>; *e-mail*: zhamaletdinov@bmstu.ru

Поступила в редакцию / Received: 23.12.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 27.01.25.

Принята к печати / Accepted: 28.01.25.