

Мировоззренческие основы технологии и общества
Philosophical foundations of technology and society

УДК 372.881.1
<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2026-14-3-154-165>
EDN VWGQAB



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

Дидактическое моделирование обучения студентов технологического университета правилам чтения иноязычных текстов

Н.И. Чернова[@],
Е.А. Иванова,
Н.В. Катахова

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, 119454 Россия
[@] Автор для переписки, e-mail: chernova@mirea.ru

• Поступила: 01.12.2025 • Доработана: 12.12.2025 • Принята к опубликованию: 27.03.2026

Резюме

Цели. Целями работы являются разработка дидактических моделей процесса преподавания правил чтения французского языка, изучаемого студентами первого курса с нуля, и выбор оптимальной модели для дальнейшего использования в обучении.

Методы. Применение дидактических моделей, разработанных с привлечением таких инструментов, как регрессионный анализ, математическая теория обучения и эксперимент по применению полученных моделей в группах, обучающихся французскому языку с нуля.

Результаты. Для сравнения и анализа представлены 3 полученные модели изучения 48 правил чтения во французском языке в течение 4, 8 и 16 недель по 12, 6 и 3 правила за одно занятие, соответственно, с повторением правил, изученных на предыдущем занятии. Учитывалось также влияние различных индивидуальных факторов на эффективность всех 3 моделей (лингвистические способности студента, уровень тревожности, предыдущий опыт изучения языков и т.п.). В результате была выбрана оптимальная модель обучения.

Выводы. Среднестатистический студент эффективнее усвоил правила чтения при восьминедельном обучении, когда последующие 8 недель (до конца семестра) правила регулярно повторялись на каждом занятии. При изучении правил чтения в течение 16 недель студенты не успели повторить некоторый материал в конце семестра, меньше правил повторялось на занятиях. При четырехнедельном изучении студенты путали правила, плохо их запоминали из-за когнитивной перегрузки. При наличии неблагоприятных факторов (слабые способности и мотивация, отсутствие самостоятельной работы и т.п.) результаты обучения оказались низкими независимо от выбранной модели. Напротив, при благоприятных условиях (хорошие способности, мотивация и т.п.) оказалось, что модель обучения не играет решающей роли.

Ключевые слова: дидактическая модель, правила чтения, французский язык, технологический университет

Для цитирования: Чернова Н.И., Иванова Е.А., Катахова Н.В. Дидактическое моделирование обучения студентов технологического университета правилам чтения иноязычных текстов. *Russian Technological Journal*. 2026;14(3):154–165. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2026-14-3-154-165>, <https://www.elibrary.ru/WWGQAB>

Прозрачность финансовой деятельности: Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

RESEARCH ARTICLE

Didactic modeling for teaching technological university students the rules of foreign language texts reading

Nadezhda I. Chernova [®],
Ekaterina A. Ivanova,
Nataliya V. Katakhova

MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia
[®] Corresponding author, e-mail: chernova@mirea.ru

• Submitted: 01.12.2025 • Revised: 12.12.2025 • Accepted: 27.03.2026

Abstract

Objectives. The work set out to develop didactic models for teaching French reading rules to first-year students from scratch, followed by a choice of the appropriate model to use in teaching.

Methods. The application of didactic models developed using tools such as regression analysis and mathematical theory of learning along with an experiment on the application of the obtained models in groups of French language learners “from scratch.”

Results. Three obtained models of studying 48 French reading rules over 4, 8, and 16 weeks with 12, 6, and 3 rules per lesson respectively, along with a review of the rules learned in the previous lesson, are presented for comparison and analysis. The influence of various factors such as students’ linguistic abilities, their levels of anxiety, previous language learning experience, etc., on the effectiveness of all three models were also taken into account. Based on the results of these analyses, the optimal learning model was chosen.

Conclusions. The average student learned reading rules more efficiently during an eight-week course when the rules were regularly reviewed at each lesson until the end of the semester. When studying reading rules for 16 weeks, students failed to review some material at the end of the semester, with fewer rules being reviewed in lesson. During a four-week study, students confused the rules and had difficulties to remember them due to cognitive overload. In the presence of adverse factors (weak ability and motivation, lack of independent work, etc.) training results were low regardless of the model chosen. On the contrary, under favorable conditions (good abilities, motivation, etc.) the learning model was turned out to be unimportant.

Keywords: didactic model, reading rules, French language, technological university

For citation: Chernova N.I., Ivanova E.A., Katakhova N.V. Didactic modeling for teaching technological university students the rules of foreign language texts reading. *Russian Technological Journal*. 2026;14(3):154–165. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2026-14-3-154-165>, <https://www.elibrary.ru/WWGQAB>

Financial disclosure: The authors have no financial or proprietary interest in any material or method mentioned.

The authors declare no conflicts of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Современная образовательная парадигма претерпевает трансформацию, заключающуюся в комплексном и скоординированном преобразовании ключевых аспектов обучения, в т.ч. целей обучения, учебных программ, методов организации занятий, структуры учебной деятельности. С одной стороны, происходит цифровая трансформация, под которой понимаются интеграция цифровых технологий, создание цифровых образовательных платформ, внедрение искусственного интеллекта в процесс преподавания с целью оптимизации управления образовательными процессами [1–3]. С другой стороны, построение математических и дидактических моделей, в т.ч. замещающих экспериментальное исследование, внедрение математических методов и методов дидактического моделирования в гуманитарные науки означает трансформацию профессиональной подготовки в вузах, что представляется особенно актуальным при обучении иностранным языкам в технических вузах, где образовательный акцент делается на изучении профилирующих дисциплин, и расчет структуры учебного плана, рабочей программы, учебных материалов, математически выверенное прогнозирование результатов обучения для каждой учебной группы, каждого обучающегося призваны оптимизировать как процесс преподавания, так и изучения иностранного языка. Современные дидактические модели предоставляют эквивалентное описание объектов, их связей и динамики, а также параметров функциональных зависимостей. Таким образом, дидактическое моделирование дает инструменты для объективного оценивания и моделирования обучения иностранным языкам.

Целью данной статьи является моделирование процесса преподавания правил чтения французского языка, изучаемого студентами первого курса с нуля, и определение оптимальной модели.

В качестве основного метода исследования выступает применение дидактических моделей, для разработки которых задействованы, в т.ч. регрессионный анализ и математическая теория обучения. Полученные таким образом модели прошли экспериментальную проверку в разных группах студентов РТУ МИРЭА, приступивших к изучению французского языка.

Авторами работы не выявлено формально-логических педагогических исследований, сопоставимых с предложенной ими моделью, что свидетельствует о новизне данного исследования.

Практическая значимость проведенного исследования состоит в перспективе управления образовательной работой обучающихся в технологическом университете, выборе оптимальной образовательной

траектории. Это достигается за счет анализа влияния различных параметров на процесс обучения и за счет выявления их взаимосвязей.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Исследование осуществлялось в рамках учебной аналитики, нацеленной на изучение учебного процесса и качества обучения. В опубликованных ранее работах учебная аналитика рассматривается лишь с точки зрения применения информационных платформ [1], актуальной информационной поддержки для преподавателя и обучаемых, оценки успешности последних [4], разработки информационных систем, прогнозирующих академическую успеваемость студентов по трем параметрам [5]. Цифровая трансформация образования подразумевает использование учебной аналитики для создания системы управления образовательным процессом [1, 3]. В рассматриваемом случае пример подобной системы основан на математических выкладках, которые в дальнейшем можно перевести в цифровой формат и разместить на учебных платформах вузов. При построении модели как в случае реализации информационных платформ, так и математических расчетов учитываются различные типы данных, которые могут быть постоянными и переменными. Именно на их основе строится система управления образовательным процессом, разрабатываются инструменты учебной аналитики, что приводит к выбору оптимальных учебных планов и рабочих программ.

В работах [6–8] представлены разработанные математические и компьютерные модели исследования образовательного процесса, основанные на общей теории систем и аксиомах математической теории обучения. Моделирование слабо формализованных систем, охватывающих аспекты подбора учебных ресурсов, педагогических методик и критериев оценки их результативности, возможно исключительно в рамках нечеткого когнитивного моделирования [8–10].

Имеются работы, посвященные стохастической модели, в которой вероятность данных может меняться¹. В этой работе также представлены методы оценки параметров этой модели и примеры ее применения к различным типам данных, связанных с процессом обучения.

В работе [10] дается описание алгоритмов для создания учебных материалов, модели обучения на их основе, а также программы «Траектория

¹ Bush R.R., Mosteller F.A. *Stochastic Model with Applications to Learning*. https://projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.aoms/1177728914. Дата обращения 24.04.2024. / Accessed April 24, 2024.

обучения» для любой дисциплины и «Траектория группы». Кроме того, работа позволяет ознакомиться с процессом обучения преподавателей по использованию методов математического моделирования.

В обзоре Е.М. Тишиной [11] отмечается, что учебный процесс представляет сложную систему, обусловленную многочисленными и постоянно меняющимися факторами, что требует постоянной корректировки применяемых методик при помощи определенного алгоритма и математических моделей, которые автор считает необходимыми проверять экспериментально, поскольку модели «не могут быть абсолютно адекватны объекту». Для эффективного выбора и составления математической модели обучения автор рекомендует применять аналитические методы, разработанные в рамках теории графов.

Исследователи В.Г. Кирий и Чан Ван Ан [6] предлагают математическую модель, предназначенную для изучения процесса освоения иностранного языка. Эта модель, основанная на уравнениях Колмогорова, устанавливает зависимость уровня владения языком студентом от его начальной подготовки, скорости изучения и скорости забывания.

В исследовании Р.В. Майера [7] дан достаточно подробный анализ системы взаимодействия «преподаватель – обучаемые», изучены как линейные, так и нелинейные подходы к моделированию обучения, а также модели, описывающие процесс усвоения знаний и последующей потери информации.

Исследование [12] иллюстрирует описание учебного процесса математическими методами. В нем детально рассмотрены ключевые факторы, такие как обучаемость студентов, профессиональная компетентность преподавателей и т.п. Автор выявила взаимосвязи между этими факторами, например, между техническим оснащением и организацией учебного материала. Что касается исходных параметров, то значимым, на наш взгляд, представляется определение и анализ обучаемости студентов, отраженные в исследовании [13]. Данный параметр, благодаря созданному и продуктивно реализованному авторами входному тесту, можно рассматривать как «четкую» переменную, в отличие от большинства параметров в гуманитарных дисциплинах.

Е.Д. Reichle [9] разработал вычислительные модели, которые содействуют пониманию когнитивных процессов, участвующих в распознавании слов, анализе предложений, построении связного текста и управлении движениями глаз.

О. Varack, M.D. Tsodyks [14] демонстрируют различные типы обучения (классическое обусловливание, ассоциативная память, свободное запоминание) на конкретных примерах. В работе рассматриваются

уровни моделирования и их связь с эмпирическими данными и математическими концепциями, которые часто встречаются в моделях обучения, с точки зрения оптимизации. Важно отметить, что данная работа относится к области нейромоделирования, а не чисто математического моделирования.

В исследовании [15] предложена математическая модель, оценивающая полноту усвоенных знаний по всем темам курса и динамику изучения учебных элементов за определенный период. Также представлен проект поэтапной организации учебной деятельности студентов.

В исследовании, представленном в работе [16], дан анализ различных моделей обучения в контексте длительного наблюдения. Результаты показали, что некоторые когнитивные способности могут сохраняться даже при отсутствии регулярной практики. Однако в данном исследовании акцент сделан на психологическое моделирование обучения.

В статье [17] отражено, как усреднение индивидуальных кривых обучения и забывания трансформирует общие кривые, что подводит нас к выводу о том, что скорость обучения может следовать различным распределениям. Авторы анализируют смещение этих распределений, чтобы исключить случаи низкой скорости обучения.

В работе [18] для изучения интеллектуального адаптивного обучения используется граф знаний, который интерпретируется в качестве ведущего инструмента для приобретения, управления и оптимизации учебного процесса. Предлагается модель графа знаний по типу «знания – ресурсы – цели», основанная на прочной связи между знаниями, учебными материалами и образовательными задачами. Автором также заявлена двунаправленная модель, учитывающая как долговременную, так и кратковременную память. Исследование подтверждает, что такая модель успешно адаптируется под цели обучения, перестраивает знания и ресурсы, оптимизирует учебные траектории, предлагает рекомендации по выбору материалов и визуализирует когнитивное состояние обучающихся, тем самым повышая эффективность интеллектуального адаптивного обучения.

В статье [19] предложена система персонализированных рекомендаций, основанная на предметных графах знаний, профилях обучающихся (полученных с помощью xAPI²) и обратной связи по процессу обучения.

² Experience Application Programming Interface – стандарт обмена данными между учебным контентом и системами дистанционного обучения. [Experience Application Programming Interface is a standard for data exchange between educational content and distance learning systems.]

Работа [20] посвящена решению проблемы разнообразия генеративных языковых теорий путем применения формальных математических методов к анализу языка.

Одной из задач в исследовании [21] стало выявление связей между факторами, которые побуждают студентов продолжать изучать язык. Для проверки выдвинутых предположений и подтверждения состоятельности предложенной модели использовался метод множественного линейного регрессионного анализа. В рамках этого анализа математически моделируются такие аспекты, как «соответствие учебных материалов и технологий целям обучения и доступным технологиям», «согласованность используемых технологий с индивидуальными предпочтениями учащихся», «открытость и авторитет образовательных учреждений, предлагающих мультимодальное языковое обучение», «личные вложения студентов в мультимодальное языковое образование».

Работа³ посвящена разработке следующих тем: «Алгоритмы обучения языку с использованием подкрепления», «Асимметрия различий в процессе освоения языка между взрослыми и детьми», «Математическое моделирование языкового развития в рамках популяции».

В статье [22] представлена математическая модель, в которой исследуется влияние образовательных программ. В частности, рассматривается модель изучения английского языка студентами университетов, учитывающая такие переменные, как общее количество обучаемых; количество обучаемых, выбравших современный формат обучения; количество обучаемых, выбравших традиционный формат обучения; количество обучаемых, успешно завершивших курс. Результаты анализа данной модели указывают на то, что попытки решить проблемы в образовании могут привести к неожиданным негативным последствиям, таким как обратная бифуркация и усложнение ситуации, что подразумевает возможность сохранения существующих образовательных проблем.

В статье [23] рассматривается математическая модель, основанная на множественном линейном регрессионном анализе. Эта модель устанавливает взаимосвязи между применяемыми стратегиями изучения языка и уровнем владения английским языком. Изучение модели показало, что для точного прогнозирования уровня владения языком не обязательно включать в модель все существующие стратегии изучения языка.

В логике системно-структурного подхода в работе [24] рассматриваются количественные характеристики учебного процесса: обученность, состояние системы, степень обученности, точность обучения. Предложенная математическая модель процесса обучения реализуется с использованием программных средств.

Программные средства, разработанные и заявленные в [25] для моделирования преподавания иностранного языка, анализируют, прогнозируют, контролируют уровень владения неродным языком, находят приближения к параметрам математической модели процесса обучения иностранному языку, строят график прогрессивного изменения вероятностей трех выбранных авторами состояний, дают возможность проводить тестирование с различными параметрами, чтобы оптимизировать их значения для достижения целевого уровня владения иностранным языком.

В статье [26] авторы предлагают выявлять ранее неизвестные лингвистические особенности, которым нужно приписать определенные формальные признаки, создавать алгоритмы обучения с подкреплением для обучения разговорному языку.

К сожалению, как и в большинстве подобных исследований, в упомянутых работах рассматриваются математические модели обучения в общем виде, без их конкретного применения к процессу изучения иностранных языков.

Среди имеющихся исследований представлены также алгоритмы и модели, работающие в области изучения процесса освоения иностранного языка⁴ [6, 21, 22, 26]. Однако данные работы определяют уровень владения иностранным языком, мотивацию, языковое развитие и не затрагивают специфические модели преподавания конкретных тем в рамках изучения иностранных языков вообще, и французского языка в частности.

Таким образом, анализ показал, что проводятся многочисленные исследования в области моделирования образовательных процессов, которые призваны строго формализовать размытые дидактические понятия, объекты, категории. Отметим, что в ряду рассмотренных работ нет дидактической модели, построенной на базе обучения правилам чтения во французском языке, призванной выявлять оптимальные время их изучения и объем материала, изучаемого за одно занятие.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования в качестве примера моделирования образовательных процессов

⁴ Там же.

³ Rische J.L. *Mathematical Modeling of Language Learning: Dissertation*. University of California. Irvine. 2014, 89 p. <https://escholarship.org/uc/item/0kb837r3>. Дата обращения 17.08.2024. / Accessed August 17, 2024.

послужили правила чтения, преподаваемые студентам первого курса всех направлений подготовки РТУ МИРЭА, изучающим французский язык с нуля.

Методами исследования послужили регрессионный анализ данных⁵ (количество правил чтения, изучаемых за одно занятие; количество повторяемых правил чтения на занятии; обучаемость конкретного контингента студентов) и построение дидактической модели выбора оптимального количества правил, изучаемых за одно занятие, и общего количества занятий, посвященных изучению правил и их повторению определенным контингентом обучающихся. Таким образом, данная дидактическая модель описывает соотношение переменных и зависимость между ними.

Необходимо признать, что педагогические структуры обладают вероятностной природой и зависят от множества параметров, не поддающихся полному, строгому и объективному описанию [15]. Следовательно, предложенная в данной работе модель основывается лишь на самых существенных характеристиках системы учебной деятельности.

ПОСТРОЕНИЕ ДИДАКТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Разработка дидактической модели, описывающей правила произношения во французском языке, представляет собой непростую задачу. Основная трудность заключается в существенном расхождении между написанием и звучанием слов. Цель модели – формализовать правила соответствия между графическими элементами и фонетическими единицами.

Были созданы правила вида:

$$L_n + (L_{n+1} (+L_{n+2})) = S_m (+S_k),$$

где L_n (L от Lettre – буква) – первый графический элемент в буквосочетании, L_{n+1} – второй графический элемент, L_{n+2} – третий графический элемент, если три графических элемента создают буквосочетание, читающееся особым способом; $S_{m/k}$ (S от Son – звук) – фонетическая единица (реже сочетание фонетических единиц), соответствующая одному или двум звукам. Например, $L_1 = S_1$: $\zeta = [s]$; $L_2 + L_3 + L_4 = S_2$: $eau = [o]$; $L_3 + L_4 = S_2$: $au = [o]$; $L_5 + L_6 = S_3 + S_4$: $oi = [wa]$; $L_2 + L_7 + L_8 = S_0$: $-ent$ как окончание глаголов, стоящих в 3-м лице

⁵ Дьячук А.А. *Математические методы в психологических и педагогических исследованиях: учебное пособие*. Красноярск; 2013, 347 с. [Dyachuk A.A. *Mathematical Methods in Psychological and Pedagogical Research. Study Guide*. Krasnoyarsk; 2013, 347 p. (In Russ.).]

множественного числа, никак не произносится, т.е. S_0 – отсутствие звуков.

После предъявления обучающимся какого-либо правила чтения из 48 проводится проверка его усвоения. При отсутствии усвоения правило повторяется на всех следующих занятиях.

При моделировании рассматриваемой дидактической ситуации в данной работе исследуется модель обучения правилам написания и произношения французских графем и их сочетаний при изменении лишь одной переменной – количества изучаемых правил за одну неделю. Прочие параметры, связанные с характеристиками преподавателя, учебными материалами, психологическими и мнемоническими особенностями студентов и т.д., в работе не рассматриваются. Однако данная переменная представляется наиболее весомой при обучении на начальном этапе, поскольку, с одной стороны, без достаточно быстрого освоения правил чтения невозможно эффективное продвижение по учебному плану, с другой стороны, среднестатистическая человеческая память обычно не способна одновременно воспринимать и переводить в долговременную память большие объемы информации. Гипотеза состояла в том, что студентов технологического вуза, имеющих технический склад ума и имеющих лингвистическую память хуже, чем гуманитарии, тем более следует обучать медленнее, подавать правила порционно. Расчеты в данном случае заключались в том, чтобы найти оптимальное количество занятий и порций преподаваемых правил чтения контингенту студентов первого курса РТУ МИРЭА. На рис. 1 описаны шаги, в соответствии с которыми происходит обучение фонетике и чтению. Правило R_n (R от Règle) – правило номер n из списка, состоящего из 48 правил.

На каждом i -м занятии изучается q правил и повторяется $q \cdot i$ правил, за исключением первого занятия, на котором ни одно правило не повторяется, а только изучается первый пул правил. Данная формула действует до тех пор, пока не будут изучены все правила, поскольку далее до конца семестра обучающиеся лишь повторяют ранее изученное.

Для определения оптимальной модели процесса обучения, связанного с освоением норм произнесения буквосочетаний французского языка, были исследованы эффекты трех дидактических ситуаций: интенсивное изучение всех 48 правил за 4 недели, медленное – в течение всего семестра и изучение в среднем темпе – в течение половины семестра. Более эффективной считалась та модель, при реализации которой процент корректных ответов при прочтении французских слов было наибольшим по сравнению с другими моделями.



Рис. 1. Последовательность шагов для изучения правил чтения

РЕЗУЛЬТАТЫ

Модель 1. При обучении французским нормам произнесения определенных сочетаний графем в течение половины семестра на каждом занятии дается 6 новых правил, а на следующем они повторяются наряду с изучением еще 6 новых, и так до исчерпания всех правил чтения. Как следует из рис. 2, на девятом занятии, т.е. после изучения всех 48 правил и повторений большинства из них, среднестатистический обучающийся еще недостаточно хорошо осваивает нормы прочтения буквосочетаний. Каждое следующее занятие повышает процент корректных ответов студентов при прочтении слов, содержащих то или иное сочетание графем, произносимых особым образом. Таким образом, к концу семестра успешность освоения правил выросла до 93%.

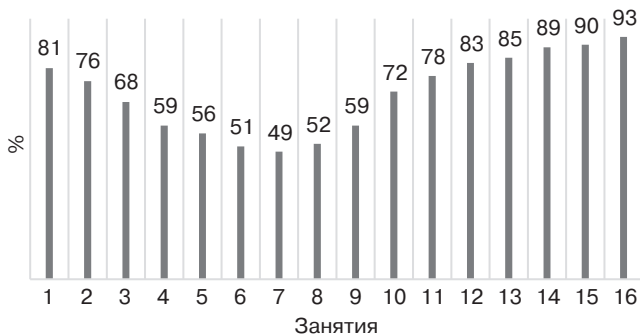


Рис. 2. Процент корректных ответов на занятиях за семестр при изучении по 6 правил в течение 8 недель

Модель 2. При интенсивном обучении французским нормам произнесения определенных сочетаний графем в течение четверти семестра на каждом

занятии дается 12 новых правил, а на следующем они повторяются наряду с изучением еще 12 новых, и так до исчерпания всех правил чтения. Как следует из рис. 3, на пятом занятии достаточно плохо освоены нормы прочтения буквосочетаний. Каждое следующее занятие опять же повышает процент корректных ответов студентов, поскольку все правила повторяются многократно. Таким образом, к концу семестра успешность освоения правил выросла до 81%.

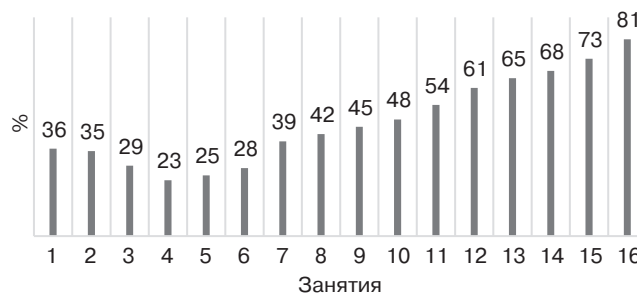


Рис. 3. Процент корректных ответов на занятиях за семестр при изучении по 12 правил в течение 4 недель

Модель 3. При медленном обучении французским нормам произнесения определенных сочетаний графем в течение всего семестра на каждом занятии дается 3 новых правила, а на следующем они повторяются наряду с изучением еще 3 новых, и так до конца семестра. Таким образом, последние 3 правила изучаются на самом последнем в семестре занятии, вследствие чего они не могут быть повторены на следующих занятиях. Как следует из рис. 4, к концу семестра, несмотря на многократные повторения ряда правил, не все правила могли быть полностью усвоены, что привело к тому, что общее количество правильных ответов не достигло требуемого уровня.

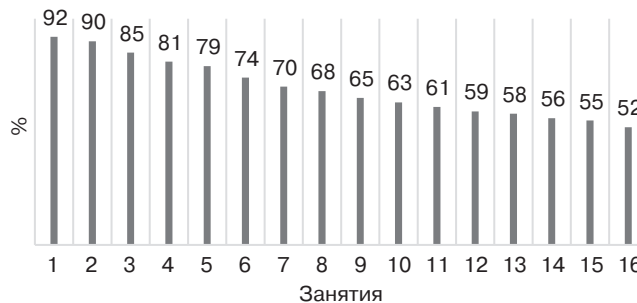


Рис. 4. Процент корректных ответов при изучении по 3 правила в течение 16 недель

Таким образом, интенсивное и медленное обучение в условиях неязыкового вуза привело к меньшей результативности в конце семестра. Правильно читать научилось меньшее количество обучающихся, чем при средней скорости обучения,

т.е. при преподнесении всех правил в течение первой половины семестра и повторении их в течение второй половины семестра.

Предложенные модели иллюстрируют усредненные данные в отношении обучения французскому языку на начальном этапе в РТУ МИРЭА. Однако следует учитывать высокую вариативность как индивидуальных траекторий обучения, так и среднего уровня в рамках конкретной группы, поскольку, как показывает опыт, все группы имеют разный уровень, разные характеристики. Эта вариативность детерминирована рядом факторов (F), среди которых когнитивно-лингвистические способности, психологические особенности личности, мотивационные установки, объем учебной нагрузки, условия образовательного процесса и т.п. [14]. В рамках построения прогностически корректной модели усвоение учащимся правил чтения французского языка будет определяться аддитивной суммой влияния всех возможных факторов и уровня освоения каждого конкретного правила. Следовательно, показатель эффективности занятия (рис. 5) выражается в количестве корректных ответов, зафиксированных по итогам освоения правил чтения, в соответствии с формулой:

$$Ef = \sum_{i=1}^n F_i + \sum_{R=1}^m Z_R,$$

где F_i – один из n значимых факторов, характеризующих возможности студентов к освоению норм чтения и произнесения сочетаний французских графем; Z_R – накопленные знания обучающимся N в отношении норм чтения (правила R с 1 по m).

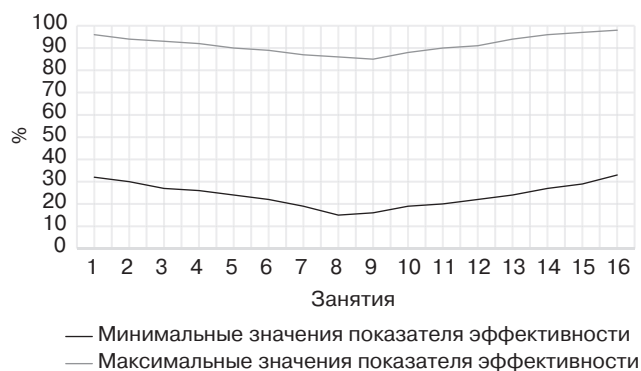


Рис. 5. График эффективности занятий, отображающий процент корректных ответов за 16 недель в зависимости от показателя эффективности при использовании модели 1

ВЫВОДЫ

Оптимальным подходом к обучению французскому языку для начинающих оказалась программа, в рамках которой правила чтения преподаются только в первой половине семестра, а затем регулярно повторяются на каждом занятии до конца.

Исследование показало, что студенты, обучавшиеся по этой модели, усвоили материал лучше, чем те, кто учился в соответствии с двумя другими схемами – медленным изучением на протяжении всего семестра и интенсивным изучением всех правил в течение четырех занятий.

В первом случае, из-за растянутого во времени изучения, студенты не успели повторить некоторый материал в конце семестра, меньше правил повторялось на занятиях. Так, например, правила 1, 2 и 3 практиковались весь семестр во всех вариантах, правила 46, 47 и 48 практиковались немногим более половины семестра при изучении правил в течение 8 недель и всего лишь во время одного занятия при изучении правил в течение всего семестра.

Во втором случае, интенсивное изучение привело к путанице правил и когнитивной перегрузке, итогом которого стало ухудшение запоминания [27].

Более того, важно учитывать, что на эффективность обучения влияют различные факторы [28], такие как:

1. Интеллектуальные и лингвистические способности студента.
2. Уровень тревожности и адаптивности.
3. Скорость восприятия информации.
4. Мотивация (внутренняя и внешняя).
5. Размер группы.
6. Расписание занятий.
7. Объем самостоятельной работы.
8. Предыдущий опыт изучения языков.

При наличии неблагоприятных факторов (слабые способности, высокая тревожность и т.д.) результаты обучения оказались низкими независимо от выбранной модели. Напротив, при благоприятных условиях (хорошие способности, мотивация и т.д.) модель обучения не играет решающей роли.

Учитывая средний уровень студентов, восьминедельная модель (с изучением правил в первой половине семестра и последующим повторением) оказалась наиболее эффективной, так что ее можно рекомендовать для использования в учебном процессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретико-практическая значимость проведенного исследования состоит в решении поставленных задач и аргументированных выводах по его результатам:

- 1) определены переменные для формализации образовательного процесса;
- 2) выбраны варианты моделей, приемлемых для оценки учебных аспектов обучения французскому языку в условиях технологического вуза;
- 3) проанализированы определенные модели, описывающие процесс освоения норм произнесения французских буквосочетаний;

4) показано, что оптимальной при изучении норм произнесения французских буквосочетаний является такая модель, когда все правила студенты изучают за 8 занятий с повторениями на последующих занятиях.

Дидактическое моделирование элементов учебного процесса позволяет оптимально планировать учебную деятельность студентов, в т.ч. и по иностранному языку. Создание ряда моделей, охватывающих все потенциальные объекты, концепции, формы, характеристики, закономерности, параметры, категории, факторы обучения, и обобщение полученных результатов позволяют модернизировать учебные программы и планы, методы и технологии.

Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение потенциала созданной методики как базы для разработки дидактических, математических и компьютерных моделей иных тематических блоков учебного плана, универсальных,

адаптивных и эффективных форм, методов и технологий преподавания иностранных языков в неязыковых образовательных учреждениях.

Вклад авторов

Н.И. Чернова – обоснование концепции исследования, разработка алгоритма экспериментальной работы, обобщение результатов исследования.

Е.А. Иванова – анализ и обобщение литературы, изучение российских и зарубежных публикаций по проблеме, написание рукописи.

Н.В. Катахова – формулирование выводов, интерпретация результатов исследования.

Authors' contributions

N.I. Chernova – justification for the study concept, developing the experimental work algorithm, research findings synthesis.

E.A. Ivanova – analysis and synthesis of the literature, study of Russian and foreign publications on the issue, drafting the manuscript.

N.V. Katakhova – formulation of the conclusions, interpretation of the study results.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кытманов А.А., Горелова Ю.Н., Зыкова Т.В., Пихтилькова О.А., Пронина Е.В. Концептуальный подход к цифровой трансформации образовательного процесса в вузе. *Russian Technological Journal*. 2024;12(5):98–110. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2024-12-5-98-110>
2. Сысоев П.В. Персонализированное обучение на основе технологий искусственного интеллекта: насколько готовы современные студенты к новым возможностям получения образования. *Высшее образование в России*. 2025;34(2): 51–71. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2025-34-2-51-71>
3. Воног В.В. Цифровая трансформация системы иноязычной подготовки в процессе обучения студентов инженерного профиля. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики*. 2024;2:150–162. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-sistemy-inoyazychnoy-podgotovki-v-protse-sses-obucheniya-studentov-inzhener-nogo-profilya>. Дата обращения 24.04.2026.
4. Teasley S.D., Kay M., Elkins S., Hammond J. User-Centered Design for a Student-Facing Dashboard Grounded in Learning Theory. In: Sahin M., Ifenthaler D. (Eds.). *Visualizations and Dashboards for Learning Analytics. Advances in Analytics for Learning and Teaching*. Cham, Switzerland: Springer; 2021. P. 191–212. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81222-5_9
5. Arnold K.E., Pistilli M.D. Course Signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK'12)*. 2012. P. 267–270. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330666>
6. Кирий В.Г., Чан Ван Ан. Об одной математической модели амбивалентной системы обучения неродному языку. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии (Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии)*. 2010;8(1):45–53. <https://www.elibrary.ru/lalalb>
7. Майер Р.В. Применение математических и компьютерных моделей в теории обучения. В сб: *Теория и практика педагогической деятельности: эксперименты и инновации*: сборник материалов XVII Международной очно-заочной научно-практической конференции. М.: НИЦ «Империя»; 2019. С. 79–88. <https://elibrary.ru/rfbiii>
8. Флегонтов А.В., Дюк В.А., Фомина И.К. Мягкие знания и нечеткая системология гуманитарных областей. *Программные продукты и системы*. 2008;3:97–102. <https://elibrary.ru/jwdpvt>
9. Reichle E.D. *Computational Models of Reading: A Handbook*. Oxford University Press; 2021, 608 p.
10. Киселева О.М. Использование математических методов для формализации элементов образовательного процесса. *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2013;2:51–57. <https://elibrary.ru/pvxpov>
11. Тишина Е.М. Методологические основы использования принципов математического моделирования в учебном процессе. *Образование и наука в современном мире. Инновации*. 2018;5(18):28–33. <https://elibrary.ru/xwezcx>
12. Найниш Л.А., Тишина Е.М. Повышение эффективности процесса обучения методами математического моделирования. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2008;2:27–31. <https://elibrary.ru/ujxnbd>
13. Чернова Н.И., Иванова Е.А., Богуш Н.Б., Катахова Н.В. Технология определения когнитивно-психологических особенностей студентов негуманитарного вуза. *Russian Technological Journal*. 2023;11(3):104–116. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2023-11-3-104-116>

14. Barak O., Tsodyks M. Mathematical models of learning and what can be learned from them. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2023;80:102721. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2023.102721>
15. Куликова О.В., Чуев Н.П. Проектирование учебного процесса на основе математического моделирования качества освоения дидактических единиц. *Фундаментальные исследования.* 2014;8-7:1658–1662. <https://elibrary.ru/swoibv>
16. Kumar A., Benjamin A.S., Heathcote A., Steyvers M. Comparing models of learning and relearning in large-scale cognitive training data sets. *npj Sci. Learn.* 2022;7(1):24. <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00142-x>
17. Murre J.M.J. How averaging individual curves transforms their shape: Mathematical analyses with application to learning and forgetting curves. *J. Math. Psychology.* 2023;117(5):102816. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2023.102816>
18. Zhu Y. A knowledge graph and BiLSTM-CRF-enabled intelligent adaptive learning model and its potential application. *Alexandria Eng. J.* 2024;91:305–320. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.02.011>
19. Duan S., Chen K., Yang Y., Shi S. Research on Personalized Learning Recommendation Based on Subject Knowledge Graphs and Learner Portraits. In: Gan J., Pan Y., Zhou J., Liu D., Song X., Lu Z. (Eds.). *Computer Science and Educational Informatization. CSEI 2023. Communications in Computer and Information Science.* 2024. V. 1900. P. 367–374. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9492-2_31
20. O'Donnell T.J., Hauser M.D., Tecumseh Fitch W. Using mathematical models of language experimentally. *Trends in Cogn. Sci.* 2005;9(6):284–289. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.04.011>
21. Huang Y., Xu W., Sukjairungwattana P., Yu Zh. Learners' continuance intention in multimodal language learning education: An innovative multiple linear regression model. *Heliyon.* 2024;10(6):e28104. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28104>
22. Ghasemabadi A., Soltanian N. Qualitative properties of mathematical model of English language education. *Adv. Differ. Equations.* 2021;202115. <https://doi.org/10.1186/s13662-020-03180-0>
23. Kiram J.J., Sulaiman J., Swanto S., Din W.A. Modeling the language learning strategies and English language proficiency of pre-university students in UMS. A case study. *AIP Conf. Proc.* 2015;1682(1):050004. <https://doi.org/10.1063/1.4932495>
24. Аскарова А.Х., Светлов М.С., Светлова М.К. Математическая модель процесса обучения иностранным языкам. В сб.: *Проблемы управления, обработки и передачи информации: сборник трудов IV Международной научной конференции в 2 т. Саратов, 22–25 сентября 2015 г. Т. 2.* Саратов: Райт-Экспо; 2015, с. 199–204. <https://elibrary.ru/woxvhh>
25. Лэ В.Х., Черненко Л.В., Нгуен Т.Т.З. *Программа решения обратной задачи восстановления параметров в математической модели процесса обучения неродному языку: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023617166* Российская Федерация. Заявка № 2023615774: заявл. 29.03.2023; опубл. 06.04.2023.
26. Ухова Т.В., Ухов А.В. Обзор математических моделей обучения иностранному языку. В сб.: *Современные тенденции в преподавании иностранных языков в неязыковом вузе: Сборник статей XVII Всероссийской научно-методической конференции с международным участием.* Красноярск, 18 мая 2023 г. Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева; 2023. С. 89–93.
27. Иванова Е.А. Регулирование когнитивной нагрузки при обучении иностранному языку в технологическом вузе. *Мир науки. Педагогика и психология.* 2024;12(1). URL: <https://mir-nauki.com/PDF/73PDMN124.pdf>. Дата обращения 24.04.2026.
28. Богущ Н.Б., Иванова Е.А. Трудности формирования иноязычных компетенций студентов технологического вуза, обусловленные лингвистическими факторами. *Образование и право.* 2023;3:230–238. <https://doi.org/10.24412/2076-1503-2023-3-230-238>

REFERENCES

1. Kytmanov A.A., Gorelova Yu.N., Zytkova T.V., Pikhilokova O.A., Pronina E.V. A conceptual approach to digital transformation of the educational process at a higher education institution. *Russian Technological Journal.* 2024;12(5):98–110. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2024-12-5-98-110>
2. Sysoev P.V. Personalized Learning Based on Artificial Intelligence: How Ready Are Modern Students for New Educational Opportunities. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia.* 2025;34(2):51–71 (in Russ.). <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2025-34-2-51-71>
3. Vonog V.V. Digital transformation of the foreign language training system in terms of educating students of engineering profile. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Problemy yazykoznanija i pedagogiki (Vestnik PNIPU. Problemy yazykoznanija i pedagogiki) = PNRPU Linguistics and Pedagogy Bulletin.* 2024;2:150–162 (in Russ.). Available from URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-sistemy-inoazychnoy-podgotovki-v-protse-ssesse-obucheniya-studentov-inzhenerenogo-profilya>. Accessed April 24, 2026.
4. Teasley S.D., Kay M., Elkins S., Hammond J. User-Centered Design for a Student-Facing Dashboard Grounded in Learning Theory. In: Sahin M., Ifenthaler D. (Eds.). *Visualizations and Dashboards for Learning Analytics. Advances in Analytics for Learning and Teaching.* Cham, Switzerland: Springer; 2021. P. 191–212. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81222-5_9
5. Arnold K.E., Pistilli M.D. Course Signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK'12).* 2012. P. 267–270. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330666>
6. Kiriya V.G., Chan Van An. About one Mathematical Model of Ambivalent System of Teaching in the Foreign Language. *Vestnik NGU. Seriya: Informatsionnye tekhnologii = Vestnik NSU. Series: Information Technologies.* 2010;8(1):45–53 (in Russ.). <https://www.elibrary.ru/lalalb>

7. Mayer R.V. Application of Mathematical and Computer Models in Learning Theory. In: *Theory and Practice of Pedagogical Activity: Experiments and Innovations*: Proceedings of the 17th International In-Person and Correspondence Scientific and Practical Conference. Moscow: 2019. P. 79–88 (in Russ.). <https://elibrary.ru/rfbiii>
8. Flegontov A.V., Dyuk V.A., Fomina I.K. Soft Knowledge and Fuzzy Systemology of the Humanities. *Programmnye produkty i sistemy = Software & Systems*. 2008;3:97–102 (in Russ.). <https://elibrary.ru/jwdpvt>
9. Reichle E.D. *Computational Models of Reading: A Handbook*. Oxford University Press; 2021, 608 p.
10. Kiseleva O.M. Mathematical Methods to Formalize Elements of the Educational Process. *Kontsept = Concept*. 2013;2:51–57 (in Russ.). <https://elibrary.ru/pvxpov>
11. Tishina E.M. Methodological Basis of the Principles of the Mathematical Model in the Learning Process. *Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovatsii = Education and Science in the Modern World. Innovations*. 2018;5(18):28–33 (in Russ.). <https://elibrary.ru/xwezcx>
12. Nainish L.A., Tishina E.M. Improvement of Training Process Efficiency by Mathematical Modeling Methods. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod*. 2008;2: 27–31 (in Russ.). <https://elibrary.ru/ujxnbx>
13. Chernova N.I., Ivanova E.A., Bogush N.B., Katakova N.V. Technology for determining non-humanities university students' cognitive-and-psychological characteristics. *Russian Technological Journal*. 2023;11(3):104–116. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2023-11-3-104-116>
14. Barak O., Tsodyks M. Mathematical models of learning and what can be learned from them. *Curr. Opin. Neurobiol*. 2023;80:102721. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2023.102721>
15. Kulikova O.V., Chuev N.P. Learning process planning with the help of mathematical modeling the quality study. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*. 2014;8-7:1658–1662 (in Russ.). <https://elibrary.ru/swoibv>
16. Kumar A., Benjamin A.S., Heathcote A., Steyvers M. Comparing models of learning and relearning in large-scale cognitive training data sets. *npj Sci. Learn*. 2022;7(1):24. <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00142-x>
17. Murre J.M.J. How averaging individual curves transforms their shape: Mathematical analyses with application to learning and forgetting curves. *J. Math. Psychology*. 2023;117(5):102816. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2023.102816>
18. Zhu Y. A knowledge graph and BiLSTM-CRF-enabled intelligent adaptive learning model and its potential application. *Alexandria Eng. J*. 2024;91:305–320. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.02.011>
19. Duan S., Chen K., Yang Y., Shi S. Research on Personalized Learning Recommendation Based on Subject Knowledge Graphs and Learner Portraits. In: Gan J., Pan Y., Zhou J., Liu D., Song X., Lu Z. (Eds.). *Computer Science and Educational Informatization. CSEI 2023. Communications in Computer and Information Science*. 2024. V. 1900. P. 367–374. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9492-2_31
20. O'Donnell T.J., Hauser M.D., Tecumseh Fitch W. Using mathematical models of language experimentally. *Trends in Cogn. Sci*. 2005;9(6):284–289. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.04.011>
21. Huang Y., Xu W., Sukjairungwattana P., Yu Zh. Learners' continuance intention in multimodal language learning education: An innovative multiple linear regression model. *Heliyon*. 2024;10(6):e28104. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28104>
22. Ghasemabadi A., Soltanian N. Qualitative properties of mathematical model of English language education. *Adv. Differ. Equations*. 2021;202115. <https://doi.org/10.1186/s13662-020-03180-0>
23. Kiram J.J., Sulaiman J., Swanto S., Din W.A. Modeling the language learning strategies and English language proficiency of pre-university students in UMS. A case study. *AIP Conf. Proc*. 2015;1682(1):050004. <https://doi.org/10.1063/1.4932495>
24. Askarova A.H., Svetlov M.S., Svetlova M.K. Mathematical Model for the Process of Training. In: *Problems of Control, Processing and Transmission of Information*: Collection of works of the 4th International Scientific Conference in 2 v. Saratov: 2015. V. 2. P. 199–204 (in Russ.). <https://elibrary.ru/woxvhh>
25. Le V.Kh., Chernenkaya L.V., Nguyen T.T.Z. *Program for Solving the Inverse Problem of Restoring Parameters in a Mathematical Model of the Process of Teaching a Foreign Language*: Certificate of state registration of computer software No. 2023617166 Russian Federation. Publ. 06.04.2023 (in Russ.).
26. Ukhova T.V., Ukhov A.V. The Overview of Mathematical Models for a Foreign Language Learning. In: *Current Trends in Teaching Foreign Languages at Non-Linguistic Universities*: Proceedings of the 17th All-Russian Scientific and Methodological Conference with International Participation. Krasnoyarsk: 2023. P. 89–93 (in Russ.).
27. Ivanova E.A. Regulation of Cognitive Load in Teaching a Foreign Language at a Technological University. *Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya = World of Science. Pedagogy and Psychology*. 2024;12(1) (in Russ.). Available from URL: <https://mir-nauki.com/PDF/73PDMN124.pdf>. Accessed April 24, 2024.
28. Bogush N.B., Ivanova E.A. Difficulties in the formation of Foreign Language Competences of Foreign Language Competences of a Technological University Students due to Non-Linguistic Factors. *Obrazovanie i pravo = Education and Law*. 2023;3:230–238 (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2076-1503-2023-3-230-238>

Об авторах

Чернова Надежда Ивановна, д.пед.н., профессор, заведующий кафедрой иностранных языков, Институт радиоэлектроники и информатики, ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: chernova@mirea.ru. Scopus Author ID 57194042371, SPIN-код РИНЦ 7391-4040, <https://orcid.org/0000-0002-5685-9733>

Иванова Екатерина Александровна, к.филол.н, доцент, кафедра иностранных языков, Институт радиоэлектроники и информатики, ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: ivanova@mirea.ru. Scopus Author ID 57216646627, SPIN-код РИНЦ 8980-5591, <https://orcid.org/0000-0001-6891-4966>

Катахова Наталия Владимировна, к.пед.н., доцент, кафедра иностранных языков, Институт радиоэлектроники и информатики, ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: katakhova@mirea.ru. Scopus Author ID 57204175929, SPIN-код РИНЦ 2552-5380, <https://orcid.org/0000-0002-9416-5011>

About the Authors

Nadezhda I. Chernova, Dr. Sci. (Pedagog.), Professor, Head of the Foreign Languages Department, Institute of Radio Electronics and Informatics, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: chernova@mirea.ru. Scopus Author ID 57194042371, RSCI SPIN-code 7391-4040, <https://orcid.org/0000-0002-5685-9733>

Ekaterina A. Ivanova, Cand. Sci. (Philolog.), Associate Professor, Foreign Languages Department, Institute of Radio Electronics and Informatics, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: ivanova@mirea.ru. Scopus Author ID 57216646627, RSCI SPIN-code 8980-5591, <https://orcid.org/0000-0001-6891-4966>

Nataliya V. Katakhova, Cand. Sci. (Pedagog.), Associate Professor, Foreign Languages Department, Institute of Radio Electronics and Informatics, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: katakhova@mirea.ru. Scopus Author ID 57204175929, RSCI SPIN-code 2552-5380, <https://orcid.org/0000-0002-9416-5011>