



ISSN (p) 2411-7161

ISSN (e) 2712-9500

№ 6/2026

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «IN SITU»

Москва
2026

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «IN SITU»

Учредитель:
Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна»

ISSN (p) 2411-7161

ISSN (e) 2712-9500

Периодичность: 1 раз в месяц

Журнал размещается в Научной электронной библиотеке
elibrary.ru по договору №511-08/2015 от 06.08.2015

Журнал размещен в международном каталоге
периодических изданий Ulrich's Periodicals Directory.

Верстка: Мартиросян О.В.
Редактор/корректор: Мартиросян Г.В.

Учредитель, издатель и редакция
научного журнала «IN SITU»
Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна»:
<https://aeterna-ufa.ru> <https://sciartel.ru>
info@aeterna-ufa.ru info@sciartel.ru
+7 (347) 266 60 68 +7 (495) 514 80 82
450057, ул. Пушкина 120

Подписано в печать 27.06.2026 г.
Формат 60х90/8
Усл. печ. л. 08.90
Тираж 500.

Отпечатано
в редакционно-издательском отделе
Научно-издательского центра «Аэтерна»
<https://aeterna-ufa.ru> <https://sciartel.ru>
info@aeterna-ufa.ru info@sciartel.ru
+7 (347) 266 60 68 +7 (495) 514 80 82

Цена свободная. Распространяется по подписке.

Все статьи проходят экспертную проверку. Точка зрения редакции не
всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за
сам факт их публикации. Редакция не несет ответственности перед
авторами и/или третьими лицами за возможный ущерб, вызванный
публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов, опубликованных в
научном журнале, ссылка на журнал обязательна

Главный редактор:

Сукиасян Асатур Альбертович, к.э.н.

Редакционный совет:

Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.

Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с.-х.н.

Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.

Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.

Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.

Ашрапов Баходурджон Пулотович, к.фил.н.

Бабаян Ангела Владиславовна, д.пед.н.

Баишева Зилия Вагизовна, д.фил.н.

Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.

Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD

Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.

Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН

Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.

Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.

Габрусь Андрей Александрович, к.э.н.

Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.

Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.

Гимранова Гузель Хамидулловна, к.э.н.

Григорьев Михаил Федосеевич, к.с.-х.н.

Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.

Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.

Датий Алексей Васильевич, д.м.н.

Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.

Дусматов Абдурахим Дусматович, к. т. н.

Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.

Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.

Епихиева Марина Константиновна, к.пед.н., проф. РАЕ

Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.

Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.

Зарипов Хусан Баходирович, PhD.

Иванова Нионила Ивановна, д.с.-х.н.

Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.

Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.

Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.

Кириасян Сусана Арсеновна, к.ю.н.

Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.

Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.

Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,

Козлов Юрий Павлович, д.б.н., заслуженный эколог РФ

Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.

Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.

Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.

Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.

Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.

Ларионов Максим Викторович, д.б.н.

Малышкина Елена Владимировна, к.и. н.

Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.

Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.

Мухаммадеева Зинфира Фанисовна, к.соц.н.

Мухамедова Гулчехра Рихсибаевна, к.пед.н.

Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.

Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.

Половения Сергей Иванович, к.т.н.

Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.

Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.

Прошин Иван Александрович, д.т.н.

Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н.

Сафина Зилия Забировна, к.э.н.

Симонович Николай Евгеньевич, д.псих. н., академик РАЕН

Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.

Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.

Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.

Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.

Терзиев Венелин Кръстев, д.э.н., член РАЕ

Умаров Бехзод Тургунпулатович, д.т.н.

Хайров Расим Золимхон угли, к.пед.н.

Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к. т. н.

Хасанов Сайдинаби Сайдидалиевич, д.с.-х.н.

Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.

Чиладзе Георгий Бидзиневич, д.э.н., д.ю.н., член РАЕ

Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.

Шкирмонтов Александр Прокопьевич, д.т.н., член-РАЕ

Шляхов Станислав Михайлович, д.физ.-мат.н.

Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.

Юсупов Рахмьян Галимьянович, д.и. н.

Яковишина Татьяна Федоровна, д.т.н.

Яруллин Рауль Рафаэлович, д.э.н., член РАЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Будейкина Е.Ю. ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ	6
Селюков М.С., Исаев А.А. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИПФЕЙКОВ В СИСТЕМАХ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ	7
Селюков М.С. ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА В УСЛОВИЯХ РЭБ	15

ФИЛОСОФИЯ

Babayeva M., Durdyev B. PHILOSOPHY AND WORLDVIEW: THE STRUCTURAL FOUNDATIONS OF HUMAN EXISTENCE AND COGNITIVE LOGIC	22
---	----

ФИЛОЛОГИЯ

Nguyen Thi Cuc EXPLORING ERROR FREQUENCY AND TYPES IN A2 LEVEL WRITING: A QUANTITATIVE STUDY OF HUMG STUDENTS' PERFORMANCE IN KET PART 9	25
Сенатор В.В. ОБРАЗ ИРЭН ФОРСАЙТ КАК ВОПЛОЩЕНИЕ КРАСОТЫ И СВОБОДЫ В МИРЕ СОБСТВЕННОСТВА	29

ПЕДАГОГИКА

Do Thi Lien Phuong COMPARING TRADITIONAL AND MODERN TECHNOLOGY-INTEGRATED TEACHING METHODS IN PHYSICAL EDUCATION	33
Hoang Hong Gam THE REGULATIONS ON PHYSICAL FITNESS TESTS FOR STUDENTS ISSUED BY THE MINISTRY OF EDUCATION AND TRAINING ARE APPLIED SPECIFICALLY TO STUDENTS OF THE ACADEMY OF FINANCE	36
Le Viet Tuan SELECT SOME SUPPLEMENTARY EXERCISES TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF PERFORMING THE FRONT HAND LOW SERVE TECHNIQUE FOR STUDENTS OF THE UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY	38
Nguyen Hong Van STRUCTURAL AND SEMANTIC PATTERNS OF COMPOUND VERBS IN CONTEMPORARY ENGLISH: A DESCRIPTIVE CORPUS-INFORMED STUDY	40
Nguyen Huy Thong, Dinh Thi Hang SOLUTIONS FOR DEVELOPING SPEED AND STRENGTH FOR THE BASKETBALL TEAM OF THE UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY	44

Nguyen Huy Thong INSTRUCTIONS ON THE RULES OF VOLLEYBALL FOR FEMALE STAFF MINING AND GEOLOGY UNIVERSITY	47
Nguyen Thi Hong BRIDGING CONTINUOUS PRODUCTION AND DISCRETE SECURITY: A PEDAGOGICAL FRAMEWORK GROUNDED IN LOGARITHMIC ISOMORPHISM	51
Nguyen Thi Thao USING CROSSWORD PUZZLES IN TEACHING BRITISH STUDIES TO ENGLISH-MAJORED STUDENTS	57
Truong Thi Thanh Thuy SHADOWING TECHNIQUE IN ENHANCING ENGLISH SPEAKING SKILL	60

ЭКОЛОГИЯ

Багавдинова Д.М. ОЦЕНКА ДИСКОНТИРОВАННЫХ ВЫГОД ОТ СНИЖЕНИЯ ПЛАТЫ ЗА НВОС ПРИ ПЕРЕХОДЕ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ТЕХНОЛОГИИ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ НДТ	66
Гайнутдинова Р.Р. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОЙ РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВ: ОБЗОР МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ	70



ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Будейкина Екатерина ЮрьевнаОренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко
г. Оренбург, РФ**ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ****Аннотация**

Основными проблемами охраны труда при геодезических работах являются экстремальные факторы рабочей среды, формальные инструктажи, слабая мотивация, некачественные СИЗ и неэффективная организация труда. Для решения проблем предложен комплекс мер, включающий цифровизацию управления рисками, усиление ответственности руководителей и пересмотр подходов к обучению в области охраны труда

Ключевые слова:

охрана труда, проблема, геодезические работы, травматизм, организация работ.

Budeykina Ekaterina Y.Orenburg State University named after V.A. Bondarenko
Orenburg, Russian Federation**PROBLEMS OF OCCUPATIONAL SAFETY ASSURANCE DURING GEODETIC WORKS****Abstract**

The main problems of labor protection during geodetic work are extreme factors of the working environment, formal briefings, weak motivation, poor-quality PPE and ineffective labor organization. To solve the problems, a set of measures was proposed, including digitalization of risk management, strengthening the responsibility of managers and revising approaches to training in the field of labor protection

Keywords:

labor protection, problem, geodetic works, injuries, work organization.

Геодезические работы, несмотря на кажущуюся «интеллектуальную» направленность, остаются одним из видов деятельности с повышенным уровнем производственного травматизма. Одной из наиболее острых проблем является недостаточная информированность работников о реальных опасностях, связанных с выполнением геодезических операций, так как инструктажи проводятся поверхностно, без учёта конкретных условий предстоящей работы.

Еще одной значимой проблемой является низкая мотивация к соблюдению требований безопасности. В геодезических организациях, особенно в небольших и частных, система стимулирования безопасного труда часто отсутствует либо носит чисто репрессивный характер. Работник не заинтересован тратить время на дополнительные проверки, если руководство требует выполнения плана любой ценой. Работники не вовлекаются в процесс управления рисками, их мнение о потенциальных опасностях на конкретных объектах не запрашивается и не учитывается [1].

Проблема обеспечения качественными СИЗ в геодезическом производстве носит двойственный характер. На практике часто выявляются: несоответствие средств реальным условиям (лёгкие костюмы вместо ветрозащитных, отсутствие термоизоляции), низкое качество или изношенность, отсутствие контроля за использованием (снимают каски и жилеты в жару). Особо остро стоит вопрос со специальной обувью – она должна быть и защитной, и удобной для длительных переходов, но часто работникам выдают универсальные ботинки. Проблема усугубляется минимальным бюджетом на

охрану труда по госконтрактам.

Практика расследования несчастных случаев в геодезических организациях часто носит формальный характер. Основное внимание уделяется составлению актов и избеганию предписаний надзорных органов, а не разбору происшествий и проведению мероприятий, предотвращающих травматизм.

Геодезические работы часто ведутся в условиях, где факторы природной среды становятся доминирующими [2]. Экстремальные температуры, грозы, пожары, встречи с дикими животными, заболоченность – требуют специальных режимов, экипировки и алгоритмов, но они либо отсутствуют, либо не доведены до персонала, а используемые аптечки не укомплектованы.

Для преодоления перечисленных проблем предлагается комплекс мер, учитывающих как организационный, так и технологический аспекты:

- усиление контроля за эффективностью и применением СИЗ;
- цифровизация управления рисками с помощью мобильных приложений для оповещений, электронных паспортов опасных участков и интеграции рисков в наряды-допуски;
- введение персональной ответственности руководителей за нарушения в области обеспечения безопасности с акцентом не на наказание, а на устранение причин.

Проблемы обеспечения охраны труда при геодезических работах требуют комплексного подхода, включающего модернизацию материально-технической базы, пересмотр подходов к обучению и мотивации персонала, цифровизацию контроля и реальное вовлечение руководителей всех уровней в управление безопасностью.

Список использованной литературы:

1. Мельников А. А. Безопасность жизнедеятельности с основами экологии: учебное пособие. – Москва: МИИГАиК, 2015 – 148 с.
2. Саидмуратов С.С. Безопасность геодезических работ в строительстве // Вопросы науки и образования. – 2017. – №7 (8). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-geodezicheskikh-rabot-v-stroitelstve>.

© Будейкина Е.Ю., 2026

УДК 62

Селюков Максим Сергеевич

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации
г. Орёл, РФ

Исаев Артём Андреевич

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации
г. Орёл, РФ

Научный руководитель: Лапко Александр Николаевич

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации
г. Орёл, РФ

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИПФЕЙКОВ В СИСТЕМАХ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ

Аннотация

Анализируются методы обнаружения дипфейков в видеоконференцсвязи. Сравниваются

подходы с учётом ограничений реальных каналов связи. Приведён обзор российских решений.

Ключевые слова:

дипфейк, видеоконференцсвязь, мультимодальная детекция, аудиовизуальная синхронизация, информационная безопасность.

Selyukov Maxim S.

Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation
Orel, Russia

Isaev Artem A.

Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation
Orel, Russia

Supervisor: Lapko Alexandr N.

Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation
Orel, Russia

METHODS OF DETECTING DIPFAKES IN VIDEO CONFERENCING SYSTEMS

Abstract

Methods of detecting deepfakes in video conferencing are analyzed. Approaches are compared, taking into account the limitations of real communication channels. An overview of Russian solutions is provided.

Keywords:

deepfake, video conferencing, multimodal detection, audiovisual synchronization, and information security.

Введение

Угроза дипфейков в последние годы перестала быть периферийной проблемой, связанной только с медиасредой или интернет-развлечением. Она все заметнее затрагивает сферы, где дистанционное общение связано с правовыми, финансовыми и организационными последствиями. Наиболее уязвимой средой здесь выступает видеоконференцсвязь. Причина заключается в том, что ВКС используется не просто для передачи информации, а для подтверждения присутствия, участия и нередко — личности собеседника.

Сама природа видеосвязи создает эффект доверия: пользователь видит лицо, слышит голос, наблюдает реакцию в реальном времени и поэтому склонен считать коммуникацию достоверной. Однако именно это доверие и становится объектом атаки. Современные генеративные модели позволяют синтезировать не только отдельные изображения или короткие ролики, но и достаточно убедительное аудиовизуальное присутствие человека во время онлайн-сеанса. В результате проблема смещается с защиты канала связи на защиту достоверности самого медиаконтента.

Важно отметить, что традиционные средства информационной безопасности не решают эту задачу в полном объеме. Шифрование трафика защищает данные от перехвата, а аутентификация ограничивает доступ в систему, но ни один из этих механизмов не доказывает, что после установления соединения в кадре находится именно тот человек, за которого он себя выдает. Иными словами, в условиях дипфейк-угроз проверке подлежит уже не только цифровой доступ, но и визуально-речевая идентичность участника сеанса.

Дополнительную значимость теме придает тот факт, что человек как наблюдатель оказывается недостаточно надежным детектором подделки. Исследования, посвященные восприятию синтетических лиц, показывают, что существенная часть пользователей не распознает нейросеточно

сгенерированные изображения как искусственные. На этом фоне рост числа мошеннических эпизодов с применением дипфейков выглядит закономерным.

Следовательно, в системах видеоконференцсвязи возникает новая прикладная задача: не только передать изображение и звук, но и автоматически оценить их подлинность. Решение этой задачи предполагает использование специализированных методов анализа, работающих с видеопотоком, аудиосигналом и согласованностью между ними.

Цель данной работы — рассмотреть современные методы обнаружения дипфейков в системах видеоконференцсвязи, определить их практические возможности и ограничения, а также проанализировать отечественные решения, применимые в защищенных сценариях удаленного взаимодействия.

1. Специфика дипфейк-угроз в системах видеоконференцсвязи

Рассмотрение методов обнаружения целесообразно начинать не с перечисления алгоритмов, а с особенностей самой среды, в которой эти алгоритмы должны применяться. Видеоконференцсвязь существенно отличается от анализа заранее подготовленного видео. Если в офлайн-материале возможна детальная экспертиза каждого кадра, то в ВКС решение приходится принимать быстро, при ограниченном времени, нестабильном качестве сигнала и отсутствии контроля над пользовательским оборудованием.

Это обстоятельство делает задачу детекции значительно более сложной. Во-первых, видеопоток в реальном времени почти всегда подвергается компрессии. Во-вторых, изображение нередко передается с недорогих камер, при слабом освещении и нестабильном сетевом канале. В-третьих, аудиосигнал обычно проходит через шумоподавление, фильтрацию и повторное кодирование. Следовательно, система должна различать, где искажение связано с техническими особенностями связи, а где — с синтетическим происхождением контента.

Другая особенность ВКС состоит в разнообразии возможных атак. В прикладной практике подделка не всегда принимает форму полностью сгенерированного участника. Возможны более сложные варианты: например, реальное лицо при синтетическом голосе, синтетическое лицо при сохранении оригинального аудио или локальная модификация только отдельных элементов видеоряда — мимики, губной артикуляции, зоны лица. Это означает, что система обнаружения должна быть чувствительна не к одному типу подмены, а к нескольким ее конфигурациям.

Для систем специальной связи и иных защищенных платформ важна еще одна характеристика: высокая цена ошибки. Если в бытовом сервисе ложное срабатывание может быть воспринято как неудобство, то в финансовой, государственной или корпоративной среде оно может привести либо к блокировке законного пользователя, либо, напротив, к пропуску опасной атаки. Поэтому здесь недостаточно просто обнаруживать подделки; требуется сохранять приемлемый баланс между чувствительностью и надежностью решения.

Из этого следует важный методологический вывод: в среде видеоконференцсвязи детекция дипфейков не может строиться только как поиск отдельных артефактов. Она должна учитывать контекст применения, ограничения канала связи, тип предполагаемой атаки и допустимую стоимость ошибки. Именно эти условия определяют выбор конкретных методов анализа.

2. Логика классификации методов обнаружения

Наиболее распространенный способ классификации систем детекции основывается на том, какой тип данных используется в качестве основного источника признаков. С этой точки зрения можно выделить три группы подходов: визуальные, аудиальные и мультимодальные.

Такое деление не является формальным. Оно отражает саму структуру видеокommunikации. В любой ВКС-сессии присутствуют по меньшей мере три объекта проверки: внешний образ участника,

его голос и соответствие между ними. Если атакующий воздействует только на изображение, могут оказаться эффективными визуальные методы. Если основной объект фальсификации — голос, на первый план выходят аудиальные алгоритмы. Если же подделка затрагивает обе модальности, то без мультимодального анализа надежность проверки снижается.

Вместе с тем данная классификация не означает, что методы существуют изолированно друг от друга. Напротив, современная практика показывает, что моно-модальные решения лучше рассматривать как специализированные инструменты, а мультимодальные — как интегрирующий уровень, объединяющий информацию из нескольких каналов.

Для прикладного анализа это важно по двум причинам. Во-первых, разные модальности имеют разные источники ошибок: видео страдает от сжатия и ухудшения изображения, аудио — от обработки сигнала и шумов. Во-вторых, подделка, которая выглядит убедительно в одном канале, может выдавать себя в другом. По этой причине сравнение методов имеет смысл не только по показателю точности, но и по условиям, в которых эта точность достигается. Обобщение основных характеристик каждого типа методов представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение методов обнаружения дипфейков

Тип метода	Анализируемые данные	Основные признаки подмены	Сильные стороны	Основные ограничения
Визуальные	Видеопоток	Артефакты текстуры кожи, нарушения на границах лица, неестественное моргание, аномалии освещения, rPPG-сигнал	Высокая точность при достаточном качестве видео; хорошо выявляет замену лица и перенос мимики	Зависимость от разрешения, освещения, ракурса; сильное влияние видеокомпрессии; рост ложных срабатываний при шумоподавлении
Аудиальные	Аудиопоток	Спектральные аномалии в высокочастотной области, неестественная просодика, нарушения микро-пауз и интонации	Эффективен против синтезированного голоса; наличие апробированных методов (спектральный анализ, трансформеры)	Чувствительность к сжатию аудиокодеками, шумоподавлению, эхоподавлению; снижение точности в реальных каналах связи
Мультимодальные	Видео + аудио	Аудиовизуальная синхронизация (лип-синхронизация), временные микро-сдвиги между артикуляцией и звуком	Наиболее устойчив к компрессии и помехам; низкий уровень ложных срабатываний; выявляет комбинированные атаки	Высокие требования к вычислительным ресурсам; сложность синхронизации потоков в реальном времени

3. Визуальные методы: сильные стороны и пределы применимости

Визуальная детекция исторически стала первым и наиболее разработанным направлением борьбы с дипфейками. Это объясняется тем, что ранние модели синтеза лица оставляли достаточно заметные графические следы: ошибки освещения, расплывчатые границы, неестественную текстуру кожи, искажения в области глаз и рта. Для алгоритмов компьютерного зрения такие дефекты стали отправной точкой при построении систем автоматического распознавания.

Однако современное состояние визуальных методов уже не сводится к поиску грубых артефактов. Сегодня анализ строится на нескольких уровнях. Первый уровень — пок кадровый: исследуются особенности отдельного изображения, структура текстур, локальная геометрия лица и качество совмещения фрагментов. Второй — темпоральный: оценивается, насколько естественно лицо

ведет себя во времени, нет ли скачков, дрожания, резких сдвигов или нарушения мимической плавности. Третий — пространственно-временной: система одновременно учитывает положение признаков в кадре и их эволюцию в последовательности.

В прикладном отношении особенно важны методы, анализирующие не только «рисунок» лица, но и его поведение. Подделка может быть качественной в статическом кадре, но менее убедительной при движении. Поэтому исследователи все чаще обращаются к физиологическим признакам: частоте моргания, микродвижениям головы, естественности мимики, а также к слабым изменениям цвета кожи, связанным с кровотоком. Подобные параметры интересны тем, что они возникают как побочный результат жизнедеятельности человека и потому труднее воспроизводятся синтетически.

Российские коммерческие решения в целом следуют этой логике. По имеющимся публикациям, продукты VisionLabs и других отечественных компаний ориентированы на выявление замены лица, генерации изображения, переноса выражений и нарушений лип-синхронизации. Отдельные платформы видеосвязи интегрируют механизмы анализа кадров в реальном времени, включая оценку качества границ лица, различий между фоном и лицевой областью, а также поиск аномальных зон текстуры. Основные российские разработки в области визуальной и мультимодальной детекции, упомянутые в открытых источниках, систематизированы в таблице 2.

Таблица 2

Российские решения для обнаружения дипфейков в системах ВКС

Решение / Разработчик	Тип анализа	Ключевые возможности	Особенности внедрения
VisionLabs Deepfake Detection	Визуальный	Выявление замены лица, генерации лица с нуля, переноса мимических выражений, нарушений лип-синхронизации	Сохраняет работоспособность при низком разрешении видео; используется в банковском секторе
MTS AI	Аудиальный	Обнаружение синтезированного голоса, биометрическая верификация по голосу	Призовое место на ASVspoof 2024 Challenge; уровень ошибок 3,41% (EER)
MTC Web Services	Мультимодальный	Совместный анализ видео- и аудиопотоков, детекция лип-синхронизации	Точность более 98% при совместной обработке; тестируется с платформой МТС Линк
«Контур.Толк»	Визуальный	Анализ положения участника, состояния пикселей, сравнение характеристик лица и фона	Работа в реальном времени; первое российское решение для ВКС-детекции
IVA Technologies + VisionLabs	Мультимодальный	Комплексный анализ видео и аудио, оценка естественности мимики и речи	На финальной стадии внедрения; ориентировано на защищенные платформы видеосвязи

Тем не менее у визуального подхода есть принципиальные ограничения. Во-первых, его надежность заметно падает при ухудшении качества изображения. Во-вторых, развитие генеративных моделей приводит к уменьшению числа очевидных дефектов. В-третьих, визуальные методы особенно чувствительны к ложным срабатываниям в ситуациях, когда пользовательский видеопоток искажен плохой камерой, слабым освещением или чрезмерной компрессией.

Таким образом, визуальные методы сохраняют высокую практическую ценность, но на современном этапе эффективны прежде всего как часть более широкой схемы проверки. Их основное достоинство — способность быстро выделять признаки графической подмены; их главный недостаток — зависимость от качества видеоканала и технологического уровня генерации.

4. Аудиальные методы: возможности и ограничения звукового анализа

Если визуальные методы отвечают на вопрос, насколько естественно выглядит собеседник, то аудиальные методы оценивают, насколько естественно звучит его речь. В последние годы эта задача стала особенно важной из-за быстрого развития технологий голосового синтеза и клонирования.

Современные модели могут с высокой степенью правдоподобия воспроизводить тембр, ритм, интонацию и даже характерные особенности произношения конкретного человека.

Наиболее распространенная логика аудиодетекции основана на поиске статистических и спектральных особенностей, возникающих в синтетической речи. Речь идет не только о слышимых артефактах, но и о тонких признаках, фиксируемых на уровне частотной структуры сигнала: поведении формант, распределении энергии, микродинамике тембра, характере переходов между звуками и устойчивости интонационного рисунка.

В современных системах для этого используются нейросетевые архитектуры, способные работать с аудиоспектрограммами и временными последовательностями. Сверточные модели эффективно выделяют локальные акустические паттерны, тогда как трансформеры лучше выявляют зависимости на длинных временных интервалах — например, в паузах, темпе речи и развитии интонации.

Примером успешного практического применения такого подхода является решение MTS AI, показавшее высокие результаты на международном конкурсе ASVspoof 2024 Challenge. Для российской практики это важно не только как отдельное достижение, но и как подтверждение того, что отечественные команды способны создавать конкурентоспособные средства анализа синтетической речи.

Однако именно аудиальный канал в ВКС особенно уязвим к техническим искажениям. Шумоподавление, компрессия, фильтрация, особенности микрофона и акустики помещения могут настолько изменить речевой сигнал, что различие между синтетическим и естественным начинает частично перекрываться техническими артефактами. Это ведет к росту ошибок и снижает устойчивость моно-аудиальных решений в реальной эксплуатации.

Отсюда следует важный практический вывод: аудиальная детекция особенно полезна в сочетании с другими видами проверки. Отдельно она позволяет обнаруживать голосовые подделки, но как единственный канал контроля остается слишком зависимой от среды передачи сигнала.

5. Мультимодальный подход как основной вектор развития

По мере совершенствования генеративных моделей стало очевидно, что разделение подделок на визуальные и аудиальные имеет ограниченную практическую ценность. Современные атаки все чаще строятся как комплексные: синтезируются и лицо, и голос, а иногда дополнительно моделируется артикуляция. В таких условиях логичным направлением развития стала мультимодальная детекция — совместный анализ нескольких каналов восприятия.

Ключевое преимущество этого подхода состоит не в простом объединении признаков, а в анализе их согласованности. Для реального человека движение губ, выражение лица, темп мимики и звучащая речь образуют единую систему. Для синтетического контента такая согласованность воспроизводится не всегда. Даже если изображение и аудио по отдельности выглядят убедительно, между ними могут сохраняться временные микродвижения, нарушения артикуляционной логики и другие признаки несоответствия.

Именно поэтому аудиовизуальная синхронизация рассматривается как один из наиболее надежных индикаторов подмены. На практике это означает проверку того, насколько движения губ и нижней части лица соответствуют звуковому потоку, совпадают ли темп артикуляции и речевой ритм, не возникают ли временные расхождения. Для систем реального времени такой анализ представляет особую ценность, так как позволяет выявлять подделки даже при отсутствии грубых графических или акустических дефектов.

Доступные данные по отечественным разработкам показывают, что при совместном анализе видео и аудио точность решений оказывается выше, чем при раздельной обработке модальностей. Это

подтверждает общий вывод: в прикладной среде ВКС мультимодальная схема сегодня является не дополнительным, а базовым направлением развития систем защиты.

При этом мультимодальность не отменяет сложности задачи. Напротив, она повышает требования к вычислительной инфраструктуре, синхронизации потоков и качеству обучения моделей. Тем не менее именно такой подход лучше всего соответствует природе современной угрозы, поскольку атакующий воздействует не на один сигнал, а на восприятие личности в целом. Сравнительная оценка влияния внешних факторов на различные типы методов приведена в таблице 3.

Таблица 3

Ключевые ограничения методов в условиях реальной видеоконференцсвязи

Фактор ограничения	Визуальные методы	Аудиальные методы	Мультимодальные методы
Видеокомпрессия (H.264, H.265)	Высокое влияние — разрушение высокочастотных артефактов	Не влияет	Частично компенсируется аудиоканалом
Аудиокомпрессия и шумоподавление	Не влияет	Высокое влияние — искажение спектральных признаков	Частично компенсируется видеоканалом
Вариативность освещения и ракурса	Высокое влияние — снижение точности gPPG и трекинга	Не влияет	Слабое влияние (при сохранении аудиоканала)
Ложные срабатывания (FRR/FPR)	Средний уровень (4,5–7,2% при шумоподавлении)	Средний уровень	Низкий уровень (менее 0,5% в тестовых сценариях)
Вычислительная сложность	Низкая — возможна работа на периферийных устройствах	Средняя — требует GPU для трансформеров	Высокая — требуется аппаратное ускорение (NPU/FPGA)
Устойчивость к новым типам синтеза	Снижается при появлении новых генеративных моделей	Снижается при появлении новых вокодеров	Более устойчив за счет комбинации признаков

6. Перспективные направления и принципы внедрения

Хотя мультимодальные методы в настоящее время выглядят наиболее зрелыми, развитие средств обнаружения дипфейков не ограничивается ими. Интерес представляют и альтернативные направления, основанные не на распознавании типичных признаков генерации, а на анализе происхождения медиаконтента. К этой группе относится, например, PRNU-анализ, связанный с исследованием неравномерности фотоотклика матрицы камеры.

Логика таких методов заключается в том, что реальные устройства видеозахвата оставляют на изображении специфический шумовой след. Если видеоряд синтетичен или существенно модифицирован, структура этого следа меняется. Хотя подобные подходы пока уступают лучшим нейросетевым решениям по универсальности и точности, они важны как независимый уровень верификации, не полностью зависящий от набора известных шаблонов подделки.

С практической точки зрения особенно значимым представляется принцип многоуровневой защиты. Современная система противодействия дипфейкам не должна строиться как единичный детектор, принимающий окончательное решение на основе одного признака. Более надежной является архитектура, в которой результаты визуального, аудиального и мультимодального анализа дополняются биометрической верификацией, организационными процедурами и, при необходимости, дополнительным подтверждением личности.

Для систем специальной связи отсюда следуют несколько прикладных рекомендаций. Во-первых, приоритет следует отдавать тем решениям, которые проверены в условиях, близких к реальной эксплуатации, а не только на лабораторных выборках. Во-вторых, важно учитывать не только точность детекции, но и уровень ложных срабатываний. В-третьих, системы должны регулярно

обновляться, поскольку новые генеративные модели быстро делают устаревшими прежние критерии распознавания.

Наконец, дальнейшее развитие данной области невозможно без хотя бы частичной стандартизации. Пока каждый вендор использует собственные критерии и методы оценки, объективное сравнение решений остается затрудненным. Поэтому практическая устойчивость систем обнаружения дипфейков зависит не только от качества алгоритмов, но и от формирования единых процедур тестирования, внедрения и контроля эффективности.

Заключение

Проблема дипфейков в системах видеоконференцсвязи отражает более широкий сдвиг в информационной безопасности: объектом защиты становится не только доступ к системе и не только канал связи, но и достоверность цифрового присутствия человека. В условиях, когда синтетические видео- и аудиоданные все чаще используются для имитации личности, традиционных механизмов защиты уже недостаточно.

Анализ существующих методов показывает, что визуальные, аудиальные и мультимодальные подходы решают разные аспекты одной и той же задачи. Визуальные методы эффективны при обнаружении графических и поведенческих аномалий в видеопотоке. Аудиальные методы позволяют анализировать признаки искусственного происхождения речевого сигнала. Мультимодальные решения обеспечивают наиболее высокий уровень прикладной надежности, поскольку учитывают согласованность нескольких каналов одновременно.

Российские разработки в рассматриваемой области демонстрируют значимый практический потенциал. Отечественные компании уже предлагают решения, способные выявлять различные типы подмены личности в видеосвязи и интегрироваться в корпоративные и специализированные платформы. Однако сохраняются и важные ограничения: зависимость от условий передачи сигнала, риск ложных срабатываний, отсутствие единых стандартов оценки и постоянное усложнение самих генеративных моделей.

В этих условиях наиболее перспективным представляется не поиск универсального идеального детектора, а построение адаптивной многоуровневой системы, в которой алгоритмический анализ дополняется организационными и биометрическими механизмами контроля. Именно такой подход в наибольшей степени соответствует динамике угроз в современной среде видеокommunikации.

Список использованной литературы:

1. Кузьменко И.Д., Намиот Д.Е., Васенин В.А. Методы обнаружения дипфейков в видеоконференциях в реальном времени // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2025. — Т. 21, № 2. — С. 204–220. — DOI: 10.25559/SITITO.021.202502.204-220.
2. MTC Web Services. MTC Web Services представила детектор дипфейков для медиа, социальных сетей и мессенджеров [Электронный ресурс]. — 2025. — Режим доступа: <https://mws.ru/news/mts-web-services-predstavila-detektor-dipfejkov-dlya-media-soczialnyh-setej-i-messendzherov/> (дата обращения: 22.03.2026).
3. Крупанин Ф. Контенту ужесточают проверку // Коммерсантъ. — 2025. — 20 ноября.
4. Шехтман И. Эксперт назвал способы выявить дипфейк в системах видео-конференц-связи // Известия. — 2026. — 23 марта.
5. СКБ Контур. Контур.Толк первым в России представил детектор дипфейков по видеосвязи [Электронный ресурс]. — 2025. — Режим доступа: <https://arppsoft.ru/catalog/news/members/19557/> (дата обращения: 22.03.2026).

©Селюков М.С., Исаев А.А., 2026

УДК 621.396.969.36

Селюков Максим СергеевичАкадемия Федеральной службы охраны Российской Федерации
г. Орёл, РФ**Научный руководитель: Егоров Игорь Юрьевич**Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации
г. Орёл, РФ**ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ
УПРАВЛЕНИЯ БПЛА В УСЛОВИЯХ РЭБ****Аннотация**

В статье рассматривается применение волоконно-оптических линий связи в системах управления беспилотными летательными аппаратами в условиях радиоэлектронной борьбы. Проводится классификация оптоволоконных БПЛА, анализ их характеристик и перспектив развития.

Ключевые слова:

БПЛА, FPV-дроны, волоконно-оптическая линия связи, ВОЛС, радиоэлектронная борьба, РЭБ.

Selyukov Maxim S.Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation
Orel, Russia**Supervisor: Egorov Igor Yu.**Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation
Orel, Russia**APPLICATION OF FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINES IN UAV CONTROL
SYSTEMS UNDER EW CONDITIONS****Abstract**

The article discusses the use of fiber-optic communication lines in unmanned aerial vehicle control systems under electronic warfare conditions. The classification of fiber-optic UAVs, analysis of their characteristics and development prospects are carried out.

Keywords

UAV, FPV drones, fiber-optic communication line, FOCL, electronic warfare, EW.

1. Введение

Специальная военная операция (СВО) на Украине стала полигоном для испытаний инновационных технологий, среди которых особое место занимают беспилотные летательные аппараты (БПЛА). К 2025–2026 годам БПЛА превратились в доминирующий фактор тактического уровня. Однако массовое применение радиоуправляемых FPV-дронов породило асимметричный ответ — насыщение линии боевого соприкосновения средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ), способными эффективно подавлять радиоканалы управления.

Наиболее эффективным решением стало применение волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Физический принцип передачи сигнала по оптическому волокну делает такие дроны необнаружимыми для средств радиотехнической разведки и неуязвимыми для радиопомех. По

оценкам Пекинского университета почты и телекоммуникаций, в 2025 году только российские FPV-дроны потребили около 56,8 млн км оптоволоконна (более 10% мирового рынка), а совокупное потребление достигло 15% мирового производства. Актуальность статьи обусловлена необходимостью осмысления данного технологического сдвига.

2. Классификация и тактико-технические характеристики оптоволоконных БПЛА

Масштабирование применения ВОЛС привело к формированию качественно новой структуры парка БПЛА. Принцип функционирования оптоволоконной системы представлен на рис. 1. Наземная станция управления формирует команды, которые через видеосервер преобразуются в оптический сигнал, передаваемый по кабелю с катушки на дроне. Видеопоток возвращается оператору по тому же волокну.

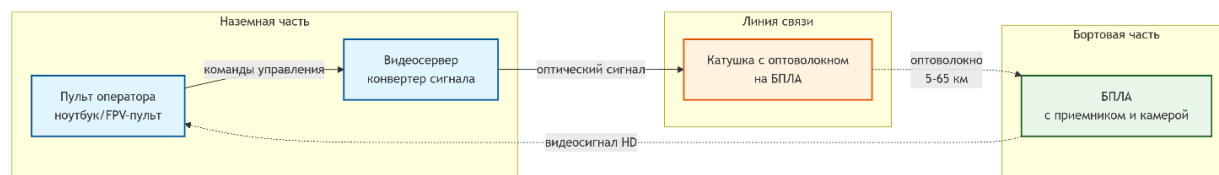


Рисунок 1 – Структурная схема оптоволоконной системы управления БПЛА
(сплошные стрелки — передача команд управления, пунктирные — передача видеосигнала)

Важной характеристикой является неравномерность насыщения технологией: в подразделениях ВСУ доля оптоволоконных FPV-дронов — до 15%, в российских формированиях на отдельных участках — до 60% и выше, что создает системное тактическое преимущество.

Легкий класс представлен аппаратами «Гортензия» (КБ «Гортензия»): «Гортензия-7» с дальностью 5–10 км, «Гортензия-10» — до 30 км. Производственная мощность — 3 тыс. ед./мес. **Тяжелый класс** представлен семейством «Овод-Про» («Провод»): дальность 25–30 км с полезной нагрузкой до 4,5 кг, что в 2–2,5 раза превышает возможности легких дронов. В декабре 2025 года анонсирован оптоволоконный канал протяженностью 65 км, что выводит дроны на уровень высокоточного оружия оперативно-тактического звена.

Таблица 1

Сравнительные характеристики оптоволоконных БПЛА

Параметр	Легкий класс («Гортензия-7/10»)	Тяжелый класс («Провод»)	Перспективные разработки («Кукловод»)
Дальность, км	5–30	25–30	25
Масса ПН, кг	1,5–2,0	4,5	данные отсутствуют
Тип волокна	G.657A2	G.657A2	G.657A2
Особенности	базовая катушка	увеличенная масса БЧ	плавная размотка, углепластик

Для FPV-дронов используется марка G.657A2 с повышенной устойчивостью к изгибам, что связано с числовой апертурой:

$$NA = \sin \theta_{max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

где: θ_{max} — максимальный угол ввода луча в торец волокна (апертурный угол), при котором луч еще будет распространяться по сердцевине, градусы; n_1 — показатель преломления материала сердцевины; n_2 — показатель преломления материала оболочки. Для G.657A2 NA составляет 0,12–0,14.

3. Инженерные проблемы и пути их решения

Согласно данным Пермского национального исследовательского политехнического

университета (ПНИПУ), только один из шести оптоволоконных БПЛА достигает цели, остальные теряют кабель, преодолев 1–2 км. Причина — конструкция катушки, создающая микроизгибы. Потери на изгибе описываются формулой:

$$\alpha_{bend} = C \cdot \frac{r^2}{R^4}$$

где: α_{bend} — дополнительные потери, вызванные изгибом, дБ; r — радиус сердцевины оптического волокна, мкм; R — радиус изгиба волокна, мм; C — коэффициент, зависящий от разницы показателей преломления сердцевины и оболочки, а также от длины волны излучения. Потери обратно пропорциональны четвертой степени радиуса изгиба: уменьшение R с 20 до 10 мм увеличивает потери в 16 раз.

Кроме механических проблем, существуют **ограничения маневренности**. Оператор вынужден избегать резких маневров. Условие безаварийной работы:

$$T = m_l \cdot a + F_{fr} \leq [T]$$

где: T — сила натяжения оптоволоконного кабеля в момент маневра, Н; m_l — погонная масса оптоволоконного кабеля (масса одного метра), кг/м; a — ускорение, приобретаемое дроном при маневре (векторная величина, особо опасны центростремительные ускорения при резких поворотах), м/с²; F_{fr} — сила трения, возникающая при сматывании кабеля с катушки, Н; $[T]$ — допустимое растягивающее усилие для данного типа оптоволоконного кабеля, Н (для тонкого волокна G.657A2 составляет единицы Ньютонов). Высокие ускорения приводят к обрыву. Также возникает проблема «мертвой массы»: катушка сокращает полезную нагрузку, создавая компромисс между дальностью и массой боевой части.

В качестве инженерного решения коллектив ПНИПУ разработал систему «Кукловод», включающую: катушку с плавной размоткой, минимизирующую изгибы; применение углепластика для снижения массы; специализированное ПО. Достигнутая дальность — 25 км, налажено мелкосерийное производство.

4. Макроэкономические, экологические и логистические аспекты

Резкий рост спроса на оптоволоконно (используется марка G.657A2, эффективность вытяжки которого на 10–15% ниже, чем у стандартного G.652D) привел к многократному увеличению цен, перераспределению потоков от гражданских операторов к военным производителям.

Массовое применение дронов породило феномен «цифровой паутины». Целые кварталы населенных пунктов (например, Лиман) оказались опутаны километрами оптоволоконного кабеля (рис. 2). Это создает риски: для воздушного движения (попадание нити в ротор), инфраструктурные (замыкания на ЛЭП) и экологические (загрязнение пластиком и стекловолокном).

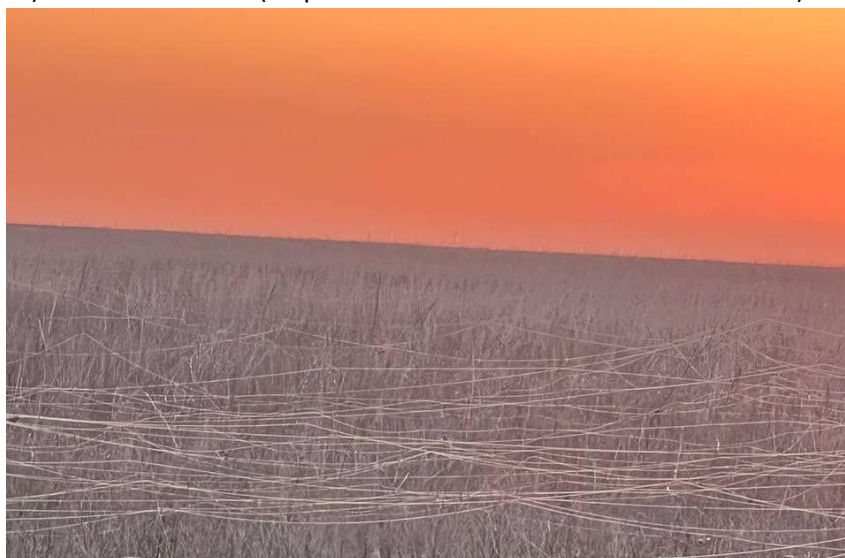


Рисунок 2 — Феномен «цифровая паутина» — накопление отработанного оптоволоконного кабеля

Отсутствие радиоизлучения у оптоволоконных дронов делает бесполезными станции РЭБ. Противодействие смещается в плоскость **обнаружения** (РЛС, оптико-электронные системы) и **поражения** (стрелковое оружие, зенитная артиллерия, специализированные патроны). Перспективными направлениями являются лазерное оружие, оптические помехи и автономные системы на основе ИИ.

5. Перспективы развития и гибридные технологии

На рис. 3 представлена концепция гибридного канала связи, предполагающая переход из оптического в радиодиапазон на финальном участке (≤ 1 км до цели). Это сочетает помехозащищенность на маршруте со свободой маневра при атаке. Практическая реализация наблюдается в системе «Гортензия», имеющей функцию автоматического переключения с оптоволоконного на радиоканал при обрыве нити.

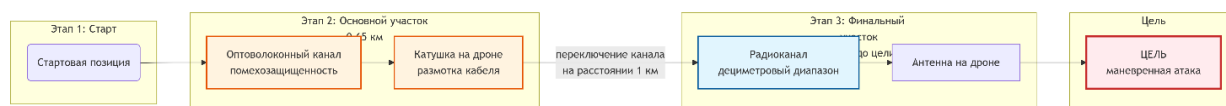


Рисунок 3 – Схема гибридного канала связи (радио + оптоволоконно) с переключением на финальном участке атаки

На рис. 4 представлена зависимость дальности от массы полезной нагрузки. Для легкого класса увеличение дальности достигается без роста нагрузки, тяжелый класс («Провод») обеспечивает прирост массы боевой части до 4,5 кг при сопоставимой дальности.

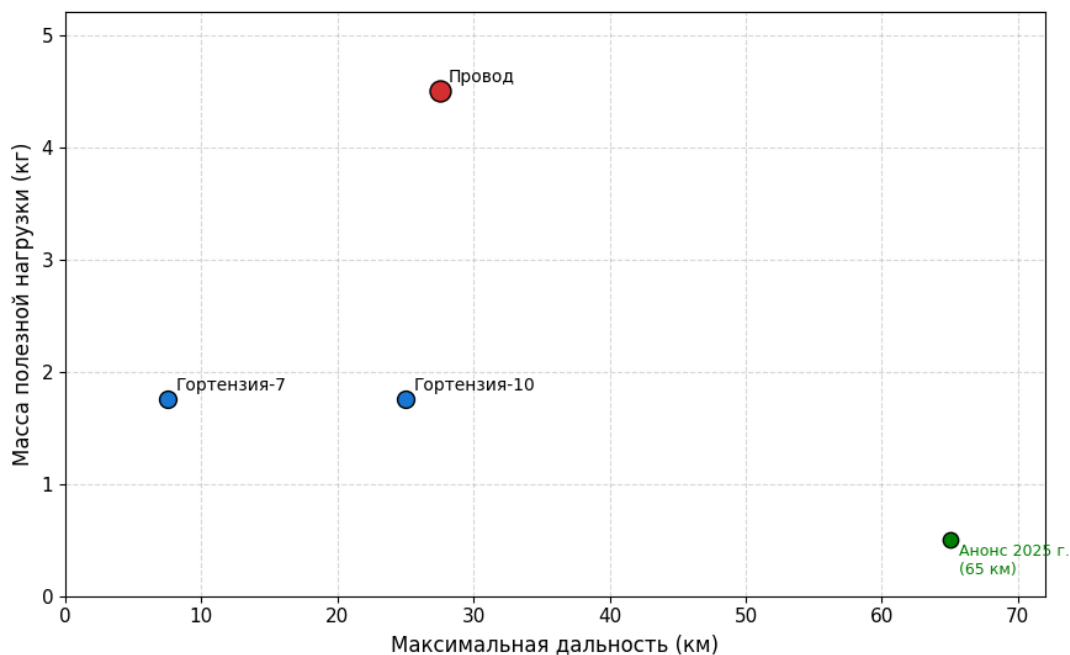


Рисунок 4 – Зависимость дальности от массы полезной нагрузки

Ключевыми физическими ограничениями при наращивании дальности являются затухание сигнала и хроматическая дисперсия. Закон Бугера-Ламберта-Бера:

$$P_{out} = P_{in} \cdot 10^{-\alpha \cdot L/10}$$

где: P_{out} — мощность оптического сигнала на фотоприемнике (бортовом приемнике дрона), Вт или дБм; P_{in} — мощность оптического сигнала на входе в волокно (наземный передатчик), Вт или дБм; α — коэффициент затухания оптического волокна, дБ/км (для стандарта G.657A2, применяемого в FPV-дронах, типичное значение α составляет 0,2–0,35 дБ/км на рабочей длине волны 1310 нм или 1550 нм).

нм); L — протяженность линии связи (дальность полета дрона), км. При увеличении L с 20 до 65 км потери возрастают более чем в 3 раза. Уширение импульса из-за дисперсии:

$$\Delta\tau = D(\lambda) \cdot L \cdot \Delta\lambda$$

где: $\Delta\tau$ — величина уширения импульса (дисперсия), пс; $D(\lambda)$ — коэффициент хроматической дисперсии, зависящий от длины волны λ , пс/(нм·км) (для стандартного кварцевого волокна на длине волны 1550 нм составляет около 17 пс/(нм·км)); L — длина линии (дальность), км; $\Delta\lambda$ — ширина спектра излучения лазера (зависит от типа лазера), нм. При $\Delta\tau$, сравнимом с длительностью импульса, происходит срыв видеосигнала.

6. Сравнительный анализ и тактические аспекты применения

Таблица 2

Сравнительный анализ систем управления БПЛА

Критерий	Радиочастотные системы	Оптоволоконные системы
Помехозащищенность	Низкая — высокая	Абсолютная
Дальность, км	10–40 (с ретрансляторами)	5–65
Скрытность	Низкая (излучение)	Высокая (нет излучения)
Качество видеосвязи	Зависит от помех	Стабильное, HD
Маневренность	Высокая	Ограниченная
Масса полезной нагрузки	Максимальная	Сниженная
Возможность противодействия	Подавление РЭБ, перехват	Только физическое уничтожение

Сильные стороны оптоволоконных БПЛА: гарантированное поражение в условиях РЭБ, действия в глубине обороны, поражение особо важных целей, скрытность. **Слабые стороны:** сложность применения в лесополосах и застройке, ограниченная маневренность, сниженная полезная нагрузка, проблемы в зимний период. Оптимальная тактическая ниша — действия на открытой местности в условиях плотного РЭБ.

Эволюция тактики прошла три этапа: экспериментальное применение (2023–2024), осознание ограничений и корректировка маршрутов (середина 2024–2025), массовое насыщение и формирование специализированных подразделений (середина 2025–н.в.).

Вероятность выполнения задачи оптоволоконным дроном при успешном преодолении проблемы обрыва приближается к 100% (у радиочастотных в условиях РЭБ — 50–70%). Более высокая стоимость компенсируется гарантированным результатом.

7. Заключение

Использование ВОЛС является не временной тактической мерой, а устойчивым технологическим трендом, возникшим как симметричный ответ на массированное применение средств радиоэлектронной борьбы. Масштабы внедрения (до 60% парка на отдельных участках фронта, 15% мирового потребления оптоволокна) подтверждают системообразующее значение этой технологии.

Дальнейшее совершенствование оптоволоконных БПЛА требует решения проблемы механической надежности кабельной размотки (через оптимизацию конструкции катушек и применение новых материалов), поиска инженерного компромисса между дальностью полета и массой полезной нагрузки, а также интеграции систем ночного видения и гибридных схем управления.

Оптоволоконные технологии оказывают существенное влияние не только на тактику ведения боевых действий, но и на глобальные экономические процессы (структурная трансформация рынка оптического волокна, рост цен, дефицит), а также порождают новые экологические и инфраструктурные проблемы, требующие междисциплинарного подхода.

Противодействие оптоволоконным БПЛА требует принципиально иного подхода, смещающего акценты с радиоэлектронной борьбы на физическое обнаружение и огневое поражение, а также на развитие асимметричных средств (лазерное оружие, оптические помехи, механические препятствия).

Список использованной литературы:

1. Пекинский университет почты и телекоммуникаций. Данные по потреблению оптоволокна в 2025 году. 2026.
2. ТАСС. В РФ создадут гибридные дроны с управлением по оптоволокну и FPV. 2025. URL: <https://tass.ru/armiya-i-opk/24748197>
3. Российская газета. В зоне СВО начали применять FPV-дрон на оптоволоке «Гортензия». 2024. 24 дек. URL: <https://rg.ru/2024/12/24/v-zone-svo-nachali-primeniat-fpv-dron-na-optovolokne-gortenziia.html>
4. NEWS.ru. Для российских военных создадут новый тип боевых дронов. 2026. URL: <https://news.ru/russia/dlya-rossijskih-voennyh-sozdadut-novyj-tip-boevyh-dronov/>
5. Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ). Данные по надежности оптоволоконных БПЛА. 2025.
6. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. Результаты исследований ПНИПУ по системе «Кукловод». 2025.
7. Складов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие для вузов. 7-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. 268 с. ISBN 978-5-507-47011-2.
8. Российский университет транспорта (МИИТ). Исследование гибридных каналов связи. 2025.

© Селюков М.С., 2026



ФИЛОСОФИЯ

Babayeva Mayagozel, lecturer

Durdyev Babanazar, student

International Horse breeding academy named after Aba Annayev

Arkadag, Turkmenistan

PHILOSOPHY AND WORLDVIEW: THE STRUCTURAL FOUNDATIONS OF HUMAN EXISTENCE AND COGNITIVE LOGIC

Abstract

Developing a resilient conceptual framework within highly dynamic social and intellectual environments demands a systematic approach that aligns critical inquiry with structured worldview formation. This article explores the interdisciplinary links between classical philosophy, subconscious cultural frameworks (*Weltanschauung*), and rational decision-making models. It argues that the deployment of systematic philosophical inquiry and rigorous epistemological testing serves as a primary driver for refining human cognition and securing intellectual autonomy. By analyzing how metaphysical consistency, empirical truth verification, and structured ethical models eliminate cognitive dissonance without compromising logical discipline, the research highlights the mechanical connections between personal cognitive optimization and long-term societal stability. The findings indicate that continuous structural worldview analysis is essential for maintaining individual and institutional resilience in a volatile globalized era.

Keywords:

philosophy, worldview formation, epistemology, metaphysics, cognitive optimization, rational logic, ethical frameworks.

Introduction

The transformation of human cognitive frameworks from simple instinctive reactions into highly optimized, rational worldviews has fundamentally altered the parameters of sustainable intellectual growth. At the heart of this mental evolution lie two critical pillars: Philosophical Analysis, the systematic identification and evaluation of foundational existential assumptions, and Worldview Consistency, the optimization of cognitive inputs to achieve a harmonious and functional interpretation of reality. Historically, individuals and societies often sought to maintain cultural stability solely by enforcing static traditions or clinging to unexamined dogmas; however, in the 21st century, information saturation and intense ideological competition dictate that long-term intellectual survival is determined by an individual's capacity to optimize their internal belief structures. This article explores how formal philosophy provides the operational frameworks, and critical logic provides the mechanical leverage, to fuel a continuous cycle of cognitive protection, intellectual efficiency, and ethical clarity.

Metaphysical Architectures as the Operating System of Belief Optimization

Systemic cognitive dissonance and existential contradictions act as a severe drain on individual and organizational efficiency, distorting choice distribution and driving up psychological instability. When an individual deploys a structured metaphysical framework, they systematically audit their cognitive pipelines to isolate and eliminate beliefs that incur mental conflict without adding value to their logical understanding of the universe. This optimization process functions as the primary operating system for structural worldview efficiency, allowing intellectual leaders to streamline thought patterns, reduce behavioral bottlenecks, and minimize emotional volatility. Eliminating these hidden philosophical leakages directly expands intellectual clarity, providing a predictable, self-sustaining foundation for long-term personal strategy and organizational planning.

Maximizing Epistemological Velocity and Data Verification

The implementation of cognitive-control policies requires strict structural discipline within an individual's information-processing and truth-verification networks. Carrying unverified assumptions or accepting false data packages ties up significant amounts of mental processing capital, while simultaneously exposing the mind to cognitive biases, manipulation, and informational obsolescence. By utilizing modern critical thinking frameworks and adopting a logic-driven approach to data collection, analytical minds can sharply increase their epistemological velocity, ensuring that information moves rapidly from raw data states to verified, actionable knowledge. This cognitive optimization frees up internal processing reserves, allowing the rational thinker to self-fund internal intellectual upgrades without relying on external biased narratives.

Ethical Conservation, Value Alignment, and Long-Term Behavioral Efficiency

Behavioral analysts and ethical philosophers identify structural moral frameworks as a vital tool for personal risk mitigation and long-term decision-making. Modern commercial and technological activities consume large volumes of human collaboration; consequently, small percentage drops in ethical friction yield substantial long-term relational and operational savings on institutional balance sheets. By investing in clear ethical values, automated behavioral monitoring networks, and virtue-oriented decision models, an enterprise can lock in stable moral parameters that shield it from volatile social and regulatory shocks. These ethical adjustments convert abstract philosophical ideals into a practical corporate asset that directly upgrades an enterprise's competitive position.

Conclusion

The relationship between strategic philosophical inquiry, operational cognitive consistency, and human worldview optimization is cyclical, structural, and self-reinforcing. Rigorous logical protocols provide the initial environment needed to maximize mental clarity, epistemological testing and ethical optimization establish the defensive infrastructure to insulate human choices from external volatility, and compounding rational returns generate the cognitive capital required to fund continuous intellectual development. To achieve sustainable long-term expansion and technical self-sufficiency, contemporary minds must view systematic philosophical analysis not as an abstract academic hobby, but as a permanent, non-negotiable pillar of their intellectual governance engine. By nurturing an analytically empowered leadership capable of governing internal resource and thought flows with empirical precision, modern societies can ensure that ongoing structural transformations yield stable, inclusive, and highly productive cultural development.

References list:

1. The Architecture of Human Cognition: Philosophical Systems and Optimization, Roberts, J. and Thompson, L., London, 2021.
2. Epistemological Frameworks and Information Velocity in Modern Communication, Schmidt, K., Berlin, 2019.
3. Logical Optimization and the Intellectual Wealth of Rational Societies, Stiglitz, J. E., New York, 2017.
4. Ethical Value Management, Behavioral Efficiency, and Institutional Controls, Chen, W. and Zhao, H., Singapore, 2022.
5. Analytical Philosophy: Navigating Worldview Development in Volatile Eras, Miller, P., Cambridge, 2020.

© Babayeva M., Durdyyev B., 2026



ФИЛОЛОГИЯ

Nguyen Thi Cuc

Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

EXPLORING ERROR FREQUENCY AND TYPES IN A2 LEVEL WRITING: A QUANTITATIVE STUDY OF HUMG STUDENTS' PERFORMANCE IN KET PART 9

Abstract

This study investigates the frequency and types of errors in A2-level writing produced by first-year English Enhancement students at Hanoi University of Mining and Geology (HUMG) in the Cambridge A2 Key (KET) Part 9 writing task. A quantitative error analysis was conducted on 146 writing samples using Corder's Error Analysis framework. Errors were classified into four categories: grammar, vocabulary, format, and content. The findings indicate that format errors were the most frequent (87.6%), followed by grammar (76.1%), content (61.5%), and vocabulary errors (35.2%). Missing or incorrect closings, subject - verb agreement, word count, and spelling were the most common problems. The results suggest that students require more explicit instruction in writing conventions, basic grammar, and task requirements. Practical teaching recommendations are proposed to improve students' performance in KET Part 9 writing.

Keywords:

error analysis; A2 Key (KET); guided writing; writing errors;
English as a foreign language; teaching implications.

1. INTRODUCTION

English proficiency, particularly the A2 Key (KET) certificate, plays a crucial role for first-year university students at Hanoi University of Mining and Geology (HUMG), as the KET test serves as the university's English placement test for incoming students. Within the KET test structure, Part 9 - Guided Writing requires test-takers to write a short message (25-35 words) responding to three specific content points, assessing basic written communication ability (Cambridge English, 2012).

Despite its apparent simplicity, students frequently make various errors in Part 9, ranging from grammar and vocabulary to format and content. Analyzing these errors is essential as it helps teachers understand students' difficulties and provides empirical data for designing effective remedial activities. This study examines errors in 146 writing samples from first-year English enhancement students at Hanoi University of Mining and Geology (HUMG), using the Part 9 Test 3 prompt from KET 3 (Cambridge English, 2006). The task requires writing a note to Gary Jones answering questions about selling a bicycle. The aims are to identify common error types and their frequency and propose recommendations.

2. METHODOLOGY

This study employed a quantitative approach using Error Analysis (EA) (Corder, 1967) to identify, classify, and interpret errors in learners' writing samples. The participants were 146 first-year students from seven English enhancement classes at HUMG, all at A2-KET level. Data consisted of writing samples from a periodic test using the KET Part 9 prompt (Test 3, KET 3), with 15 minutes allocated and no external resources permitted (Cambridge English, 2006).

The analysis followed four steps: (1) identifying all errors as deviations from target language norms; (2) classifying errors into four categories - Grammar (subject-verb agreement, tense, articles, punctuation), Vocabulary (spelling, word choice), Format (missing/incorrect closing, missing name, no greeting), and Content (missing required information, word count errors); (3) calculating frequency and percentage of each error type; and (4) interpreting patterns to suggest teaching recommendations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of 146 writing samples from first-year English enhancement students at HUMG revealed four main error categories. Format errors were most frequent (87.6%), followed by grammar errors (76.1%), content errors (61.5%), and vocabulary errors (35.2%).

Table 1

Error Categories

Error Category	Sub-categories	Percentage
Grammar	Subject-verb agreement (25.0%), Tense (9.4%), Articles (18.8%), Punctuation (22.9%)	76.1%
Vocabulary	Spelling (29.2%), Word choice (6%)	35.2%
Format	Missing/incorrect closing (43.8%), Missing name (32.3%), No greeting (11.5%)	87.6%
Content	Missing required information (7.3%), Word count errors (54.2%)	61.5%

3.1. Grammar Errors (76.1%)

Subject-verb agreement errors were most common (25.0%), with students failing to match verbs with singular/plural subjects. Examples include: "I using it for 2 year" (number 2 with singular noun), "It is one years old" (number 1 with plural noun), and "It cost \$50" (singular subject without "-s"). Punctuation errors (22.9%) included missing spaces after periods ("My sister gift me a bicycle.I sell"), misplaced commas ("Bye , Linh"), and missing capitalization ("dear garry i have"). Article errors (18.8%) involved omission of "a/an" ("I have bicycle to sell", "This is mountain bike") or misuse of "the" without prior reference. Tense errors (9.4%) showed confusion between tenses, such as "I using it for 2 years" (present continuous instead of present perfect), "I bought it since 2020" (past simple with "since"), and "I was bought this for 2 years ago" (incorrect passive).

3.2. Vocabulary Errors (35.2%)

Spelling errors (29.2%) were predominant, with common mistakes including "seel" (sell), "boughth" (bought), "verry" (very), "messeage" (message), "watting" (waiting), "plase" (please), "afternoon" (afternoon), "moring" (morning), and "hane" (have). Students also misspelled recipient names ("Garry Joner", "Garry", "Line" instead of "Gary/Garry Jones"). Word choice errors (6%) included incorrect verb usage ("My sister gift me" instead of "gave"; "You can take it" instead of "see it"), incorrect nouns ("It was bought coat" instead of "cost"; "I have a by motor" instead of "bicycle"), and unnatural expressions ("My bicycle has a price" instead of "costs"; "It is one years ago" instead of "is one year old").

3.3. Format Errors (87.6%)

Missing or incorrect closing was most frequent (43.8%). Students either ended abruptly without closing ("Dear Garry, I have a bicycle to sell. It is two years old. The price is \$80."), provided closing without name ("Best regards,"), or used inappropriate closings ("Love, Hương"). Missing sender name (32.3%) was also common, with students forgetting to sign or leaving "[Your Name]" unchanged. No greeting (11.5%) occurred when students began directly with content ("I have a bicycle to sell...") or used notes ("Note for Gary Jones.") instead of proper greetings.

3.4. Content Errors (61.5%)

Word count errors were most prevalent (54.2%), with many students failing to meet the 25-35 word requirement. Many writings were too short (3-17 words: "I want bicycle", "yes, i hane a bicycle to sell"), while others were excessively long (46-52 words) with irrelevant personal stories or detailed descriptions. Missing required information (7.3%) occurred when students failed to address all prompt questions: missing price ("Dear Gary Jones, I have a bicycle to sell. It is two years old."), missing age ("...It costs \$150. You can see it tomorrow."), missing viewing time ("It costs £50 and is one year old. Best, Dan"), or missing affirmative response ("Hi Gary, This bicycle is two years old and costs £80.").

4. Teaching Recommendations

Based on the error analysis findings, this section proposes recommendations organized by error category.

To avoid format errors, teachers should implement structural scaffolding. A fixed template should be provided for all KET Part 9 tasks: greeting with recipient name (*Dear [Name]*, or *Hi [Name]*), main content answering all three prompts, and appropriate closing with sender name (*Best regards, [Name]* or *See you soon, [Name]*). Students require explicit guidance on appropriate greetings and closings suitable for semi-formal transactional contexts. A pre-submission checklist is recommended, ensuring every piece includes: (1) greeting with recipient name, (2) appropriate closing, and (3) sender signature.

Concerning grammar errors, instruction should prioritize high-frequency patterns through focused practice. For subject-verb agreement, teachers should reinforce that singular subjects (*It*, *The bicycle*) take verbs with -s/-es (*costs*, *sells*), while plural subjects take base forms (*cost*, *sell*). For tense errors, focus should be on three basic tenses relevant to the task: present simple for descriptions (*It costs \$50*), past simple for purchase information (*I bought it last week*), and present perfect for duration (*I have used it for 2 years*). For article errors, emphasis should be placed on using *a/an* before singular countable nouns (*I have a bicycle*). For punctuation, instruction should cover capitalizing sentence-initial words and proper nouns, using periods to end sentences, placing commas after greetings/closings, and avoiding unnecessary spaces before punctuation.

In terms of vocabulary errors, teachers should adopt targeted lexical interventions. For spelling, a high-frequency word list should be created containing commonly misspelled items for this task type: "*seel*" (*sell*), "*boughth*" (*bought*), "*verry*" (*very*), "*messeage*" (*message*), "*watting*" (*waiting*), "*plase*" (*please*), "*afternoon*" (*afternoon*), "*moring*" (*morning*), and "*hane*" (*have*). Activities such as peer proofreading, dictation practice, and spelling games can reinforce correct spelling. For word choice errors, teachers should provide fixed sentence frames to avoid unnatural expressions: "*It costs [price]*" (not "*has a price*"), "*It is [number] years old*" (not "*is [number] years ago*"), "*You can see it [time]*" (not "*take*" or "*watch*"), and "*I have used it for [time]*" (not *present continuous for duration*).

Regarding content errors, teachers should implement metacognitive strategy training. For missing information, students should use a content checklist ensuring all three prompt questions are addressed: (1) confirm bicycle availability ("*Yes, I have a bicycle to sell*"), (2) state price ("*It costs \$50*"), (3) state age ("*It is two years old*"), and (4) provide viewing time ("*You can see it this weekend*"). For word count errors, the **draft-count-revise strategy** should be taught: write initial draft → count words → add or condense content as needed → write final version. Students should be instructed to include only essential information (price, age, time) without personal stories, detailed descriptions, or emotions - demonstrating how a 52-word rambling response can be condensed to a concise 26-word version meeting all requirements.

5. CONCLUSION

This study analyzed common errors in KET Part 9 - Guided Writing among 146 first-year students from English Enhancement classes at Hanoi University of Mining and Geology (HUMG). The findings reveal that students make errors across four main categories: format (87.6%), grammar (76.1%), content (61.5%), and vocabulary (35.2%). Format errors, particularly missing or incorrect closing (43.8%) and missing sender name (32.3%), were most prevalent, indicating students struggle most with structural conventions of notes/letters. Grammar errors, especially subject-verb agreement (25.0%) and punctuation (22.9%), also pose significant challenges. Content errors, notably word count (54.2%), and vocabulary errors, particularly spelling (29.2%), further highlight areas needing pedagogical attention.

The results confirm that while KET Part 9 appears straightforward, students face multiple challenges in producing accurate short messages. These difficulties stem from insufficient familiarity with letter/note

conventions, weak mastery of basic grammar rules, limited vocabulary knowledge, and poor awareness of word count requirements. Based on these findings, this study proposes practical solutions: providing fixed format templates, reinforcing subject-verb agreement and basic tenses through focused exercises, developing spelling lists with common error patterns, and implementing content checklists with word count strategies.

References:

1. Cambridge English. (2006). Cambridge Key English Test 3. Cambridge University Press.
2. Cambridge English. (2012). Cambridge Key English Test (KET) Handbook for Teachers. University of Cambridge.
3. Corder, S.P. (1967). The Significance of Learners' Errors. *International Review of Applied Linguistics*, 5, 161-169.

© Nguyen Thi Cuc, 2026

Сенатор Владислава Витальевна

Новосибирский государственный педагогический университет, магистрант
г. Новосибирск, РФ

ОБРАЗ ИРЭН ФОРСАЙТ КАК ВОПЛОЩЕНИЕ КРАСОТЫ И СВОБОДЫ В МИРЕ СОБСТВЕННОСТВА

Аннотация

В статье анализируется образ Ирэн Форсайт, которая является одной из центральных героинь саги Джона Голсуорси «Сага о Форсайтах», как художественного воплощения идеалов красоты и внутренней свободы в контексте викторианского общества, построенного на принципах собственности. На основе текстового анализа раскрываются противоречия между личностными качествами героини (её эстетическим восприятием мира, эмоциональной открытостью, стремлением к подлинным чувствам) и нормами среды, где человек и отношения становятся объектами владения. Особое внимание уделяется символической функции образа Ирэн в раскрытии ключевой авторской идеи о конфликте живого чувства и буржуазного материализма.

Ключевые слова:

образ персонажа, «Сага о Форсайтах», Джон Голсуорси, Ирэн Форсайт, собственничество, викторианское общество.

Senator Vladislava Vitalievna

Novosibirsk State Pedagogical University, Master's student
Novosibirsk, Russian Federation

THE IMAGE OF IRENE FORSYTH AS THE EMBODIMENT OF BEAUTY AND FREEDOM IN A WORLD OF POSSESSIVENESS

Abstract

The article analyzes the image of Irene Forsythe, who is one of the central characters in John Galsworthy's novel "The Forsyte Saga," as an artistic embodiment of the ideals of beauty and inner freedom in the context of Victorian society, which was based on the principles of possessiveness. Through textual analysis, the article reveals the contradictions between the character's personal qualities (her aesthetic perception of the world, emotional openness, and desire for genuine feelings) and the norms of an environment where individuals and relationships are viewed as objects of possession. Special attention is paid to the symbolic function of Irene's character in revealing the author's key idea about the conflict between genuine feelings and bourgeois materialism.

Keywords:

character image, The Forsyte Saga, John Galsworthy, Irene Forsythe, possessiveness, Victorian society.

В «Саге о Форсайтах» Джона Голсуорси образ Ирэн Форсайт занимает особое место: она выступает не просто как один из центральных персонажей, но и как художественный символ красоты и внутренней свободы, противопоставленный миру собственности, воплощённому в семье Форсайтов. Через её судьбу Голсуорси раскрывает ключевые конфликты эпохи, а именно столкновение духовных ценностей с материальными и чувства с расчётом.

Ирэн с первых страниц предстаёт как женщина исключительной красоты: «Боги дали Ирэн тёмно-карие глаза и золотые волосы - своеобразное сочетание оттенков, которое привлекает взоры

мужчин и, как говорят, свидетельствует о слабости характера», однако её внешняя привлекательность, лишь внешнее проявление внутренней гармонии и свободы. В мире Форсайтов, где всё сводится к обладанию материальных вещей: имуществом, статусом, даже людьми, Ирэн оказывается чужеродным элементом [1, с. 119]. Её брак с Сомсом Форсайтом изначально строится на принципах собственности: Сомс воспринимает жену как ещё один предмет роскоши, дополнение к своей коллекции картин и мебели. Для него Ирэн просто «вещь», которую можно купить, контролировать и демонстрировать. Это подчёркивается и лексикой романа: Сомс часто говорит об Ирэн в терминах владения, а его отношение к ней пронизано собственническими инстинктами [4, с. 204].

Противопоставление Ирэн и Сомса строится на контрасте ценностей. Сомс типичный Форсайт, для которого главное его безопасность, стабильность, контроль. Его любовь к Ирэн эгоистична: он хочет обладать ею, но не способен понять её внутренний мир. Ирэн же стремится к подлинным чувствам, свободе самовыражения, духовной близости. Её отказ подчиняться воле Сомса не просто личный бунт, а вызов системе ценностей Форсайтов и всего общества. Даже её молчание, сдержанность, уклончивость представляют собой формы сопротивления миру [3, с. 206].

Ключевым моментом, раскрывающим образ Ирэн как носительницы свободы, становится её связь с Босини. Архитектор Босини - человек искусства, мечтатель, чуждый меркантильности Форсайтов. Его любовь к Ирэн бескорыстна, он видит в ней не объект обладания, а личность. Их отношения символизируют попытку вырваться из оков собственности, обрести подлинную близость. Однако этот бунт оказывается трагичным: давление со стороны Сомса, социальные нормы и внутренние противоречия приводят к гибели Босини, а Ирэн вновь оказывается в ловушке [5, с. 59].

Даже после смерти Босини Ирэн не становится покорной. Её уход из дома Сомса, отказ от денег, стремление сохранить достоинство - всё это подчёркивает её внутреннюю свободу. Она не позволяет себе стать вещью окончательно, хотя общество и обстоятельства толкают её именно к этому. В последующих частях саги Ирэн продолжает оставаться символом красоты, которая не продаётся и не подчиняется правилам мира Форсайтов.

Символика образа Ирэн усиливается через художественные детали. Голсуорси часто описывает её в связи с природными образами: светом, воздухом, водой, теми же элементами, ассоциирующимися со свободой и изменчивостью. В контрасте с ней Форсайты связаны с неподвижностью, замкнутостью, статикой: их дома - крепости, их жизнь - ритуал. Даже цвет играет роль: Ирэн нередко ассоциируется со светом и пастельными тонами, тогда как мир Форсайтов с тёмными, тяжёлыми оттенками [2, с. 140].

Важен и социальный подтекст образа Ирэн. Через неё Голсуорси критикует викторианские нормы брака, где женщина была фактически собственностью мужа. Ирэн воплощает идею женской эмансипации, пусть и не в политическом, а в духовном смысле. Её борьба за право быть личностью, а не функцией в семейной системе.

В финале саги образ Ирэн приобретает почти мифологический оттенок. Она остаётся загадкой для окружающих, ускользающей и недостижимой. Это подчёркивает, что истинная красота и свобода не могут быть подчинены: они существуют вне систем контроля и владения. Даже Сомс, до конца жизни одержимый ею, так и не может её «получить», потому что Ирэн нельзя обладать, её можно только чувствовать.

Таким образом, Ирэн Форсайт в «Саге о Форсайтах» не просто героиня с трагической судьбой, а художественный символ, через который Голсуорси выражает свои взгляды на природу красоты, любви и свободы. Её образ становится антитезой миру собственности, напоминая, что подлинная ценность человека в его внутренней независимости, а не в статусе или богатстве. Противостояние Ирэн и Форсайтов отражает более широкий конфликт эпохи: борьбу между устаревшими нормами и новыми гуманистическими идеалами, где победа, пусть и неполная, остаётся за свободой.

Список использованной литературы:

1. Дробенчук В.С. Как раскрывается образ Ирэн Форсайт через других персонажей "Саги о Форсайтах" // Научная сессия ГУАП: Сборник докладов Научной сессии, посвященной Всемирному дню авиации и космонавтики, 08-15 апреля 2024 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2024. С. 119-120.
2. Кулинская С. В. Символика цвета в романе Голсуорси "Сага о Форсайтах" // Вестник Краснодарского университета МВД России, 2008. № 1. С. 140-143.
3. Мартынова М.В. "Сага о Форсайтах" Дж. Голсуорси как семейный роман // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского: Материалы докладов гуманитарных секций региональной университетской научно-практической конференции, 01 февраля – 31, 2018 года. Калуга: ФБГОУ ВПО "Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского", 2018. С. 503-509.
4. Романова Е.Л. Концепция собственности в трилогии Джона Голсуорси "Сага о Форсайтах" // Иностранные языки: лингвистические и методические аспекты, 2014. № 27. С. 203-207.
5. Утягулова Р.Б. Средства выразительности в создании образов в оригинале и переводе Джона Голсуорси "Сага о Форсайтах" // Студенческий форум, 2020. № 21-2(114). С. 59-61.

© Сенатор В.В., 2026



ПЕДАГОГИКА

Do Thi Lien Phuong

Faculty of Basic Sciences, University of Industrial Fine Arts

COMPARING TRADITIONAL AND MODERN TECHNOLOGY-INTEGRATED TEACHING METHODS IN PHYSICAL EDUCATION

Abstract

Objective: To compare the effectiveness of traditional (in-person) and modern (technology-integrated, e-learning) teaching methods in university Physical Education (PE).

Methods: A 12-week study was conducted on 120 students (60 males, 60 females) divided into two equal groups: Group 1 (Traditional: direct field instruction) and Group 2 (Modern: integrated with e-learning, videos, VR). Physical (1,500m run, hand strength, flexibility, BMI) and mental (motivation, satisfaction, stress) indicators were analyzed using T-tests ($p < 0.05$).

Results: The modern method group showed significantly greater improvements in both physical and mental outcomes compared to the traditional group.

Keywords:

Physical Education, traditional teaching, e-learning, technology integration, training effectiveness, motivation, physical health, mental well-being.

I. INTRODUCTION

1.1. Background & Objectives

Traditional in-person instruction has long been the standard in Physical Education (PE). However, the rise of digital technology (e-learning, VR, digital tools) now allows for personalized, precisely tracked training. This 12-week study aims to compare the effectiveness of traditional and modern technology-integrated PE methods on university students' physical outcomes (1,500m run, hand strength, flexibility, BMI) and mental well-being (motivation, satisfaction, stress).

1.2. Research Questions

Which teaching method yields better improvements in students' physical performance?

Which method has a more positive impact on students' mental state and learning motivation?

II. METHODOLOGY

2.1. Participants

A total of 120 university students (60 males, 60 females) were divided equally into two groups ($n = 60$ each, 30 males/30 females):

Traditional Group: Attended in-person, field-based PE lessons.

Modern Group: Learned via e-learning platforms with digital tools (videos, VR, tracking apps).

2.2. Procedure & Data Collection

The 12-week study was conducted in three phases:

Phase 1 (Week 0 - Baseline): Pre-intervention assessment of all indicators.

Phase 2 (Weeks 1-12): Implemented the respective teaching methods.

Phase 3 (Week 12 - Post-test): Re-assessed all indicators to evaluate changes.

Variables	Indicators & Measurement Tools
Physical	1,500m run (sec), Hand strength (kg, dynamometer), Flexibility (cm, sit-and-reach), BMI (kg/m^2).
Mental	Learning motivation, Satisfaction, Stress levels (all measured via a 1–5 Likert scale questionnaire).

2.3. Statistical Analysis

Data were analyzed using SPSS software. Paired and Independent T-tests were applied to compare pre- and post-intervention changes between the two groups, with a significance level of $p < 0.05$.

III. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Physical Training Effectiveness

Table 1

Comparison of Physical Indicators (Pre vs. Post 12 Weeks)

Indicators	Traditional (W0)	Traditional (W12)	Modern (W0)	Modern (W12)
1,500m Run (s)	420 $\pm$ 20	390 $\pm$ 18	415 $\pm$ 22	370 $\pm$ 15
Hand Strength (kg)	32.0 $\pm$ 2.5	35.0 $\pm$ 2.3	33.0 $\pm$ 2.7	37.0 $\pm$ 2.5
Flexibility (cm)	25.0 $\pm$ 3.0	29.0 $\pm$ 2.8	26.0 $\pm$ 3.2	32.0 $\pm$ 3.0
BMI (kg/m^2)	22.7 $\pm$ 1.2	22.5 $\pm$ 1.1	22.8 $\pm$ 1.3	22.2 $\pm$ 1.0

Analysis: While both groups showed significant physical improvements post-intervention ($p < 0.05$), the Modern Group demonstrated superior progress. Specifically, their 1,500m run time decreased by 45s (vs. 30s in the Traditional Group), hand strength increased by 4kg (vs. 3kg), and flexibility improved by 6cm (vs. 4cm). The Modern Group's greater BMI reduction also indicates a more effective balance between training and lifestyle management.

3.2. Mental Well-being and Learning Motivation

Table 2

Comparison of Mental Indicators (Pre vs. Post 12 Weeks)

Indicators	Traditional (W0)	Traditional (W12)	Modern (W0)	Modern (W12)
Learning Motivation (1–5)	3.8 $\pm$ 0.4	4.0 $\pm$ 0.3	4.0 $\pm$ 0.5	4.6 $\pm$ 0.4
Satisfaction Level (1–5)	3.5 $\pm$ 0.5	3.8 $\pm$ 0.4	3.7 $\pm$ 0.4	4.5 $\pm$ 0.3
Stress Level (1–5) *	3.2 $\pm$ 0.4	3.0 $\pm$ 0.3	3.3 $\pm$ 0.5	2.8 $\pm$ 0.3

*Note: Lower stress scores indicate positive improvement.

Analysis: The Modern Group showed substantial psychological improvements compared to the Traditional Group: motivation rose sharply to 4.6 (vs. 4.0), satisfaction reached 4.5 (vs. 3.8), and stress decreased significantly to 2.8 (vs. 3.0). This indicates that the modern technology-integrated approach creates a more engaging environment, boosting motivation and reducing academic stress effectively.

Motivation [Traditional]  4.0
 [Modern]  4.6

Satisfaction [Traditional]  3.8
 [Modern]  4.5

Stress * [Traditional]  3.0
 [Modern]  2.8 (Lower is better)

Figure 1 – Post-Intervention (W12) Mental Score Comparison

IV. DISCUSSION

4.1. Physical Indicators

While both methods improved physical outcomes, the Modern Group achieved superior results. The 45s reduction in the 1,500m run (vs. 30s in the Traditional Group) suggests that digital tracking helps students optimize their pacing strategies. Similarly, greater gains in hand strength (+4kg vs. +3kg) and flexibility (+6cm vs. +4cm) demonstrate the efficacy of personalized workouts and detailed digital guidance. Better BMI management further underscores the value of data-driven training.

4.2. Mental Well-being

The modern approach also yielded stronger psychological benefits. It led to higher concentration gains (+11 points vs. +7 points) and greater stress reduction (-1.7 points vs. -1.5 points), likely due to the flexibility and variety of e-learning resources. Consequently, overall program satisfaction was significantly higher in the Modern Group (8.0 vs. 7.5), indicating enhanced student engagement.

4.3. General Evaluation

Traditional PE instruction remains effective but lacks personalization. Conversely, the modern method leverages technology to foster autonomy, track individual progress, and enhance both physical and mental health. These findings highlight the need to integrate digital tools into university PE curricula. Future research should examine the long-term sustainability of student motivation via modern methods.

V. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

5.1. Conclusion

The modern technology-integrated PE method outperforms the traditional approach in improving both physical and mental outcomes for university students.

Students utilizing modern methods showed greater gains in physical tests, higher learning motivation, and enhanced satisfaction while experiencing lower stress levels.

5.2. Recommendations

For Universities: Invest in digital PE infrastructure and adopt a hybrid teaching model that combines traditional and modern methods.

For Lecturers: Enhance digital literacy skills to effectively implement technology-driven and personalized training.

For Researchers: Expand sample sizes and control external variables to evaluate the long-term impacts of digital PE methods.

References:

1. Duong, N. C., Tran, D. D., & Ta, H. H. (2004). Sports Measurement. Sports Publishing House.
2. Nguyen, V. P. (2022). Factors influencing student interest in physical education classes.
3. Tran, V. M. (2015). Research and innovation in physical education teaching methodologies.
4. Nguyen, T. L. (2016). Textbook on Theories and Methodologies of Physical Education.
5. Nguyen, N. H. (2018). Application of technology and the TPACK model in teaching.
6. Tran, V. M. (2021). Research and innovation in physical education teaching methodologies for students at Ha Tinh University.
7. Nguyen, T. H. (2020). Key issues in innovating physical education teaching methods.

©Do Thi Lien Phuong, 2026

Hoang Hong Gam
Academy of Finance.

THE REGULATIONS ON PHYSICAL FITNESS TESTS FOR STUDENTS ISSUED BY THE MINISTRY OF EDUCATION AND TRAINING ARE APPLIED SPECIFICALLY TO STUDENTS OF THE ACADEMY OF FINANCE

Summary

Based on the practical experience of teaching Physical Education subjects in schools and the requirements of the Ministry of Education and Training regarding regulations on physical fitness tests, the Academy of Finance has applied these tests to assess the physical fitness of its students both upon entry and exit.

Keywords:

physical fitness test for students.

1. PROBLEM STATEMENT

The physical education program at the Academy of Finance faces severe resource constraints, including inadequate teaching facilities and poor learning conditions. Additionally, student fitness assessment is largely neglected by both the institution and its faculty. Current academic research at the school relies on evaluation tests that fail to comply with official standards, ignoring the mandatory fitness assessment criteria clearly regulated by the Ministry of Education and Training in Decision No. 53/2008/QĐ-BGDĐT (issued September 18, 2008). The standardized tests required by this decree include:

2. CONTENT OF THE TEST REGULATIONS

The six mandatory physical fitness tests and their protocols are conducted as follows: **30m Sprint (s)** measures speed by sprinting 30 meters from a standing start; **Standing Long Jump (cm)** measures explosive leg power by jumping forward with both feet from a take-off line; **Dominant Hand Grip Strength (kg)** measures upper-body strength by squeezing a dynamometer with maximum force; **30-Second Sit-Ups (reps)** measures abdominal endurance by performing maximum full sit-ups from a supine, knees-bent position within 30 seconds; **5-Minute Run (m)** measures cardiovascular endurance by covering the maximum possible distance at a self-selected pace; and **4x10m Shuttle Run (s)** measures agility by sprinting back and forth four times between two lines spaced 10 meters apart.

2.1. 30m sprint (*Assessment of speed*), Unit of measurement – Seconds

- 30m Sprint Protocol

- **Equipment:** Casio PC940 digital stopwatch (0.01s accuracy), flags, and a flat running track.
- **Preparation:** Participants must wear running shoes or go barefoot. Upon the "take your positions" command, they stand behind the starting line in a comfortable, relaxed split-stance with the center of gravity slightly shifted forward.
- **Execution & Result:** Upon the command "Ready – run," the participant sprints at maximum velocity past the finish line. The timer starts at the signal and stops when the runner's torso crosses the finish line, following standard athletics rules. The test is performed once, and the time is recorded in seconds.

2.2. Lying on your back, do sit-ups for 30 seconds (*Strength assessment*), Unit of measurement – number of repetitions.

- **Equipment:** Rubber mats, benches, or grass.
- **Preparation:** The participant sits on a clean, flat surface with knees bent at a 90° angle, feet flat, and fingers interlaced behind the head with elbows touching the thighs. An assistant sits facing them, holding their lower legs to keep the feet firmly on the floor.

• **Execution & Result:** On command, the participant lowers their back until both shoulder blades touch the floor, then immediately sits up until both elbows touch their thighs. Each complete cycle counts as one repetition. The test is performed once, and the total number of correct repetitions completed within 30 seconds is recorded.

2.3. Standing long jump (*Strength assessment*), Unit of measurement (cm).

• **Equipment:** A 1x3m shock-absorbing rubber mat secured with a 3m alloy measuring ruler on a flat surface, with the zero mark aligned precisely with the drawn starting line.

• **Preparation & Execution:** The participant stands with feet naturally split for stability and toes just behind the starting line. To execute, they swing their arms up, lower their center of gravity, bend the torso, and swing the arms back; they then drive their feet into the ground to jump forward as far as possible, swinging both arms forcefully forward and landing simultaneously on both feet.

• **Result:** The distance is measured in centimeters from the starting line to the back of the closest heel print. The participant completes two attempts, and the longest distance is recorded.

2.4. Dominant Hand Grip Strength (*Strength Assessment*) Unit of measurement: kg

- Required equipment: Force meter

- Technical requirements for the exercise: The person being tested stands with feet shoulder-width apart, holding the dynamometer in their dominant hand with their palm facing inward. There should be no jerky squeezing or other assisting movements. Perform the exercise twice, resting 15 seconds between repetitions.

- How to calculate the score: Take the highest result, accurate to 0.1kg.

2.5. Run for 5 minutes (*Assessment of endurance*), Unit of measurement: meters

A Casio PC 940 electronic stopwatch (Japan), a track at least 52m long and 2m wide, with at least 1m of space between each end marked for turning. A center line marker is placed between the two ends of the track for turning. Along the 50m section, 5m intervals are marked to determine the fractional distance (5m $\pm$) remaining after the running time expires. Measuring equipment includes a stopwatch, numbered wristbands, and tickets corresponding to each number.

All actions of the inspector and the test subject are similar to "shuttle running" when the command "run" is given. The test subject runs in the running area, covering a distance of 50m, then circles (to the left) around the reference object, repeating this process within a time limit of 5 minutes.

- Result: Perform the task once and determine the achievement (measured in meters).

2.6. Shuttle race 4x10m (*Assessment of agility and dexterity*), Unit of measurement - seconds

- Equipment: The track measures 10 x 1.2 m per lane, with markers at the four corners for turning around. The track must be flat and non-slippery. For safety, there must be at least 2 m of open space at both ends of the track. Equipment includes a stopwatch, signal flags, and marker posts.

- Method of implementation:

+ Execution and Completion: The subject of the investigation follows the command "on position - ready - run," similar to the procedure demonstrated in a 30m high-start run. Upon reaching the 10m line, as soon as one foot touches the line, they quickly turn 180 degrees to run back to the starting line, and after the foot touches the starting line, they turn back again. This is repeated until the end of the distance, a total of four 10m turns. The direction of the turn, left or right, depends on individual habit.

- Result: Perform the task once and determine the performance (in seconds).

3. CONCLUSION

The physical fitness assessment tests for students, as stipulated by the Ministry of Education and Training (issued with Decision No. 53/2008/QĐ-GĐĐT dated September 18, 2008, by the Minister of Education and Training), have been applied by universities, but have not been thoroughly implemented at

the Academy of Finance. Therefore, I am writing this report hoping that the school and its teachers will adopt them.

This decision also requires schools to have a specific plan for testing, evaluating, and classifying the physical fitness of students annually, to arrange a reasonable time for organizing the tests, to record and keep a record of the results of the physical fitness assessment and classification of each student, and to compile and report the results to the direct management agency periodically every year.

References:

1. Le Van Lam, Pham Trong Thanh, Physical Education in some countries in the world, Sports Publishing House, Hanoi 2000.
2. Lenin, Volume 6, Russian language.
3. Luu Quang Hiep, Pham Thi Uyen, Physiology of Sports, Sports Publishing House, Hanoi 4. Marx and Engels, anthology 23, Russian language
5. Nabatnikova. M.Ia (1985), "Relationship between comprehensive physical preparation level and sports performance of young athletes", Scientific and technical information of sport.
6. Resolution of the Fourth Conference of the Central Committee of the Party, term VII - Renovation of education and training work, March 1993.

© Hoang Hong Gam, 2026

Le Viet Tuan

Ha Noi University of Mining and Geology

SELECT SOME SUPPLEMENTARY EXERCISES TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF PERFORMING THE FRONT HAND LOW SERVE TECHNIQUE FOR STUDENTS OF THE UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY

Summary

Using conventional scientific research methods, the author has presented the following articles. This supplementary training aims to improve the effectiveness of overhead passing technique for students at the University of Mining and Geology.

Keywords:

supplementary exercises for students on overhead passing .

I. INTRODUCTION

Volleyball is a globally popular sport requiring a combination of technique, physical fitness, and tactics. Among fundamental skills, the overhead pass is crucial for offensive organization and tactical stability. However, many students at the University of Mining and Geology still struggle with technical errors, hindering their performance and progress. This issue often stems from a lack of proper initial technical grasp and inadequate training methods.

Therefore, this study focuses on identifying the root causes of common mistakes in the overhead pass technique. Based on these findings, we selected and applied specific supplementary exercises to improve technical accuracy and training efficiency for students. This research contributes to innovating teaching methods and enhancing the quality of volleyball training within the university.

II. CONTENT

1. Identify the factors affecting the effectiveness of passing technique.

Theoretical Basis of Overhead Passing Technique

The effectiveness of volleyball techniques, particularly the overhead pass, is determined by four fundamental pillars:

1. **Technical Proficiency:** Mastering biomechanical principles and achieving "automation" in movement are decisive. High technical stability allows players to focus on tactical creativity rather than basic execution.

2. **Psychological Factors:** Success depends on courage, confidence, and decisiveness. Players must be trained to maintain mental stability against objective pressures such as spectators, referees, and high-stakes competition.

3. **Physiological Basis:** Skills are formed through repeated conditioned reflexes. Training must follow a progressive logic—from simple to complex—to establish a firm motor pattern in the cerebral cortex.

4. **Tactical Importance:** Modern volleyball demands versatile passing (front, over-the-head, jumping, or one-handed). A precise overhead pass not only stabilizes the home team's formation but also disrupts the opponent's blocking and defense.

Overhand passing technique using both hands in front.

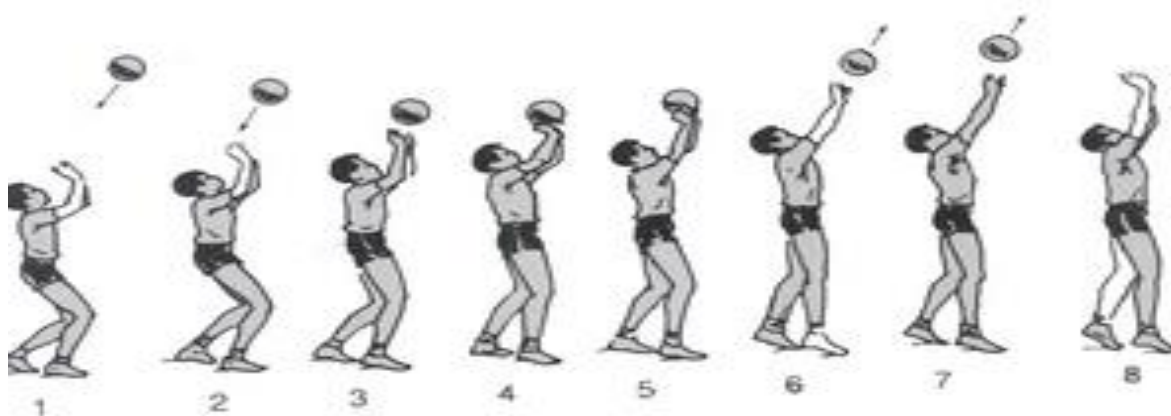


Figure 1 – Overhand pass technique using both hands in front.

Technical Procedure of the Frontal Overhead Pass

- **Preparation:** Feet shoulder-width apart, knees bent, center of gravity lowered and shifted forward.
- **Execution:** Hands form a "pouch" shape, thumbs about 15cm from the forehead. Main contact points are the fingers (especially thumbs, index, and middle fingers). As the ball arrives, coordinate legs, torso, and arms to push the ball upward-forward using wrist and finger power.
- **Follow-through:** Arms extend fully following the ball's trajectory before returning to the ready stance.

2. Stages of Technical Training

- **Initial Phase:** Mastering technical principles and rhythm while eliminating unnecessary muscle tension.
- **Intensive Consolidation:** Refining movement structure, increasing accuracy, and coordinating body parts.
- **Finalization:** Stabilizing skills under competitive conditions and adapting to individual characteristics.

3. Common Mistakes and Supplementary Exercises

Common Mistakes:

- Inaccurate ball tossing (too high/low/far).

- Incorrect contact point or improper coordination between legs and arms.
- Unstable starting position or rushed execution.

Selected Supplementary Exercises:

1. **Toss and Catch:** Practicing ball control and catching at the correct contact point.
2. **Wall Passing:** Developing wrist strength and rhythm.
3. **Partner Drills:** Passing back and forth to improve spatial awareness.
4. **Distance Variation:** Passing over the net while gradually increasing the distance.

III. Conclusion and Recommendations.

1. Conclusion: For students at the University of Mining and Geology, when first learning the overhead pass technique, correctly identifying the basic weaknesses and the causes affecting the ability to perform that technique is an important basis for finding solutions to improve training effectiveness.

Performing supplementary exercises and technical drills is especially important in helping trainees quickly improve their overhead passing skills in volleyball.

2. Recommendations.

Based on the report's findings, it is suggested that volleyball teachers continue to apply these exercises to new volleyball students to improve learning effectiveness and further confirm the effectiveness of the selected exercises.

References:

1. Nguyen Toan, Pham Danh Ton (2000), Theory and methods of physical education and sports, Sports Publishing House, Hanoi.
2. Nguyen Mau Loan (1998), Teacher Theoretical and methodological aspects of physical education and sports, Education Publishing House.
3. Nguyen Quang (2003), Guide to training and competition in volleyball, Sports Publishing House, Hanoi.
4. Ngo Trung Luong (1995), Teaching Volleyball Techniques, People 's Publishing House.
5. Klesev (1985), Volleyball textbook, Moscow Sports Publishing House.

© Le Viet Tuan, 2026

Nguyen Hong Van,

Hanoi University of Mining and Geology

STRUCTURAL AND SEMANTIC PATTERNS OF COMPOUND VERBS IN CONTEMPORARY ENGLISH: A DESCRIPTIVE CORPUS-INFORMED STUDY

Abstract

This study presents a descriptive and corpus-informed analysis of compound verbs in contemporary English. Drawing on established lexical items documented in major dictionaries and morphological literature, the study examines structural patterns and semantic properties of compound verbs. The analysis proposes a six-category framework based on constituent structure and semantic behavior, including verb–verb, noun–verb, adjective–verb, idiomatic compounds, semantically dual compounds, and verb-forming compounds derived from non-verbal bases. Findings indicate that compound verbs vary significantly in productivity and lexical transparency, with noun–verb compounds emerging as the most productive and semantically

transparent category. The study contributes to morphological theory by highlighting the interaction between compounding, lexicalization, and semantic change.

Keywords:

compound verbs, English morphology, compounding, lexicalization, semantic transparency.

1. Introduction

Compounding is a central process in English word formation, enabling the creation of new lexical items through the combination of existing bases (Bauer, 2003; Plag, 2018). While noun compounds have been extensively studied due to their high productivity, compound verbs remain comparatively underexplored in morphological research despite their relevance to lexical expansion and semantic innovation.

Compound verbs allow speakers to encode complex actions as single lexical units. These forms often arise in specialized domains such as technology, cooking, administration, and media discourse. Over time, many compound verbs undergo lexicalization, resulting in stable entries in the lexicon.

This study aims to provide a systematic description of compound verbs in contemporary English and to address the following research questions:

1. What structural patterns characterize English compound verbs?
2. How do semantic properties vary across different compound verb types?
3. What descriptive classification can account for observed variation?

2. Literature review

Compounding refers to the morphological process of forming new lexical items by combining two or more bases (Katamba, 1993; Lieber, 2009). English compounds may function as nouns, adjectives, or verbs, although verbal compounding is generally less productive due to constraints imposed by argument structure and syntactic compatibility (Plag, 2018).

Previous studies suggest that compound verbs exhibit varying degrees of semantic transparency. Bauer et al. (2013) argue that compounding often involves a continuum from fully compositional meanings to highly lexicalized and idiomatic interpretations. This continuum reflects the interaction between morphology and lexical semantics.

Despite extensive research on compounding in general, relatively few studies have focused specifically on compound verbs as a unified category. This gap motivates a descriptive investigation of their structural and semantic properties.

3. Methodology

This study adopts a qualitative descriptive and corpus-informed approach. The dataset consists of established compound verbs documented in: major English dictionaries (Oxford, Cambridge, Merriam-Webster), morphological reference works, and widely cited linguistic literature.

Items were selected based on the following criteria:

1. Attestation in at least one authoritative lexical resource.
2. Evidence of verbal function in contemporary usage.
3. Exclusion of purely compositional phrases lacking lexicalization.

The data were analyzed according to: morphological structure (constituent categories) and semantic transparency (compositional vs. idiomatic meaning). A six-category classification framework was then developed inductively from the data.

4. Results and discussion

4.1 Verb–Verb Compounds

Verb–verb compounds are relatively rare in English due to structural constraints on verbal combination (Plag, 2018).

Table 1

Verb–Verb Compound Verbs

1	Sleepwalk
2	Stir-fry
3	Spin-dry
4	Blow-dry
5	Test-drive
6	Freeze-dry
7	Jumpstart
8	Crossbreed
9	Crashland

These compounds typically encode integrated or sequential actions that have become lexicalized in specialized domains (e.g., technical or procedural contexts). They exhibit moderate to high semantic transparency but limited productivity.

4.2 Noun–Verb Compounds

Noun–verb compounds represent the most productive category in the dataset. The nominal element typically specifies the object, instrument, or domain of the action (Lieber, 2009).

Table 2

Noun–Verb Compound Verbs

1	Babysit
2	Housesit
3	Househunt
4	Breastfeed
5	Sightsee
6	Skydive
7	Proofread
8	Shoplift
9	Daydream
10	Web-surf

4.3 Adjective–Verb Compounds

Adjective–verb compounds encode manner, degree, or procedural conditions (Bauer et al., 2013).

Table 3

Adjective–Verb Compound Verbs

1	Blindfold
2	Dry-clean
3	Double - check
4	Quick - freeze
5	Cold - press
6	Deep - fry
7	Slow - cook
8	Wide - open
9	Hard-boil
10	Soft-boil

4.4 Idiomatic Compound Verbs

These compounds exhibit non-compositional meanings reflecting lexicalization and idiomaticization (Katamba, 1993).

Table 4

Idiomatic Compound Verbs

1	Coldcall
2	Ghostwrite
3	Brainstorm
4	Troubleshoot
5	Brainwash
6	Pump-prime
7	Head hunt

4.5 Literal–Figurative Dual-Meaning Compounds

These compounds exhibit both compositional and metaphorical meanings depending on context.

Table 5

Literal and Figurative Compound Verbs

	Compound Verb	Literal Meaning	Figurative Meaning
1	backstab	stab in the back	betray someone
2	whitewash	cover with white paint	conceal wrongdoing
3	shortchange	give less change	treat unfairly
4	handpick	pick by hand	select carefully
5	backpedal	pedal backward	retract an opinion
6	kick-start	start a machine	initiate a process
7	soft-pedal	play softly	downplay something
8	Free-fall	Fall freely	decline rapidly

4.6 Non-Verbal Base Verb Formation

This category includes verbs derived from nominal or adjectival bases through conversion.

Table 6

Non-Verbal Base Compound Verbs

1	Fast tract
2	Moonlight
3	Greenlight
4	Snowball
5	Gaslight
6	Headbutt
7	Pinpoint
8	Highlight

5. Conclusion

This study provides a descriptive analysis of English compound verbs based on structural and semantic criteria. The results show that compound verbs are heterogeneous in form and meaning, ranging from fully compositional to highly lexicalized expressions. Noun–verb compounds emerge as the most productive category, while verb–verb compounds remain marginal.

The study highlights the importance of lexicalization and semantic change in shaping compound verb formation in contemporary English. Future research should adopt corpus-based quantitative methods to further investigate frequency and productivity.

References:

1. Bauer, L. (2003). *Introducing linguistic morphology* (2nd ed.). Edinburgh University Press.
2. Bauer, L., Lieber, R., & Plag, I. (2013). *The Oxford reference guide to English morphology*. Oxford University Press.
3. Katamba, F. (1993). *Morphology*. Macmillan.

4. Lieber, R. (2009). Introducing morphology. Cambridge University Press.
5. Plag, I. (2018). Word-formation in English (2nd ed.). Cambridge University Press.

© Nguyen Hong Van, 2026

Nguyen Huy Thong

Ha Noi University of Mining and Geology

Dinh Thi Hang

Hanoi University of Culture

SOLUTIONS FOR DEVELOPING SPEED AND STRENGTH FOR THE BASKETBALL TEAM OF THE UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY

Summary

Using conventional scientific research methods, the author has employed effective solutions to develop speed and strength for the basketball team of the University of Mining and Geology.

Keywords:

solutions for developing speed and strength in students .

I. INTRODUCTION

II. Report Content:

II.1. The role and characteristics of strength training in basketball.

II.1.1. The Role of Strength in Basketball:

Strength and speed are particularly important qualities in basketball. Basketball is a team sport with a high degree of indirect competition, characterized by quick starts, sudden stops, and jumps that create surprise and opportunities for scoring, passing, shooting, etc. Even defensive movements require greater strength. Therefore, it can be said that strength and speed play a crucial role in enabling athletes to perform technical movements effectively in basketball.

As a crucial quality for basketball players, speed and strength enable them to execute tactical plans during training and competition, surprise opponents, and improve their performance.

In summary, speed and strength are among the most important factors in training, competing, and improving basketball performance. Therefore, many renowned basketball experts and coaches prioritize strength training for their athletes.

II.1.2. Characteristics of training strength and speed qualities in basketball:

In basketball training and coaching, when arranging strength and speed exercises for each practice session, attention must be paid to their placement. Strength and speed exercises should only be performed after a thorough and complete warm-up, and in all cases, they should be scheduled after agility and flexibility exercises. The same applies to technique and tactics.

Strength and speed training should be introduced to young players early on, as it is an integral part of comprehensive training. When conducting strength training for young players, the following points should be considered:

- The choice of equipment and training resistance.
- Change your workout equipment regularly.

- Always pay attention to individual treatment.

- The exercises and techniques should be performed appropriately for the individual. Adequate rest and adjustments to the training pace are necessary when the training volume is high.

Never train with maximum weight.

After strength and speed training exercises, it's always necessary to relax and recover.

Explosive power is the highest manifestation of strength. Developing explosive power, in addition to relying on achieving maximum strength, also requires attention to the following characteristics:

- + Based on enhancing the maximum speed and strength of the muscles, thereby improving the ability to complete movements quickly.

To develop explosive power in basketball, training is conducted with varying weight levels. If training with low weight, the critical speed limit develops speed but does not meet the strength requirements. If using heavy weight, speed decreases, and this temporary decrease can only be recovered after stopping heavy training or drastically reducing the weight, which takes 2 to 6 weeks. Therefore, during periods of temporary speed reduction, weightless exercises should be used, or if weights are used, they should be reduced, allowing for the combined training of strength and speed.

- + When developing explosive lower limb strength, it is necessary to combine leg strength training with various jumping exercises. This will create opportunities to convert maximum strength into explosive power.

II.2. Research on selecting some exercises to develop speed and strength for basketball students at the University of Mining and Geology.

To select exercises that develop speed and strength for basketball students at the University of Mining and Geology, we first considered the exercises commonly used in physical training sessions for students, the available facilities at the university, and analyzed relevant documents and observed basketball training sessions in various units to find suitable exercises for developing strength in male basketball students at the University of Mining and Geology.

Based on the research results, we selected 38 exercises, divided into two groups: general strength training exercises and specialized strength training exercises. Specifically:

General strength training exercises: 6 exercises.

Specialized strength training exercises: 6 exercises.

These exercises were developed through interviews with teachers and coaches at universities in Hanoi to find the most suitable exercises for developing strength in basketball students at the Hanoi University of Mining and Geology. The specific interview method is as described in the previous section of this study. We will select exercises that achieve 70% or more of the maximum total score in both interviews.

Exercise 1: Jump high without a run-up.

- Purpose: To develop ankle strength in jumping movements for basketball students.

- Execution: The performer stands in place and jumps continuously at maximum height from the start signal until the stop signal. Perform 3-5 sets, each set lasting 10-15 seconds, with a 15-second rest between sets and active rest periods.

- Requirement: Perform a jump as high as possible and reach with your arms when your body comes to a stop at the highest point.

Exercise 2: Repeated knee raises.

- Purpose: To develop ankle strength in jumping movements.

- Execution: The performer stands in place. Upon receiving the signal, they perform a standing high jump with knee flexion so that at the highest point, the leg is bent at the knee joint and the knee is higher than the waist. Continue until the stop signal is given. Perform 3-5 sets, each set lasting 10-15 seconds, with a 15-second rest between sets.

- Requirement: Perform a jump as high as possible and reach with your arms when your body comes to a stop at the highest point.

Lesson 3: High jump with a run-up.

- Purpose: To increase ankle strength during the running jump.

- Execution: The participant takes a running start (about 3 steps) and jumps as high as possible onto the board. Perform continuously 5-7 times per group, for 3 groups, with a 15-second rest between groups, followed by active rest. Alternatively, the exercise can be performed in a continuous circle with a group of 7-10 people, with natural and active rest periods.

- Requirement: Take a suitable run-up so that you can jump as high as possible, with the board at its highest position. Jump with all your might.

Lesson 4: Standing long jump.

- Purpose: To increase ankle strength during jumping movements.

- Execution: Participants stand at the starting line and perform 5-7 consecutive standing long jumps per group, completing 3 groups. There is a 15-second rest period between groups, followed by active rest. Alternatively, the exercise can be performed in a continuous circle with a group of 7-10 people, with natural and active rest periods.

- Requirements: The performer must squat down to gain momentum in place, aiming for the highest possible jump, without bracing themselves with their hands or falling backward. Jump with all their might.

Exercise 5: Back muscles – Abdominal muscles.

- Purpose: To develop back and abdominal muscle strength for students.

- Execution: One set of exercises is counted as one set of back muscles and one set of abdominal muscles.

+ Abdominal exercises: Two people work together, one performing the exercise and the other assisting. The performer lies on their back with their hips, back, and legs touching the ground, shoulders about 5-10 cm from the ground, head raised above the ground towards the shoulders, and hands behind the neck. The assistant ensures the performer's feet remain in contact with the ground. When the signal to start is given, the performer uses their abdominal strength to lift their entire upper body perpendicular to the ground, then regains control to return to the starting position. Repeat continuously 20-25 times.

+ Back Muscle Exercise: Two people work together, one performing the exercise and the other assisting. The performer lies face down with their legs, thighs, and abdomen touching the ground, chest about 5-10 cm from the ground, head elevated above the ground towards the shoulders, and hands behind the neck. The assistant ensures the performer's legs remain in contact with the ground. When the signal to start is given, the performer uses their back muscle strength to lift their entire upper body as high as possible off the ground, then returns to the starting position. Repeat continuously 20-25 times.

Perform 2-3 sets, resting 15 seconds between sets, and taking active breaks.

Exercise 6: Push-ups (lying face down).

- Purpose: To increase wrist, arm, and overall body strength.

- Execution: The person performs the exercise in a prone position, supporting themselves on their hands so that both arms are straight (without bending the elbows), the distance between the hands equal to the distance between the shoulders, with legs, hips, back, and shoulders on a relatively flat surface. Upon the start signal, immediately lower the body's center of gravity to the lowest point by bending the elbows (so that the body almost touches the ground), then straighten the elbows to return the body to the starting position. Repeat continuously until the prescribed number of repetitions is completed. Perform 3 sets, each set with 15-20 repetitions, resting 30 seconds between sets, and taking active rest.

- Requirements: Throughout the exercise, the legs, hips, back, and shoulders must remain relatively flat. Lower the body's center of gravity to the lowest possible level.

III. Conclusion and Recommendations:

III.1. Conclusion:

Through research, the author has selected 6 strength-building exercises for basketball students at the University of Mining and Geology, including 6 general strength-building exercises and 6 specialized strength-building exercises.

** Specialized strength training exercises:*

- Continuously and quickly toss and catch the ball in various positions (in place, turning around, moving, one-handed tossing and catching, two-handed tossing and catching).
- Hold a ball or a heavy object and perform movements such as raising your arms to chest level, shoulder level, upward and backward, and rotating them.
- Jumping and throwing the ball from different positions .
- Hold the elastic band or pull on an elastic object, swing your arm to hit the ball with the strength of your shoulder.
- Jump and throw the ball over the net into a designated area .
- Pass the ball into the wall while moving.

III.2. Recommendations:

During teaching, learning, and training, selected exercises aimed at developing strength for the basketball team of the University of Mining and Geology should be applied in practice, and their effectiveness should be initially evaluated. Through evaluation, the selected exercises have proven more effective than those commonly used at the University of Mining and Geology.

References:

1. Ministry of Education and Training (2008), Decision No. 53/2008/BGDDT regulating standards for assessing physical fitness of students.
2. Duong Nghiep Chi, Nguyen Danh Thai (2003), Vietnamese physique from 6-20 years old (2001), Sports Publishing House, Hanoi.
3. Luu Quang Hiep, Pham Thi Uyen (1995), Sports Physiology, Sports Publishing House, Hanoi.
4. Le Van Lam, Vu Duc Thu (2000), Current status of physical development of students, students on the threshold of the 21st century, Sports Publishing House, Hanoi.
5. Nguyen Toan, Pham Danh Ton (2000), Theory and methods of physical education and sports, Physical Education and Sports Publishing House, Hanoi.

© Nguyen Huy Thong, Dinh Thi Hang, 2026

Nguyen Huy Thong

Ha Noi University of Mining and Geology

INSTRUCTIONS ON THE RULES OF VOLLEYBALL FOR FEMALE STAFF MINING AND GEOLOGY UNIVERSITY

Summary

Based on the recreational volleyball documents from the General Department of Physical Education and Sports, the author introduces the rules of recreational volleyball for female staff members of the University of Mining and Geology.

Keywords:

Rules of play for women's recreational volleyball for female officials .

PROBLEM STATEMENT

Overview: Soft volleyball is a popular, health-promoting sport that fosters teamwork and resilience. At the University of Mining and Geology, it is highly favored by female students and staff, evidenced by annual tournaments. To address the need for a clearer understanding of the regulations during training and competition, this guide outlines the official rules for all participants.

CONTENT

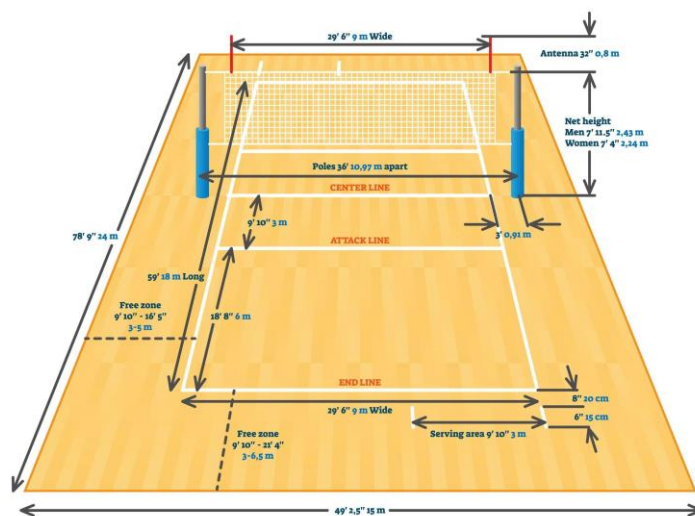
RULES OF VOLLEYBALL

I. Playing fields and equipment.

Article 1. The playing field.

Recreational Volleyball Court Specifications and Zones A recreational volleyball court is a flat, level, uniform, and hazard-free rectangle measuring 12 x 6m, surrounded by a free-play zone at least 2m wide with an unobstructed vertical clearance of 5m. Indoor surfaces must be light-colored, while outdoor courts permit a drainage slope of 5 mm/m; hard materials for lines are prohibited. All boundary lines are 5cm wide, light-colored, and included within the court's dimensions. A center line divides the court into two equal 6 x 6m sections directly under the net. On each side, an attack line is drawn parallel to and 2m from the center line axis to mark the front zone; this line is extended beyond the sidelines by three 15cm dashed lines spaced 20cm apart (105cm total length), and national competitions include a parallel dashed "Coach's Line" 105cm from the sideline. Specific designated areas include: the **Front Area**, extending from the center line to the back edge of the attack line and out to the free zone boundary; the **Serving Area**, a 6m wide zone behind each end line bounded by two 15cm perpendicular lines drawn 20cm behind the end line as extensions of the sidelines; the **Substitution Area**, bounded by the extensions of the two attack lines to the scorer's desk; the **Warm-up Area**, measuring 3 x 3m located at each corner of the free zone; and the **Penalty Zone**, a 1 x 1m area marked by 5cm red lines located behind each team's bench along the extension of the end line.

VOLLEYBALL COURT DIMENSIONS



Article 2. Net and net posts for recreational volleyball matches.

The net is stretched horizontally over the center line, with a standard height of 2.20m for men and 2.00m for women measured at the center of the court; the ends above the sidelines must be equal and may not exceed this height by more than 2cm. Structurally, the net is dark-colored, 7.5–8m long, 1m wide, and woven into 10cm square meshes. It features a 7cm wide white canvas band folded along the top edge (threaded with a tightening cable) and a 5cm wide white band along the bottom edge (threaded with a securing string). Two white **limit bands** (5cm wide, 1m long) are fastened vertically to the net directly above each sideline. An **antenna**—a flexible fiberglass rod 1.8m long and 10mm in diameter—is securely attached to the outer edge of each limit band; it extends 80cm above the top of the net and is painted in alternating 10cm sections of contrasting colors (typically red and white) to define the lateral boundaries of the ball's legal crossing space. The net is supported by two **net posts** positioned 0.5–1.0m outside the sidelines; these posts must be 2.30m high, adjustable, rounded, smooth, and securely anchored to the ground without the use of hazardous supporting cables or dangerous accessories.

Article 3. Regulations concerning inflatable volleyballs.

The ball must be spherical, made of soft rubber, and uniform in color (either yellow or orange-yellow). It must have an inflated circumference of 78–80cm and a total weight of 180–200 grams. For any given match, all balls used must be completely homogenous, meaning they must share identical specifications in terms of circumference, weight, internal pressure, material type, and color.

II. Regulations regarding the number of participants in a recreational volleyball match.**Article 4. The team.**

A team consists of a maximum of 10 athletes, 1 head coach, 1 assistant coach, 1 caregiver, and 1 doctor. The team captain on the field must be clearly indicated in the match report. Only athletes officially registered in the competition record are allowed to enter the field and compete. Once the coach and team captain have signed this official record, no changes to the registered roster are permitted.

Article 5. Leadership of the recreational volleyball team.

The team captain and coach are responsible for the behavior and discipline of the team members.

III. Format of recreational volleyball competition.**Article 6. One point is awarded, one set is won, and one match is won.**

A team scores a **point** when the ball lands on the opponent's court, or when the opponent commits a fault or receives a penalty. If consecutive faults occur, only the first is penalized; if simultaneous faults occur by both teams, a replay is directed. To **win a set** (except the third), a team must reach 21 points with a minimum 2-point advantage; play continues past 21-21 until a 2-point lead is established. A **match is won** by the team that wins two sets. In the event of a 1-1 tie, a decisive **third set** is played to 15 points (requiring a 2-point lead), and teams switch sides when one reaches 8 points. If a team refuses to play after being summoned, it **forfeits** the match with a loss of 0-2 (0-21 per set).

Article 7. Organizing the match.

Before the match, the first umpire conducts a draw to determine which team has priority to kick off first and which team chooses the court in the first set. If a third set is played, a new draw must be conducted.

IV. Activities related to recreational volleyball competitions.**Article 8. Status of competition.**

8.1. Ball in play: Starts when the umpire whistles to allow the serve and the player contacts the ball.

8.2. Ball out of play: Ends when the referee whistles a fault; any action thereafter is ignored.

Article 9. Ball-playing movements.

Team Play: Each team must stay in their own area (retrieving from outside the free zone is permitted).

9.1. Team Hits: Max 3 hits to return the ball (excluding blocks). **9.1.1. Consecutive Hits:** A player cannot hit the ball twice in a row. **9.1.2. Simultaneous Hits:** Multiple players touching the ball counts as one touch each; concurrent hits by opponents allow 3 more touches (or a replay if in the net). **9.1.3. Assistance:** No using objects/teammates to reach the ball (teammates may only prevent/stop a foul). **9.2. Contact Rules:** Any body part is allowed; the ball must be hit, not caught/thrown. Multiple body contacts are allowed if part of a single action (or during blocking/first team hit). **9.3. Faults:** Four hits, illegal assistance, holding/throwing, or double contact.

Article 10. The ball is in the net.

10.1. The ball goes over the net.

10.1.1. The ball hit into the opponent's court must pass through the space above the net.

10.2. Ball touches the net: When passing over the net, the ball may touch the net.

10.3. The ball is in the net.

10.3.1. A rebound from a ball hitting the net can be returned if the team has not touched the ball more than three times.

10.3.2. If the ball tears the net or pulls the net down, discard that play and play again.

Article 11. The athlete is near the net.

11.1. Above the Net: Blockers may touch the ball beyond the net if they don't obstruct the opponent's attack; hitters may follow through over the net provided contact occurred in their own space. **11.2. Below the Net:** Crossing is allowed if it doesn't obstruct the opponent. Penetrating the opponent's court is permitted if part of the feet/hands remains on or above the center line. Movement into the opponent's free zone is allowed if there is no interference. **11.3. Net Contact:** Touching the net during a playing action is a fault. Contact with posts or external equipment is allowed if it does not affect play. Net movement caused by the ball hitting the net into an opponent is not a fault. **11.4. Net Faults:** Fouls include touching the ball/opponent in their space, hindering play, fully crossing the center line, touching the top tape/antenna during an action, using the net for support, gaining an unfair advantage, or obstructing the opponent.

Conclusion and recommendations.

Through my experience teaching students at the University of Mining and Geology, combined with organizing volleyball tournaments for female staff and students, I have found that soft volleyball is very suitable for female staff and students of the University of Mining and Geology to practice and compete in. Therefore, I propose that the university consider establishing a soft volleyball club for female staff and students and organizing an annual soft volleyball tournament for staff and students of the University of Mining and Geology.

References:

1. Nguyen Toan, Pham Danh Ton (2000), Theory and methods of physical education and sports, Sports Publishing House, Hanoi.
2. Nguyen Mau Loan (1998), Textbook on theory and methods of physical education and sports, Education Publishing House.
3. Nguyen Quang (2003), Guide to training and competition in volleyball, Sports Publishing House, Hanoi.
4. Ngo Trung Luong (1995), Teaching Volleyball Techniques, People 's Publishing House.
5. Klesev (1985), Volleyball textbook, Moscow Sports Publishing House.

© Nguyen Huy Thong, 2026

Nguyen Thi Hong, MSc.

Department of Foundation, Academy of Cryptography Techniques

**BRIDGING CONTINUOUS PRODUCTION AND DISCRETE SECURITY:
A PEDAGOGICAL FRAMEWORK GROUNDED IN LOGARITHMIC ISOMORPHISM****Abstract**

This paper proposes an innovative pedagogical framework for teaching advanced mathematics at the Academy of Cryptography Techniques to address the cognitive fragmentation between continuous calculus and discrete algebra. Grounded in Realistic Mathematics Education (RME), the study examines the phenomenon of structural convergence by deciphering the mathematical isomorphism between two classical models: the Cobb-Douglas production function (operating in the continuous space $\mathbb{R}^+$) and the Diffie-Hellman key exchange protocol (operating in the discrete space $\mathbb{Z}^*$). The structural analysis reveals that the logarithmic transformation functions as a dual-natured mechanism — linearizing continuous economic hyperplanes for predictable forecasting while obfuscating discrete lattice trajectories for cryptographic security. The proposed dual-stage pedagogical module not only optimizes students' cognitive architectures based on Schema Theory and Metaphorical Thinking but also fosters interdisciplinary intuition, enhancing algorithmic reasoning and long-term knowledge retention for cryptography students in the digital era.

Keywords:

Interdisciplinary mathematics pedagogy; Structural convergence; Cobb-Douglas function; Diffie-Hellman protocol; Logarithmic isomorphism; Realistic Mathematics Education (RME).

1 Introduction**1.1 Cognitive Fragmentation in Undergraduate Mathematics Education**

At the Academy of Cryptography Techniques, foundational mathematics serves not only as an academic cornerstone but also as the core language for students to access advanced specialized disciplines such as Information Security, Cryptographic Engineering, and Information Technology. However, within the current curriculum, mathematical knowledge is often compartmentalized mechanically. Students typically approach multivariable calculus with continuous variables over the real space ($\mathbb{R}^+$) as a pure tool for optimization or signal processing, while learning abstract algebra and discrete number theory over modular integer spaces ($\mathbb{Z}^*$) exclusively to serve cryptographic algorithms.

This traditional separation inadvertently creates a significant cognitive barrier for learners. Cryptography students tend to view continuous calculus and discrete algebra as two isolated worlds. The absence of an underlying structural link makes it difficult for learners to fluidly transfer their functional intuition into the fractured configurations of large integer spaces. Consequently, this leads to the rote memorization of cryptographic protocols without a profound understanding of the spatial transformations embedded beneath.

1.2 The Theoretical Framework of “Structural Convergence”

To address this fragmentation and enhance professional orientation within foundational mathematics lectures, this study proposes a pedagogical framework grounded in the phenomenon of *Structural Convergence*. This unique occurrence takes place when an empirical continuous economic model and a discrete cryptographic algorithm, despite originating from entirely distinct objectives, intrinsically converge toward the same core multiplicative exponential structure.

In accordance with the philosophy of Realistic Mathematics Education (RME), advanced mathematics

at the Academy of Cryptography Techniques should be taught by adopting structural isomorphism as the conceptual backbone. Instead of forcing students to memorize cryptographic formulas in isolation, this model establishes a robust cognitive bridge. It enables learners to recognize that the structure of a modern cryptosystem is practically a perfect structural shift and inheritance of multivariable functional laws from the continuous physical world, thereby dismantling the conventional “silo mentality.”

1.3 Research Objectives and Scope

This study confines its scope to a rigorous analysis of the *Structural Isomorphism* between two iconic models representing polar opposites of mathematical spaces: the Cobb-Douglas production function (operating in the continuous real domain) and the Diffie-Hellman key exchange protocol (operating in the discrete domain of public-key cryptography).

By demonstrating how the logarithmic transformation flattens the multiplicative exponential architecture of both models — through natural logarithms for econometric regression on one hand, and discrete logarithms acting as a secure one-way trapdoor function on the other — this paper outlines an integrated pedagogical module tailored specifically for cryptography students. The ultimate goal is to assist learners in building a unified cognitive schema, utilizing the intuitive visualization of continuous spaces to decode the abstract algebraic essence of discrete domains, thus elevating the efficacy of applied mathematics instruction at the Academy.

2 Epistemological Evolution

2.1 The Cobb-Douglas Model (Continuous Space — Macroeconomics)

The historical period of 1927–1928 marked a critical turning point in empirical economics when economist Paul Douglas and mathematician Charles Cobb collaborated to decipher the growth laws of the American economy. Prior to this milestone, economic models relied predominantly on purely additive linear reasoning, which assumed that input resources impacted aggregate output independently of one another.

Recognizing the fallacy of this assumption when contrasted with empirical data, Cobb and Douglas shifted the model toward a multiplicative exponential framework. This transition was not merely a change in arithmetic operations but an epistemological revolution: multiplication captured the organic interaction and mutual amplification between Capital (K) and Labor (L). The newly established model accurately reflected core macroeconomic concepts such as the elasticity of substitution and returns to scale, laying a resilient mathematical foundation for modern growth theories within the continuous real domain ($\mathbb{R}^+$).

2.2 The Diffie-Hellman Model (Discrete Space — Public-Key Cryptography)

Nearly half a century later, in 1976, another historical breakthrough took place within the discrete domain ($\mathbb{Z}^*$), establishing the bedrock of global cybersecurity: the invention of the Diffie-Hellman key exchange protocol by Whitfield Diffie and Martin Hellman. Before 1976, the cryptographic world was bottlenecked by the symmetric key distribution paradox

— both parties were forced to meet physically or utilize an absolute secure channel to share a secret key prior to any communication.

Diffie and Hellman resolved this paradox by exploiting the algebraic properties of modular exponentiation within finite fields to engineer a one-way function, also known as a trapdoor function. The epistemological paradigm shifted from “attempting to keep the algorithm secret” to “making the algorithm public while keeping the exponents secret.” Calculating forward ($gx \pmod p$) is computationally trivial, whereas computing backward to discover the secret exponent given the result constitutes the discrete logarithm problem, which remains intractable in polynomial time. The convergence of structural thought manifests as this non-linear multiplicative exponential structure yields a perfect homomorphic property,

allowing two unacquainted entities to securely establish a shared secret key over an openly monitored channel.

3 Mathematical Parallelism and Multiplicative Structural Isomorphism

3.1 The Philosophy of Multiplicative Exponential Operations (Q)

In the modeling of complex systems, additive summation (Σ) typically represents linear, discrete, and independent frameworks where the collective entity is merely the sum of its constituent parts. Conversely, the multiplicative exponential architecture (Q) signifies a qualitative leap in systems thinking. Real-world entities — whether macroeconomic productive inputs or logical primitives within a digital space — rarely operate in isolation; they interact, amplify, and complement one another.

The philosophy underlying multiplicative exponential dynamics reflects the principle that a system's efficiency or state does not scale via arithmetic progression, but rather compounding based on the simultaneous orchestration of independent variables. In economics, the marginal productivity of an additional unit of capital is bound directly to the existing pool of labor. In cryptography, cascading layers of exponentiation do not accumulate complexity additively; instead, they scale the state space exponentially, inducing sufficient non-linear chaos to thwart linear cryptanalysis attempts.

3.2 Direct Mapping of System Dynamics

The structural convergence between the Cobb-Douglas production function and the Diffie-Hellman protocol extends beyond formal superficial resemblance, manifesting as a direct one-to-one (1 – 1) mapping between core system dynamics components:

1. **System Output (Output Flow):** The aggregate output of the entire economy (Y) maps directly to the final established shared secret key (K). Both represent the ultimate objective, acting as the centralized flow of energy or information toward which the system is directed.

2. **Intrinsic Efficiency Coefficient:** Total Factor Productivity (A) represents the technological baseline, serving as the forward-propelling engine for the entire economy. This attribute corresponds directly to the Generator / Base (g) of the cyclic group in the cryptosystem. The base g acts as the foundational architecture that governs the exact translation trajectory of the entire public key space.

3. **Input Vectors:** Empirical productive inputs, namely Labor (L) and Capital (K), are mapped directly to the individual private secret exponents (a for Alice and b for Bob). In economics, exponents dictate the output elasticity; in cryptography, exponents function as the supreme private parameters orchestrating the entire modular transformation process.

3.3 The Principle of Zero-Entry Collapse

A rigorous mathematical testament to this structural parallelism is the behavior of the respective functions at the boundaries of their domains, specifically defined as the *Principle of Zero-Entry Collapse*. Consider the limit as one of the independent input variables approaches 0:

$$\lim_{x_i \rightarrow 0^+} f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = 0 \quad (1)$$

For the Cobb-Douglas production function $Y = A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta$, if either the labor or capital input is entirely depleted ($\lim_{L \rightarrow 0^+} Y = 0$ or $\lim_{K \rightarrow 0^+} Y = 0$), the aggregate production instantly freezes, regardless of how massive the remaining factor might be. This reflects the rigid, organic interdependence of macroeconomic components.

Within the Diffie-Hellman cryptosystem, this principle translates into a degenerate structural state. If one of the secret inputs equals 0 (or converges to the identity element of the underlying group), the

corresponding public key collapses to the base element ($g_0 = 1$). Consequently, the equation generating the shared secret key loses all non-linear pseudorandomness and algorithmic complexity:

$$K \equiv (g_0)b \equiv 1 \pmod{p} \quad (2)$$

This cancellation of inputs completely collapses the security perimeter, reducing the cryptosystem to a trivial null structure and exposing the information channel to attackers. This principle serves as an impactful, intuitive pedagogical tool, ensuring that students at the Academy of Cryptography Techniques perceive that the integrity and security of a system depend absolutely on multivariate constraints; the degradation or exposure of a single component compromises the entire architectural totality.

4 The Logarithmic Mirror: Flattening the Continuous Domain versus Obfuscating the Discrete Domain

4.1 Linearization within the Continuous Real Space ($\mathbb{R}^+$)

Within the continuous real domain ($\mathbb{R}^+$), the inherent non-linearity of the Cobb-Douglas production function manifests as a complex multivariable surface, posing substantial barriers to direct quantitative analysis. To overcome this obstacle, the natural logarithmic transformation ($\ln$) is applied as a fundamental mathematical tool. By executing the operator $\ln$ on both sides of the Cobb-Douglas equation, the original multiplicative architecture is completely restructured:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K \quad (3)$$

This transformation operates effectively as a geometric "flattening" mechanism, mapping a non-linear curved surface into a linear hyperplane within the logarithmic domain. The core pedagogical value of this maneuver is to demonstrate to students how mathematics simplifies an intricate system: the enigmatic exponents (α, β) representing output elasticities are brought down to serve as linear coefficients of a planar equation. This linearized framework is a prerequisite for utilizing Ordinary Least Squares (OLS) regression algorithms in econometrics, thereby allowing researchers to estimate parameters, perform sensitivity analysis on resources, and accurately forecast macroeconomic growth trends.

4.2 Group Homomorphism within the Discrete Integer Space ($\mathbb{Z}^*$)

Shifting the focus to the discrete integer space ($\mathbb{Z}^*$), mathematics no longer operates on the smooth, continuous ^pcurves of the real number system, but instead ^pjumps across isolated coordinate points within a geometric lattice configuration of a finite field. The primary objective of this discretization in cryptography is to strip away an adversary's most potent cryptanalytic tool: continuous calculus and differential derivatives. Within a finite field, the traditional concept of a derivative to locate gradients or directional slopes is entirely neutralized.

Nevertheless, the core algebraic integrity is preserved intact through the mathematical properties of the *Discrete Logarithm Problem* (dlog). The dlog operation functions as a strict group homomorphism, mapping elements from a multiplicative group of a finite field to an additive group of exponents under a modular ring:

$$\text{dlog}_g(y_1 \cdot y_2) \equiv \text{dlog}_g(y_1) + \text{dlog}_g(y_2) \pmod{p-1} \quad (4)$$

For students at the Academy of Cryptography Techniques, this is an exceptionally profound theoretical link. The discrete logarithmic transformation behaves structurally in perfect alignment with continuous logarithms, converting the multiplication of public keys into the addition of private secret exponents. The pivotal difference lies in the algorithmic complexity: computing forward (modular exponentiation) is a predictable trajectory in terms of computational cost, whereas computing backward (dlog) is a quasi-exponential problem, serving as a bulletproof firewall that protects the entire Diffie-Hellman protocol.

4.3 The Philosophical Antithesis: Forecasting vs. Obfuscation

This section establishes an elegant philosophical asymmetry between the two domains, providing learners with an invaluable lens for systems thinking:

• **Economists utilize Logarithmic Spaces to expose underlying laws:** In the continuous domain, logarithms are leveraged as a smoothing lens to condense extreme fluctuations into a flattened linear baseline. The ultimate objective is to render the system *transparent, observable, quantifiable, and predictable* so that future behaviors can be anticipated to regulate the economy.

• **Cryptographers utilize Discrete Logarithmic Spaces to conceal structures:** In the discrete domain, modular exponentiation deliberately shatters intuitive geometric progression. The graph of the function $y = gx \pmod{p}$ yields neither a straight line nor a gentle curve, but rather a pseudorandom scatter plot of uncorrelated coordinates. The ultimate objective here is completely reversed: to render the system *inherently unpredictable*, transforming a coherent logical framework into an impenetrable black box against cryptanalytic algorithms, thereby safeguarding the vital infrastructure of information security.

5 Pedagogical Framework and Instructional Model Innovation

5.1 Design of a Integrated Dual-Stage Learning Module

To operationalize the theory of structural convergence within lectures at the Academy of Cryptography Techniques, this study proposes an integrated teaching progression comprising two sequential stages corresponding to the two mathematical domains:

a) **stage 1 — Visualization of the Continuous Domain ($\mathbb{R}^+$):** The instructional session initiates with an empirical macroeconomics context. Students are provided with a raw dataset comprising capital, labor, and aggregate output of an economy. The learners' task is to implement a concise script (utilizing Python with the NumPy/SciPy libraries or Excel) to apply the natural logarithmic operator ($\ln$), flattening the non-linear data into a linear form. From this resulting hyperplane, students execute an Ordinary Least Squares (OLS) regression algorithm to calculate the precise output elasticities, α and β . This stage enables learners to master differential calculus tools, achieving a profound comprehension of the physical meaning of partial derivatives and multivariate function sensitivity.

b) **stage 2 — Discretization into the Secure Domain ($\mathbb{Z}^*$):** Immediately after students have formed a robust intuition regarding exponential multiplication and log-arithmetic "flattening," the instructor facilitates an epistemological leap. The entirety of that multiplicative structure is transposed into a large-integer modular finite field. Students repurpose the exponential multiplication algorithm, but under modular congruence remainders, to program the Diffie-Hellman key exchange handshake protocol. This direct juxtaposition enables students to instantaneously recognize that the core mathematical mechanism remains unchanged; only the operational space has been shifted to accommodate security objectives.

5.2 Schema Theory

From the perspective of educational psychology, *Schema Theory* indicates that new knowledge can only be securely consolidated into long-term memory if it is anchored to a pre-existing cognitive schema within the learner's mind. Traditional instructional methods frequently compel students to memorize disconnected notation and cryptographic protocol transformations as soulless mechanical algorithms, causing knowledge to rapidly decay post-examination.

This innovative pedagogical framework fundamentally resolves this deficiency. By exposing the structural isomorphism between the Cobb-Douglas function and the Diffie-Hellman protocol, the instructor activates and expands a single, unified cognitive schema: *The multiplicative structure and logarithmic mirror schema*. When students approach cryptography, their cognitive faculties do not need to construct a new knowledge partition from scratch; instead, they merely expand the pre-existing multivariable calculus architecture. This interconnectedness optimizes *Knowledge Transfer*, empowering students to grasp the ontological essence of mathematics rather than passively memorizing formulas.

5.3 Development of Metaphorical Thinking

Metaphorical Thinking is a potent cognitive instrument in engineering education, enabling learners to

leverage the intuition of a familiar system to decode a more abstract one. For cryptography students, concepts such as "key space" and "algorithmic complexity against brute-force attacks" are often vague and difficult to quantify using ordinary intuition.

Through this interdisciplinary bridge, the instructor guides students to utilize the intuition of economic returns to scale to perceive the strength of a cryptographic key. Students understand that if in economics, scaling production (altering the exponent) generates a monumental amplification of material output due to its compounding nature, then in cryptography, increasing the key bit-length (increasing the private secret exponent) likewise amplifies the state space exponentially. This amplification shatters any cryptanalytic backward computation attempts, turning the exponent-finding problem into a temporal cost black hole. The development of metaphorical thinking completely dismantles the conventional "silo mentality" — a persistent affliction where engineering students undervalue social sciences and vice versa. Learners come to realize that the laws governing monetary circulation and the laws securing information perimeters are fundamentally pulsating under a unified mathematical frequency.

6 Discussion and Conclusion

6.1 Discussion

Although the structural isomorphism between the two models provides a powerful cognitive framework, practical implementation at the Academy of Cryptography Techniques still encounters specific computational boundaries and cognitive challenges when students transition between environments:

- **The challenge of real-number rounding versus absolute integer precision:** Within the continuous real domain of Excel or MATLAB, functions tolerate rounding errors and utilize floating-point numbers to approximate outcomes. However, when transitioning to the cryptographic domain of Python (pycryptodome), students confront arbitrary-precision integers where a miniscule error in the units place of an exponent completely invalidates the decryption result due to the chaotic properties of modular arithmetic. Instructors must emphasize this boundary so that students do not conflate continuous flattening mechanisms with discrete, fractured configurations.

- **Discrepancies in algorithmic performance:** Students are easily misled by linear thinking, assuming that large-integer exponentiation will demand prohibitive computational overhead. Lectures must point out that while continuous real function evaluation relies on approximating Taylor series, discrete cryptography implements the binary exponentiation algorithm (*Square-and-Multiply*) to optimize execution speed to polynomial time ($O(\log x)$). This comparison offers students a deeper understanding of the interplay between algebraic structures and data structures/algorithms.

6.2 Conclusion

This study reinforces the fundamental nature of the Logarithm: it is neither an isolated operational button on a Casio calculator nor purely a static definition within a calculus textbook. The essence of the Logarithm is a formidable *spatial transformation mechanism* in mathematics — a master key capable of flattening non-linear curved surfaces into linear hyperplanes, or translating algebraic structures from a multiplicative group to an additive group.

The macroeconomic and technical necessity of interdisciplinary mathematics instruction at the Academy of Cryptography Techniques in the digital era is paramount. Integrating interdisciplinary contexts like the Cobb-Douglas production function and the Diffie-Hellman cryptosystem does not merely assist students in accumulating algorithmic engineering competencies; it trains them to look through abstract symbols to see the true nature of physical and technical systems. When the barriers of departmentalized fragmentation are dissolved, learners are equipped with a robust systems-thinking paradigm, ready to confront complex engineering challenges and defend the vital infrastructure of national information security.

References:

1. Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18(1), 139–165.
2. Diffie, W., & Hellman, M. (1976). New Directions in Cryptography. *IEEE Transactions on Information Theory*, 22(6), 644–654.
3. Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*. Kluwer Academic Publishers.
4. Gravemeijer, K. P. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Freudenthal Institute.
5. Katz, J., & Lindell, Y. (2020). *Introduction to Modern Cryptography* (3rd ed.). CRC Press.
6. Stinson, D. R., & Paterson, M. (2018). *Cryptography: Theory and Practice* (4th ed.). CRC Press.

© Nguyen Thi Hong, 2026

Nguyen Thi Thao

Hanoi University of Mining and Geology

**USING CROSSWORD PUZZLES IN TEACHING BRITISH STUDIES
TO ENGLISH-MAJORED STUDENTS**

1. INTRODUCTION

British Studies is regarded as an important component of English language education because it enables students to understand the historical, political, social, and cultural contexts of the United Kingdom. However, British Studies may be perceived as a content-heavy subject that requires memorizing numerous facts, dates, and specialized terms. As a result, students often demonstrate low motivation and experience difficulties in retaining cultural knowledge. In recent years, game-based learning has been increasingly recognized as an effective approach to enhancing student engagement and promoting active learning. Among various educational games, crossword puzzles have attracted attention due to their potential to encourage retrieval practice, reinforce vocabulary, and facilitate collaborative learning. By requiring learners to recall and connect previously learned information, crossword puzzles can transform passive memorization into an interactive learning process. Therefore, this study investigates the rationale for integrating crossword puzzles into British Studies lessons and examines how this approach can be utilized to enhance students' cultural knowledge acquisition and learning motivation.

2. CONTENT**2.1 Literature Review****2.1.1. British Studies in English Language Teaching**

Culture is inseparable from language learning; as Kramsch (1993) and Byram (1997) note, achieving true communicative competence requires both linguistic and intercultural proficiency right from the start. British Studies courses support this by exploring the UK's history, monarchy, institutions, traditions, values, and religions. However, traditional lecture-based teaching often reduces the subject to heavy memorization of facts and dates, causing low student motivation and superficial understanding. To address this, educators must adopt learner-centered approaches that promote interaction, collaboration, and critical thinking, enabling students to actively construct deep cultural knowledge rather than passively receiving information.

2.1.2 Game-Based Learning

Game-based learning effectively promotes active engagement and meaningful learning. Rooted in constructivist theory, which emphasizes that knowledge is actively acquired through experience and interaction, games encourage learners to sustain interest, solve problems, and apply knowledge in meaningful contexts (Wright et al., 2006). In language classrooms, educational games offer numerous benefits: they enhance vocabulary acquisition, improve knowledge retention, and foster a positive learning atmosphere. By introducing competition and enjoyment, games boost student motivation, peer collaboration, and classroom participation. Ultimately, GBL holds immense potential for transforming British Studies lessons into highly engaging, interactive, and effective learning experiences.

2.1.3. Crossword Puzzles in Education

Crossword puzzles are highly effective educational tools that promote active engagement, motivation, and meaningful learning across disciplines, including language education. Rooted in active learning principles, they reinforce previously acquired knowledge, enhance vocabulary retention, and encourage retrieval practice (Franklin, 2003). In culture-oriented courses like British Studies, solving these puzzles helps students solidify form-meaning connections and commit key cultural concepts, historical events, institutions, traditions, and geographical locations to long-term memory. Additionally, crosswords foster collaborative learning; when working in pairs or small groups, students negotiate answers, discuss clues, and justify responses, which sharpens critical thinking, reduces anxiety, and builds confidence. Compared to traditional review methods, research confirms that crossword-based activities significantly boost vocabulary acquisition, increase learner participation, and create a more enjoyable and effective classroom environment.

2.2. Benefits of adopting crossword puzzle in teaching British Studies

Crossword puzzles effectively teach diverse cultural content by targeting four main areas. First, they reinforce **core cultural knowledge** through factual clues about the monarchy, geography, and traditions (e.g., "Buckingham Palace" for the monarch's residence, "House of Commons" for Parliament, and "Edinburgh" for Scotland's capital). Second, they promote **cultural interpretation and awareness** by focusing on British customs and values rather than mere facts, using clues related to daily life (e.g., "Sunday Roast" or "Afternoon Tea"). Third, they strengthen **reading and listening comprehension** when used as post-input activities; for instance, after a video on Bonfire Night, students recall specific details like "Guy Fawkes" or "November." Finally, they improve **spelling and memory of proper nouns**, helping students master difficult and frequently used British terms like "Westminster," "Glastonbury," and "Yorkshire." Ultimately, crosswords serve as an engaging tool that blends factual retrieval with deeper cultural understanding and language accuracy.

2.3. Teaching Procedure

Lessons follow a structured four-stage, learner-centered procedure designed to enhance cultural understanding and engagement. **Stage 1: Cultural Input (20 mins)** introduces content via texts, videos, or short lectures (e.g., watching a video on Bonfire Night origins) while highlighting key vocabulary. **Stage 2: Crossword Activity (15 mins)** requires students to work in pairs/groups to complete a puzzle, reinforcing target terms (e.g., "Guy Fawkes," "fireworks") through active recall and collaboration. **Stage 3: Discussion (10 mins)** allows students to explain answers and discuss clues, enabling peer learning and teacher clarification to move beyond rote memorization. **Stage 4: Reflection (5 mins)** asks students to write a brief response to "One new thing I learned today" to consolidate knowledge and provide insights into engagement.

This strategy is highly effective for abstract or dense topics, as demonstrated by two chapter applications:

- **Chapter 8 (The Government):** Integrated after the topic introduction to prevent guessing, a

crossword puzzle reinforces key political terms (e.g., *Parliament, House of Commons, Cabinet, Chancellor of the Exchequer*). Working in groups fosters collaboration, while a follow-up activity explaining each term's function deepens comprehension of the British political system.

• **Chapter 13 (Religions):** This strategy transforms heavy, abstract content into an interactive review. By targeting essential religious concepts (e.g., *Church of England, Protestantism, archbishop, Anglicanism*), the puzzle promotes factual recall and peer communication. Subsequent discussions encourage students to analyze the significance of these terms and reflect on religious diversity in contemporary British society.

2.4. Considerations for using crossword puzzles in British Studies

To ensure success, teachers must consider several implementation factors. First, content must align with **learning objectives**; terms should be familiar (e.g., *Buckingham Palace*) rather than obscure, and clues should promote cultural context (e.g., describing a *Sunday Roast*) over rote definition. Second, the **difficulty level** must match students' proficiency (B1–B2); it should challenge them without causing frustration. Third, **collaboration** should be prioritized by having students work in pairs or groups to debate answers, followed by a dedicated feedback session where teachers use mistakes to clarify cultural nuances. Finally, crosswords must remain a **supplementary tool**, integrated with readings, videos, and lectures to reinforce broader goals.

Before implementation, teachers should verify their activity against this pedagogical checklist:

- **Alignment:** Does it match the lesson objectives?
- **Prior Knowledge:** Are all answers based on content already taught?
- **Depth:** Do the clues test cultural understanding, not just spelling?
- **Level:** Is the difficulty appropriate for the students' language and cultural level?
- **Interaction:** Will students work collaboratively?
- **Follow-up:** Is there a post-puzzle discussion and feedback session planned?
- **Purpose:** Does the activity actively help students learn culture, rather than merely complete a game?

3. CONCLUSION

This study demonstrates that crossword puzzles serve as a practical, learner-centered, and effective game-based learning tool for English-major students navigating the dense factual and abstract content of British Studies. By shifting away from passive memorization toward collaborative problem-solving, these puzzles actively reinforce key concepts in British history, geography, politics, and traditions. The game-like format creates an enjoyable classroom atmosphere that boosts student motivation and participation. To maximize success, puzzles must be carefully designed to match lesson objectives and language proficiency, serving as a structured reinforcement alongside reading, videos, and lectures. Ultimately, integrating crosswords promotes communication, deepens cultural competence, and fosters an active, meaningful learning experience.

References:

1. Byram, M. (1997). *Teaching and Assessing Intercultural Communicative Competence*. Clevedon: Multilingual Matters.
2. Kramsch, C. (1993). *Context and Culture in Language Teaching*. Oxford: Oxford University Press.
3. O'Driscoll, J. (2003). *Britain - The Country and Its People*. Oxford University Press.
4. Wright, A., Betteridge, D., and Buckby, M. (2006). *Games for Language Learning* (2006). Cambridge University Press

© Nguyen Thi Thao, 2026

Truong Thi Thanh Thuy

Hanoi University of Mining and Geology

SHADOWING TECHNIQUE IN ENHANCING ENGLISH SPEAKING SKILL**Abstract**

Developing fluent speaking competence remains a substantial challenge for learners in English as a Foreign Language (EFL) due to cognitive pressure and psycho-linguistic barriers. This theoretical research report aims to systematically clarify the neuro-cognitive operational mechanisms and psycho-linguistic foundations of the shadowing technique—a continuous cognitive-motor act of immediate vocal mimicry with minimal time lag. Utilizing a theoretical desk-research methodology, the report synthesizes and analyzes prominent international literature, cross-referencing foundational frameworks such as Levelt's speech production model, Baddeley's working memory component (the phonological loop), and Schmidt's noticing hypothesis. The analysis elucidates how shadowing facilitates cognitive automatization of low-level phonetic sub-skills, eliminates the habit of silent mental translation, and fosters active noticing behaviors toward advanced acoustic features. Ultimately, this report establishes a transparent system of scientific arguments, providing a solid prerequisite and orientation for designing action-oriented, localized Modified Shadowing frameworks within higher education institutions.

Keywords:

Shadowing technique, speaking skills, automatization, phonological loop, EFL learners.

1. INTRODUCTION

In the trend of international integration and the robust development of the knowledge economy, English has affirmed its position as a global lingua franca, playing a decisive bridge-building role in cultural, scientific, and technological exchanges. Among the four basic language skills, speaking is considered the most visual and vivid manifestation of practical communicative competence. Language learners often tend to evaluate their proficiency based on their ability to express ideas fluently, naturally, and accurately under real-time pressure.

However, in countries that use English as a Foreign Language (EFL), developing fluent speaking competence remains a major challenge for most learners. The nature of spoken language requires a complex psycho-linguistic process, where learners must simultaneously perform multiple cognitive tasks: retrieving vocabulary, activating syntax, and controlling the physical articulatory apparatus in a split second. The lack of a natural interactive environment combined with the psychological barrier of language anxiety often leads to the habit of "mental translation" from the mother tongue to the target language, breaking fluency and destroying the natural rhythm of speech.

To fundamentally resolve these limitations, applied linguistics researchers have continuously sought cognitive optimization solutions, among which the Shadowing technique has emerged as a groundbreaking active learning method. Unlike the traditional "Listen and Repeat" method, which relies on long-term memory and has a large time lag, Shadowing forces the brain to process in parallel: the auditory system receives the standard audio stream, and the articulatory organs immediately mimic it with a minimal delay measured in milliseconds.

Despite its enormous potential for application, the practice of Shadowing among the current learner community remains spontaneous and lacks a clear orienting theoretical system. Learners often confuse mechanical audio imitation with active language acquisition, leading to unsustainable outcomes. Therefore, constructing a scientific report to comprehensively systematize the theoretical framework and elucidate the

cognitive operational mechanism of Shadowing is an urgent requirement, laying a solid foundation for in-depth empirical studies and pedagogical applications.

This theoretical research report is conducted to systematically and deeply clarify the neuro-cognitive operational mechanism as well as the psycho-linguistic foundation of the Shadowing technique. The paper aims to analyze how Shadowing promotes the automatization of the speech production process, thereby establishing a solid system of scientific arguments to support the innovation of English speaking skill training methods in the EFL environment.

The research object of this report is the cognitive mechanism, supporting theoretical models, and the classification structure of the Shadowing technique in relation to the development of foreign language speaking competence. The research scope of this paper is limited to theoretical research and a literature review based on prestigious scientific works worldwide (from the late 20th century to the present). The analytical focus is placed on working memory models, automatization theory, and standard forms of Shadowing (Phonemic Shadowing and Semantic Shadowing).

The report uses the theoretical research method as its primary approach. The research process includes: collecting, analyzing, cross-referencing, and synthesizing data from scientific articles and monographs by reputable domestic and international scholars in the fields of applied linguistics and second language acquisition (SLA). From there, logical reasoning is applied to link cognitive models to the practical training of pronunciation and fluency.

2. CONTENT

2.1. The Nature of Speaking Skills Under the Lens of Psycholinguistics

2.1.1. Real-time Speech Production Process (Real-time Processing)

In second language acquisition (SLA) theory, the speaking skill is not merely the emission of individual sounds but a highly complex neuro-linguistic process. According to the classic model by Levelt (1989), the speech production process takes place through three rapid, consecutive cognitive stages: conceptualization, formulation, and articulation. In the conceptualization stage, the speaker determines the communicative intention and selects the information to be transmitted within the brain. The formulation stage translates the concept into a linguistic structure. This stage requires the brain to simultaneously retrieve lexical items and activate appropriate syntactic and morphological rules. In the articulation stage, the brain sends control signals to the physical articulatory apparatus (including the lungs, vocal cords, lips, tongue, and jaw) to transform the linguistic codes into sound waves transmitted to the listener's ear.

The core difference between spoken language and written language is its operational characteristic under real-time pressure (online production). The speaker does not have time to edit or plan long-term. This creates a heavy cognitive load on the working memory of foreign language learners, particularly in the EFL environment where vocabulary-sound connections have not been firmly established (Bygate, 1987).

2.1.2. The Relationship Between Fluency and Automatization

To evaluate speaking competence, researchers usually rely on two main axes: accuracy and fluency. According to Skehan (1998), learners in a foreign language environment often face competition for attentional resources between these two axes. When learners dedicate too much attention to controlling grammatical accuracy, fluency drops immediately, manifested through long pauses, prolonged hesitations, or the repetition of a single word.

The solution to achieving true fluency was explained by Segalowitz (2010) through the concept of "cognitive automatization". Human attentional capacity is limited. When low-level sub-skills (such as sound recognition, final sound production, and basic sentence structure) are trained to the point of automatization—meaning they can be executed without consuming conscious thinking energy—the brain releases a large amount of capacity for working memory. This vacant capacity can be fully dedicated by the

speaker to thinking about high-level conceptual content, thereby making the speech flow continuous and fluent.

2.2. The Nature and Classification of the Shadowing Technique

2.2.1. Definition and Origin

The Shadowing technique is defined by Kadota (2019) as a continuous cognitive-motor act in which learners listen to a standard target audio stream and immediately repeat what they hear with an extremely short delay (ranging from 200 to 500 milliseconds) while the target audio source continues to play.

Historically, this technique appeared in the mid-20th century in auditory psychology laboratories, and was subsequently introduced as a core method for training simultaneous interpreters by scholars such as Lambert (1992). Its original purpose was to train the interpreter's brain in parallel information processing (split attention): simultaneously receiving information in the source language and producing speech in the target language without disrupting the flow of thought. Towards the end of the 20th century, language educators recognized the immense value of this mechanism and began transferring it into mass foreign language classrooms.

In essence, it is necessary to distinguish Shadowing from the "Listen and Repeat" method. The "Listen and Repeat" method utilizes long-term memory; the listener waits for the audio segment to end completely, takes a cognitive pause to translate the meaning or arrange the sentence, and then speaks it back. Conversely, Shadowing utilizes short-term memory and operates continuously; the listener speaks almost simultaneously with the audio source, completely breaking the cognitive lag dedicated to silent mental translation, forcing the brain to form a direct speech production reflex through the ear.

2.2.2. Classification of Shadowing Forms According to the Cognitive Process

Based on the level of cognitive involvement and the structure of the learning materials, Hamada (2016) divides Shadowing into two primary forms: Phonemic Shadowing and Semantic Shadowing. When applying Phonemic Shadowing (complete/vague shadowing), learners focus entirely on the physical acoustic characteristics of the heard audio stream (including individual sounds, word stress, intonation, and linking sounds) and mimic it as closely as possible without needing to pay attention to the meaning of the passage. This form focuses maximum effort on training the mechanical articulatory apparatus. For Semantic Shadowing (meaning-oriented shadowing), learners simultaneously mimic the sound while actively activating cognitive zones to comprehend the semantic content of the message being played. This advanced form helps establish a direct connection between acoustic symbols and semantic representations in the brain, helping learners think directly in the target language.

2.3. Cognitive theoretical foundation

The groundbreaking effectiveness of Shadowing in speaking practice is firmly reinforced by two major theoretical models of cognitive psychology:

2.3.1. Baddeley's Working Memory Model and Phonological Loop(2000)

According to Baddeley (2000), Working Memory is responsible for temporarily storing and processing information during complex cognitive tasks. Within this, the Phonological Loop component plays a core role in processing spoken language. This loop consists of two smoothly operating parts: the short-term phonological store (retaining sound traces within a few seconds) and the articulatory rehearsal process (motor articulation to keep sounds from fading away).

When a person performs Shadowing, the audio stream entering the phonological store from the ear is immediately translated into motor commands for the mouth organs to produce speech. This process occurs continuously, forcing the phonological loop to operate at maximum capacity. Repeating this mechanism helps consolidate "sound traces" in the brain, turning unfamiliar acoustic symbols into familiar representations, and creating favorable conditions for sustainably transferring information from short-term

memory into long-term memory.

2.3.2. Schmid's Noticing Hypothesis (1990)

One of the greatest barriers for learners in an EFL environment is that they often listen passively, leading the brain to automatically ignore the advanced phonetic features of native speakers (such as final sounds, sound variations, and elision). According to the Noticing Hypothesis by Schmidt (1990), learners cannot acquire any linguistic element unless they consciously "notice" it.

The Shadowing technique completely solves this problem. Due to the pressure to speak fast enough to catch up with the audio source, learners are forced to concentrate highly to "notice" the smallest details in the model voice: from the way pauses are made between lexical chunks, how sentence stress is applied, to how native speakers drop sounds. This high-frequency conscious attention helps learners fully receive "comprehensible input", thereby naturally transforming it into "comprehensible output".

2.4. Overview of Prominent Empirical Trends

The theoretical system of Shadowing has been verified through numerous large-scale empirical research works around the world, particularly in East Asian countries—where the foreign language teaching and learning environment shares many similarities with Vietnam.

Long-term empirical studies by Hamada (2016, 2018) indicate that persistent Shadowing practice creates a positive two-way impact. It not only increases the mechanical fluency of the jaw but also significantly enhances low-level bottom-up auditory listening comprehension skills. Once learners can shadow at a speed that matches native speakers, their ears will automatically recognize those sound variation phenomena easily during free listening.

The study by Foote and McDonough (2017) confirms that Shadowing strongly impacts the suprasegmental features of learners, such as sentence stress, intonation, and rhythm.

The study by Murphey (2001) proves that Shadowing helps learners acquire natural conversational structures, increase reflex speed, and reduce hesitant pauses during communication.

3. CONCLUSION

Through the comprehensive systematization of the theoretical foundations and psycho-linguistic principles, this theoretical research report affirms that the Shadowing technique is not merely a method of mechanical sound imitation, but a deeply scientific cognitive optimization solution in the path of training English speaking skills. Viewed holistically, the scientific arguments deconstructed in this report lead to three core conclusions:

First, the research resolves the cognitive load. Under the lens of the working memory model (Baddeley, 2000) and automatization theory (Segalowitz, 2010), Shadowing functions as a high-capacity training tool for the phonological loop. By forcing the brain to process auditory input and articulatory motor output in parallel under real-time pressure, this technique helps learners automatize low-level phonetic sub-skills. When producing final sounds, stressing words, or linking sounds no longer consumes conscious thinking energy, the brain releases capacity to focus entirely on conceptual processing, thereby breaking through to natural fluency.

Second, the research establishes active noticing behavior. Based on Schmidt's noticing hypothesis (1990), Shadowing forces learners to shift from a passive listening state to actively "recognizing" the advanced phonetic phenomena of native speakers. This process helps feed the brain with "comprehensible input" and transforms it into fixed lexical chunks in long-term memory, helping learners eradicate the habit of English-Vietnamese mental translation during communication.

Third, the research possesses orienting value for localization practices. Despite its solid theoretical foundation, the practical application of standard Shadowing requires a scientific stratification according to learners' proficiency. For countries in an EFL context like Vietnam, where learners possess monosyllabic and

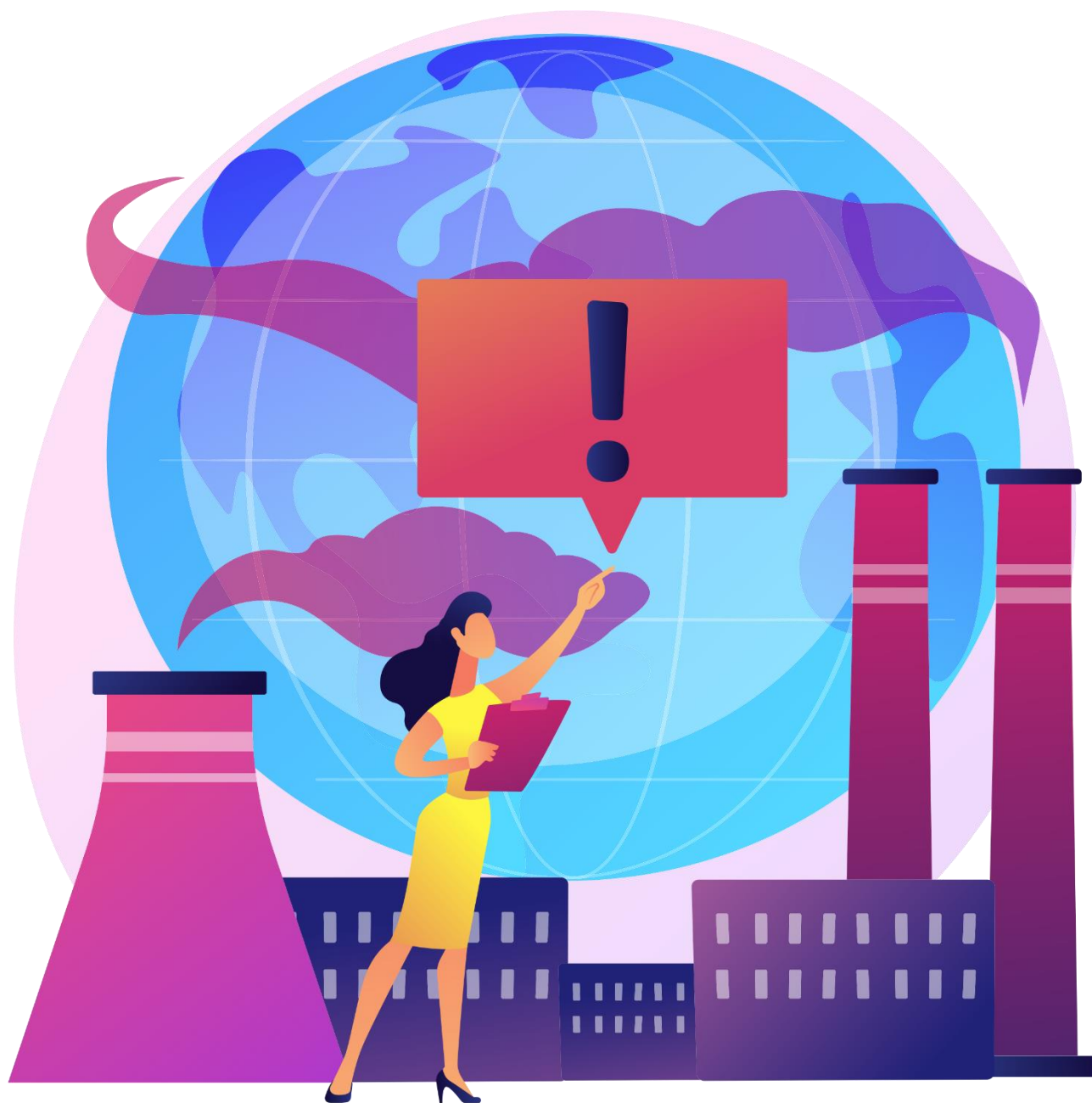
heavily tonal language habits, barriers regarding physical sound deletion errors or cognitive overload pressure in the initial phase are inevitable.

In summary, this theoretical report has fulfilled its objective of establishing a solid and transparent system of scientific arguments regarding the Shadowing technique. This serves as an important theoretical prerequisite, paving the way and guiding the construction of action-oriented Modified Shadowing frameworks to accurately address specific "foreign language pathologies" for distinct target groups of learners in higher education institutions today.

References:

1. Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
2. Bygate, M. (1987). *Speaking*. Oxford University Press.
3. Foote, J.A., & McDonough, K. (2017). Using shadowing with mobile technology to improve L2 pronunciation. *Journal of Second Language Pronunciation*, 3(1), 34-56.
4. Hamada, Y. (2016). *Teaching EFL learners for Shadowing: Developing Learners' Bottom-up Skills*. Routledge.
5. Hamada, Y. (2018). Shadowing for Pronunciation Development: Haptic- Shadowing and IPA-Shadowing. *Journal of Asia TEFL*, 15(2), 289-305.
6. Kadota, S. (2019). *Shadowing as a practice in second language acquisition: Connecting Inputs and Outputs*. Routledge.
7. Lambert, S. (1992). Shadowing. *Translators' journal*, 37(2), 262-273.
8. Levelt, W. J. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. MIT Press.
9. Murphey, T. (2001). Exploring conversational shadowing. *Language Teaching Research*, 5(2), 128-155.
10. Schmidt, R. W. (1990). The role of consciousness in second language learning. *Applied Linguistics*, 11(2), 129-158.
11. Segalowitz, N. (2010). *Cognitive bases of second language fluency*. Routledge.
12. Skehan, P. (1998). *A cognitive approach to language learning*. Oxford University Press.

©Truong Thi Thanh Thuy, 2026



ЭКОЛОГИЯ

Багавдинова Диана Муратовна,

Магистрант

Волгоградский Государственный Аграрный Университет,

г. Волгоград

**ОЦЕНКА ДИСКОНТИРОВАННЫХ ВЫГОД ОТ СНИЖЕНИЯ ПЛАТЫ ЗА НВОС ПРИ ПЕРЕХОДЕ
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ТЕХНОЛОГИИ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ НДТ**

Аннотация

В статье рассматривается дисконтированная экономическая выгода от снижения платы за НВОС благодаря переходу предприятий на НДТ. Рассмотрены правовые основы расчёта платы, методика дисконтирования, расчёт чистой приведённой стоимости, дисконтированного периода окупаемости и приведен пример расчета.

Ключевые слова:

плата за НВОС, наилучшие доступные технологии, дисконтированные выгоды, экологическое нормирование, инвестиционная эффективность.

Diana Muratovna Bagavdinova,

Master's Student

Volgograd State Agrarian University,

Volgograd, Russia

**ASSESSMENT OF THE DISCOUNTED BENEFITS FROM REDUCED ENVIRONMENTAL PROTECTION FEES WHEN
A COMPANY TRANSITIONS TO TECHNOLOGIES THAT COMPLY WITH BAT**

Abstract

This article examines the discounted economic benefit resulting from a reduction in environmental protection fees due to companies' transition to BAT. It discusses the legal framework for calculating these fees, discounting methods, the calculation of net present value and discounted payback period, and provides a sample calculation.

Keywords:

pollution control fees, best available technologies, discounted benefits,
environmental standards, cost-effectiveness.

Внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) на предприятия – одно из главных направлений государственной экологической политики в России. Они поощряются благодаря системе нормирования воздействия на природу согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № 7–ФЗ «Об охране окружающей среды», у которого плата за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) является ключевым экономическим инструментом. С освоением НДТ компании существенно сокращают плату за НВОС благодаря использованию технологических нормативов и особых коэффициентов.

В соответствии со статьей 16.3 Закона № 7-ФЗ, размер платы за НВОС рассчитывается как произведение базы для начисления, установленных ставок и поправочных коэффициентов. Для объектов I категории, перешедших на НДТ и получивших комплексное экологическое разрешение

(КЭР), при расчёте платы за выбросы и сбросы в пределах технологических нормативов коэффициент равен 0 [2]. Это даёт значительно снизить платежи по сравнению с ситуацией действия нормативов допустимых выбросов или сбросов или временно согласованных лимитов. Затраты на природоохранные мероприятия, включённые в план мероприятий по охране окружающей среды или программу повышения экологической эффективности, можно зачесть в счёт начисленной платы.

Экономическая оценка выгоды от перехода на НДТ должна учитывать временную стоимость денег, т.к. для подобных инвестиций необходимы значительные капиталовложения [4,стр.57]. Они окупаются на протяжении нескольких лет благодаря применению метода дисконтирования будущих денежных потоков, позволяющий привести будущие выгоды к текущему моменту времени с помощью ставки дисконтирования, которая отражает альтернативную стоимость капитала, инфляционные ожидания и сопутствующие риски.

Основная формула чистой приведенной стоимости (ЧДД, или NPV) для оценки проекта внедрения НДТ выглядит следующим образом:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Где CF_t – чистый денежный поток в период t (выгоды минус затраты), r – ставка дисконтирования, T – срок эксплуатации проекта, $t = 0$, т. к. соответствует начальному периоду инвестиций [3].

Приведённая стоимость будущих денежных потоков (PV) [1] рассчитывается с использованием коэффициента текущей стоимости аннуитета $A(r, T)$:

$$PV = CF \times A(r, T) \quad (2)$$

$$A(r, T) = \frac{1 - (1+r)^{-T}}{r} \quad (3)$$

Выгоды B_t включают в себя снижение платы за НВОС ($\Delta P_{NVOs,t}$), экономию на штрафах и повышающих коэффициентах, доп. эффекты, такие как снижение энергопотребления, ресурсосбережение и возможные налоговые льготы и затраты (C_t), которые охватывают капитальные вложения в оборудование, соответствующие НДТ, операционные расходы, затраты на разработку КЭР и ППЭЭ.

Для расчета снижения платы за НВОС используется следующая обобщенная формула платежа до и после перехода:

До внедрения НДТ (режим НДВ/НДС):

$$P_{до} = \sum_i (M_i \times S_i \times K_{коэф}) \quad (4.1)$$

Где M_i – масса i -го загрязняющего вещества, S_i – ставка платы, $K_{коэф}$ – коэффициенты (1 для нормативов, 5/25/100 для превышений).

После внедрения НДТ (технологические нормативы):

$$P_{после} = \sum_i (M_{техн,i} \times S_i \times 0) + \text{зачет затрат} \quad (4.2)$$

Где $M_{техн,i}$ масса в пределах экономических показателей НДТ.

Ежегодное снижение платы за НВОС:

$$\Delta P_{NVOs,t} = P_{до} - P_{после} \quad (4.3)$$

Формирование чистого денежного потока:

$$CF_t = \Delta P_{NVOs,t} - C_{опер} - B_{доп} \quad (5)$$

Дисконтированная выгода от снижения платы в году t :

$$B_{\text{диск},t} = \frac{\Delta P_{NVO,t}}{(1+r)^t} \quad (6)$$

Дисконтированный денежный поток в каждом году:

$$CF_{\text{диск},t} = \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (7)$$

Накопленный дисконтированный денежный поток:

$$CF_{\text{диск},t} = \sum_{t=1}^k \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (8)$$

Где k - год, в котором накопленная сумма превышает капитальные затраты (I_0).

Дисконтированный срок окупаемости редко приходится точно на конец целого года. Поэтому после нахождения целого числа лет k , при котором накопленная сумма ещё не достигла инвестиций, рассчитывается, какая доля следующего года нужна, чтобы покрыть оставшийся дефицит. Для этого применяется формула интерполяции дробной части года (f):

$$f = \frac{I_0 - CF_{\text{диск},k}}{CF_{\text{диск},k+1}} \quad (9)$$

Таким образом происходит процесс нахождения промежуточных значений остатка времени года, в котором произойдёт окупаемость капитальных затрат, по вычисленным ранее значениям.[5, стр.58]

Пример: Предприятие (объект I категории, химическая промышленность) ежегодно вносит плату за НВОС в размере 100 млн руб. до перехода. После внедрения НДТ плата снижается до 10 млн руб. Капитальные затраты – 500 млн руб. в $t=0$, ежегодные операционные дополнительные затраты ($C_{\text{опер}}$) – 20 млн руб. Дополнительные ежегодные выгоды ($B_{\text{доп}}$)– 30 млн руб; Горизонт – 10 лет. Ставка дисконтирования $r = 10\%$ (0,1).

Расчет ЧДД:

$$NPV = -500 + \sum_{t=1}^{10} \frac{100}{(1,1)^t} \quad (10)$$

1) Сначала определяем ежегодный чистый поток:

$$\Delta P_{NVO,t} = 100 - 10 = 90 \text{ млн руб.}$$

$$\text{Для } t=1-10: CF_t = \Delta P_{NVO,t} - C_{\text{опер}} - B_{\text{доп}} = 90 - 20 + 30 = 100 \text{ млн руб.}$$

$$PV = 100 \times \frac{1-(1+0,1)^{-10}}{0,1} \approx 100 \times 6,1446 = 614,46 \text{ млн руб.}$$

$$NPV \approx -500 + 614,46 = 114,46 \text{ млн руб.}$$

Проект имеет положительную чистую приведенную стоимость и является экономически эффективным. Однако необходимо вычислить за сколько времени проект окупит капитальные затраты.

$$B_{\text{диск},t} = \frac{90}{(1,1)^t} - \text{дисконтированная выгода от снижения платы в году } t.$$

Таблица 1

Пошаговый расчёт дисконтированных денежных потоков и накопления
для дисконтированного периода окупаемости (DPP)

Год, t	Множитель дисконтирования, $\frac{1}{(1,1)^t}$	Дисконтированный, $CF_{\text{диск},t}$	Накопленный дисконтированный CF, млн.руб
1	0,9091	90,91	90,91
2	0,8264	82,64	173,55
3	0,7513	75,13	248,68
4	0,683	86,30	316,98
5	0,6209	62,09	379,07

Год, t	Множитель дисконтирования, $\frac{1}{(1,1)^t}$	Дисконтированный, $CF_{\text{диск},t}$	Накопленный дисконтированный CF, млн.руб
6	0,5645	56,45	435,52
7	0,5132	51,32	486,84
8	0,4665	46,65	533,49
9	0,4241	42,41	575,90
10	0,3855	38,55	614,45

Данные таблицы демонстрируют, что к концу 7-го года будет накоплено 486,84 млн руб, что ближе всего к сумме капитальных затрат.

Недостаток окупаемости до необходимой суммы: $500 - 486,84 = 13,16$ млн руб.

Дисконтированный поток 8-го года = 46,65 млн руб.

Вычисление доли для 8 года для осуществления окупаемости затрат:

$$f = \frac{13,16}{46,65} = 0,2822$$

Т.е. $DPP = 7 + 0,2822 = 7,28$ лет

Это примерно 7 лет 3 месяца и 12 дней.

Дисконтированные выгоды зависят от отрасли: в энерго- и водоёмких секторах (металлургия, химия, ЦБП) ключевой эффект даёт снижение платы за выбросы и сбросы. Дополнительно учитываются косвенные выгоды: улучшение репутации, доступ к зелёному финансированию, налоговые льготы (ускоренная амортизация, инвестиционный налоговый кредит).

В российской практике успешный переход на НДТ даёт положительный эффект: снижаются платежи и повышается ресурсная эффективность, что усиливает экономический результат. Государственная поддержка дополнительно улучшает показатели дисконтирования.

Оценка дисконтированных выгод подтверждает целесообразность перехода на НДТ для большинства предприятий при комплексном учёте потоков и рисков. Это способствует балансу между экономическим развитием и охраной окружающей среды в соответствии с целями устойчивого развития.

Список использованной литературы:

1. Чембулатова М.Е. Приведённая стоимость // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал – URL: <https://bigenc.ru/c/privedionnaia-stoimost-336b15/?v=9832970>. – Дата публикации: 26.02.2024
2. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 28.12.2025) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026)
3. Жарова, О.Е. Понятие дисконтирования и его применение модели дисконтирования в инвестиционном анализе / О.Е. Жарова, О.Б. Пантелеева // Аспирант. – 2020. – № 5(56). – С. 121-124.
4. Кузнецов Н.Г., Тяглов С.Г., Пономарёва М.А., Родионова Н.Д. Анализ инструментов и методов оценки экономической эффективности внедрения наилучших доступных технологий // Вестник РГЭУ РИНХ. 2019. №2 (66). С 50-57.
5. Никитин Дмитрий Александрович, Сафонов Константин Владимирович Автоматическое определение интерполянта с наименьшим количеством параметров // Сибирский аэрокосмический журнал. 2011. №4 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskoe-opredelenie-interpolyanta-s-naimenshim-kolichestvom-parametrov>.

© Багавдинова Д.М., 2026

УДК 504.06:502.174

Гайнутдинова Радмила Разильевна

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, РФ**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОЙ РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВ:
ОБЗОР МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ****Аннотация**

Нефтезагрязнённые почвы, особенно глинистые и малопроницаемые, трудно поддаются традиционной очистке, поскольку загрязнители прочно удерживаются в поровом пространстве и слабо переносятся водными потоками. Цель данной работы в исследовании современных подходов к электрокинетической ремедиации и определении способов повышения её эффективности. В работе проведён обзор научных исследований по данной проблеме, выделены основные методы интенсификации. Наиболее перспективными являются комбинированные технологии, объединяющие электроперенос, химическое воздействие и биологическое разложение загрязнителей.

Ключевые слова:

электрокинетика, ремедиация, нефтезагрязнённые почвы, биоэлектрокинетика, окисление.

R.R. Gainutdinova

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

**MODERN APPROACHES TO ELECTROKINETIC REMEDIATION OF OIL-CONTAMINATED SOILS:
A REVIEW OF INTENSIFICATION METHODS****Abstract**

Oil-contaminated soils, especially clayey and low-permeability ones, are difficult to remediate using conventional methods, since pollutants are firmly retained in the pore space and are poorly transported by water flows. The purpose of this study is to examine modern approaches to electrokinetic remediation and to identify ways to improve its efficiency. The paper reviews scientific studies on this issue and highlights the main methods of intensification. The most promising approaches are combined technologies that integrate electrotransport, chemical treatment, and biological degradation of pollutants.

Key words:

electrokinetics, remediation, oil-contamination soils, surfactants, bioelectrokinetics, oxidation.

Введение. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами относится к числу наиболее устойчивых экологических проблем территорий, связанных с добычей, транспортировкой, хранением и переработкой углеводородного сырья. Нефтяные углеводороды обладают сложным компонентным составом, включающим алифатические, ароматические и смолисто-асфальтеновые соединения. Значительная часть этих соединений гидрофобна, слабо растворима в воде и способна длительное время удерживаться в поровом пространстве и на поверхности минеральных частиц почвы.

Традиционные методы очистки нефтезагрязнённых почв включают механическое удаление загрязнённого слоя, промывку, термическую обработку, биоремедиацию, внесение сорбентов и окислителей. Однако их эффективность существенно ограничивается при обработке глинистых, суглинистых и иных малопроницаемых грунтов. В таких условиях затрудняется равномерное

распределение реагентов, кислорода, питательных веществ и микроорганизмов, а также снижается скорость выноса загрязнителей из порового пространства.

Электрокинетическая ремедиация основана на приложении постоянного электрического поля к загрязнённой почвенной массе. При этом в системе возникают электроосмос, электромиграция, электрофорез, диффузия и электрохимические реакции на электродах. Классические принципы технологии были сформулированы как метод направленного перемещения загрязняющих веществ и компонентов порового раствора под действием электрического потенциала [1]. Современные обзоры показывают, что электрокинетическая ремедиация применяется для органических, неорганических и смешанных загрязнений, однако её результативность зависит от свойств почвы, типа загрязнителя, влажности, pH, электропроводности и конструкции электродной системы [2].

Для нефтезагрязнённых почв электрокинетический подход представляет интерес прежде всего потому, что он может работать в малопроницаемых средах, где гидравлическая промывка и обычная биоремедиация дают ограниченный эффект. Экспериментальные исследования по очистке нефтезагрязнённых почв показывают, что эффективность процесса определяется минеральным и гранулометрическим составом почвы, режимом промывки, направлением переноса поровой влаги и условиями в электродных зонах [3].

Целью настоящей статьи является обзор современных подходов к электрокинетической ремедиации нефтезагрязнённых почв и систематизация методов её интенсификации.

Обзор литературы. В литературе электрокинетическая ремедиация рассматривается как перспективная технология для обработки почв с низкой фильтрационной способностью. В отношении гидрофобных органических соединений, к которым относятся многие нефтяные углеводороды и полициклические ароматические углеводороды, ключевой проблемой является их низкая растворимость и высокая сорбция на частицах почвы. Поэтому простого приложения электрического поля часто недостаточно: загрязнитель может оставаться связанным с органическим веществом и минеральной поверхностью почвы [4].

Одним из центральных механизмов при очистке нефтезагрязнённых почв является электроосмотический поток. Он обеспечивает движение поровой жидкости, в которой могут находиться растворённые или эмульгированные нефтяные компоненты. Однако электроосмос зависит от заряда поверхности частиц, влажности, ионного состава раствора и pH. Развитие и усиление электроосмотического потока рассматриваются как важное направление повышения эффективности электрокинетической очистки [5].

Отдельную группу исследований составляют работы по применению поверхностно-активных веществ. ПАВ и биоПАВ способны увеличивать растворимость и подвижность гидрофобных загрязнителей, переводить часть нефтяных компонентов в подвижную форму и повышать доступность загрязнителя для дальнейшего выноса или биодеструкции [6]. При этом выбор ПАВ должен учитывать не только эффективность десорбции нефти, но и возможную токсичность, влияние на микробное сообщество, остаточное загрязнение и изменение физико-химических свойств почвы.

Значимое внимание уделяется также pH, материалам электродов, типу электролита и напряжённости электрического поля. В электродных камерах происходит электролиз воды: в анодной зоне формируется кислая среда, в катодной — щелочная. Эти зоны могут изменять подвижность загрязнителей и состояние почвенной микрофлоры. Современные исследования подчёркивают необходимость регулирования pH, подбора экологически приемлемых электролитов и снижения побочных эффектов электродных реакций [7].

Перспективным направлением является сочетание электрокинетики с биологическими методами. При загрязнении почв нефтью и тяжёлыми металлами электрокинетика может

перераспределять ионы, питательные вещества и загрязнители, а биостимуляция — усиливать микробиологическое разложение нефтяных компонентов [8]. В последние годы всё больше внимания уделяется биоэлектрокинетическим и биоэлектрохимическим системам, где электрическое поле используется не только для переноса веществ, но и для поддержки процессов биodeградации углеводов [9].

К числу химически усиленных подходов относится электрокинетическая технология Фентона. В таких системах электрическое поле обеспечивает перенос реагентов и загрязнителей, а радикальные окислительные реакции способствуют разрушению стойких органических соединений. Исследования по обработке нефтесодержащих буровых отходов методом ЭК-Фентона показывают возможность применения данной комбинации для сложных углеводородных загрязнений [10].

Основная часть. Электрокинетическая ремедиация нефтезагрязнённых почв может реализовываться как самостоятельный метод или как часть комбинированной технологии. В базовой схеме в грунт устанавливаются анод и катод, между которыми создаётся постоянное электрическое поле. Под его действием поровая жидкость перемещается преимущественно в направлении катода, растворённые ионные формы мигрируют к электродам противоположного заряда, а коллоидные частицы могут перемещаться за счёт электрофореза. Для нефтезагрязнённых почв основное значение имеет именно электроосмос, поскольку многие нефтяные компоненты являются нейтральными или слабополярными органическими соединениями.

Принципиальное ограничение базовой технологии состоит в том, что нефть и нефтепродукты плохо растворяются в воде. Если загрязнитель находится в виде плёнки, капель, сорбированного слоя или тяжёлой фракции, электрическое поле само по себе не всегда обеспечивает его достаточную мобилизацию. Поэтому современные подходы к электрокинетической ремедиации направлены не только на перенос загрязнителя, но и на повышение его доступности. Это достигается за счёт изменения pH, применения ПАВ, введения электролитов, использования биоПАВ, биостимуляции, чередования полярности, оптимизации электродных материалов и сочетания с химическим окислением.

Первым направлением интенсификации является управление pH. При электролизе воды у анода образуются ионы H^+ , а у катода — OH^- . В результате анодная зона закисляется, а катодная защелачивается. Для неорганических загрязнителей такие изменения могут быть полезны, поскольку кислотный фронт способствует растворению ряда металлов. Однако при нефтяном загрязнении чрезмерно кислая или щелочная среда может снижать активность углеводородокисляющих микроорганизмов и изменять структуру почвы. Поэтому в современных схемах применяются буферные растворы, циркуляция электролита, периодическая смена полярности и разделение электродных камер.

Вторым направлением является применение электролитов. Электролит повышает электропроводность системы и стабилизирует перенос ионов, однако его избыток может увеличивать энергопотребление и приводить к вторичному засолению почвы. Для нефтезагрязнённых почв предпочтительны такие добавки, которые одновременно поддерживают электропроводность, не подавляют микрофлору и не создают токсичных остаточных эффектов. В биоэлектрокинетических схемах электролиты могут выполнять также функцию источников питательных веществ, например азота и фосфора, необходимых для микробного окисления углеводов.

Третьим направлением является использование поверхностно-активных веществ. ПАВ снижают межфазное натяжение между водой и нефтяной фазой, способствуют образованию эмульсий и мицеллярному растворению гидрофобных соединений. За счёт этого нефтяные компоненты становятся более подвижными и могут переноситься электроосмотическим потоком. На практике

применяются анионные, неионогенные и биогенные ПАВ. Однако подбор ПАВ должен быть осторожным: слишком высокая концентрация способна изменить структуру почвы, подавить микроорганизмы или затруднить последующую очистку электролита.

Четвёртым направлением является биоэлектрокинетическая ремедиация. В данной схеме электрическое поле используется для распределения влаги, питательных веществ, электронных акцепторов и доноров, а также для повышения контакта между микроорганизмами и нефтяным загрязнителем. Биостимуляция предполагает активизацию местной микрофлоры за счёт внесения питательных веществ и создания благоприятных условий. Биоаугментация предполагает введение специально подобранных культур микроорганизмов. Электрокинетика в этом случае выполняет транспортную и регулирующую функцию.

Пятое направление связано с оптимизацией электродной системы. Эффективность очистки зависит от материала электродов, расстояния между ними, схемы расположения и режима подачи электрического поля. Графитовые, стальные, железные и смешанные электроды по-разному влияют на электропроводность, коррозионные процессы, образование осадков и окислительно-восстановительные условия. Уменьшение расстояния между электродами может повысить напряжённость поля, но одновременно увеличивает риск локального перегрева и роста энергозатрат. Поэтому оптимальная конфигурация должна подбираться с учётом площади загрязнения, влажности почвы и требуемой глубины обработки.

Шестым направлением является применение переменной или периодически изменяемой полярности. При длительной работе постоянного поля возможно образование зон сильного закисления и защелачивания, снижение равномерности переноса, высыхание отдельных участков и накопление загрязнителей около электродов. Периодическая смена полярности позволяет частично выравнивать pH, улучшать распределение влаги и уменьшать эффект фокусировки загрязнителей. Данный подход особенно важен при сочетании электрокинетики с биоремедиацией, поскольку микроорганизмы чувствительны к резким изменениям кислотности и солёности.

Седьмым направлением является сочетание электрокинетики с химическим окислением. В системах ЭК-Фентона или ЭК-персульфата электрическое поле обеспечивает направленную доставку реагентов, а окислительные реакции разрушают стойкие органические соединения. Такой подход применим для почв, загрязнённых тяжёлыми нефтяными фракциями, полициклическими ароматическими углеводородами и нефтесодержащими отходами. Главная проблема состоит в необходимости контролировать дозу окислителя, так как избыток реагентов может ухудшить состояние почвенной микрофлоры и привести к образованию промежуточных продуктов окисления.

Основные методы интенсификации электрокинетической ремедиации нефтезагрязнённых почв представлены в таблице 1.

Таблица 1

Методы интенсификации электрокинетической ремедиации нефтезагрязнённых почв

Table 1. Enhancement methods for electrokinetic remediation of oil-contaminated soils

Метод интенсификации	Механизм действия	Преимущества	Ограничения
Управление pH	Поддержание допустимой кислотности в электродных зонах	Стабилизация процесса, защита микрофлоры	Необходимость буферов и контроля
Электролиты	Повышение электропроводности и переноса ионов	Более равномерная работа системы	Риск засоления и роста энергозатрат
ПАВ и биоПАВ	Десорбция и эмульгирование нефтяных компонентов	Повышение подвижности гидрофобных загрязнителей	Возможная токсичность и остаточное загрязнение
Биостимуляция	Активизация местной микрофлоры	Разрушение углеводов in situ	Зависимость от pH, влажности и кислорода

Метод интенсификации	Механизм действия	Преимущества	Ограничения
Биоаугментация	Введение углеводородоокисляющих культур	Ускорение биodeградации	Риск слабой адаптации внесённых культур
Смена полярности	Выравнивание pH и влажности	Снижение эффекта фокусировки	Усложнение управления процессом
ЭК-Фентон	Электроперенос реагентов и радикальное окисление	Разрушение стойких органических соединений	Возможное подавление микрофлоры
Оптимизация электродов	Подбор материала и геометрии электродной системы	Снижение энергопотребления	Необходимость расчёта под конкретный объект

Представленная систематизация показывает, что универсального метода интенсификации не существует. Для лёгких нефтепродуктов и свежего загрязнения достаточно может быть комбинации электрокинетики с ПАВ и промывкой. Для старого загрязнения, где нефть прочно связана с органическим веществом почвы, более рациональны биоэлектрокинетические и окислительные схемы. Для загрязнений, содержащих одновременно нефть и тяжёлые металлы, целесообразно использовать комбинированный подход: электрокинетика обеспечивает перераспределение ионов и влаги, а биостимуляция или химическое окисление воздействуют на органическую часть загрязнения.

При проектировании технологии необходимо учитывать несколько параметров. Во-первых, важен гранулометрический состав почвы. Глинистые и суглинистые почвы лучше подходят для электрокинетической обработки, чем для гидравлической промывки, но они сильнее подвержены pH-градиентам. Во-вторых, необходимо оценивать влажность: недостаток влаги снижает электропроводность, а избыток может привести к неуправляемому переносу загрязнителей. В-третьих, необходимо учитывать степень старения загрязнения. Чем дольше нефть находится в почве, тем прочнее она сорбируется и тем ниже её биодоступность.

Отдельное значение имеет энергопотребление. Электрокинетическая ремедиация требует постоянного или периодического подвода электрической энергии. Поэтому увеличение напряжения не всегда является рациональным способом ускорения очистки. Более эффективным может быть снижение расстояния между электродами, оптимизация влажности, введение безопасного электролита или использование импульсного режима. Оценка технологии должна включать не только процент удаления нефтепродуктов, но и расход энергии на единицу очищенной массы почвы.

Контроль эффективности ремедиации должен основываться на нескольких показателях. К ним относятся содержание нефтепродуктов, концентрация полициклических ароматических углеводородов, pH, электропроводность, влажность, содержание органического вещества, токсичность почвенного экстракта и активность микробного сообщества. Использование только одного показателя, например общего содержания нефтепродуктов, не позволяет полноценно оценить экологическое восстановление почвы.

Таким образом, современные подходы к электрокинетической ремедиации нефтезагрязнённых почв развиваются в направлении гибридных технологий. Основной акцент смещается от простого электропереноса загрязнителей к управляемой системе, где электрическое поле используется как инструмент доставки реагентов, регулирования среды, повышения биодоступности нефти и поддержки процессов биodeградации.

Выводы и дальнейшие перспективы исследования. Электрокинетическая ремедиация является перспективным методом очистки нефтезагрязнённых почв, особенно при обработке малопроницаемых грунтов. Её эффективность определяется не только величиной приложенного электрического поля, но и совокупностью почвенных, химических, биологических и инженерных факторов.

Наиболее значимыми методами интенсификации являются управление pH, применение

электролитов, использование ПАВ и биоПАВ, оптимизация электродной системы, смена полярности, биостимуляция, биоаугментация и сочетание электрокинетики с химическим окислением. Каждый из этих подходов имеет преимущества и ограничения, поэтому выбор схемы должен выполняться с учётом типа почвы, состава нефтяного загрязнения, возраста загрязнения, влажности, микробиологической активности и допустимых экологических рисков.

Наибольшие перспективы имеют комбинированные технологии, в которых электрокинетика используется как средство управляемого переноса влаги, питательных веществ, ПАВ, биоПАВ и окислителей. При этом дальнейшие исследования должны быть направлены на снижение энергопотребления, разработку экологически безопасных электролитов, повышение устойчивости микробных сообществ и переход от лабораторных экспериментов к полевым испытаниям.

Список использованной литературы:

1. Акар Ю.Б., Альшавбекех А.Н. Принципы электрокинетической ремедиации [Текст] // *Environmental Science & Technology*. 1993. Vol. 27, № 13. P. 2638–2647. DOI: 10.1021/es00049a002.
2. Хан Д., Ву Х., Ли Р., Тан Х., Сяо С., Шольц М. Критический обзор электрокинетической ремедиации загрязнённых почв и донных отложений: механизмы, эффективность и технологии [Текст] // *Water, Air, & Soil Pollution*. 2021. Vol. 232. Article 335. DOI: 10.1007/s11270-021-05182-4.
3. Королев В.А., Романюха О.В., Абызова А.М. Электрокинетическая ремедиация нефтезагрязнённых почв [Текст] // *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2008. Vol. 43, № 8. P. 876–880. DOI: 10.1080/10934520801974384.
4. Сайчек Р. Е., Редди К. Р. Электрокинетически усиленная ремедиация гидрофобных органических соединений в почвах: обзор [Текст] // *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2005. Vol. 35, № 2. P. 115–192. DOI: 10.1080/10643380590900237.
5. Камеселле К., Редди К.Р. Развитие и усиление электроосмотического потока для удаления загрязнителей из почв [Текст] // *Electrochimica Acta*. 2012. Vol. 86. P. 10–22. DOI: 10.1016/j.electacta.2012.06.121.
6. Тивари М., Трипати Д. Б. Загрязнители почв и их удаление с применением ПАВ-усиленной ремедиации: комплексный обзор [Текст] // *Sustainability*. 2023. Vol. 15, № 17. Article 13161. DOI: 10.3390/su151713161.
7. Гидуду Б., Чирва Э. М. Н. Роль pH, электродов, поверхностно-активных веществ и электролитов в электрокинетической ремедиации загрязнённой почвы [Текст] // *Molecules*. 2022. Vol. 27, № 21. Article 7381. DOI: 10.3390/molecules27217381.
8. Донг Ц.-Ю., Хуанг В.-Х., Син Д.-Ф., Чжан Х.-Ф. Ремедиация почвы, совместно загрязнённой нефтью и тяжёлыми металлами, путём интеграции электрокинетики и биостимуляции [Текст] // *Journal of Hazardous Materials*. 2013. Vol. 260. P. 399–408. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2013.05.003.
9. Лань Ц., Вэнь Ф., Жэнь Ю., Лю Г., Цзян Ю., Ван Ц., Чжу Х. Обзор биоэлектрокинетической и биоэлектрохимической ремедиации нефтезагрязнённых почв [Текст] // *Environmental Science and Ecotechnology*. 2023. Vol. 16. Article 100278. DOI: 10.1016/j.esse.2023.100278.
10. Адхами С., Джамшиди-Занджани А., Дарбан А. К. Ремедиация буровых отходов на нефтяной основе с использованием электрокинетического метода Фентона [Текст] // *Process Safety and Environmental Protection*. 2021. Vol. 149. P. 432–441. DOI: 10.1016/j.psep.2020.11.018.

References:

1. Acar Y. B., Alshawabkeh A. N. Principles of electrokinetic remediation [Текст] // *Environmental Science & Technology*. 1993. Vol. 27, № 13. P. 2638–2647. DOI: 10.1021/es00049a002.
2. Han D., Wu X., Li R., Tang X., Xiao S., Scholz M. Critical Review of Electro-kinetic Remediation of Contaminated Soils and Sediments: Mechanisms, Performances and Technologies [Текст] // *Water, Air, &*

Soil Pollution. 2021. Vol. 232. Article 335. DOI: 10.1007/s11270-021-05182-4.

3. Korolev V. A., Romanyukha O. V., Abyzova A. M. Electrokinetic remediation of oil-contaminated soils [Текст] // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2008. Vol. 43, № 8. P. 876–880. DOI: 10.1080/10934520801974384.

4. Saichek R. E., Reddy K. R. Electrokinetically enhanced remediation of hydrophobic organic compounds in soils: A review [Текст] // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 2005. Vol. 35, № 2. P. 115–192. DOI: 10.1080/10643380590900237.

5. Cameselle C., Reddy K. R. Development and enhancement of electro-osmotic flow for the removal of contaminants from soils [Текст] // Electrochimica Acta. 2012. Vol. 86. P. 10–22. DOI: 10.1016/j.electacta.2012.06.121.

6. Tiwari M., Tripathy D. B. Soil Contaminants and Their Removal through Surfactant-Enhanced Soil Remediation: A Comprehensive Review [Текст] // Sustainability. 2023. Vol. 15, № 17. Article 13161. DOI: 10.3390/su151713161.

7. Gidudu B., Chirwa E. M. N. The Role of pH, Electrodes, Surfactants, and Electrolytes in Electrokinetic Remediation of Contaminated Soil [Текст] // Molecules. 2022. Vol. 27, № 21. Article 7381. DOI: 10.3390/molecules27217381.

8. Dong Z.-Y., Huang W.-H., Xing D.-F., Zhang H.-F. Remediation of soil co-contaminated with petroleum and heavy metals by the integration of electrokinetics and biostimulation [Текст] // Journal of Hazardous Materials. 2013. Vol. 260. P. 399–408. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2013.05.003.

9. Lan J., Wen F., Ren Y., Liu G., Jiang Y., Wang Z., Zhu X. An overview of bioelectrokinetic and bioelectrochemical remediation of petroleum-contaminated soils [Текст] // Environmental Science and Ecotechnology. 2023. Vol. 16. Article 100278. DOI: 10.1016/j.es.2023.100278.

10. Adhami S., Jamshidi-Zanjani A., Darban A. K. Remediation of oil-based drilling waste using the electrokinetic-Fenton method [Текст] // Process Safety and Environmental Protection. 2021. Vol. 149. P. 432–441. DOI: 10.1016/j.psep.2020.11.018.

© Гайнутдинова Р.Р., 2026