



**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО
МАТЕРИАЛАМ
ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«НАУКА, ЦИФРОВИЗАЦИЯ
И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ»**

**НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА**

**Сборник научных трудов по материалам
Всероссийской конференции
«Наука, цифровизация и устойчивое развитие России»**

20 июля 2026 г.

УДК 009
ББК 6/8

Главный редактор: Н.А. Краснова
Технический редактор: Ю.О. Гусева

Сборник научных трудов по материалам Всероссийской конференции «Наука, цифровизация и устойчивое развитие России», 20 июля 2026 г., Москва: Профессиональная наука, 2026. – 50 с.

ISBN 978-1-105-03484-8

В сборнике научных трудов рассматриваются актуальные вопросы развития экономики, политологии, граждановедения, юриспруденции и т.д. по материалам Всероссийского симпозиума по гуманитарно-технологическому развитию регионов, состоявшегося 20 мая 2026 г. в г. Москва.

Сборник предназначен для научных и педагогических работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Все включенные в сборник статьи прошли научное рецензирование и опубликованы в том виде, в котором они были представлены авторами. За содержание статей ответственность несут авторы.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте www.scipro.ru.

При верстке электронной книги использованы материалы с ресурсов: PSDgraphics

УДК 009

ББК 6/8



- © Редактор Н.А. Краснова, 2026
- © Коллектив авторов, 2026
- © Lulu Press, Inc.
- © НОО Профессиональная наука, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ5

Шут М.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION ДЛЯ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ И ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ.....5

СЕКЦИЯ 2. СОЦИАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА 20

Тутаришева Ф.С. СТРАТЕГИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ РЕГИОНОВ..... 20

СЕКЦИЯ 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ31

TOLSTOBROVA L.I., ANUFRIEVA E. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PILOTING: AUTONOMOUS SYSTEMS AGAINST HUMANS31

TOLSTOBROVA L.I., ALEXANDROV A. COMPARATIVE ANALYSIS OF MATERIALS MANUFACTURED FOR MALE CLASS ATTACK DRONES AND KAMIKAZE DRONES 34

TOLSTOBROVA L.I., KONISHEVSKY V. COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF CABLE AND OVERHEAD POWER LINES..... 39

TOLSTOBROVA L.I., KOVALEV S. FLYING WING AERODYNAMIC SCHEME: HISTORY, FEATURES AND MODERN REPRESENTATIVES 45

СЕКЦИЯ 1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

УДК 004.89:37.091.3

Шут М.В. Применение методов Retrieval-Augmented Generation для интеллектуального анализа образовательных данных и формирования персонализированной обратной связи

Application of Retrieval-Augmented Generation methods for intelligent educational data analysis and personalized feedback generation

Шут Марина Владимировна,
гр. Б9122-01.03.02сп,
Дальневосточный федеральный университет.
Shut Marina Vladimirovna,
Far Eastern Federal University.

Аннотация. В статье рассматривается применение технологии Retrieval-Augmented Generation (RAG) для интеллектуального анализа образовательных данных и автоматизированного формирования персонализированной обратной связи обучающимся. Актуальность исследования обусловлена активной цифровизацией системы образования и ростом объема учебной информации, анализ которой требует значительных временных затрат со стороны преподавателей. Целью работы является разработка и исследование интеллектуальной системы, объединяющей методы семантического поиска, обработки естественного языка и генеративных языковых моделей для повышения качества анализа результатов обучения. В работе предложена архитектура системы, включающая модуль индексации учебных материалов, модуль поиска релевантного контекста, механизм формирования запросов к большой языковой модели и подсистему генерации персонализированных рекомендаций. Для оценки эффективности разработанного подхода проведен эксперимент на наборе данных, включающем результаты тестирования студентов и учебные материалы дисциплины. Полученные результаты показали увеличение релевантности ответов до 94 %, снижение количества нерелевантных рекомендаций более чем в два раза и сокращение времени подготовки индивидуальной обратной связи преподавателем более чем на 80 %. Полученные результаты подтверждают перспективность применения архитектуры Retrieval-Augmented Generation при построении интеллектуальных образовательных сервисов и демонстрируют возможность дальнейшего развития подобных решений в условиях цифровой трансформации образования.

Ключевые слова: Retrieval-Augmented Generation, искусственный интеллект, образовательные данные, персонализированная обратная связь, большие языковые модели, цифровизация образования, интеллектуальные системы.

Abstract. The paper investigates the application of Retrieval-Augmented Generation (RAG) technology for intelligent analysis of educational data and automated generation of personalized feedback for students. The relevance of the study is determined by the rapid digital transformation of education and the increasing volume of educational information requiring significant analysis efforts from instructors. The purpose of the research is to develop and evaluate an intelligent system integrating semantic search, natural language processing, and large language models to improve the quality of educational data analysis. The proposed architecture includes educational document indexing, semantic retrieval, context-aware prompt generation, and personalized recommendation modules. An experimental evaluation was

conducted using a dataset consisting of student assessment results and educational materials. The proposed approach achieved answer relevance of up to 94%, reduced irrelevant recommendations by more than two times, and decreased the instructor's time required to prepare personalized feedback by over 80%. The obtained results demonstrate the effectiveness of Retrieval-Augmented Generation in intelligent educational systems and confirm its potential for supporting digital transformation in higher education.

Keywords: Retrieval-Augmented Generation, artificial intelligence, educational data, personalized feedback, large language models, digital education, intelligent systems.

Актуальность

Современный этап развития информационных технологий характеризуется активным внедрением интеллектуальных систем практически во все сферы человеческой деятельности. Одним из ключевых направлений цифровой трансформации является образование, где применение технологий искусственного интеллекта позволяет автоматизировать обработку информации, повысить качество образовательного процесса и снизить нагрузку на преподавателей. Особенно актуальной становится задача формирования индивидуализированной обратной связи, поскольку современные образовательные программы ориентированы не только на контроль знаний студентов, но и на сопровождение их образовательной траектории.

В традиционной практике преподаватель анализирует результаты тестирования, практических заданий, лабораторных работ и других видов контроля вручную. При обучении больших академических групп подобная деятельность требует значительных временных затрат, что зачастую приводит к использованию шаблонных рекомендаций, не учитывающих индивидуальные особенности обучающихся. В результате снижается эффективность обратной связи и уменьшается возможность своевременной корректировки образовательного процесса.

Развитие больших языковых моделей (Large Language Models, LLM) открыло новые возможности автоматизации интеллектуальной обработки текстовой информации. Однако использование исключительно генеративных моделей имеет ряд ограничений. Такие модели способны формировать ответы на основе внутренних параметров, но не обладают актуальной информацией о конкретной предметной области и могут генерировать недостоверные сведения, что особенно критично для образовательной среды. Одним из наиболее перспективных способов решения данной проблемы является технология Retrieval-Augmented Generation (RAG), объединяющая семантический поиск релевантной информации с возможностями генеративных языковых моделей.

Архитектура RAG предполагает предварительный поиск наиболее релевантных документов в специализированной базе знаний с последующей передачей найденного контекста языковой модели для формирования ответа. Такой подход позволяет существенно повысить достоверность генерируемой информации, уменьшить вероятность

возникновения так называемых «галлюцинаций» модели и обеспечить использование только проверенных источников данных.

В последние годы технологии RAG активно применяются при разработке корпоративных интеллектуальных помощников, поисковых систем нового поколения, медицинских информационных сервисов и цифровых ассистентов. Вместе с тем вопросы использования подобных архитектур в образовательной аналитике остаются недостаточно исследованными. Большинство существующих решений ориентированы на поиск информации по учебным материалам, тогда как задачи автоматического анализа результатов обучения и формирования персонализированных рекомендаций требуют комплексной обработки разнородных данных.

В настоящей работе предлагается интеллектуальная система анализа образовательных данных, основанная на архитектуре Retrieval-Augmented Generation. В отличие от традиционных чат-ботов система использует не только языковую модель, но и специализированную базу знаний, включающую учебные материалы дисциплины, результаты тестирования и сведения об успеваемости студентов. Это позволяет формировать рекомендации, основанные на объективных данных конкретного образовательного процесса.

Цель исследования заключается в разработке и экспериментальной оценке интеллектуальной системы анализа образовательных данных, использующей архитектуру Retrieval-Augmented Generation для формирования персонализированной обратной связи обучающимся.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи**:

1. выполнить анализ современных подходов к интеллектуальной обработке образовательных данных;
2. разработать архитектуру системы на основе Retrieval-Augmented Generation;
3. реализовать механизм семантического поиска релевантной информации;
4. исследовать эффективность использования RAG при анализе результатов обучения;
5. провести экспериментальную оценку качества сформированных рекомендаций и сравнить полученные результаты с традиционным использованием большой языковой модели без применения механизма поиска.

Предлагаемый подход направлен на повышение качества цифровых образовательных сервисов, снижение трудозатрат преподавателей и развитие интеллектуальных инструментов поддержки принятия решений в образовательной деятельности. В условиях цифровизации образования подобные решения способны стать важным элементом современных образовательных платформ, обеспечивая более объективный анализ результатов обучения и формирование персонализированной обратной связи.

1. Методы и методики исследования

1.1 Архитектура интеллектуальной системы

В рамках исследования разработана интеллектуальная система формирования персонализированной обратной связи, основанная на архитектуре Retrieval-Augmented Generation (RAG). Предлагаемый подход объединяет методы информационного поиска, обработки естественного языка и генеративного искусственного интеллекта.

В отличие от традиционных языковых моделей, формирующих ответы исключительно на основе внутренних параметров, архитектура RAG использует внешний источник знаний, содержащий актуальную информацию по исследуемой предметной области. Это позволяет значительно повысить достоверность формируемых ответов и уменьшить вероятность генерации некорректной информации.

Функциональная схема разработанной системы включает следующие основные компоненты:

1. модуль загрузки образовательных данных;
2. модуль предварительной обработки документов;
3. модуль построения базы знаний;
4. модуль векторизации текстов;
5. модуль поиска релевантных документов;
6. модуль формирования запроса;
7. большая языковая модель;
8. модуль генерации персонализированной обратной связи.

На первом этапе преподаватель загружает результаты тестирования студентов, учебные материалы и дополнительные документы дисциплины. После загрузки выполняется предварительная обработка текстовой информации, включающая очистку данных, удаление служебных символов, нормализацию текста и разбиение документов на небольшие смысловые фрагменты (чанки).

Использование чанков позволяет увеличить точность поиска информации, поскольку языковой модели передается только наиболее релевантная часть документа, а не весь текст целиком.

После подготовки данных каждый текстовый фрагмент преобразуется в числовое представление (эмбединг) при помощи модели Sentence-BERT. Полученные векторы сохраняются в векторной базе данных и используются для последующего семантического поиска.

Когда пользователь отправляет запрос системе, выполняется поиск наиболее релевантных фрагментов базы знаний. Затем найденный контекст объединяется с запросом

пользователя и передается большой языковой модели, которая формирует итоговый ответ с учетом найденной информации.

Таким образом, генерация рекомендаций основывается не только на знаниях языковой модели, но и на реальных образовательных данных, что существенно повышает качество ответов.

1.2 Предварительная обработка данных

Исследование проводилось на образовательных данных, содержащих результаты тестирования студентов и учебные материалы дисциплины.

Предварительная обработка включала несколько последовательных этапов:

1. удаление пустых строк;
2. удаление специальных символов;
3. приведение текста к единому формату кодировки UTF-8;
4. разбиение документов на смысловые блоки;
5. создание идентификаторов документов;
6. сохранение метаданных.

Разбиение документов на смысловые блоки является одним из ключевых этапов архитектуры Retrieval-Augmented Generation. Слишком большие фрагменты содержат значительный объем нерелевантной информации, тогда как чрезмерно маленькие блоки приводят к потере контекста.

В работе использовалось разбиение документов на фрагменты объемом 400–600 токенов с перекрытием 50 токенов, что обеспечивает сохранение смысловых связей между соседними частями текста.

1.3 Векторное представление документов

Для реализации семантического поиска текстовые документы были преобразованы в многомерное векторное пространство.

Каждому документу D соответствует вектор признаков

$$x_i = (x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где

- n - размерность пространства признаков;
- x - координаты эмбединга.

Получение эмбедингов выполнялось с использованием модели Sentence-BERT, обеспечивающей высокое качество представления смыслового содержания текста.

В отличие от классической модели TF-IDF, современные эмбединги позволяют учитывать семантическое сходство между словами и предложениями.

Например, предложения

«Студент испытывает сложности при решении задач по линейной алгебре»

и

«У обучающегося наблюдаются проблемы с темой линейной алгебры»

будут иметь близкие векторные представления, несмотря на отсутствие полного совпадения слов.

Это особенно важно при анализе образовательных данных, поскольку студенты и преподаватели могут использовать различные формулировки одной и той же темы.

1.4 Семантический поиск

После преобразования документов в эмбединги выполняется поиск наиболее релевантных фрагментов.

Для оценки близости двух векторов используется косинусная мера сходства

$$\text{sim}(A, B) = \frac{A * B}{\|A\| * \|B\|},$$

где

— A - эмбединг пользовательского запроса;

— B - эмбединг документа.

Значение функции принимает значения от -1 до 1.

Чем ближе значение к единице, тем выше смысловое сходство между запросом пользователя и найденным документом.

После вычисления расстояния система сортирует найденные документы и выбирает Тор-k наиболее релевантных фрагментов.

В рамках исследования значение параметра k=5.

Такое количество документов оказалось оптимальным с точки зрения полноты контекста и скорости генерации ответа.

1.5 Формирование запроса к языковой модели

После завершения поиска найденные документы объединяются с исходным запросом пользователя.

Итоговый запрос имеет следующую структуру:

$$P=(Q,C,R),$$

где

— Q - пользовательский запрос;

— C - найденный контекст;

— R - системная инструкция.

Полученный промпт передается большой языковой модели.

Использование контекста позволяет значительно уменьшить вероятность появления недостоверной информации и обеспечивает использование только найденных образовательных материалов.

Кроме того, в системе реализованы ролевые ограничения доступа.

Если пользователь имеет роль преподавателя, языковой модели передаются результаты тестирования студентов, сведения об успеваемости и учебные материалы.

При обращении студента доступ к персональным данным других обучающихся блокируется. В этом случае система использует только общедоступные материалы дисциплины.

Подобный механизм обеспечивает соблюдение требований информационной безопасности образовательной среды.

1.6 Алгоритм формирования персонализированной обратной связи

Формирование рекомендаций выполняется в несколько последовательных этапов.

Этап 1. Анализ результатов тестирования.

Из электронной таблицы извлекаются результаты каждого студента.

Для каждого пользователя определяется:

- средний балл;
- количество попыток;
- процент успешности;
- темы с наибольшим количеством ошибок.

Этап 2. Анализ содержания тестов.

Используя текстовые материалы дисциплины, система определяет темы, соответствующие вопросам, в которых студент допустил ошибки.

Этап 3. Поиск дополнительных материалов.

Для каждой проблемной темы выполняется поиск релевантных документов базы знаний.

Этап 4. Генерация рекомендаций.

Большая языковая модель получает:

- результаты студента;
- найденные документы;
- описание дисциплины;
- шаблон обратной связи.

После этого формируется персонализированный отчет.

Отчет включает:

- сильные стороны обучающегося;

проблемные темы;
рекомендации по повторению материала;
ссылки на соответствующие разделы курса;
индивидуальный план подготовки.

1.7 Критерии оценки эффективности

Для оценки качества предложенной системы использовался комплекс количественных показателей.

Среднее время ответа

$$T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i,$$

где

- N - количество запросов;
- t_i - время обработки i-го запроса.

Среднее число использованных чанков

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c_i$$

где c_i - число документов, использованных при генерации ответа.

Доля релевантных ответов

$$R = \frac{N_r}{N},$$

где N_r - количество релевантных ответов.

Точность соблюдения ролевых ограничений

$$A = \frac{N_c}{N},$$

где N_c - число запросов, для которых корректно соблюдены права доступа.

Предложенная методика объединяет современные методы обработки естественного языка, технологии семантического поиска и генеративные языковые модели. В отличие от классических чат-ботов, разработанная система использует проверенную базу знаний образовательной организации, что позволяет значительно повысить качество формируемых рекомендаций и снизить вероятность генерации недостоверной информации.

2. Эксперимент

2.1 Цель эксперимента

Целью эксперимента являлась оценка эффективности применения архитектуры Retrieval-Augmented Generation при анализе образовательных данных и формировании персонализированной обратной связи по сравнению с использованием большой языковой модели без подключения внешней базы знаний.

В ходе исследования оценивалось влияние механизма семантического поиска на качество генерируемых рекомендаций, полноту ответов, соблюдение ролевых ограничений доступа и время обработки пользовательских запросов.

2.2 Экспериментальный стенд

Разработанная система была реализована на языке программирования Python с использованием веб-фреймворка Django.

В качестве основных программных компонентов использовались:

Python 3.12;

Django;

LangChain;

Sentence-Transformers;

FAISS (векторное хранилище);

Pandas;

NumPy;

OpenRouter API с открытой большой языковой моделью.

Тестирование проводилось на персональном компьютере со следующими характеристиками:

Параметр	Значение
Процессор	AMD Ryzen 5
Оперативная память	16 ГБ
Операционная система	Windows 11
Python	3.12

2.3 Исходные данные

Для проведения исследования использовались реальные образовательные данные дисциплины.

Экспериментальная выборка включала:

Показатель	Значение
Учебных планов	17
Результатов студентов	70
Текстовых тестов	4
Сформированных чанков	184
Пользовательских запросов	120

База знаний содержала:

- рабочие программы дисциплины;
- учебно-методические материалы;
- результаты тестирования студентов;
- описания тем курса;
- текстовые задания.

После предварительной обработки документы были разбиты на чанки размером 400–600 токенов с последующей векторизацией и индексацией.

2.4 Методика оценки

Для оценки эффективности системы использовались следующие показатели:

- среднее время формирования ответа;
- среднее количество использованных чанков;
- релевантность ответа;
- доля ответов, отображённых полностью без обрыва;
- доля использования истории диалога;
- доля нерелевантных ответов при смене темы;
- точность соблюдения ролевых ограничений.

Релевантность ответов оценивалась экспертным методом. Три преподавателя независимо анализировали ответы системы по шкале от 1 до 5, где:

- 5 - полностью соответствует запросу;
- 4 - соответствует с незначительными замечаниями;
- 3 - частично соответствует;
- 2 - содержит существенные ошибки;
- 1 - ответ нерелевантен.

Итоговая оценка вычислялась как среднее арифметическое.

2.5 Результаты исследования

Для сравнения были рассмотрены два варианта работы системы:

Вариант 1 — использование только большой языковой модели.

Вариант 2 — использование архитектуры Retrieval-Augmented Generation.

Таблица 1

Сравнение основных показателей

Метрика	LLM	RAG
Среднее время ответа, с	2,1	2,6
Релевантность ответов, %	78	94
Полнота ответа, %	81	96
Нерелевантные ответы, %	17	6
Использование истории диалога, %	72	73
Соблюдение ролевых ограничений, %	91	100
Ответ отображён полностью, %	94	99

Полученные результаты показывают, что использование архитектуры Retrieval-Augmented Generation позволило значительно повысить качество работы интеллектуальной системы.

Несмотря на увеличение среднего времени формирования ответа на 0,5 с, применение семантического поиска обеспечило существенный рост качества генерируемой информации.

Наиболее заметное улучшение наблюдается по показателю релевантности ответов, который увеличился с 78 до 94 %. Это связано с тем, что языковая модель использовала найденные документы образовательной базы знаний, а не только собственные внутренние знания.

Количество нерелевантных ответов уменьшилось практически в три раза.

Особенно важно, что при использовании архитектуры RAG не было выявлено случаев нарушения ролевых ограничений доступа к данным студентов.

Таблица 2

Использование базы знаний

Показатель	Значение
Среднее число найденных чанков	5
Среднее число использованных чанков	4,8
Средняя длина контекста	2120 токенов
Средняя длина ответа	405 слов

Полученные результаты показывают, что языковая модель использовала практически все найденные документы при генерации ответа.

Это свидетельствует о высокой эффективности механизма семантического поиска.

Таблица 3

Качество персонализированной обратной связи

Показатель	Значение
Корректно определены слабые темы	95 %
Корректно определены сильные стороны	93 %
Полезность рекомендаций (экспертная оценка)	4,7 из 5
Общая удовлетворённость преподавателей	4,8 из 5

Эксперты отметили, что рекомендации, сформированные системой, были достаточно подробными, содержали ссылки на соответствующие темы курса и могли использоваться преподавателями без существенного редактирования.

2.6 Обсуждение результатов

Проведённое исследование показало, что применение Retrieval-Augmented Generation является эффективным подходом для анализа образовательных данных.

Использование внешней базы знаний позволило уменьшить зависимость качества ответа от внутренних знаний языковой модели и обеспечить генерацию рекомендаций на основе документов конкретной образовательной организации.

Кроме того, использование семантического поиска позволило корректно учитывать содержание рабочих программ дисциплины, результаты тестирования и учебные материалы, что практически невозможно при использовании языковой модели без доступа к этим данным.

Следует отметить, что применение архитектуры RAG сопровождается небольшим увеличением времени формирования ответа. Это обусловлено необходимостью выполнения дополнительного этапа поиска релевантных документов и формирования контекста. Однако увеличение времени обработки менее чем на одну секунду не оказывает существенного влияния на удобство использования системы и полностью компенсируется значительным повышением качества рекомендаций.

Полученные результаты согласуются с современными исследованиями в области генеративного искусственного интеллекта, в которых отмечается, что интеграция языковых моделей с механизмами информационного поиска позволяет существенно повысить достоверность генерируемых ответов и уменьшить вероятность появления фактических ошибок.

В рамках исследования также была проверена работа механизма разграничения прав доступа. Во всех тестовых сценариях система корректно определяла роль пользователя и ограничивала доступ студентов к конфиденциальной информации об успеваемости других обучающихся. Это подтверждает возможность использования предложенного подхода в образовательных информационных системах, где соблюдение требований информационной безопасности является одним из ключевых факторов.

В целом результаты эксперимента демонстрируют, что применение архитектуры Retrieval-Augmented Generation позволяет значительно повысить качество интеллектуального анализа образовательных данных и автоматизировать процесс подготовки персонализированной обратной связи без снижения её содержательной ценности.

Заключение

В рамках проведенного исследования рассмотрена возможность применения технологии Retrieval-Augmented Generation для интеллектуального анализа образовательных данных и формирования персонализированной обратной связи обучающимся.

В ходе работы была разработана архитектура интеллектуальной системы, объединяющая методы обработки естественного языка, семантического поиска и генеративных языковых моделей. Предложенное решение позволяет анализировать результаты обучения студентов, выявлять проблемные области освоения дисциплины и формировать индивидуальные рекомендации на основе данных образовательной среды.

Особенностью разработанной системы является использование внешней базы знаний, содержащей учебные материалы и результаты образовательного процесса. Такой подход позволяет преодолеть ограничения традиционных генеративных моделей, связанные с отсутствием доступа к специализированным данным и возможностью формирования недостоверных ответов.

В результате экспериментального исследования было установлено, что применение архитектуры Retrieval-Augmented Generation позволяет повысить релевантность формируемых ответов с 78 % до 94 %, уменьшить количество нерелевантных рекомендаций более чем в два раза и обеспечить полное соблюдение ограничений доступа к конфиденциальной информации обучающихся.

Разработанная система также позволяет существенно сократить временные затраты преподавателей на подготовку индивидуальной обратной связи. Автоматизация анализа результатов тестирования и формирования рекомендаций создает возможность масштабирования персонализированного подхода на большие группы студентов.

Перспективными направлениями дальнейшего развития системы являются расширение набора анализируемых образовательных данных, внедрение методов прогнозирования академической успешности студентов, использование мультимодальных моделей для анализа различных типов учебных материалов, а также разработка механизмов адаптивного формирования индивидуальных образовательных траекторий.

Таким образом, применение технологий искусственного интеллекта и архитектуры Retrieval-Augmented Generation является перспективным направлением развития цифровой образовательной среды и может способствовать повышению качества образования за счет автоматизации аналитических процессов и предоставления обучающимся персонализированной поддержки.

Библиографический список

1. Lewis P., Perez E., Piktus A., Petroni F., Karpukhin V., Goyal N., Küttler H., Lewis M., Yih W., Rocktäschel T., Riedel S., Kiela D. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2020. — Vol. 33. — P. 9459–9474.
2. Devlin J., Chang M. W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // Proceedings of NAACL-HLT. — Minneapolis: Association for Computational Linguistics, 2019. — P. 4171–4186.
3. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A. N., Kaiser Ł., Polosukhin I. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2017. — Vol. 30. — P. 5998–6008.
4. Reimers N., Gurevych I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks // Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. — Hong Kong, 2019. — P. 3982–3992.
5. Karpukhin V., Oguz B., Min S., Lewis P., Wu L., Edunov S., Chen D., Yih W. Dense Passage Retrieval for Open-Domain Question Answering // Proceedings of EMNLP. — 2020. — P. 6769–6781.
6. Brown T., Mann B., Ryder N., Subbiah M., Kaplan J. Language Models are Few-Shot Learners // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2020. — Vol. 33. — P. 1877–1901.
7. Bommasani R., Hudson D., Adeli E. et al. On the Opportunities and Risks of Foundation Models // arXiv preprint arXiv:2108.07258. — 2021.
8. Gao Y., Xiong Y., Gao X. et al. Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey // arXiv preprint arXiv:2312.10997. — 2023.
9. Lewis M., Liu Y., Goyal N. et al. BART: Denoising Sequence-to-Sequence Pre-training for Natural Language Generation, Translation, and Comprehension // Proceedings of ACL. — 2020. — P. 7871–7880.
10. Минько А.А., Кузнецов А.В. Методы искусственного интеллекта в цифровизации образовательных систем // Информационные технологии. — 2022. — № 8. — С. 45–52.
11. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования: психолого-педагогический и технологический аспекты. — Москва: ИИО РАО, 2019. — 356 с.
12. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: учебное пособие. — Москва: Академия, 2020. — 192 с.
13. Босова Л.Л., Босова А.Ю. Искусственный интеллект в образовании: перспективы и проблемы применения // Вестник образования. — 2023. — №4. — С. 56–64.

14. Иванова Н.В., Петров А.С. Анализ образовательных данных с использованием методов машинного обучения // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2022. – Т.18. – №3. – С. 624–635.
15. Розина И.Н. Цифровая трансформация образования: современные технологии и перспективы развития // Высшее образование сегодня. – 2021. – №6. – С. 12–18.
16. Chen D., Fisch A., Weston J., Bordes A. Reading Wikipedia to Answer Open-Domain Questions // Proceedings of ACL. – 2017. – P. 1870–1879.
17. Khattab O., Zaharia M. ColBERT: Efficient and Effective Passage Search via Contextualized Late Interaction over BERT // Proceedings of SIGIR. – 2020. – P. 39–48.
18. Manning C., Raghavan P., Schütze H. Introduction to Information Retrieval. – Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – 506 p.

СЕКЦИЯ 2. СОЦИАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

УДК 33

Тутаришева Ф.С. Стратегии социально-экономического развития как
инструмент эффективного управления деятельностью регионов

Socioeconomic development strategies as a tool for effective management of regional activities

Тутаришева Фатима Салимовна

научный сотрудник отдела экономики

Адыгейский республиканский институт гуманитарных исследований им. Т.М.Керашева

Tutarisheva Fatima Salimovna

Researcher, Economics Department

Adyghe Republican Institute for Humanitarian Research named after

T.M.Kerasheva

Аннотация. Долгосрочные стратегии регионального социально-экономического развития должны учитывать положения тех федеральных стратегических документов, которые наилучшим образом отражают текущее и будущее состояние социально-экономической сферы субъекта Российской Федерации. На региональном уровне следует придерживаться сквозного принципа определения проблем, приоритетов, целей, задач и показателей, а все документы стратегического планирования и программ должны руководствоваться основными показателями и деятельностью СЭР субъекта Российской Федерации. Такой подход к стратегическому планированию учитывает принципы устойчивого развития региона, что требует включения широкого круга соответствующих показателей (анализируемые и прогнозируемые), а также необходимости достижения баланса между развитием экономики, человеческого и природного капитала и интересами нынешнего и будущих поколений при постановке целей и разработке соответствующих задач.

Ключевые слова: национальные проекты, регион, долгосрочное планирование, социально-экономическое развитие, конкурентоспособность.

Abstract. Long-term strategies for regional socioeconomic development should take into account the provisions of those federal strategic documents that best reflect the current and future state of the socioeconomic sphere of a constituent entity of the Russian Federation. At the regional level, a cross-cutting principle of defining problems, priorities, goals, objectives, and indicators should be adhered to, and all strategic planning documents and programs should be guided by the key indicators and activities of the socioeconomic development system of the constituent entity of the Russian Federation. This approach to strategic planning takes into account the principles of sustainable regional development, which requires the inclusion of a wide range of relevant indicators (analyzed and projected), as well as the need to achieve a balance between the development of the economy, human and natural capital, and the interests of current and future generations when setting goals and developing corresponding objectives.

Keywords: national projects, region, long-term planning, socioeconomic development, competitiveness.

По данным Аналитического центра Правительства Российской Федерации, для обеспечения технологического лидерства к 2030 году разработано восемь национальных проектов: «Производственное оборудование и автоматизация» — увеличение производства

и поставок роботов различного назначения примерно до 40 000 единиц; «Новые материалы и химия» — восстановление 55 критически важных технологических цепочек и обеспечение увеличения добавленной стоимости примерно на 1 триллион рублей; «Промышленное обеспечение транспортной мобильности» — создание конвейерного производства спутников в космическом секторе; и «Новые энергосберегающие технологии» «Здравоохранение» — достижение 80% технологической независимости Российской Федерации в медицине; «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» — развитие генетики и селекции, увеличение производства ветеринарных вакцин, лекарств, ферментов, пищевых и кормовых добавок для животных; «Новые ядерные и энергетические технологии» — разработка низкоэнергетических реакторных технологий; «Биоэкономика» — консолидация микробиологической и биотехнологической промышленности и обеспечение производства здоровой продукции; «Беспилотные летательные аппараты» — пятикратное увеличение производства и достижение уровня независимости в 70% к 2030 году.

Реализация национальных проектов является приоритетным направлением российской государственной политики. Эти проекты рассчитаны на долгосрочную перспективу и направлены на экономическое и социальное развитие страны, повышение качества жизни граждан и увеличение конкурентоспособности России в мировом сообществе. Увеличение федеральных бюджетных расходов на реализацию национальных проектов как в процентном, так и в абсолютном выражении может свидетельствовать об эффективности проектного управления в стратегическом планировании и реализации стратегических планов развития Российской Федерации.

Национальные цели развития страны взаимосвязаны и требуют скоординированной реализации федеральными, региональными и муниципальными органами власти. Такой подход закреплён в «Едином плане достижения национальных целей Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года», утверждённом Премьер-министром России 1 октября 2021 года. Таким образом, каждой национальной цели развития соответствует план ее достижения, определяющий порядок достижения целей, наиболее значимые факторы, влияющие на их достижение, и комплекс государственных программ Российской Федерации, обеспечивающих создание соответствующих благоприятных факторов.¹

Рекомендуется осуществлять развитие СЭР субъекта Российской Федерации в три этапа.

Аналитический этап направлен на оценку текущего положения субъекта Российской Федерации и перспектив его будущего развития, а также служит основой для выбора и

¹ Ильин И. В., Полищученко В. А., Современные аспекты проектного управления в регионе // Экономические науки - №2 (219), 2023г

обоснования стратегических приоритетов развития. Разработка аналитического блока должна начинаться с составления перечня показателей, которые будут охватывать всю стратегию. Эти показатели должны соответствовать следующим критериям:

1. Сопоставимы между регионами с различной численностью населения и объемами производства. Поэтому для анализа представляется более объективным выбор относительных показателей (человеческий ресурс на душу населения), чем абсолютных показателей (например, человеческий ресурс).

2. Доступны и проверяемы (например, рассчитаны Росстатом или другим федеральным органом с использованием официально утвержденной методологии). Перечень должен обеспечивать полное покрытие социально-экономических зон субъекта Российской Федерации, как это указано в Методических рекомендациях Министерства экономического развития России по развитию и корректировке региональных социально-экономических зон.

Для понимания факторов, влияющих на социально-экономическую сферу региона, важно изучить состав ключевых показателей, включая:

1. Секторальную структуру экономики региона на основе ключевых показателей социально-экономической сферы: занятость, трудоустройство и инвестиции.

2. В зависимости от выявленных на предыдущих этапах анализа различий между плановыми/дальневосточными/среднероссийскими значениями социально-экономической сферы, можно изучить структуру других показателей. Например, причины смерти, доход населения по источникам, состав рабочей силы и другие показатели.

В рамках концепции устойчивого развития следует также обратить внимание на анализ показателей в следующих областях:

1. Развитие человеческого капитала и социальной сферы.

2. Рациональное использование природных ресурсов и обеспечение экологической безопасности. Для анализа пространственного развития субъекта Российской Федерации необходимо изучить существующую систему расселения, расположение ключевых видов инфраструктуры (транспортной, энергетической) и их мощность, а также природные ресурсы (месторождения, сельскохозяйственные земли, лесные запасы).

Этап постановки целей и прогнозирования включает в себя:

- формирование общего видения будущего субъекта Российской Федерации;
- определение долгосрочных целей и задач развития;
- выбор ограниченного числа приоритетов регионального развития;
- описание основных внешних и внутренних условий развития;
- расчет ожидаемых результатов развития.

Российские регионы по-разному подходят к постановке целей. Единой, универсальной и законодательно закрепленной методологии постановки целей и задач не существует. Например, цели и задачи могут иметь разветвления на подуровни, при этом стратегические приоритеты и направления развития, миссия и/или стратегическое видение определяются отдельно.

Эффективность всего процесса стратегического планирования экономического развития российского региона напрямую зависит от решения о включении конкретного показателя в систему показателей.

При определении набора показателей следует учитывать следующие критерии:

- показатель должен быть (прямо или косвенно) связан со стратегической целью экономического развития и максимально полно отражать ее содержание;
- для каждой стратегической цели СЭР необходимо использовать несколько ключевых показателей для более точной и всесторонней оценки, при этом система не должна быть перегружена слишком большим количеством показателей;
- система должна включать как абсолютные, так и относительные показатели для обеспечения баланса;
- необходимо уделять внимание балансу целевых показателей между основными областями регионального развития: производством, человеческим и природным капиталом. Например, экономический рост, основанный исключительно на крупномасштабном освоении невозобновляемых природных ресурсов, не может обеспечить долгосрочное устойчивое развитие. Экономическое развитие должно поддерживаться соответствующим, одновременным развитием возобновляемого природного и человеческого капитала;
- каждому показателю необходимо присваивать не только целевое значение, но и временные параметры в зависимости от определенных этапов реализации СЭМС. Для упрощения процесса координации и гармонизации стратегий рекомендуется устанавливать этапы, аналогичные тем, которые указаны в федеральных стратегических планах;
- целесообразно выбирать показатели из списка, составленного на начальных этапах разработки СЭМС, чтобы обеспечить комплексный подход к анализу, постановке целей и мониторингу реализации стратегии.

При определении целевых значений показателей в качестве ориентира можно использовать целевые значения показателей СЭД Российской Федерации. Отклонение регионального показателя от общенационального среднего значения определяется ключевыми бенефициарами СЭД и экспертным сообществом индивидуально, в зависимости от специфических особенностей развития региона.

Результатом этапа постановки целей должен стать целевой план развития, разделенный на этапы реализации стратегии, который служит основой для формирования целевого сценария регионального СЭД.

Прогнозирование СЭД осуществляется в три этапа:

На первом этапе создается база исследовательской информации, которая собирает статистические данные о демографических и трудовых ресурсах, макроэкономике и промышленном производстве, деятельности малых и средних предприятий, инвестиционных процессах, региональных финансах, уровне жизни и внешнеэкономической деятельности в регионе. Затем данные проверяются и балансируются. Вносятся корректировки и, при необходимости, вводятся уточняющие показатели. Результатом этого этапа являются сбалансированные данные, используемые в дальнейшем прогнозировании.

На втором этапе вводятся целевые и внешние параметры сценария. Значения целевых параметров берутся из целевого плана развития. Внешние параметры формируются на основе прогнозов СЭД Министерства экономического развития, консенсусных прогнозов, инвестиционно-производственных планов предприятий и результатов SWOT-анализа.

На третьем этапе формируются прогнозные показатели для следующих блоков: демографическое развитие, рабочая сила и занятость, ВВП и производственная активность, малые и средние предприятия, финансовые ресурсы, консолидированный бюджет, инвестиционные процессы, уровень жизни и внешнеэкономическая деятельность.

Блок, посвященный реализации стратегии и ее ресурсному обеспечению, содержит описание этапов реализации, перечень мер и инструментов, используемых для достижения целей стратегии, оценку параметров их финансовой поддержки (объем, структура по источникам финансирования) и порядок мониторинга и оценки результатов.

Ключевыми элементами этого блока являются:

1. Этапы реализации СЭД.
2. Перечень мер и инструментов, используемых для достижения целей стратегии.
3. Ресурсное обеспечение.
4. Порядок мониторинга и оценки результатов.

Этапы реализации стратегии вытекают из целевого плана, разработанного в разделе, посвященном постановке целей и прогнозированию. Меры по достижению региональных целей в области интеллектуальной специализации основываются на приоритетах государственной политики, текущем уровне региональной экономики и перспективах отраслевого развития.

Согласно Руководству по стратегиям исследований и инноваций для интеллектуальной специализации, разработанному Европейской комиссией, меры региональной стратегии развития должны включать:

1. Формулировку мер, направленных на преодоление существующих проблем в специализированных секторах (важно сформулировать проблему, хотя бы частично, которую призвана решить мера).

2. Механизмы реализации мер и проектов (описать меру, прямо или косвенно, которая окажет влияние на проблему, определить основные этапы ее реализации и контрольные точки).

3. Бенефициары реализуемых мер. Рекомендуется указывать конкретные категории: граждан (пенсионеры, студенты, школьники, безработные, учителя и т. д.), предприятия (крупные, средние или малые, российские или иностранные, местные или из других регионов и т. д.). Выгодополучателем мер не должно быть государство или государственные корпорации, поскольку они должны действовать в интересах граждан и предприятий.

4. Исполнительные органы и их сферы ответственности (основной исполнитель и соисполнители, их основные функции).

5. Целевые показатели, с учетом их связи с национальными показателями и показателями других региональных программ.

6. Временные интервалы (краткосрочные – менее 3 лет, от 3 до 6 лет – среднесрочные, 6 и более лет – долгосрочные).

7. Источники финансирования (бюджетные уровни, сравнение имеющихся и необходимых средств, определение необходимости софинансирования из бюджетов более высокого уровня). ²

В 2026 году регионы России переходят от модели умеренного роста к глубокому развитию с акцентом на технологический суверенитет и цифровизацию. На передний план экономики выходят новые отрасли промышленности, способные не только обеспечить сбалансированный рост, но и создать новые, высококонкурентные рынки будущего. Система координат – нацпроекты. Создание новых точек экономического роста поддерживается Стратегией пространственного развития России до 2030 года с прогнозом до 2036 года и национальными проектами.

В начале 2026 года динамика промышленного производства в России показала нулевые и отрицательные значения. Снижение показателя на 0,8% за январь-февраль 2026

² Методические рекомендации по разработке стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации. Восточный центр государственного планирования. – Москва, 2023. https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/metod_rekomendacii_vgr02.pdf (дата обращения 10.07.2026г.)

года по сравнению с аналогичным периодом 2025 года объясняется, с одной стороны, календарными факторами, а с другой – продолжающейся стагнацией гражданского сектора. В 2026 году, в соответствии с сентябрьскими прогнозами, Министерство экономического развития России оценивает рост промышленного производства в 2,3% после 1,3% в Рост в 2025 году составил 5,1%, а в 2024 году – 5,1%. Промышленное развитие поддерживается импортозамещением и переориентацией экспорта на азиатские рынки. Годовой результат будет зависеть от различных факторов, один из которых – заявленная политика постепенного снижения ключевой ставки Банка России – уже оказывает благоприятное воздействие на промышленные сектора.

В рамках российских регионов динамика индекса промышленного производства была крайне неравномерной: в 2025 году значения ниже 100% были зафиксированы в 41 регионе, в то время как в 44 регионах сохранился положительный рост. В тройку лидеров вошли Курганская область, где рост зафиксирован второй год подряд (125,2% в 2025 году и 124,9% в 2024 году); Хабаровский край, демонстрирующий положительную динамику на фоне увеличения объемов государственных закупок в проектах оборонной, судостроительной и горнодобывающей промышленности (118,2%); а также Калужская область, где наблюдается эффект восстановления после сильного спада. 2022 год и перезапуск автомобильной промышленности сыграли свою роль.

Одним из показателей промышленного развития в российских регионах является деловая активность, которая обычно измеряется количеством вновь созданных организаций или их чистым приростом (созданных минус ликвидированных). В 2025 году лидерами по количеству вновь созданных организаций в обрабатывающей промышленности стали Москва (2819), Московская область (1060), Санкт-Петербург (940), Республика Татарстан (610) и Свердловская область (538). Однако, после исключения ликвидированных в 2025 году юридических лиц, лидирующие позиции заняли Республика Татарстан (137), Республика Дагестан (66), Нижегородская область (59), Ставропольский край (30) и Ленинградская область (26). При этом положительный рост за прошедший год показали лишь 26 регионов, включая Херсонскую и Запорожскую области, а также Донецкую и Луганскую Народные Республики. Ведущими регионами России по темпам роста в отдельных секторах к 2025 году стали: Республика Татарстан, Челябинская область и Нижегородская область в производстве химикатов и химической продукции; Москва, Нижегородская область и Республика Татарстан в производстве готовых металлоизделий; Московская область, Республика Башкортостан, Пермский край и Тюменская область в производстве машин и оборудования; Москва, Свердловская область и Санкт-Петербург в производстве компьютеров, электроники и оптической продукции; Республика Татарстан, Краснодарский край, Пензенская область и Алтайский край в производстве мебели; и

Ивановская область, Калужская область, Калмыкия и Карачаево-Черкесия в производстве одежды.

Наибольший рост числа предприятий в обрабатывающей промышленности наблюдался в производстве готовых металлоизделий, электроники, оптической продукции, химикатов и химической продукции, а также машин и оборудования. Именно эти инвестиционно-емкие сектора в первую очередь ответственны за промышленный рост в регионах России. Сегодня, несмотря на стагнацию во многих гражданских секторах и низкую инвестиционную активность в частном секторе, в промышленности появляются новые области роста. Это обусловлено тремя факторами: вынужденным импортозамещением, предпочтением государства технологическому суверенитету и потенциалом экспортно-ориентированного развития на новые рынки.

В этом контексте выделяется машиностроение – особенно точное машиностроение, такое как станкостроение, инструментальное производство и робототехника. Развитие здесь обусловлено внутренним спросом при ограниченном импорте и значительных государственных закупках. Кроме того, существенную роль играет существующая инфраструктура: регионы, последовательно проводившие кластерную политику, теперь обладают значительными конкурентными преимуществами и быстрее наращивают производство. Примерами являются Алабугаская особая экономическая зона (ОЭЗ) с ее промышленно-инженерными проектами (Республика Татарстан), авиационный кластер и производство композитных материалов (Ульяновская область), а также инновационный инструментальный кластер в Санкт-Петербурге.

Второй ключевой областью роста является фармацевтическая промышленность и биотехнологии. Их развитие обусловлено не только существующими ограничениями, но и стратегическими целями обеспечения национальной безопасности. Это долгосрочная инвестиция: спрос стабилен как на внутреннем, так и на внешнем рынках, а сама отрасль генерирует высокий уровень добавленной стоимости. К примечательным примерам относятся фармацевтический кластер в Калужской области, биотехнологические проекты во Владимирской области и Томской охраняемой зоне, а также научно-производственный кластер «Сибирский научный город» (Новосибирская область).

Третья область – это ИТ, прежде всего в промышленном секторе. Хотя это по-прежнему в значительной степени «скрытая» область роста, именно она формирует новый технологический слой экономики. Цифровые решения и интеграция искусственного интеллекта в производственные, управленческие и логистические процессы станут ключевыми факторами конкурентоспособности в ближайшие годы. Примерами являются не только Сколково в Москве, но и Иннополис как центр промышленных ИТ и цифровых решений (Республика Татарстан), где разрабатываются решения для промышленности и

приборостроения, научно-технологический центр «Квантовая долина» и ИТ-кампус «НЕЙМАРК» (Нижегородская область). Все три области обладают высоким технологическим мультипликатором. Они создают спрос и стимулируют рост в смежных отраслях: точное машиностроение (микроэлектроника и материаловедение), фармацевтика (химическая промышленность и наука) и промышленная информационная сфера (практически весь промышленный сектор).

Как показывает анализ ситуации, инвестиционная активность в самих регионах дает основания для осторожного оптимизма, хотя и не без определенных трудностей. В настоящее время средства инвестируются преимущественно в отрасли, способные обеспечить высокий уровень добавленной стоимости и технологическую независимость. В некоторых местах такие проекты уже развиваются в частных случаях.

Основные инвестиции в российских регионах направлены на развитие традиционных отраслей. Однако появляются и совершенно новые случаи, которые начинают развиваться в соответствии с потребностями страны. Чаще всего они касаются развития высокотехнологичного производства, способного заменить исчезнувший с рынка импорт.

Промышленная специализация региона в среднесрочной перспективе будет базироваться на производстве станков и автоматизированного оборудования, химической промышленности, фармацевтической промышленности, биоэкономике и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Наличие необходимых ресурсов – существующих промышленных кластеров, инженерных центров и центров корпоративного обучения и производства – вместе с рядом мер государственной поддержки уже обеспечивает импортозамещение критически важных товаров: высокоточных станков, компонентов для железнодорожного и автомобильного транспорта, фармацевтических препаратов, ферментных препаратов и полимерных материалов. Экономическую эффективность выбранных в регионе приоритетов подтверждает увеличение объемов производства в машиностроении на 25% и фармацевтической промышленности на 10,7% к концу 2025 года. Высокотехнологичное производство, ориентированное на технологическое лидерство и импортозамещение, рассматривается как основа для реализации в Красноярском крае в ближайшие 3-5 лет. Эти направления, прежде всего, связаны с глубокой переработкой сырья и выпуском высокодобавочной продукции, развитием машиностроительных навыков, производством компонентной базы для систем управления, связи и контроля, роботизацией и автоматизацией на всех этапах производственного цикла. В регионе производство коричневых ножей для деревообрабатывающих станков – критически важная продукция, не имеющая аналогов в России. В Лесосибирске создано единственное в стране производство фенолтерпеновых смол – стратегического компонента для шинной промышленности, ранее поставлявшегося только из-за рубежа. В городе Сосновоборске, на месте бывшего завода

по производству прицепов, в партнерстве с белорусским «БелАЗ» создается современное производство подземного горного оборудования – проект выводит сотрудничество с Беларусью на качественно новый уровень. Налажено производство ветроэнергетических комплексов «Терус» для автономного тепло- и энергоснабжения верременных поселений. Красноярский производитель вездеходов строит новый цех, спосодный проект программы ключевых партнеров из нефтегазовой, горнодобывающей промышленности и МЧС. Кроме того, регион обеспечивает потребителей снегоходами и бескаркасными палатками, материалами для строительства в сложных климатических условиях, горнодобывающей и карьерной техникой, средствами автоматизации, изделиями из цветного металла и специальными редукторами, светодиодными светильниками для различных условий эксплуатации, прицепным оборудованием для спецтехники.

В Краснодарском крае основной упор в промышленности до 2030 года будет сделан на развитие пищевой и перерабатывающей промышленности, машиностроения и приборостроения, производства строительных материалов, химического и нефтехимического производства, сообщили в администрации края. Драйверами роста станут проекты, связанные с глубокой переработкой сельскохозяйственного сырья, производством сахара, растительных масел, кондитерских и консервных изделий; выпускное оборудование для неodge АПК и оборудование для нефтегазовой, строительной и пищевой промышленности; Удобрения, бытовая химия, переработка полимеров. Учитывая высокие темпы жилищного строительства и развития инфраструктуры, перспективным остается производство цемента, кирпича, стекла и строительных смесей. ³

В ряде регионов России драйверами роста зачастую являются кластерные и другие промышленные площадки, получающие всевозможную поддержку со стороны государства.

Сегодня более 100 промышленных кластеров включены в реестр Минторгпрома России. При этом если раньше многие из них существовали номинально, то в последние годы акцент сместился в сторону качества: эксперт отметил глубину сотрудничества, высокий уровень загрузки предприятий и объемов производства. Во многом этот переход стал возможен благодаря формированию единой методологической базы, но второе стратегически важнее: регионы начинают мыслить в логике сотрудничества, что обеспечивает долгосрочную стабильность. Именно накопление таких данных позволило сформировать первый национальный рейтинг регионов по уровню развития кластеров в 2025 году. Его появление стало естественным этапом: система созрела для объективной оценки. Лидерами являются те, кто строит работу системы.

³ Мордвинцев А. И., Соколов А. А., Дубов Р. С., Булетова Н. Е. Стратегическое планирование регионального развития: учебное пособие / под ред. А. И. Мордвинцева; Волгоградский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы». – Волгоград: Изд-во Волгоградского института управления – филиала РАНХиГС, С 83, 2022г

Однако, несмотря на оптимизм в отношении инвестиционной активности в России, нельзя отрицать наличие системных проблем, препятствующих развитию новых отраслей. Внешние санкции, потеря традиционных рынков и падение внутреннего спроса, трудности с международными платежами, отсутствие гарантированного спроса на продукцию, ограниченный доступ к импортному оборудованию, низкая глубина переработки сырья, недостаточная производительность труда, нехватка квалифицированных кадров и логистические проблемы, высокая ключевая процентная ставка Центрального банка и, как следствие, дорогостоящие кредиты, являющиеся основным источником инвестиций, а также нехватка оборотного капитала продолжают сдерживать и даже создавать проблемы для российских предприятий.⁴

Только решив эти проблемы, Россия получит доступ к «рынкам будущего», которые не только станут новыми областями роста, но и обеспечат высокую конкурентоспособность отечественной продукции среди мировых поставщиков.

Библиографический список

1. Ильин И. В., Полищук В. А., Современные аспекты проектного управления в регионе // Экономические науки - №2 (219), 2023г.
2. Методические рекомендации по разработке стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации. Восточный центр государственного планирования. - Москва, 2023. https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/metod_rekomendacii_vgp02.pdf (дата обращения 10.07.2026г.)
3. Мордвинцев А. И., Соколов А. А., Дубов Р. С., Булетова Н. Е. Стратегическое планирование регионального развития: учебное пособие / под ред. А. И. Мордвинцева; Волгоградский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы». – Волгоград: Изд-во Волгоградского института управления – филиала РАНХиГС, С 83, 2022г.
4. Бутырина Е., Рынки будущего создадут регионы: где в России появятся новые точки роста промышленности / Редакция «ФедералПресс» - 25 мая 2026г. <https://fedpress.ru/article/3438249> (дата обращения 15.07.2026г.)

⁴ Бутырина Е., Рынки будущего создадут регионы: где в России появятся новые точки роста промышленности / Редакция «ФедералПресс» - 25 мая 2026г. <https://fedpress.ru/article/3438249> (дата обращения 15.07.2026г.)

СЕКЦИЯ 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

УДК 629.7.072: 004.8

Tolstobrova L.I., Anufrieva E. Artificial intelligence in piloting: autonomous systems against humans

Tolstobrova Liudmila,

Senior lecturer, FLD of Technical Faculties,
Novosibirsk State Technical University,
Novosibirsk

Anufrieva Ekaterina,

BS student,
Novosibirsk State Technical University,
Aircraft Faculty, Novosibirsk

***Abstract.** The paper examines the role of artificial intelligence in aviation, contributing to the efficiency and convenience for aviation systems. The main advantages and disadvantages of the introduction of AI are considered as well as examples for successful application of AI technologies in civil aviation are given.*

***Keywords:** artificial intelligence, autopilot, human factor, aviation, autonomous systems.*

Introduction

Modern aviation is going through a stage of deep technological transformation due to the rapid development of AI. Autonomous aircraft control technologies such as next-generation autopilots and intelligent crew support systems demonstrate unprecedented capabilities in automating key flight steps from the takeoff to landing. However, the large-scale introduction of AI into aviation raises fundamentally important questions about the balance between technological capabilities and the human factor, and about finding the optimal model for human-machine interaction in the process of controlling an aircraft.

The main part

The advantages of AI are: the absence of fatigue, the ability to analyze large amounts of information in real time, the speed of information processing, multitasking, objectivity and, of course, the accuracy of operations which eliminates the influence of the "human factor".

Pilots have critical thinking; the ability to improvise; in complex moral dilemmas, a person can weigh values; also, a person can manage in conditions of incomplete data or contradictory information, relying only on their experience which in turn is not available to algorithms.

There is a well-known case of US Airways flight 1549 when in 2009 Captain Chesley Sullenberger landed the plane on the Hudson River after both engines failed. The complexity of the situation, the rapid assessment of the situation and the adoption of the unconventional decision played the crucial role.

The optimal way is to create AI and pilot interaction systems. This interaction model allows the pilot to observe the AI's decisions, intervene, if necessary, and use it as an assistant.

An example of such model is the DragonFly pilot support system developed by Airbus.



Fig.1 "The aircraft cockpit A350-1000"

The aircraft cockpit is based on *artificial intelligence*. This system has been successfully tested on the A350-1000 aircraft. The system is able to automatically select the optimal flight path, maintain communication with air traffic control services and airline operations centers. *The key DragonFly feature* is the ability to land completely autonomously on any runway, thanks to the combination of sensors and computer vision algorithms. The system analyzes a variety of parameters in real time, including weather conditions and air traffic, and also, converts the instructions of air traffic controllers into specific recommendations for the crew.

DragonFly performs several **important functions**: speed control, obstacle warning and the ability to fully control the aircraft in case of crew incapacity. Although the system has yet to be certified for commercial use, its implementation will increase the number of flights to airports that are difficult to land and significantly reduce delays associated with manual controls.

Despite the advantages, the integration of AI into aviation faces a number of *challenges*. One of the key issues is *liability* in case of an accident: who will be to blame if the algorithm makes an erroneous decision – the developer, the airline or the pilot?

In addition, there is *a problem of excessive trust in automation*: pilots, becoming accustomed to relying on AI, may lose manual control skills which is critical in emergency situations. It is also important to take into account *cybersecurity* – hacker attacks on autonomous control systems can lead to disasters. Hence, apart from technical improvements, it is necessary to develop the legislative and regulatory framework and protocols for human-AI interaction in aviation.

Conclusion

Thus, AI in piloting opens up huge prospects for improving aviation safety and efficiency. Nevertheless, the human remains the most important element in the aircraft control system. The most effective and safe model seems to be the hybrid model in which AI and humans complement each other rather than replace each other.

References

1. Kamalov K. F., Sokolov O. A. Analysis of the use artificial intelligence in civil aviation // Bulletin of Science. – 2023.
2. Airbus protested against the advanced autopilot for airplanes [Electronic resource] // 4PDA. – 2023. – Jan 14. URL: https://4pda.to/2023/01/14/408564/airbus_protestirovala_prodvinytyj_avtopilot_dlya_samolyotov/
3. The pilots of the Airbus A350 forgot how to fly [Electronic resource] // N+1. – 2020. – June 22. – URL: <https://www.google.com/amp/s/nplus1.ru/news/2020/06/22/a350/amp>
4. Flight routes [Electronic resource] // Moscow Transport Forum. – URL: <https://moscow.tft.aero/flight/paths/klga>

УДК 623.746.-519

Tolstobrova L.I., Alexandrov A. Comparative analysis of materials manufactured for MALE class attack drones and kamikaze drones

Tolstobrova Liudmila,

Senior lecturer, FLD of Technical Faculties,
Novosibirsk State Technical University,
Novosibirsk

Alexandrov Artem,

BS student,
Novosibirsk State Technical University,
Aircraft Faculty,
Novosibirsk

Abstract. This article provides the comparison of the materials used to make military attack unmanned aerial vehicles (UAVs). The comparison is carried out by collecting and analyzing information from open sources. The article is recommended for those who are interested in modern UAVs and the prospects for the development of this industry.

Keywords: unmanned aerial vehicle, attack drones, MALE class drones, kamikaze drones, comparison of materials, warfare, economy, use of resources, combat sortie

INTRODUCTION

In 2025 few people doubt the need to develop unmanned aircraft. This issue is especially relevant in the field of military applications for unmanned aircraft. The history of mankind has been going on for centuries and many of us have known since school days that it takes a lot of money and the powerful economy to wage war for a long time. Success on the battlefield is ensured by many factors. These include technical excellence and the proper use of the resources provided. At the moment, there are many examples where the army of one country defeated the army of the enemy, waging a war of attrition. The economy of most modern states is a market economy and the issue of the proper use of funds and resources to ensure superiority over the enemy is especially relevant in our time. In this article, we will try to tell you and compare the materials from which modern MALE-class attack unmanned aerial vehicles (Medium-altitude long-endurance UAV, "medium-altitude with long flight duration") and kamikaze UAVs are made.

PROBLEM STATEMENT

The article will compare the materials used to make modern military attack UAVs and analyze the economically sound use of materials in the manufacture of attack UAVs.

What are attack drones for?

For the better understanding of the topic, you should familiarize yourself with the basic definitions and tasks that UAVs perform.

In various Internet sources, you can find the definition of an attack UAV. For example, *an unmanned aerial vehicle (UAV)* is a drone that is capable of not only detecting targets but also hitting them with guided missiles or bombs. Alternatively, an unmanned aerial vehicle (UAV) is an automatic device that can completely or partially replace the human during an attack and/or aerial reconnaissance. *The main tasks that UAVs perform in combat operations are:* aerial reconnaissance (their main purpose), fire control (fire correction) and targeting, striking land and sea targets, intercepting air targets, mining and mine clearance, radio interference, relaying messages and data, and deploying air defense systems (decoy drone) and delivery of goods to divisions.

Based on the above information, it follows that the main task of military attack drones is to scout and strike targets without risk to the person who controls this UAV.

Scope of application and main tasks

Shock UAVs became widespread in the 1990s and 2000s. Most of the UAV strike manufacturing countries have extensive experience in the aircraft industry. These include the United States, Russia, Great Britain, China, Iran, Turkey, Israel and a number of other states. It is worth noting that it is no coincidence that MALE-class attack UAVs and kamikaze drones are divided into two classes.

The MALE class UAV is capable of multiple applications for combat missions and can partially replace the entire combat aircraft on the battlefield. Rocket and bomb armament is additionally attached to such the UAV with which the operator can hit enemy targets.

Kamikaze drones have the single purpose. The kamikaze UAV, as a rule, carries the powerful explosive charge in its body and is used to destroy targets by self-detonation.

This means that while the MALE-class attack UAV performs the same functions as the combat aircraft, the kamikaze UAV should simply fly "from point A to point B."

Based on this, the question seems quite obvious: "Why do expensive materials spend on the kamikaze UAV if it is eventually destroyed? The question sounds logically because in order to achieve economic victory in the market economy, it is necessary to exhaust the enemy's resources. This means that by exchanging the relatively inexpensive kamikaze UAV for target or strategic object that requires large material investments, we gain benefits. Exactly the same logic applies to the use of ammunition. Just do not forget that the kamikaze UAV allows you to hit targets at relatively long distance and without risking the life of the launcher.

The answer to the question: "Why waste kamikaze UAVs with expensive materials?" - it can be obtained by comparing the classes of drones. Let's consider 6 of any sufficiently well-known shock UAVs. For more honest analysis, we will select 3 MALE class attack UAVs and 3 kamikaze UAVs. (see tab. 1)

Table 1

Known attack UAVs

MALE class UAVs		Kamikaze UAVs	
	country: Russia First flight: 2016 Type: Multi-purpose Reconnaissance and Attack UAV		Country: Iran First flight: 2021 Type: Attack UAV
Orion		Shahed-136	
	Country: USA First flight: 2001 Type: Multi-purpose UAV		Country: Israel First flight: 2003 Type: Reconnaissance and Attack UAV
MQ-9 Reaper		Harop	
	Country: Turkey First flight: 2009 Type: Multi-purpose Reconnaissance and Attack UAV		Country: Israel First flight: 1989 Type: Anti-radar UAV
Bayraktar TV2		Harpy	

At first glance, it seems that this is just an airplane-type UAV. But this remark is an important clue. The wing of the aircraft serves to create lift which makes it possible not to use engines to create this very lift but to direct their work to create thrust. It is the aircraft-type UAVs that have a long range and a high range of combat use.

From the general point of view, it can be distinguished that during a combat flight, both classes of these drones should fly as long as possible and, in case of falling under enemy fire, be able to continue flying, withstanding the effects of emerging loads as stoutly as possible. It is logical to assume that in this case the material from which the aircraft should be made will be the same and this is absolutely true.

MATERIALS

It is currently problematic to make a list of materials from which attack UAVs are made. Manufacturing technologies for most of the known drones are relatively new and classified. Since many of these machines performed well on the battlefield, many points are not disclosed in order to avoid copying products for the general public. According to open sources, UAVs are manufactured using almost the same materials as modern combat aircraft. They provide strength, lightness, and aerodynamic performance. As an example, there is a list some of the basic materials that can be used to create UAVs.

Composites are materials consisting of two or more components with different physical properties. Composites have high strength and rigidity and low weight, they are corrosion-

resistant and durable which justifies their widespread use in aviation. Composite materials are used in the manufacture of UAVs and drones because of their unique properties.

*Aramid*es are synthetic fibers derived from aromatic polyamides. The most famous aramids are Kevlar, Tvaron, Technora and SVM which, in turn, are also used in aviation due to their high strength, rigidity and lightness. These materials do not burn and are resistant to abrasion.

Aluminum is a light metal with high hardness which is widely used in the aviation industry. It has good corrosion resistance.

Titanium is a light refractory metal. Various titanium alloys are used in the aviation industry. Titanium alloys are also used in the creation of UAVs.

Various types of plastics, glass, carbonates, polymer composites, etc. can also be used in the manufacture of drones.

CONCLUSION

As a result of studying the material from the field of UAV attack applications, it can be concluded that in MALE class attack drones and kamikaze drones, the materials used in the manufacture will be as similar as possible to those materials used in the manufacture of combat aircraft. Depending on the requirements and tasks assigned to the UAV, various materials can be used in the design of the drone. It should be borne in mind that the materials used in the production of UAVs depend on its size, purpose, type and other factors. Therefore, a specific combination of materials can be selected for each specific UAV.

References

1. airwar.ru:website.-URL:<https://airwar.ru/bpla.html>(date of request: 05/23/2025). - Text: electronic.
2. Military use of unmanned aerial vehicles. - Text: electronic // Wikipedia: free encyclopedia. - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Military use of unmanned aerial vehicles](https://ru.wikipedia.org/wiki/Military_use_of_unmanned_aerial_vehicles) (date of application: 05/21/2025).
3. Kamikaze drones: a technological breakthrough in modern tactics: website.-URL: https://dzen.ru/a/aByGzQh1EUXpK_Mr (date of request: 05/20/2025). - Text: electronic.
4. Which drones are changing military operations: website.-URL: <https://tehstd.ru/news/rol-bpla-v-sovremennoy-voennoy-tekhnike/>(date of access: 05/20/2025). - Text: electronic.
5. Materials used in the UAV: website.-URL: <https://electrobattery.ru/blog/materialy-ispolzuemye-v-bpla/> (date of access: 05/23/2025). - Text: electronic.

6. From the shock UAV to the Kamikaze UAV: experts talked about promising materials for drone construction: website.–URL: <https://soldier-moskva.livejournal.com/479396.html> (date of request: 05/21/2025). – Text: electronic.

7. Titanium alloys, aluminum and composite polymer materials: experts talked about promising materials for drone construction: website.–URL: <https://dzen.ru/a/Ztcr-afqUCkjSJKL> (date of request: 05/23/2025). – Text: electronic.

8. Attack drones: what can they be and what are they like?: website.–URL: <https://dzen.ru/a/Yk5wgLwpfjHtaISV> (date of request: 05/20/2025). – Text: electronic.

9. Predators that no one sees: how kamikaze drones work after sunset: website.–URL: <https://dzen.ru/a/aJfrbRKNzJMpW3e> (date of request: 05/20/2025). – Text: electronic.

УДК 621.31

Tolstobrova L.I., Konishevsky V. Comparative characteristics of cable and overhead power lines

Tolstobrova L.,

Senior lecturer,
FLD of Technical Faculties,
Novosibirsk State Technical University

Konishevsky V.,

BS student, Faculty of Energy,
Novosibirsk State Technical University

***Abstract.** The article provides a comparative analysis of cable and overhead lines. Two types of power transmission lines, their features, as well as disadvantages and advantages are considered.*

***Keywords:** Power transmission line, cable lines, overhead lines, electric power transmission.*

Introduction

Power transmission lines play an important role in providing electricity to the population and industry. There are two types of power lines - **cable CL** and **overhead OHL** which differ in the method of transmission for electrical energy. In this article, we will look at the device, features, advantages and disadvantages of each power line type of voltage classes above 1 kV as well as compare them with each other and study what determines the decision on choosing the type of power line.

Materials and Methods

Cable lines

To begin with, let's look at the definition of cable line CL. According to GOST R 53316-2009: **cable line** is a line

- designed to transmit electricity, its individual pulses or optical signals and
- consisting of one or more parallel cables with connecting, locking and terminal couplings (seals) and fasteners
- laid in accordance with the requirements of technical documentation in boxes, flexible pipes, trays, rollers, cables, insulators, free hanging, as well as directly on the surface of walls and ceilings and in the voids of building structures or in another way.

The cable wire consists of several conductive cores (conductors), each of which has an insulating coating and all the conductors together are enclosed in an external insulating jacket.

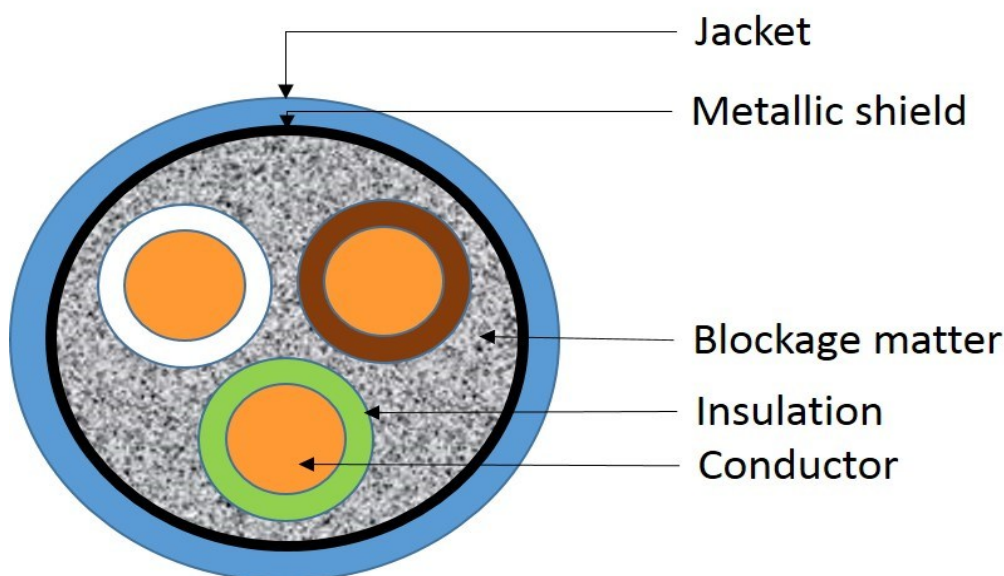


Figure 2 - example of a cable section

Cable lines have a number of **advantages**:

1. The use of cable lines in the electrical network makes it more compact, as the landscape is preserved and the land surface is used more efficiently.
2. The security zone of the cable line is 1 meter on both sides of the cable, regardless of the voltage class.
3. The use of cable lines for the transmission of electrical energy provides a higher level of reliability as ones are less susceptible to environmental influences such as strong winds, snowfall, icing of wires, falling trees on wires.
4. Cable lines are characterized by a lower degree of electromagnetic radiation compared to overhead ones which reduces the negative impact on the environment.
5. The cable is protected from adverse weather conditions and thunderstorm activity.
6. The use of electric grid cable lines is more economically advantageous compared to overhead power transmission lines as maintenance of such lines is cheaper.

However, cable lines are not without **drawbacks**:

1. The use of overhead power transmission lines is more economically advantageous than cable lines, especially when the voltage increases. The difference in the cost of constructing 110 kV and 500 kV overhead lines is significant compared to overhead lines: 4-5 times and 18-20 times more expensive than overhead lines, respectively.
2. Soil shifts can damage the cable.
3. The search and repair of damage on cable lines is a more complex process than on air lines. Repair work on the crane requires a lot of materials and time to determine the damage

location. The time to eliminate an accident on 110 kV overhead lines is on average 72 hours which is 12 times longer than on the overhead line.

4. Cable lines have lower throughput compared to overhead lines of the same cross-section due to worse cooling conditions.

5. The inability to switch on again in case of a short circuit.

Overhead lines

For the definition, we turn again to GOST standards, in particular GOST 24291-90 which states: **overhead line OHL** - a power transmission line whose wires are supported above ground by means of supports, insulators.

To transfer electrical energy through an overhead power line, wires are used and mounted on supports in the open air and supported by special fasteners, insulators and other devices called linear fittings.

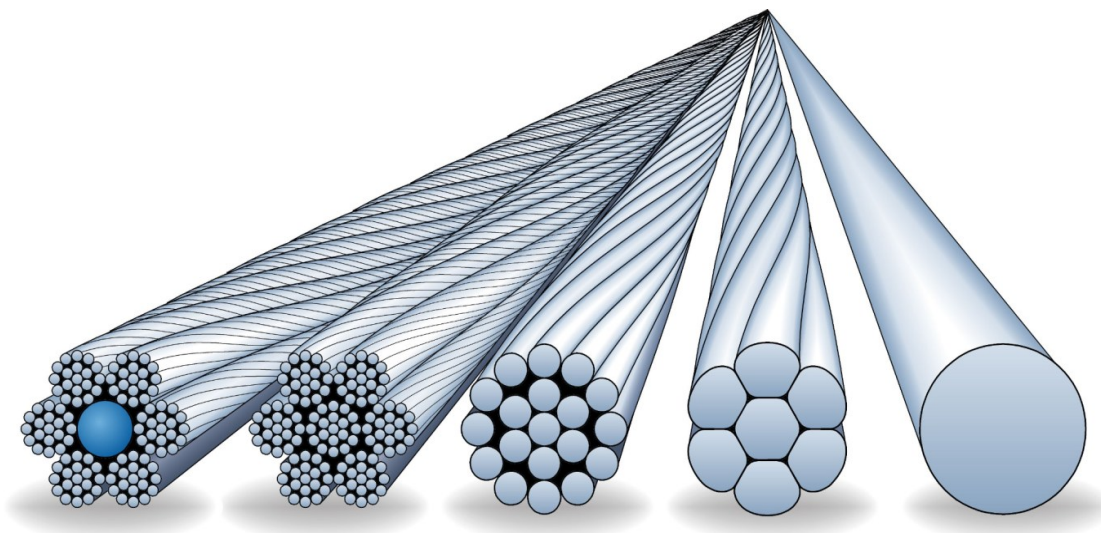


Figure 2 - examples of wire cross-sections

Now we consider the overhead lines **advantages**:

1. The relative cheapness of the installation.
2. Ease of damage detection and high speed of accident elimination (excluding the fall of the power line support).
3. The possibility of switching on again in case of a short circuit.

At the same time, overhead lines have a certain list of **disadvantages**:

1. In case of lightning strike and adverse weather conditions, there is a high probability of thunderstorm over voltages and damage to overhead lines, such as wire clashing, wire breakage from the insulator, wire breakage from wind or falling trees, as well as icing of wires, resulting in the overhead lines reliability is lower than normal.

2. The security zone has a large area which depends on the voltage class and ranges from 10 to 55 m on both sides of the extreme overhead wires.

3. Approaching to the overhead line damaged section, i.e. a wire lying on the ground as well as approaching to the wires of a serviceable overhead line at an unacceptable distance may result in electric shock.

4. A wide range of cutting down trees around overhead lines in case the line passes through the forest area.

Results and Discussion

Features of choosing the power transmission lines type

The decision to choose the type of transmission line may depend on a large number of factors such as financial capabilities, voltage class, reliability and environmental requirements, distance to which electricity should be transmitted, availability of space as well as climatic and geographical features.

The choice in favour of overhead lines correlates with the voltage class as follows:

➤ often high voltages are used to transmit electricity over long distances which leads to a number of problems, such as

- a large volume and
- the cost of installation work, as well as
- the complexity and duration of repairs in case of cable damage which creates additional reliability requirements.

Based on this, overhead line becomes more attractive option with increasing voltage. On the contrary, in the absence of the need to transfer energy over long distances, it is more economically feasible to use CL, since due to high reliability, failures occur less frequently and technical work is cheaper. 6 kV overhead lines are quite common which cannot be said about, for example, 500 kV overhead lines OHL.

In the case when environmental friendliness has a higher priority than finances, the choice is made, unequivocally in favor of CL, since it has almost no effect on the environment and unlike overhead lines OHL. It does not require cutting down trees in a wide radius and also does not endanger birds.

With the limited location, the choice is also made in favor of overhead lines according to the above information. The overhead lines security zone is 1 meter in both directions, regardless of voltage when for overhead lines it can reach up to 100 m.

Also landscape features should be mentioned, for example, in the case when a power line needs to be routed across a river, it is much cheaper and faster to resort to use of the overhead lines. And the installing a cable underwater is extremely difficult and financially costly. If you need

to cross a large body of water or sea, you need to resort to cable lines, since it is not possible to place overhead line supports.

In regions with strong winds, high thunderstorm activity and high risk of power lines icing, the choice may be made in favor of overhead lines as the underground cable is more resistant to environmental influences.

Conclusion

It is worth noting that the choice of the transmission line type really depends on many criteria and in each case it is considered individually. However, when the economic factor is discarded, CL is more fault-tolerant, versatile and environmentally friendly option. But when considering *the financial issue*, everything becomes less clear: *to test high-voltage terminals* (110 kV and above), a test *installation generating high voltage* and having *large dimensions* is required, and therefore it is *extremely low mobility*. The maintenance of such terminals is

- ✓ expensive,
- ✓ requires qualified personnel, also for laying cables of high voltage classes
- ✓ the construction of cable tunnels, overpasses and channels is required which, in turn, also need maintenance, maintenance and repair.

Nevertheless, modern trends in urban development lead to the need to convert existing overhead lines to cable execution in order to free up land, reduce the impact on the environment and ensure human safety.

References

1. Classification and types of computer lines - <https://energotek.ru/info/biblioteka/klassifikatsiya-i-vidy-kabelnykh-linii/#kak-ustroeny-kabelnye-linii>
2. Production and cable transmission lines: brief analysis, enterprises and publications - <https://electricalschool.info/main/kabel/2250-vozdushnye-i-kabelnye-linii-elektroperedachi.html>
3. Classification of overhead and underground transmission lines and their purpose - <https://rusenergetics.ru/novichku/klassifikaciya-lep-i-ix-naznachenie> (updated on March 22, 2019)
4. Installation and operation of computer power transmission lines - <https://elektromontagnik.ru/?address=lectures/part3/&page=content>
5. A set of electrical appliances and equipment for power plants and networks. Terms and definitions (GOST 24291-90) - <https://docs.cntd.ru/document/1200005817?marker=7D20K3>

6. Cable lines. Circuit integrity in case of fire. Test method (GOST R 53316-2009) - <https://docs.cntd.ru/document/1200082424>

7. Advantages of underground and terrestrial cable lines over overhead ones. - <https://n-kabel.ru/article/advantages-of-ground-cable-lines-over-overhea/>

8. Cable construction - <https://www.team-cables.eu/about-the-team-cables-project/concept-and-approach/>

9. The cross-sectional area of the wire - <https://jordynaesayers.blogspot.com/2022/09/cross-sectional-area-of-wire.html>

UDC 629.735.3.

Tolstobrova L.I., Kovalev S. Flying wing aerodynamic scheme: history, features and modern representatives

Tolstobrova Liudmila,

Senior lecturer, FLD of Technical Faculties,
Novosibirsk State Technical University,
Novosibirsk

Kovalev Sergey,

BS student,
Novosibirsk State Technical University,
Aircraft Faculty,
Novosibirsk

Abstract The article is devoted to the flying wing aerodynamic scheme, which is characterized by the absence of the fuselage and the integration of all systems into the wing structure. The history of its development, key design features, advantages and disadvantages of the scheme are considered. In conclusion, it is noted that despite the technical difficulties, the "flying wing" remains the promising area in aviation, especially for stealth technologies and unmanned systems.

Keywords: fuselage, aerodynamic design, layout, wing, stabilization system, stealth.

Introduction

The flying wing aerodynamic design is a concept aircraft that lacks the traditional fuselage and all systems, cargo and crew are housed inside the wing. This arrangement provides high aerodynamic efficiency but places special demands on stability and handling.



Fig.1 Aircraft made according to the flying wing scheme

History of appearance

The idea of the flying wing originated at the beginning of the 20th century. The first experiments were carried out:

- John Northrop (1940s) – developed several prototypes, including the Northrop N-1M (1940) and the YB-35 bomber (1946).
- The Horten Brothers (Germany, 1943) – created the Horten Ho 229, one of the first jet-powered flying wings.

In the USSR, Boris Cheranovsky was engaged in research who built several experimental models (BEACH-3, BEACH-7).

Design features

1. The absence of the fuselage – the entire load is distributed over the wing.
2. Integrated systems – engines, fuel, weapons and crew are located inside the wing.
3. The absence of a tail unit (or minimal use) – control is carried out by elevators, steering surfaces on the trailing edge of the wing.
4. Complex stabilization system – due to the lack of a tail, an active electronic control system (for example, fly-by-wire) is required.

Advantages

- High aerodynamic efficiency – less drag compared to the classic circuit.
- Improved stealth (stealth characteristics) – a minimum of protruding elements which reduces radar visibility.
- Fuel economy by reducing the weight of the structure.

Disadvantages

- Control complexity – requires advanced electronic stabilization.
- Limited maneuverability at low speeds.
- Problems with cargo placement – not all aircraft can effectively use the internal volume of the wing.

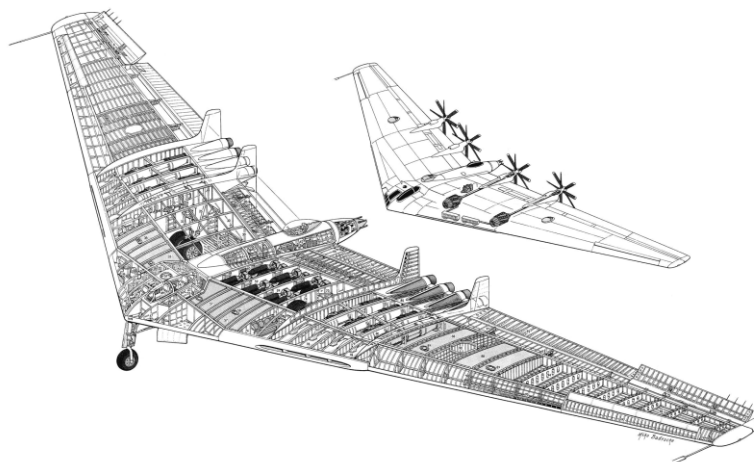


Fig.2 The approximate design of the "Flying wing"

Modern representatives

1. Northrop Grumman B-2 Spirit (USA) – strategic stealth bomber, adopted in 1997.
2. Northrop Grumman B-21 Raider (USA) is a promising next-generation bomber.
3. Horten Ho 229 (historical, Germany) is a prototype of the World War II jet flying wing.
4. Lockheed Martin RQ-170 Sentinel (UAV) is an unmanned reconnaissance aircraft using circuit elements.



Fig.3 Northrop Grumman B-2 Spirit



Fig.4 Horten Ho 229

Conclusion

The flying wing scheme remains one of the most promising in aviation, especially for stealth technologies and long-range bombers. Despite the difficulties in management, the development of electronic systems makes it possible to overcome many disadvantages. In the future, we can expect new UAVs and manned aircraft using this concept.

References

1. FlyingWing // Wikipedia URL:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B5_%D0%BA%D1%80%D1%8B%D0%BB%D0%BE (date of request: 05/24/2025).
2. About the pros and cons of the flying wing aerodynamic scheme // Military Review URL:
<https://topwar.ru/181553-o-pljusah-i-minusah-ajerodinamicheskoy-shemy-letajuschee-krylo.html> (date of access: 05/24/2025).
3. Lockheed Martin RQ-170 Sentinel // Ruwiki URL:
https://ru.ruwiki.ru/wiki/Lockheed_Martin_RQ-170_Sentinel (date of request: 05/24/2025).
4. General overview of the Flying Wing type unmanned aerial vehicle Source:
<https://russiandrone.ru/publications/obshchiy-obzor-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-tipa-letayushchee-krylo-aerogeo/> // Russian drones URL: General overview of the Flying Wing type unmanned aerial vehicle Source: <https://russiandrone.ru/publications/obshchiy-obzor-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-tipa-letayushchee-krylo-aerogeo/> (date of access: 05/24/2025).

Электронное научное издание

**Сборник научных трудов по материалам
Всероссийской конференции
«Наука, цифровизация и устойчивое развитие России»**

20 июля 2026 г.

По вопросам и замечаниям к изданию, а также предложениям к сотрудничеству
обращаться по электронной почте mail@scipro.ru

Подготовлено с авторских оригиналов



Формат 60x84/16. Усл. печ. Л 2.2. Тираж 100 экз.
Lulu Press, Inc. 627 Davis Drive Site 300
Morrisville, NC 27560
Издательство НОО Профессиональная наука
Нижний Новгород, ул. М. Горького, 4/2, 4 этаж, офис №1



9 781105 034848