

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

Государственный университет «Дубна»

Филиал «Протвино»

**МАТЕРИАЛЫ
31-Й ЕЖЕГОДНОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА «ДУБНА»

СТАТЬИ СТУДЕНТОВ ФИЛИАЛА «ПРОТВИНО»
(г. Дубна, 6 – 9 апреля 2026 г.)**

**Протвино
2026**

УДК 62+3
ББК 94.3я431
М341

М 341 Материалы 31-й ежегодной всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов государственного университета «Дубна». Статьи студентов филиала «Протвино» (г. Дубна, 6-9 апреля 2026 г.): сб. материалов. – Протвино, 2026. – 80 [1] с. – Текст: электронный.

В сборнике представлены результаты научных исследований студентов филиала «Протвино» государственного университета «Дубна» в областях информационных технологий, машиностроения, гуманитарных и социальных наук.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 62+3
ББК 94.3я431

Оглавление

Ващенко В.А.

О многообразии и эффективности игр на занятиях по английскому языку..... 4

Зайнутдинов С.И.

Разработка системы динамической генерации топологии локальной вычислительной сети и анализа аномалий в её структуре..... 8

Клименко А.А.

Скрытые барьеры пользовательского типа в реализации проектов цифровой трансформации государственного управления в РФ 15

Кожухов Д.Е.

Разработка стенда для исследования точности позиционирования линейного модуля перемещения СТМ-2 при прямолинейном движении 22

Мазанов Д.А.

Файловый менеджер на сайте..... 30

Нагайцев К.М.

Использование TDC для увеличения кибербезопасности функциональных сетевых устройств на платформе ПЛИС 35

Примакова Т.Г.

Система автоматического реферирования текстов на основе искусственного интеллекта..... 43

Примакова Т.Г.

Системный подход к планированию и управлению рисками в проектной деятельности 47

Примакова Т.Г.

Среда моделирования процессов на основе сетей Петри и конечных автоматов... 53

Сизонов Т.Р.

Разработка цифрового продукта для автоматизации учёта посещаемости и безопасности детей в частном клубе..... 58

Смолович С.Д.

Современный подход к разработке приложений на Android 65

Телипов И.В.

О разработке методики настройки на максимальное быстродействие с учетом технологических ограничений цифровых промышленных сервоприводов с подчиненным управлением..... 69

Хожанов И.С.

Применение отечественных систем автоматизированного проектирования для подготовки производства 74

О многообразии и эффективности игр на занятиях по английскому языку

Автор: Ващенко Вера Александровна, студентка 2 курса группы ПС241 направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Леонова Светлана Анатольевна, к.филол.н., доцент кафедры общеобразовательных дисциплин филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

Статья посвящена исследованию многообразия игр, используемых на занятиях по английскому языку у студентов инженерных специальностей филиала «Протвино» государственного университета «Дубна», а также эффективности их влияния на результаты обучения. Изучаются различные виды игр, дается оценка результатов данной деятельности студентами и преподавателем, на основании которой делается вывод о практической значимости игры в учебном процессе как о мощном психологическом инструменте, снижающем языковой барьер.

Abstract

The article is dedicated to the efficiency research of the games used at the lessons of English with the engineering students in the branch “Protvino” of “Dubna” state university as well as the influence effectiveness on the study results. Various game types are studied, the evaluation of this activity results by the students and the teacher is given, on the basis of which the conclusion about the game practical significance as a powerful psychological tool lowering the language barrier in the educational process is made.

Ключевые слова: игры на уроках английского языка; типология игр; коммуникативные игры; эффективность использования игр.

Keywords: games at English lessons; games function; games typology; communicative games; games using efficiency.

По словам В.А. Сухомлинского, «игра — это искра, зажигающая огонёк пытливости любознательности» [5, 117]. Это такая личностная форма учебного процесса (в отличие от обезличенного стандартного процесса обучения), которая позволяет «примерить» на себя разные роли в безопасных психологических условиях.

Целью статьи является изучить виды и оценить эффективность использования игр на занятиях по иностранному языку в неязыковом, техническом вузе.

Для достижения цели необходимо выполнение следующих **задач**:

- рассмотреть специфику изучения английского языка в техническом вузе;
- изучить типы игр, используемых на занятиях по «Иностранному языку» в филиале «Протвино»;
- проанализировать эффективность использования данного вида обучающей деятельности с двух позиций – с точки зрения студентов и преподавателя, сделать общий вывод.

Объект исследования – игры на занятиях по иностранному языку.

Предмет – эффективность их применения на занятиях в вузе.

Новизна работы состоит в рассмотрении игр, реально применяемых в рамках учебного процесса, и оценке эффективности как со стороны обучающегося (студента), так и со стороны преподавателя (профессионала, владеющего методиками преподавания и нацеленного на практический результат).

При проведении исследования использованы **методы** наблюдения, анализа литературы, опроса, количественного анализа.

В техническом вузе на изучение иностранного языка традиционно выделяется не так много часов, как на узкоспециальные профильные предметы (фактически, 2 пары в неделю на 1-2 курсах и по 1 паре в неделю на 3-м курсе). Соответственно, времени на изучение слов и грамматики у студентов мало, и существует потребность в применении эффективного способа изучения и усвоения учебных материалов, не влекущего за собой больших временных и волевых затрат. В данной ситуации именно таким способом, по нашему мнению, может стать игра.

Современная методическая литература предлагает нам ознакомиться со множеством типологий игр [2, 603; 4, 5-7]. По различным основаниям можно выделить:

- *по целям и задачам* – на занятиях используются: языковые (=аспектные, помогающие усвоить лексику или грамматику) и речевые (обучение монологической и диалогической речи) игры;
- *по форме проведения* – ситуационные и коммуникативные игры-взаимодействия; *по способу организации* – устные и компьютерные, с опорами и без опор, реже – письменные;
- *по степени сложности* – в основном простые (= моноситуационные);
- *по длительности проведения* в существующих условиях возможны только непродолжительные (10-15, максимум 20 минут в течение одной учебной пары);
- *по количественному составу участников* – индивидуальные, парные и групповые.

Все игры, используемые на наших занятиях, можно разделить на:

Игры с использованием компьютера:

1) «Слова» – данная игра нацелена на проверку выученных слов, используется как замена обычному устному опросу. На экране отображен слайд презентации – открывающиеся карточки с номерами. Студент выходит к доске, называет номер карточки по-английски, преподаватель нажимает на этот номер мышкой один раз – и на экране появляется слово по-русски. Студент называет его английский вариант, после чего преподаватель нажимает на карточку еще раз, и открывается правильный вариант. Использовать эту игру можно либо в индивидуальном порядке, чтобы оценить, как конкретный студент выучил слова из списка по уроку, либо как соревнование, когда приглашаются к доске 2 студента, они по очереди называют номера (общее количество карточек – четное). Выигрывает тот, кто ответит больше слов без ошибок. Такие же карточки можно сделать и наоборот, чтобы при первом нажатии открывался английский вариант, а потом русский.

2) Игра «Кто хочет стать миллионером». На экране задаются вопросы по-английски (например, по недавно пройденной грамматической теме), студент выбирает ответы, выигрывает виртуальные деньги.

Некомпьютерные игры:

1) Известная игра «Снежный ком», в рамках которой по цепочке сочиняется история – первый студент говорит свое предложение, второй – повторяет его и сочиняет продолжение, третий повторяет предложения первого и второго и добавляет свое, и так далее. Игра используется при работе со списками новых, только что пройденных слов по юнитам – обычно мы сочиняем историю, на любую тему, только с одним условием – в каждом предложении нужно употребить 1 слово из списка, причем

слова должны быть у всех разные, не повторяться. Это позволяет сразу на практике выявить оттенки употребления слова, не всегда очевидные, если знаете только его перевод на русский, одновременно корректируется произношение и активизируется запоминание значения по ассоциации (если она возникла). Параллельно происходит тренировка уже известных студентам наиболее употребительных синтаксических конструкций.

2) Карточки разных видов. Например, на построение просьбы или предложения кому-либо чего-либо (товара, услуги, или в бытовом диалоге). На такой карточке может быть изображена ситуация, предмет просьбы или написана конструкция (модели – *Would you mind doing ...? Could I / Would you be so kind ... ?*). Обладатель карточки должен обратиться к любому из одногруппников с этой просьбой, а одногруппник дает полный, развернутый ответ – либо вежливо соглашается на просьбу и задает уточняющие вопросы по смыслу, либо отказывается с пояснением причины.

Также можно раздать карточки, которые изначально были целыми – «картинка + фразовый глагол», но преподаватель разрезал эти 2 части и перемешал их вместе с другими разрезанными карточками, и студенты ищут среди всех кусочков подходящую пару.

Во время такой игры:

- развиваются навыки разговорной ситуативной речи;
- возникает прочная ассоциация из разряда «ситуация → подходящее клише / конструкция», что намного продуктивнее простого заучивания грамматических конструкций.

3) «Найди значения» – играем после прохождения новых слов по уроку. Изучая новые слова, обычно у каждого слова записываем именно то значение, в котором оно используется в юните. Преподавателем предлагается слово из этого списка и нужно быстро найти, есть ли у него другие значения, помимо уже записанного. Выигрывает тот, кто быстрее найдет большее количество значений. Игра помогает задействовать и дает возможность похвалить сильных студентов, которые нередко сразу, безо всяких справочных материалов могут дать ответ. Наибольший интерес представляют слова типа:

coach – 1. Тренер; 2. междугородний автобус; 3. карета; 4. репетитор; 5. жилой трейлер, дом на колесах;

gear – 1. Механизм, привод; 2. Шестерня, зубчатое колесо; 3. Зубчатая передача, редуктор; 4. Вещи, одежда;

to miss – 1. Промахнуться; 2. Пропустить = не поймать, не удержать; 3. Пропустить = пройти мимо, не заметить; 4. Пропустить = не явиться; 5. Скучать; 6. Избежать чего-либо;

too – 1. Тоже, также; 2. перед прилагательными – «слишком», «чрезмерно».

4) Итоговый кроссворд после прохождения юнита / урока на проверку усвоения активной лексики (письменная игра). Студенты по очереди зачитывают вопросы и отвечают, если кто-либо не знает ответа – запрашивает помощь зала. За каждый правильный САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ответ начисляется 2 балла, за просьбу о помощи – снимается 1 балл. Подсказавшему правильный ответ – также 1 балл добавляется. Побеждает тот, кто на момент полного решения кроссворда набирает больше баллов. Помимо тренировки словарного запаса игра выполняет воспитательную функцию – учит не кричать с места, не подсказывать без спроса (за это снимаются баллы – по 1).

Как отмечено многими исследователями, в процессе игры проявляется «самореализация, атмосфера увлеченности, ощущение посильности знаний – все это дает реальную возможность студентам преодолеть психологический барьер» [1, 137], а также на фоне всех этих положительных эмоций происходит незаметное повторение и закрепление лексических и грамматических норм языка. Однако следует отметить, что игры ни в коей мере не подменяют собой серьезного изучения правил и отработки ряда конструкций путем кропотливого выполнения упражнений.

Известно, что педагогическая эффективность – это «степень реализации учебных целей по сравнению с заданными или возможными» [3, 109].

Оценка эффективности использования вышеперечисленных игр проводилась с двух сторон – студентами, при помощи анализа результатов опроса, и преподавателем, методом наблюдения и количественного анализа. Затем эти 2 категории оценок были объединены для составления общего вывода.

Студентам 2-го курса направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» было предложено ответить на следующие вопросы:

1. **Понравились ли Вам игры, проводимые на занятиях по английскому языку в филиале «Протвино» университета «Дубна»?** Большинство выбрало варианты «Да» (8 человек из 11 = **72,7%**) и «По большей части да, но не все» (3 из 11 = **27,3%**); варианты «Мало игр понравилось» и «Нет» не выбрал никто).

2. **Стали ли Вы более уверенно чувствовать себя во время занятий по английскому после участия в разнообразных играх?** Лидируют варианты «Да» (7 студентов из 11 = **63,6%**) и «Скорее да» (3 из 11 = **27,3%**); 1 человек выбрал вариант «Немного» (1 из 11 = **9,1%**); ответ «Нет» не использовал никто).

3. **Остались ли затруднения / вопросы по грамматическим (лексическим) темам, использованным в играх?** Никто не выбрал вариант «Да»; «Некоторые вопросы остались» (4 из 11 = **36,4% студентов**); «Мало вопросов есть» (5 из 11 = **45,4%**); «Нет» (2 из 11 = **18,2%**)

4. **Появилось / усилилось ли желание изучать иностранный язык после участия в играх?** Ответов «Да» 7 из 11 = **63,6%**; «Немного усилилось» (4 из 11 = **36,4%**); варианты «Почти не усилилось» и «Нет» не выбрал никто).

На основании анализа распределения ответов можно сделать вывод, что использование игр на занятиях по английскому языку у студентов вызывает исключительно положительные ассоциации, а также несет практическую пользу.

По оценке преподавателя в процессе всех вышеперечисленных игр происходит не просто механическое запоминание лексических единиц и грамматических конструкций, а запоминание контекстуальное и ассоциативное – например, по наблюдениям и подсчетам, примерно 80% группы запоминают в среднем 70% слов из списка по юниту к концу игры «Снежный ком», что очень актуально в свете нехватки времени и должной мотивации на выучивание слов вне аудитории.

Игра «Слова» со слайдами проверяет не только знание произношения слова и его перевода, но и способствует запоминанию его орфографии, активизирует зрительную память. Так, после введения этой игры в планы занятий результаты диктантов на слова улучшились – если раньше диктант на оценку «зачтено» с первого раза писали примерно 60% студентов группы, то сейчас – 70-75%.

Следует отметить и высокий уровень вовлеченности аудитории в игру – обычно все студенты активно работают, даже те, кто демонстрирует отсутствие интереса при выполнении стандартных грамматических упражнений на отработку конструкций (примерно 20% от числа студентов в группе). Сюда же следует отнести и показатель социального взаимодействия – студенты, с трудом находящие общий язык в

коллективе, в процессе интересной совместной деятельности начинают чувствовать себя расслабленнее и проявляют навыки коммуникабельности, что очень положительно сказывается на психологическом климате группы и ее сплоченности.

Таким образом, оценка игровой деятельности и с профессиональной, и с «пользовательской» стороны выявила ее однозначную эффективность и положительное влияние как на академическую успеваемость, так и на атмосферу в коллективе.

Библиографический список

1. Ганина, В. В. Интеллектуальная игра как компонент образовательных технологий в курсе преподавания дисциплины «Иностранный язык» в техническом вузе / С.Г. Шишкина, В.В. Ганина // Русистика. 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-igra-kak-komponent-obrazovatelnyh-tehnologiy-v-kurse-prepodavaniya-distipliny-inostrannyu-yazyk-v-tehnicheskom-vuze> (дата обращения: 20.11.2025).
2. Дурнова, А. Н. Активизация учебного процесса посредством игры на уроках английского языка / А.Н. Дурнова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 31. – С. 601–605.
3. Коджаспирова, Г.М. Педагогический словарь: для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений / Г.М. Коджаспирова, А.Ю. Коджаспиров. — М.: Издательский центр «Академия», 2000. 176 с.
4. Стронин, М.Ф. Обучающие игры на уроке английского языка: (Из опыта работы): Пособие для учителя / М.Ф. Стронин. — 2-е изд.. — Москва : Просвещение, 1984. — 111 с. ил.
5. Сухомлинский, В. А. О воспитании / В. А. Сухомлинский. — 4-е изд. — Москва : Политиздат, 1982. - 270 с.

Зайнутдинов С.И.

Разработка системы динамической генерации топологии локальной вычислительной сети и анализа аномалий в её структуре

Автор: Зайнутдинов Сергей Ильгамович, студент 4 курса группы ПС221 направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Гусев Виктор Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Соавтор: Котляр Виктор Витальевич, старший научный сотрудник с возложением обязанностей по руководству лабораторией, НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ.

Аннотация

Современные локальные вычислительные сети уровня предприятия представляют собой сложные системы из большого числа активного и пассивного сетевого оборудования, которое позволяет объединять географически и логически распределенные сегменты сети различных уровней в одно рабочее пространство. Получаемые топологии представляют из себя графы, вершинами которого являются

конечные устройства, а ребра представляют линии связи между ними. В представленной работе показана разработанная система динамической генерации топологии локальной вычислительной сети НИЦ «Курчатовский институт» — ИФВЭ, обеспечивающей работу ускорительного комплекса У-70 и экспериментальных установок: ОКА, ВЕС, СПИН, ФОДС, Гиперон-М, СПАСЧАРМ. Система получает топологию в виде ациклического неориентированного простого связного графа (дерева) и выявляет аномалии в полученном графе, являющиеся следствием сбоев или вносимых в архитектуру сети изменений.

Abstract

Modern enterprise-level local area networks are complex systems consisting of a large number of active and passive network equipment that allows you to combine geographically and logically distributed network segments of various levels into a single workspace. The resulting topologies are graphs, the vertices of which are the end devices, and the edges represent the communication lines between them. The presented work shows the developed system of dynamic generation of the topology of the local computer network of the NRC «Kurchatov Institute» - IHEP which supports accelerator complex U-70 and experimental setups: OKA, BEC, SPIN, FODS, Hyperon-M, SPASCHARM. The system gets topology in the form of an acyclic undirected simple connected graph (tree) and detects anomalies in the graph resulting from failures or changes made to the network architecture.

Ключевые слова: сеть, топология, аномалии, коммутаторы, конечные устройства, Django, PySNMP.

Keywords: network, topology, anomalies, switches, end devices, Django, PySNMP.

Цель:

Разработать программное обеспечение, которое будет обладать следующими особенностями:

1. Автоматическим опросом управляемых коммутаторами.
2. Вычислением топологии сети.
3. Алгоритмом выявления аномалий
4. Возможностью визуализации топологии

Введение

При построении и поддержании актуальной топологии локальной вычислительной сети в автоматическом режиме возникает ряд существенных проблем, которые затрудняют эффективное управление сетевой инфраструктурой.

Во-первых, это динамичность сети. Современные ЛВС не являются статичными — устройства (компьютеры, принтеры, IP-телефоны, серверы) могут появляться и исчезать в произвольные моменты времени, а также менять порты подключения без предварительного уведомления администратора. Это делает традиционные методы ручного составления схем сетей устаревшими и малоэффективными.

Во-вторых, существует проблема неоднозначности данных, получаемых с сетевого оборудования. На одном порту управляемого коммутатора может обнаруживаться множество MAC-адресов одновременно. В такой ситуации администратор сталкивается с вопросом: какой из этих MAC-адресов принадлежит смежному коммутатору (то есть порт является транковым или агрегирующим), а какой — конечному устройству, такому как рабочий компьютер или сетевой принтер? Без специальных эвристических алгоритмов корректно разрешить эту неоднозначность невозможно.

В-третьих, в типовых сетевых инфраструктурах отсутствует единый источник истории изменений. Нет встроенной системы, которая бы автоматически сохраняла снимки состояния сети (снапшоты), хранила эталонную топологию и предоставляла

механизм сравнения состояний «как было» / «как стало». Это существенно затрудняет анализ инцидентов и обнаружение аномалий.

Архитектура системы

Разрабатываемая система имеет трёхуровневую архитектуру. Первый уровень – Polling Layer – отвечает за асинхронный сбор данных с управляемых коммутаторов по протоколу SNMP [1, 2]. Реализация этого слоя выполняется на языке Python [3] с использованием модуля, осуществляющего параллельные запросы к оборудованию для повышения эффективности сбора данных. Для каждого IP-адреса коммутатора формируется словарь, отображающий MAC-адреса на номера портов.

Второй уровень – Backend – реализован на фреймворке Django [4, 5]. Он предоставляет REST API для взаимодействия с фронтендом, обеспечивает объектно-реляционное отображение (ORM) для работы с базой данных, содержит административную панель для управления системой. Backend отвечает за хранение снимков состояния сети, а также за сохранение эталонной топологии (baseline_topology.json), с которой впоследствии будут сравниваться актуальные состояния.

Третий уровень – Frontend – представляет собой одностраничное приложение (SPA) на JavaScript. Для визуализации графа сети используется библиотека vis-network, которая поддерживает интерактивную работу с графом, кластеризацию узлов и иерархическую раскладку.

Алгоритм построения связей

Ключевым элементом системы является алгоритм построения логических связей между устройствами сети [6]. Он выполняется в несколько последовательных этапов.

Первый этап – загрузка данных. SNMP-сканер сохраняет для каждого IP-адреса коммутатора словарь, в котором ключом является MAC-адрес, а значением – номер порта, на котором этот MAC-адрес обнаружен.

Второй этап – Uplink Detection (обнаружение аплинков). Для каждого порта анализируется количество уникальных MAC-адресов, обнаруженных на нём. Если на порту присутствует более 50% всех MAC-адресов, известных коммутатору, такой порт помечается как агрегирующий (транковый). Обычно такие порты ведут к вышестоящим коммутаторам, а не к конечным устройствам.

Третий этап – фильтрация. MAC-адреса, обнаруженные на агрегирующих портах, временно исключаются из дальнейшего поиска конечных узлов. Это позволяет устранить ложные связи и повысить точность построения топологии.

Четвёртый этап – построение матрицы смежности. На основе оставшихся MAC-адресов строится матрица, показывающая, какие порты на разных коммутаторах «видят» одни и те же MAC-адреса. Наличие общего MAC-адреса на двух портах с высокой вероятностью указывает на то, что за этими портами находится одно и то же конечное устройство.

Пятый этап – удаление транзитивных рёбер. На этом этапе из графа удаляются косвенные (транзитивные) связи, оставляются только прямые соединения. Это позволяет избежать ситуации, когда между двумя коммутаторами отображается несколько параллельных связей, хотя физически существует только одна.

Шестой этап – группировка конечных устройств. Все конечные устройства (хосты), обнаруженные на одном порту, объединяются в portGroups. Это соответствует реальной ситуации, когда к одному порту коммутатора через неуправляемый концентратор или просто по топологии «звезда» подключено несколько устройств.

Пример поиска

На рисунке ниже представлен пример работы механизма поиска устройств в разработанной системе. В левой части интерфейса отображается панель с информацией о последнем сканировании (24.03.2026 16:37:53) и списком обнаруженных устройств. В данном примере в сети найден коммутатор TrendNet TEG-16WS C2 с MAC-адресом, начинающимся на «00:14...» (первые два октета видны, остальные скрыты). Справа на графической схеме топологии этот узел подсвечен, а также показаны порты подключения (с 1 по 10). В нижней части интерфейса отображается информация об изменениях топологии за период с 16:33:57 по 16:37:41. Пользователь может ввести в поисковую строку MAC-адрес, IP-адрес или имя устройства, после чего система автоматически находит и подсвечивает соответствующий узел на графе, а также центрирует изображение на нём.

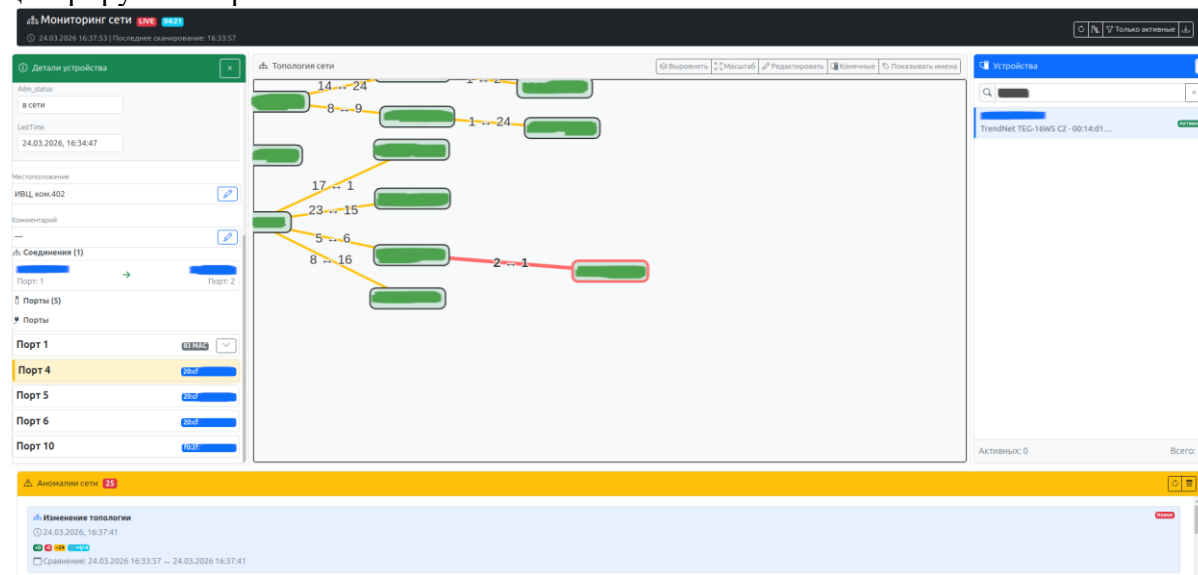


Рис. 1. Пример поиска устройств в системе

Модель уверенности и стабильности

Для повышения надёжности работы системы и исключения ложных срабатываний вводится понятие confidence score (оценка уверенности), рассчитываемое на основе методов обработки данных [3]. Каждому обнаруженному устройству (узлу) присваивается числовая вероятность, которая рассчитывается на основе двух факторов: частоты появления данного MAC-адреса в последовательных снимках и консистентности (неизменности) привязки MAC-адреса к порту. Устройства, которые появляются стабильно и не меняют порт подключения, получают высокий балл уверенности.

Baseline Topology – эталонная топология – сохраняется в системе после первоначального обучения. Она представляет собой «нормальное» состояние сети, с которым в дальнейшем сравниваются все актуальные снимки.

Для фильтрации шума применяется пороговое значение: устройства с низкой уверенностью (менее 30%) исключаются из основного графа, так как они с высокой вероятностью являются артефактами опроса или временно подключёнными устройствами. Однако такие устройства не отбрасываются полностью – они отслеживаются отдельно и могут быть проанализированы администратором при необходимости.

Мониторинг и обнаружение аномалий

Система обеспечивает обнаружение следующих типов аномалий.

Появление устройств – если в текущем снимоте обнаруживается MAC-адрес, которого не было в эталонной топологии, такое устройство помечается зелёным цветом и заносится в ленту событий. Это может означать подключение нового легитимного устройства или несанкционированное вторжение.

Исчезновение устройств – если устройство, присутствовавшее в baseline, отсутствует в текущем снимоте, оно помечается красным цветом. Это может указывать на выход устройства из строя, его физическое отключение или перемещение в другой сегмент сети.

Смена портов – если MAC-адрес, известный системе, обнаруживается на другом порту (или на другом коммутаторе) по сравнению с эталонной топологией, фиксируется событие смены порта с детальным описанием: «было – порт X, стало – порт Y». Это позволяет отслеживать миграцию устройств внутри сети.

История изменений – все описанные выше события сохраняются в базе данных с временными метками. Администратор в любой момент может просмотреть хронологию изменений топологии за любой период времени, что незаменимо при расследовании инцидентов.

Аномалии

На рисунке ниже показан пример визуализации аномалий в разработанной системе. При сравнении текущего снимота с эталонной топологией (baseline) система выделяет цветом устройства, которые появились, исчезли или изменили порт подключения. В верхней части интерфейса отображается служебная информация: «Adm_status: в сети», «LastTime: 24.03.2026, 16:34», местоположение оборудования («ИВЦ, ком.402») и комментарии. В дереве устройств показаны соединения между коммутаторами TEG-122 и TEG-120 с детализацией по портам (от порта 1 до порта 2 у TEG-122 и от порта 3 до порта 256 у TEG-120). Аномалии фиксируются при появлении новых устройств (зелёная подсветка), исчезновении устройств (красная подсветка) или смене порта (жёлтая подсветка). Все события сохраняются в базе данных с временными метками для последующего анализа.

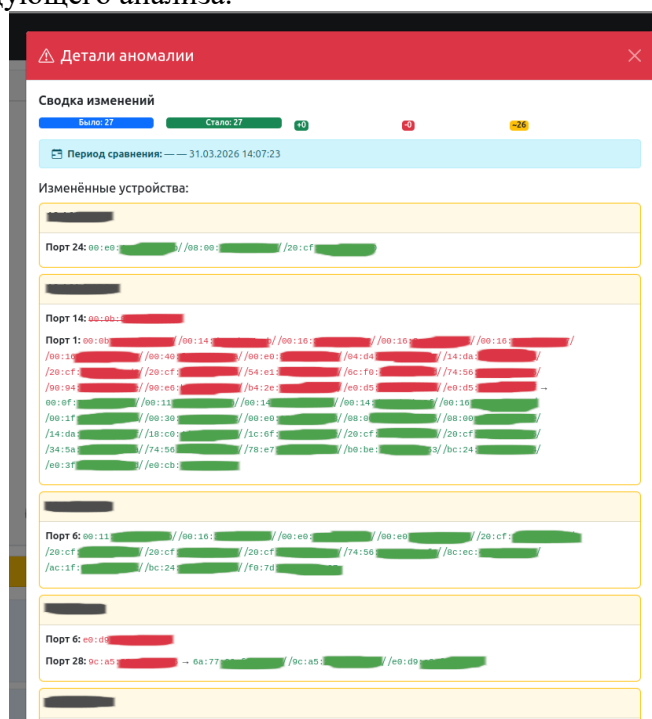


Рис. 2. Визуализация аномалий в топологии сети

Режим отображения имени

Для удобства работы с сетью больших размеров система поддерживает несколько режимов отображения имён устройств. На рисунке ниже представлен режим отображения пользовательских имён (лейблов), которые администратор может назначить каждому устройству. В левой части интерфейса отображается список устройств, в данном случае показан коммутатор TrendNet TEG-16WS C2 с частично скрытым MAC-адресом (первые два октета «00:14» видны). В центральной части – графическое представление топологии, где каждый узел подписан понятным пользователю именем вместо технического идентификатора. Справа или снизу (в зависимости от конфигурации) может отображаться дополнительная информация о выбранном устройстве. Такой режим особенно полезен при презентации топологии сети руководству или при совместной работе нескольких администраторов, когда необходимо быстро идентифицировать оборудование без обращения к таблицам соответствия.

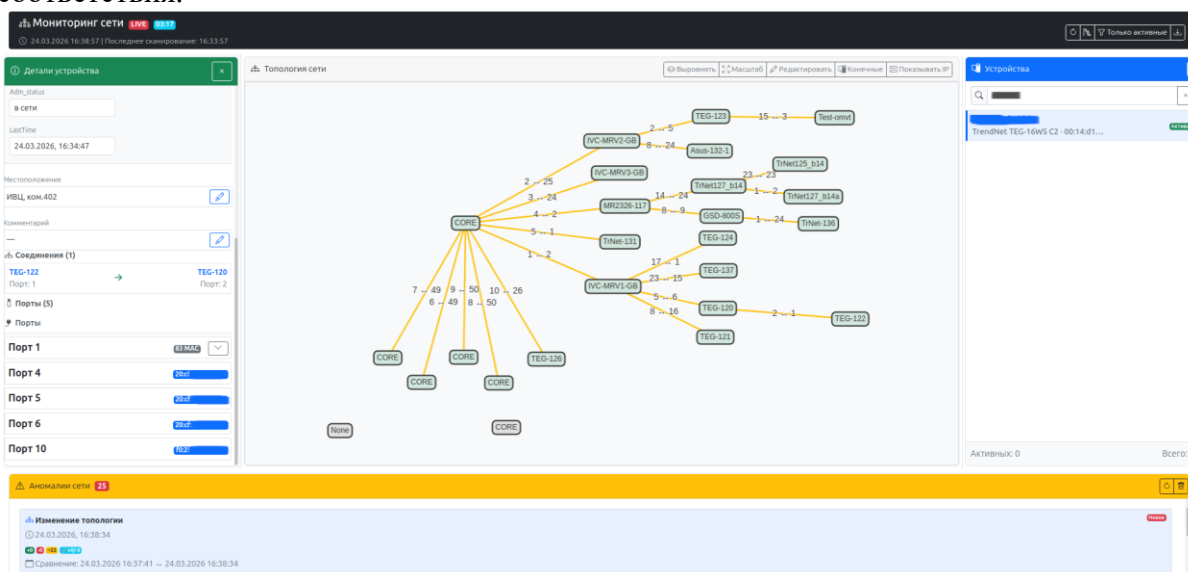


Рис. 3. Режим отображения пользовательских имён устройств

Сравнение топологий

Система предоставляет мощный инструмент для сравнения двух произвольных срезов состояния сети. На рисунке ниже показан интерфейс сравнения топологий. В верхней части пользователь выбирает два периода: «Первый период (было)» – 24.03.2026 12:24:11 (24 устройства) и «Второй период (стало)» – 31.03.2026 08:13:37 (27 устройств). В центральной части отображается результат сравнения «Топология сети сравнено (24 – 27)». В виде дерева или таблицы показаны различия между двумя снимками: какие устройства добавились, а какие исчезли. Время сравнения указано как 08:27:48. Результаты можно экспортировать в JSON или CSV для дальнейшего анализа во внешних системах.

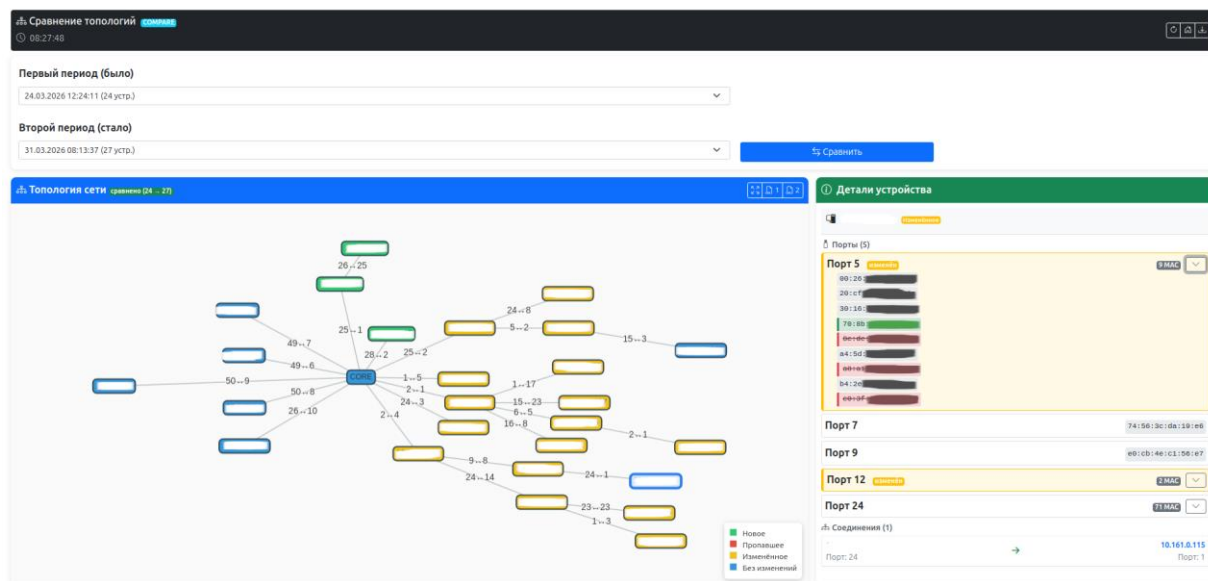


Рис. 4. Интерфейс сравнения двух топологий

Визуальная часть

Для визуализации топологии используется библиотека vis-network, что соответствует современным подходам к реализации веб-интерфейсов [4, 5]. Выбрана иерархическая раскладка с направлением слева направо (LR – left to right). Для сортировки узлов в пределах уровня применяется метод `sortMethod='hubsize'`, который выводит на передний план узлы с наибольшим количеством связей (хабы). Расстояние между уровнями (`levelSeparation`) установлено равным 170 пикселям для обеспечения читаемости графа.

Цветовая кодификация узлов несёт смысловую нагрузку:

Зелёный цвет – устройство с высокой оценкой уверенности (более 70%). Такие устройства стабильно присутствуют в сети и не меняют порты.

Жёлтый цвет – «плавающие» устройства, которые появляются и исчезают или имеют нестабильную привязку к порту. Требуют внимания администратора.

Серый цвет – редко появляющиеся или неактивные устройства. Они могут быть временно подключёнными гаджетами или артефактами опроса.

Синий цвет – конечные устройства в режиме детализации, когда пользователь раскрывает `portGroup` для просмотра всех хостов на одном порту.

Кластеризация позволяет группировать второстепенные узлы вокруг основных, что особенно полезно при отображении крупных сетей с сотнями устройств.

Сравнение топологий и выводы

Разработанная система сочетает в себе несколько ключевых инновационных решений. Во-первых, это параллельный асинхронный сбор данных по SNMP, позволяющий опрашивать большие сети за приемлемое время. Во-вторых, это эвристический алгоритм Uplink Detection для разрешения проблемы агрегирующих портов, которая делает стандартные методы построения топологии неприменимыми в реальных условиях. В-третьих, это модель уверенности с отсечением шума, которая повышает устойчивость системы к временным флуктуациям и ошибочным данным. В-четвёртых, это интерактивная веб-визуализация, обеспечивающая удобный мониторинг и анализ аномалий в реальном времени.

Практическая значимость системы заключается в автоматизации рутинных задач сетевого администратора по отслеживанию изменений в инфраструктуре, оперативном

выявлении несанкционированных подключений и диагностике проблем с подключением устройств.

Использование данного подхода расширяет возможности управления корпоративными сетями, снижает время реакции на инциденты и повышает общую надёжность сетевой инфраструктуры. Применение системы возможно в сетях образовательных учреждений, офисных сетях среднего и крупного размера, а также в центрах обработки данных.

Заключение

В ходе выполнения работы была разработана система динамической генерации топологии локальной вычислительной сети НИЦ «Курчатовский институт» — ИФВЭ, обеспечивающей работу ускорительного комплекса У-70 и экспериментальных установок: ОКА, ВЕС, СПИН, ФОДС, Гиперон-М, СПАСЧАРМ и анализа аномалий в её структуре. Система реализует автоматический опрос управляемых коммутаторов по протоколу SNMP, построение логических связей между устройствами на основе эвристического алгоритма Uplink Detection, а также модель уверенности для отсеечения шума и повышения надёжности результатов. Визуальный интерфейс на базе библиотеки vis-network позволяет администратору в реальном времени отслеживать изменения топологии, выявлять появившиеся, исчезнувшие или перемещённые устройства, а также сравнивать произвольные срезы состояния сети. Предложенное решение автоматизирует рутинные задачи сетевого администрирования, сокращает время реакции на инциденты и может быть применено в корпоративных, образовательных и исследовательских сетях. Дальнейшее развитие системы может включать интеграцию с системами управления конфигурациями, поддержку протокола LLDP и использование методов машинного обучения для прогнозирования аномалий.

Библиографический список

1. Mauro, D. Essential SNMP / D. Mauro, K. Schmidt. — 2nd ed. — O'Reilly Media, 2005. — 460 с.
2. Stallings, W. SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2 / W. Stallings. — 3rd ed. — Addison-Wesley Professional, 1999. — 640 p.
3. Руби, С. Django. Подробное руководство / С. Руби, Д. Томас. — 3-е изд. — М.: Питер, 2019. — 720 с.
4. Маккинли, У. Python и анализ данных / У. Маккинли. — 3-е изд. — М.: ДМК Пресс, 2020. — 636 с.
5. Дронов В. А. Django 3.0. Практика создания веб-сайтов на Python. — СПб.: БХВ-Петербург, 2021. — 704 с.
6. Стивенс, Р. UNIX. Разработка сетевых приложений / Р. Стивенс. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2019. — 1008 с.

Клименко А.А.

Скрытые барьеры пользовательского типа в реализации проектов цифровой трансформации государственного управления в РФ

Автор: Клименко Алиса Андреевна, студентка 1 курса, группы ПЗС251, направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Борисова Татьяна Юрьевна, магистр психолого-педагогического образования, ассистент кафедры общеобразовательных дисциплин филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

В статье рассматриваются скрытые барьеры пользовательского типа в реализации проектов цифровой трансформации государственного управления в РФ, актуальность которых обусловлена стратегической важностью цифровой трансформации государственного управления в нашей стране в условиях реализации национальных программ до 2036 года. Для решения этой задачи анализируется нормативно-правовая база, ключевые проекты цифровизации, информационные сообщения и статистические данные, а также изучаются научные публикации по теме работы. Кроме того, проведено собственное исследование по выявлению скрытых барьеров в использовании гражданами ключевых цифровых проектов. Результатом исследования стала разработка практических рекомендаций как эффективных стратегий повышения эффективности предоставления государственных и муниципальных услуг, направленных на преодоление выявленных ограничений.

Abstract

This article examines hidden user-related barriers to the implementation of digital transformation projects for public administration in the Russian Federation. These barriers are relevant given the strategic importance of digital transformation in our country in the context of the implementation of national programs through 2036. To address this issue, the regulatory framework, key digitalization projects, news reports, and statistical data are analyzed, as well as relevant scientific publications. Furthermore, a study was conducted to identify hidden barriers to citizen use of key digital projects. The study resulted in the development of practical recommendations as effective strategies for improving the efficiency of state and municipal services, aimed at overcoming the identified limitations.

Ключевые слова: Цифровая трансформация государственного управления, национальные программы, барьеры, пользователи, Госуслуги, удобство использования, уровень цифровизации.

Keywords: Digital transformation of public administration, national programs, barriers, users, public services, ease of use, level of digitalization.

Актуальность исследования обусловлена стратегической важностью цифровой трансформации государственного управления для Российской Федерации в условиях реализации национальных программ, таких как Федеральный проект «Цифровое государственное управление» до 2030 года. На фоне геополитических вызовов происходит ускорение процессов цифровизации. Цифровая трансформация перестала быть абстрактным понятием и перешла в разряд практических инструментов, кардинально изменяющих характер взаимодействия государства и граждан. Однако на пути цифровизации государственного управления возникают различные препятствия, которые необходимо преодолеть для эффективной реализации процесса.

Цель работы состоит в выявлении и анализе скрытых барьеров пользовательского типа, препятствующих реализации проектов цифровой трансформации государственного управления в РФ. В ходе исследования применены методы сравнения, синтеза, анализа и обобщения.

С точки зрения законодательного обеспечения, в России заложена базовая основа для цифровой трансформации государственного управления. Ключевыми

стратегическими документами, регламентирующими данный процесс, являются Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы», Указ Президента РФ от 7 мая 2024 г. №309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», а также разработанный Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». Особое внимание заслуживает закон № 210-ФЗ от 27 июля 2010 года «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг», который стал основой для перехода к электронному документообороту и формированию системы межведомственного электронного взаимодействия.

Однако большинство этих документов оставляют пробелы в механизмах практической реализации. Так, в нормативных актах отсутствует чёткое разграничение полномочий между федеральным и региональным уровнями власти в части внедрения цифровых сервисов, что затрудняет вертикальное взаимодействие и замедляет темпы трансформации. Как указывается в работе О.В. Паниной, «ключевыми проблемами нормативно-правового регулирования цифровой трансформации государственного управления могут выступать отсутствие согласованности и единства нормативно-правовых актов, пробелы в их содержании и отсутствие единых, а самое главное постоянно установленных показателей, а также отсутствие единства систем документооборота [1, с.93].» Несмотря на важность перехода к электронному документообороту, на практике до сих пор сохраняются случаи дублирования цифровых процедур в бумажном виде.

Согласно данным Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ (Минцифры РФ), в 2023 году доля полностью цифровых госуслуг составила 85%, однако лишь 62% граждан оценили процесс получения этих услуг как «удобный и быстрый», что свидетельствует о наличии скрытых барьеров пользовательского опыта [2, с. 129].

В Российской Федерации реализуется ряд ключевых проектов цифровизации государственного управления, направленных на повышение эффективности предоставления услуг населению. Центральное место среди них занимает платформа «Госуслуги», обеспечивающая доступ к более чем 300 видам сервисов в электронном формате. Также действуют региональные порталы услуг, в Московской области это «Услуги.Мосрег».

В рамках региональных порталов действуют различные проекты в наиболее востребованных сферах. В сфере здравоохранения это проект «Здрав.Мосрег». Вопросы налогообложения можно решить через «Налог.ру». Также доступны отдельные сервисы для получения услуг в сфере образования, социального обеспечения, услуги МВД, ЖКХ и т.д.

Минцифры РФ разработало Матрицу оценки «цифровой» зрелости государственных и муниципальных услуг, выделив шесть уровней: «минус один», нулевой, начальный, базовый, продвинутый, супер. Уровень «минус 1» означает, что гражданин обратился за услугой очно и получил ответ на бумажном носителе. При уровне «супер» обращение происходит через Единый портал государственных услуг, и ответ гражданин получает в момент обращения. Доля граждан, переходящих в режим «супер», растет каждый год. В 2023 году за цифровыми госуслугами обращалось 85% населения страны. Однако лишь 62% граждан оценили процесс получения этих услуг как «удобный и быстрый». Это свидетельствует о наличии проблем в цифровых сервисах, причём эти проблемы носят как явный, так и скрытый характер. Рассмотрим для начала явные барьеры, проблемы, которые находятся «на поверхности», являются

очевидными и отмечаются не только исследователями, но и непосредственно представителями Минцифры РФ.

1. Технологические ограничения. Ни для кого не секрет, что на портале «Госуслуги» возникают технические проблемы. Серверы могут быть перегружены, сайт может работать медленно или даже недоступен во время нагрузок. Это создает неудобства пользователям и отталкивает их от использования портала в будущем. Среди технологических ограничений также выделяют устаревшее аппаратное и программное обеспечение, недостаточные ресурсы для масштабирования и обслуживания. Устранение этих проблем можно считать предварительным условием для успешной реализации проектов цифровой трансформации.

2. Цифровая инфраструктура. Среди явных барьеров можно отметить также неразвитость цифровой инфраструктуры. В Центральном регионе нашей страны доступ к интернету не является проблемой. Однако не во всех регионах это так. Проблема инфраструктуры касается крупных регионов Сибири и Дальнего Востока, где жители сельских местностей, находящиеся вдали от крупных городов, не имеют доступа к широкополосному интернету, а мобильные интернет-услуги являются дорогими и некачественными. Отсутствие цифровой инфраструктуры является явным препятствием для получения государственных и муниципальных услуг онлайн.

3. Отсутствие единой стратегии развития цифровых сервисов. Исследователи признают, что в РФ отсутствует единый план архитектуры цифровых сервисов. Несмотря на разработку методических рекомендаций Минцифры, на практике каждый орган власти выстраивает свои цифровые процессы по-разному, что приводит к проблемам интеграции. Отсутствие согласованной стратегии развития цифровых сервисов на государственном уровне приводит к фрагментации проектов и дублированию функций между ведомствами.

В 2026 году в период с 01 по 17 марта автором был проведен краткий опрос сотрудников фармацевтического производства «Герафарм» по использованию и оценке гражданами РФ цифровых сервисов для получения государственных и муниципальных услуг. В опросе приняло участие 28 (двадцать восемь) человек. Исследование было пилотажным и ставило своей целью проверить данные Минцифры РФ по доле использования цифровых услуг, а также выявить скрытые барьеры в использовании цифровых сервисов.

Для этого была специально разработана анкета, состоящая из семи вопросов, касающихся использования федеральных и региональных порталов государственных услуг в повседневной жизни. Проанализируем ответы на вопросы, представленные в анкете:

1. Каким порталом госуслуг вы пользуетесь: федеральным или региональным?

Значительная часть населения пользуется федеральным порталом госуслуг. По данным опроса 78,6%. Небольшая часть опрошенных использует в повседневной жизни региональный портал госуслуг – их доля 10,7%. Таким образом, в общей сложности, 89,3 % граждан пользуется цифровыми сервисами для получения услуг от государства. Этот показатель выше данных Минцифры РФ - 85% на 2023 г. То есть за три года доля граждан, использующих порталы госуслуг, выросла.

Лишь 10,7 % опрошенных вообще не используют цифровые сервисы.

2. Каким сервисами на портале госуслуг вы пользуетесь? Среди сервисов, которыми чаще всего пользуются люди в повседневной жизни, выделяются:

- «Моё здоровье» - 50% респондентов пользуются этим сервисом;

- «Жилищно-коммунальное хозяйство» - 39,3% обращаются за услугами в этой сфере;

- «Семья и дети» и «Налоги и финансы» используют одинаковое количество респондентов – 35,7 %

Мы видим, что наибольшей популярностью пользуются сервисы, отвечающие за важнейшие сферы жизни людей: здоровье, жильё, семья, налоги.

3. Пользуетесь ли вы сервисами для связи с органами местной власти? Для связи с органами местной власти чаще всего респонденты используют:

- «Добродел» - 39,3%;
- «Активный гражданин» - 17,9%;
- «Наш город» - 14,3%;

Значительная часть опрошенных не пользуется сервисами для связи с органами местной власти – 39,5%.

4. Знаете ли вы о существовании следующих сервисов и технологий? Если знаете, пользовались ли? При ответ на вопрос о дополнительных сервисах, получили следующие результаты:

- Единая система идентификации и аутентификации (ЕСИА) – этим сервисом пользуются 60,7% респондентов.

- Единая государственная информационная система здравоохранения (ЕГИСЗ) - 31,1% знакомы с этим сервисом;

- Телемедицина – 25% опрошенных знают про телемедицину и пользовались ей;

- Программа Министерства строительства далее - РФ «Умный город» - про этот сервис слышали 21,4% респондентов;

- Электронный паспорт – знакомы 17,9%

Никто из опрошенных – 0% - не знает про суперсервисы - комплексы оцифрованных госуслуг, сгруппированные по типичным жизненным ситуациям. Хотя суперсервисы действительно могут облегчить жизнь гражданина. Пример суперсервиса:

«Рождение ребёнка» — возможность получить документы и госгарантии начиная с ранних стадий беременности, документы для родившегося ребёнка и выплаты пособий без визитов в органы власти или МФЦ.

5. Какие преимущества вы бы отметили в цифровизации государственных и муниципальных услуг? В цифровизации государственных и муниципальных услуг респонденты отмечают следующие преимущества:

- Экономия времени – 67,9%;

- Сокращение финансовых затрат (на поездки, оплату услуг) – 46,4%;

- Простота предоставления информации – 42,9%.

Другие преимущества не рассматриваются опрошенными как значительные. Например, повышение качества услуг отметили всего 17,9% респондентов, непосредственное участие граждан в контроле за качеством госуслуг – 14,3%. Такой важный показатель, как удобство набрал всего 3,6% голосов.

6. Какие недостатки вы бы отметили в цифровизации государственных и муниципальных услуг? В цифровизации государственных и муниципальных услуг респонденты отмечают следующие недостатки:

- Существует риск распространения личной информации. Это самый важный недостаток, который отметили 57,1% граждан.

- «Всё равно приходится идти в МФЦ». Второй по популярности недостаток, свидетельствующий о том, что не всё доступно и понятно в цифровых сервисах. 39,3% опрошенных ходят в МФЦ.

- «Нет информации, не знаю где искать». Так ответили 21,4%.

- «Не могу разобраться с сервисами» и «Нет возможности позвонить оператору для консультации» - большой недостаток цифровых сервисов, который отметили 17,9% респондентов.

- «Не уверен, что будет результат от обращения в цифровой сервис». Несмотря на положительный опыт значительной части населения, этот ответ набрал 14,3% голосов.

Незначительное число опрошенных отмечают в целом неудобство предоставления услуг, или отсутствие необходимых услуг, что также связывается с неудобством предоставления информации.

7. И, наконец, общий седьмой вопрос: каково в целом ваше отношение к цифровизации государственных и муниципальных услуг?

- Скорее положительное – 64,3%

- Скорее отрицательное – 25%

- Нейтральное – 10,7%.

Исходя из полученных ответов сделаем общие выводы, относительно скрытых барьеров, препятствующих цифровизации государственных и муниципальных услуг.

1. Недостаточная информированность пользователей. Это самый главный скрытый барьер. При том, что все знают про портал Госуслуги, мало кто знаком с разнообразием конкретных сервисов, потому что такую информацию просто негде взять. Отсутствует социальная реклама, информирование, например, в МФЦ или через тот же портал Госуслуги.

На самом деле, популярность цифровых сервисов во многом объясняется тем, что при очном обращении гражданину рекомендуют воспользоваться Единым порталом госуслуг. Фактически, дальше человек вынужден самостоятельно разбираться с порталом. При этом не по всем услугам на портале представлен алгоритм действий, который необходимо выполнить для получения услуги, что приводит к ошибкам в документации, отказам в предоставлении услуги и обращению повторно.

Например, при заполнении заявления на получение социальных выплат на расчетный счет карты нет информации об обязательном использовании банковской карты системы «Мир». Банком отклоняется операция, проводится работа сотрудником фонда по выяснению реквизитов счета, выявляется ошибка. Далее человек вынужден вновь заполнять заявление на портале.

Ещё один пример, получение справки о составе семьи, которую часто запрашивают многодетные семьи. Информация о том, что заявление на получение справки находится в разделе «Выписка из домовой книги» неочевидно, особенно учитывая то, что не всегда все члены семьи зарегистрированы в одном месте.

2. Низкая компьютерная грамотность населения. Цифровых технологий становится все больше и больше, и далеко не все могут к ним быстро адаптироваться. Например, не так давно на Единый портал госуслуг был внедрен сервис входа через мессенджер «Макс». Большое количество людей, не разобравшись в предложенной услуге, потом длительное время не могли её отключить.

Сложнее всего к нововведениям адаптироваться пожилым людям. Чтобы найти информацию на портале теперь нужно задать вопрос роботу Макс, который первым делом предлагает оценить его, поставив «лайк или дизлайк». Людям пожилого возраста, пытающимся получить какую-либо информацию у «живого человека», либо услугу привычным для них путем, предлагают обратиться за помощью к детям или родственникам, либо самим научиться пользоваться сайтом портала. В результате пожилые граждане не всегда могут это реализовать и остаются без получения соответствующей услуги.

Таким образом, низкая цифровая грамотность среди пользователей приводит к сложностям в использовании цифровых сервисов.

3. Недостаточная безопасность данных и риски утечки личной информации. Очень серьёзным барьером является недостаточная безопасность данных и риски утечки личной информации.

Надо отметить, что государство предпринимает меры по защите конфиденциальной информации. Это одна из приоритетных государственных задач, так как информационная инфраструктура России является целью для множества хакеров и киберпреступников.

Минцифры реализует проект «Кибербезопасность» в рамках которого происходит повышение общего уровня информационной защиты инфраструктуры ИТ, а также развиваются программы и технологии, направленные на повышение киберзащиты граждан и противодействие мошенничеству.

Тем не менее, преступная деятельность в этой сфере продолжает расти. Мошенникам достаточно один раз получить доступ к личному кабинету, и все персональные данные гражданина оказываются в их руках. Этот риск подрывает доверие граждан к цифровым сервисам и создаёт скрытый барьер для реализации проектов цифровизации.

В целом стоит отметить общее положительное отношение к цифровым сервисам, благодаря экономии времени и финансов. Однако, преодолеть скрытые барьеры возможно.

В первую очередь необходимо обеспечить бесперебойное функционирование портала государственных услуг. Это поднимет качество предоставления услуг населению.

Кроме того, следует внедрить «живую» помощь при взаимодействии граждан с сайтами, т.е. обеспечить операторскую поддержку. Наличие человеческого фактора крайне важно при использовании цифрового сервиса.

Повышение компьютерной грамотности населения увеличит количество граждан, которые будут получать госуслуги в электронном виде, особое внимание следует уделить людям пожилого возраста. На постоянной основе следует проводить обучение населения основам цифровых технологий и информационной безопасности.

Нельзя оставить без внимания особую важность работы в сфере анализа угроз кибербезопасности при предоставлении государственных услуг онлайн, повышение мер защиты информации и данных граждан, обеспечение конфиденциальности информации.

Следует проводить массовое информирование граждан о преимуществе использования Единого портала государственных услуг, например, используя социальную рекламу, т.е. видеоролики с информацией о всех положительных моментах применения Единого портала госуслуг.

Важным направлением является развитие гибридных форматов оказания услуг (онлайн+оффлайн), позволяющих сохранить доступ к услугам в условиях замедления и ограничения интернета на периоды беспилотной опасности.

В заключении отметим, что исходная идея исследования о существовании скрытых барьеров цифровой трансформации подтверждается проведённым анализом. Исследование выявило, что за формальными показателями реализации проектов скрываются ограничивающие факторы пользовательского типа.

Выявление таких препятствий является отправной точкой для разработки практических рекомендаций по их преодолению и соответствует стратегической потребности повышения эффективности национальных программ.

Предложенные рекомендации включают усиление кибербезопасности государственных и муниципальных сервисов, обеспечение доступности и удобства онлайн-платформ для получения услуг, а также обучение и поддержку граждан в использовании цифровых технологий. Внедрение эффективных стратегий поможет повысить качество обслуживания, ускорить процессы и улучшить взаимодействие граждан с властью.

Библиографический список

1. Панина О.В. Нормативно-правовое регулирование процессов цифровизации государственного управления // Вопросы российского и международного права. 2023. Т. 13. М 5А. С. 163-170.
2. Исичко В.Д., Линкина А.В. Аспекты обеспечения кибербезопасности в условиях цифровой трансформации // Информационные системы и технологии. — 2021. — С. 48–51.
3. Наджафов Р.З. Особенности реализации проектов цифровой трансформации государственного управления в РФ // Международный научный журнал «Вестник науки». — 2025. — №4. — С. 540–544.
4. Поначугин А.В., Соколов В.А. Влияние цифровой трансформации на управление проектами // Век качества. — 2023. — №2. — С. 114–129.
5. Ретинская В.Н., Мурзина И.А. Цифровая трансформация государственного управления в условиях изменяющейся социальной реальности: основные тренды и оценка эффективности // Мир науки. Социология, филология, культурология. — 2022. — №1. — С. 1–9.
6. Сайт национальных проектов РФ, электронный ресурс// <https://xn--80aаратремссчfmo7a3с9ehj.xn--p1ai/> (дата обращения: 07.04.2026)
7. Сайт Правительства РФ, электронный ресурс// <http://government.ru/> (дата обращения: 03.04.2026)
8. Сайт Минцифры РФ, электронный ресурс// <https://digital.gov.ru/> (дата обращения: 07.04.2026)

Кожухов Д.Е.

Разработка стенда для исследования точности позиционирования линейного модуля перемещения СТМ-2 при прямолинейном движении

Автор: Кожухов Дмитрий Евгеньевич, студент 4-го курса, группы ПА221, направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Коковин Валерий Аркадьевич, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств.

Аннотация

Линейные модули перемещения являются ключевыми компонентами современных систем автоматизации, робототехники и прецизионного оборудования. Точность их позиционирования напрямую определяет качество выполнения технологических операций. В статье представлены результаты экспериментального исследования точности позиционирования линейного модуля СТМ-2 с сервоприводом

СПС 25. Использован измерительный комплекс на базе линейного энкодера *LIDA 190* и двунаправленного счетчика *HEIDENHAIN VRZ*. Разработана программа управления на языке *SML* в среде *MotoMaster*. Получены количественные данные о погрешностях позиционирования, включая систематическую составляющую и повторяемость.

Abstract

Linear displacement modules are key components of modern automation systems, robotics, and precision equipment. Their positioning accuracy directly determines the quality of technological operations. The article presents the results of an experimental study of the positioning accuracy of the STM-2 linear module with the SPS 25 servo drive. A measuring system based on the LIDA 190 linear encoder and the HEIDENHAIN VRZ bidirectional counter was used. A control program was developed in the SML language in the MotoMaster environment. Quantitative data on positioning errors, including systematic component and repeatability, were obtained.

Ключевые слова: линейный модуль перемещения, точность позиционирования, сервопривод, линейный энкодер, система обратной связи, *SML*.

Keywords: linear displacement module, positioning accuracy, servo drive, linear encoder, feedback system, *SML*.

Модули линейного перемещения (МЛП) являются хорошим решением для многих промышленных и коммерческих применений. Они обеспечивают точное, надежное управление движением и могут использоваться различными способами для повышения эффективности и производительности. В данной статье рассмотрены некоторые из наиболее распространенных областей применения модулей линейного перемещения [1].

Одно из основных применений МЛП — производственные процессы, требующие точного, повторяющегося движения. Например, они могут использоваться для точного позиционирования деталей или компонентов во время сборки или обработки. Линейные модули также идеально подходят для автоматизированных производственных линий, где они обеспечивают постоянную скорость, точность и надежность при перемещении деталей от одной станции к другой.

Еще одно популярное применение — робототехника и системы автоматизации [2]. Модули линейного перемещения часто используются для управления роботизированными манипуляторами или другими автоматизированными механизмами, которые должны точно перемещаться по определенной траектории. Благодаря использованию модулей линейного перемещения роботы могут двигаться быстро и точно, выполняя сложные задачи, такие как сварка или покраска, с минимальным вмешательством человека.

Наконец, модули линейного перемещения также широко используются в медицинском оборудовании, таком как кошачьи сканеры или аппараты МРТ, где они позволяют с высокой точностью позиционировать сканирующее устройство относительно тела пациента. Это обеспечивает точное и безопасное выполнение сканирования каждый раз, что приводит к улучшению результатов диагностики и лечения пациентов.

Модульные системы востребованы в различных отраслях промышленности, от производства до здравоохранения, что делает их неотъемлемой частью современных технологий. Они обеспечивают надежную работу при доступной цене, что делает их привлекательным вариантом для любой организации, стремящейся повысить эффективность и со временем сократить расходы.

В условиях развития высокоточного машиностроения, робототехники и автоматизированного производства актуальной представляется проблема обеспечения и контроля микронной точности позиционирования исполнительных механизмов.

Гипотезой для решения указанной проблемы является применение высокоточных бесконтактных измерительных систем (линейных энкодеров) в сочетании с современными сервоприводами с векторным управлением и разработка методики экспериментальной оценки точности.

Объектом исследования в данной статье является линейный модуль перемещения СТМ-2 [3] с сервоприводом СПС 25 (Рис. 1).

Определение факторов, влияющих на точность позиционирования, разработка методики измерений и экспериментальная оценка погрешностей — *предмет теоретических и экспериментальных исследований*, выполненных в данной работе.

Цель исследования — разработка методики и проведение экспериментальной оценки точности позиционирования линейного модуля СТМ-2 в условиях прямолинейного движения с использованием современного измерительного оборудования.

Задачами исследования являются:

1. Анализ факторов, влияющих на точность позиционирования (люфт, температурные деформации).
2. Разработка управляющей программы на языке SML для задания траектории движения модуля.
3. Создание измерительного стенда на базе линейного энкодера LIDA 190 и счетчика VRZ [4,5].
4. Проведение серий экспериментов при различных режимах движения и обработка полученных данных.

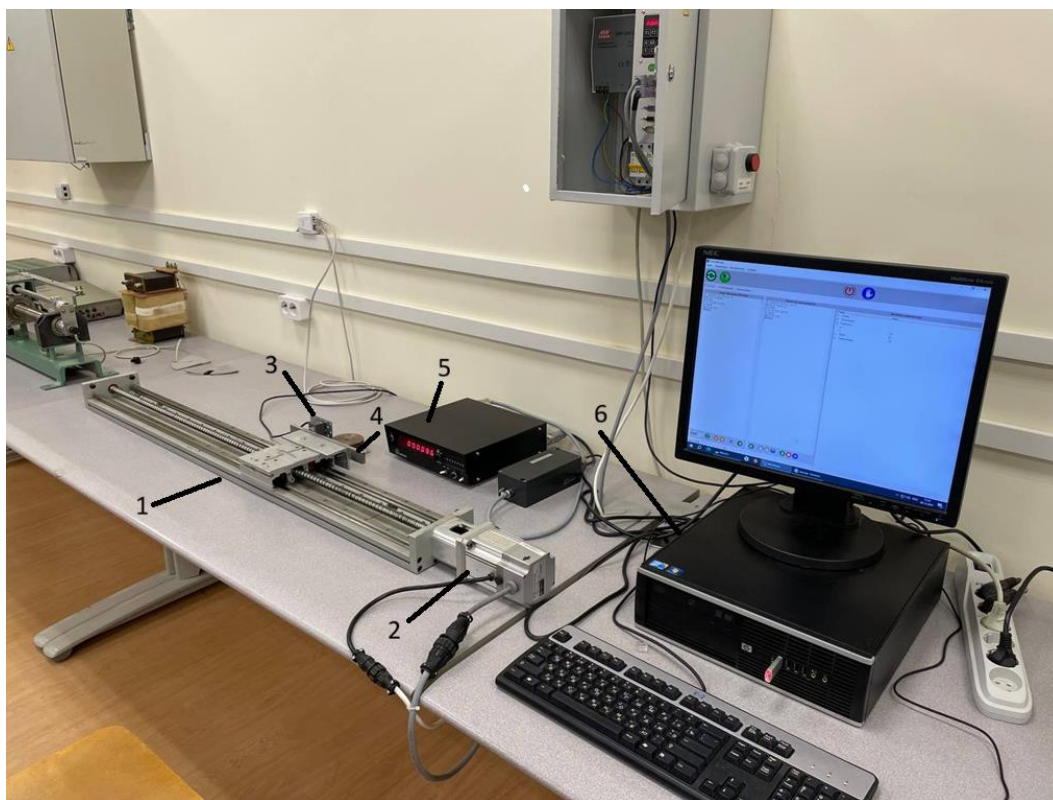


Рис. 1. Экспериментальный стенд для исследования точности позиционирования (1 – линейный модуль СТМ-2; 2 – сервопривод СПС 25; 3 – сканирующая головка энкодера LIDA 190; 4 – измерительная шкала; 5 – двунаправленный счетчик VRZ 185; 6 – ПК с ПО MotoMaster).

Для проведения экспериментов была разработана программа на языке *SML*, загружаемая во встроенный ПЛК сервопривода СПС 25. Программа реализует циклическое перемещение каретки модуля СТМ-2 между двумя точками с заданными скоростями и ускорениями [6,7]. Фрагмент программы представлен ниже:

Задание параметров движения:

$A = 10$ // Задание ускорения, имп/с^2

$W = 200$ // Задание скорости, об/мин

Основной цикл программы:

START:

$P=100000, W=200, A=10$ // Задание целевой позиции (100000 имп.)

WAIT($P > 55000$) // Ожидание достижения позиции

$D=3000$ // Задержка 2000 мс

$P=0, W=200, A=10$ // Задание обратного перемещения в точку 0

WAIT($P < 50$) // Ожидание достижения позиции

$D=3000$ // Задержка 2000 мс

REPEAT // Возврат к началу цикла

Конфигурация измерительного комплекса была выполнена следующим образом:

1. Линейная шкала LIDA 190/40 закреплена на подвижной каретке модуля с соблюдением зазора $0,10 \pm 0,05$ мм.

2. Сканирующая головка установлена на неподвижном основании строго параллельно направляющим модуля СТМ-2.
3. Выходы головки (U_{a1} , U_{a2} , U_{a0}) подключены к счетчику VRZ 185.
4. Счетчик настроен на работу с шагом решетки 40 мкм, с 5-кратным делением и 4-кратной оценкой, что дает шаг измерения 2 мкм.
5. Аналоговый выход счетчика, пропорциональный положению, подключен к осциллографу для регистрации траектории движения и анализа ошибки.
6. Сервопривод СПС 25 подключен к ПК через USB, в его память загружена управляющая программа.

Данный комплекс позволяет синхронно регистрировать заданное положение (команда от ПЛК), фактическое положение (по данным энкодера через счетчик) и динамические параметры привода (через осциллограф *MotoMaster*©).

Значение физической величины, полученной в результате эксперимента, всегда содержит ошибку [8 - 10]. Произвести абсолютно точные измерения невозможно даже с чисто математической точки зрения (Рис. 2). Так, если мы измерили два катета прямоугольного треугольника, и они оказались длиной ровно по одному метру, то при измерении гипотенузы наш прибор должен показать величину – корень из двух ($\sqrt{2}$). Кроме того, точность ограничивается предельными возможностями методики эксперимента (на точность измерения длины лазерным дальномером накладывает ограничение длина волны излучения), наличием случайных ошибок и т.д.

Для того чтобы точно оценить измеряемую величину, будем характеризовать её не только наиболее вероятным значением, но и интервалом, в который с наибольшей вероятностью она должна попасть.

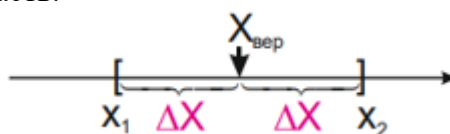


Рис. 2. Абсолютная погрешность физической величины

Ошибки

1. Грубая погрешность, или промах.
2. Систематические ошибки - это ошибки, которые не определяются случайно, а вносятся повторяющимися процессами, присущими системе.
3. Случайная ошибка – это ошибка, математическое ожидание которой стремиться к нулю.

Погрешности

1. Абсолютная погрешность.
2. Относительная погрешность.

Поскольку никогда не знаем значения физической величины, значение абсолютной и относительной погрешностей также неизвестны. Далее под самой физической величиной будем понимать её наиболее вероятное значение, а под абсолютной и относительной погрешностями – их наиболее вероятные оценки.

Виды физических измерений:

1. Прямыми физическими измерениями называются измерения, когда значение физической величины получается напрямую сравнением с эталоном, считыванием со шкалы или индикатора прибора.
2. Косвенными физическими измерениями называются измерения, когда значение физической величины получается расчётом по формуле из результатов других

прямых или косвенных физических измерений.

Для проведения эксперимента был выбран модуль линейного перемещения СТМ-2.

Для измерения точности позиционирования используется фотоэлектрический линейный преобразователь LIDA 190. Градуировка шкалы выполняется с использованием технологического процесса Heidenhain AURODUR, который включает в себя инкрементную дорожку, решетку с определенным периодом 40 мкм и контрольную дорожку.

Были взяты 30 экспериментальных данных с показаний реверсивного счетчика HEIDENHAIN. Данные приведены в таблице 1.

Определим среднее арифметическое значение измеренных координат, абсолютную и относительную погрешности измерений и среднеквадратичное отклонение.

Среднее арифметическое значение определяется как число, равное сумме всех чисел множества, делённой на их количество:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 \dots X_i}{n} = \frac{\sum X}{n}.$$

Абсолютная погрешность – это разность между результатом измерения X и истинным значением X_0 измеряемой величины. Абсолютная погрешность находится

$$\text{как } \Delta = X - X_0$$

и выражается в единицах измеряемой величины.

Относительная погрешность – это отношение абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_0} \cdot 100\%.$$

Среднеквадратичное отклонение — это квадратный корень из среднего арифметического всех квадратов разностей между данными величинами и их средним арифметическим.

$$\sigma = \frac{\sqrt{(X_1 - X_0)^2 + \dots + (X_n - X_0)^2}}{n}$$

Табл. 1. Таблица результатов эксперимента по перемещению в заданную позицию.

	Заданная позиция	Среднее арифметическое значение	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность	Средне-квадратичное отклонение
1	85,326 мм	85,325мм	0,001мм	0,002%	0,008мм
2	85,317мм		0,008мм	0,009%	
3	85,33мм		0,005мм	0,006%	
4	85,334мм		0,009мм	0,011%	
5	85,32мм		0,005мм	0,005%	

6	85,34мм	0,015мм	0,018%
7	85,333мм	0,008мм	0,010%
8	85,337мм	0,012мм	0,015%
9	85,312мм	0,013мм	0,015%
10	85,327мм	0,002мм	0,003%
11	85,336мм	0,011мм	0,013%
12	85,335мм	0,010мм	0,012%
13	85,315мм	0,010мм	0,011%
14	85,323мм	0,002мм	0,002%
15	85,318мм	0,007мм	0,008%
16	85,317мм	0,008мм	0,009%
17	85,314мм	0,011мм	0,012%
18	85,326мм	0,001мм	0,002%
19	85,321мм	0,004мм	0,004%
20	85,323мм	0,002мм	0,002%
21	85,321мм	0,004мм	0,004%
22	85,318мм	0,007мм	0,008%
23	85,317мм	0,008мм	0,009%
24	85,335мм	0,010мм	0,012%
25	85,321мм	0,004мм	0,004%
26	85,322мм	0,003мм	0,003%
27	85,327мм	0,002мм	0,003%
28	85,33мм	0,005мм	0,006%
29	85,323мм	0,002мм	0,002%
30	85,319мм	0,006мм	0,007%

Для визуализации разброса экспериментальных значений координаты был построен график изменения заданной позиции (рис. 3).

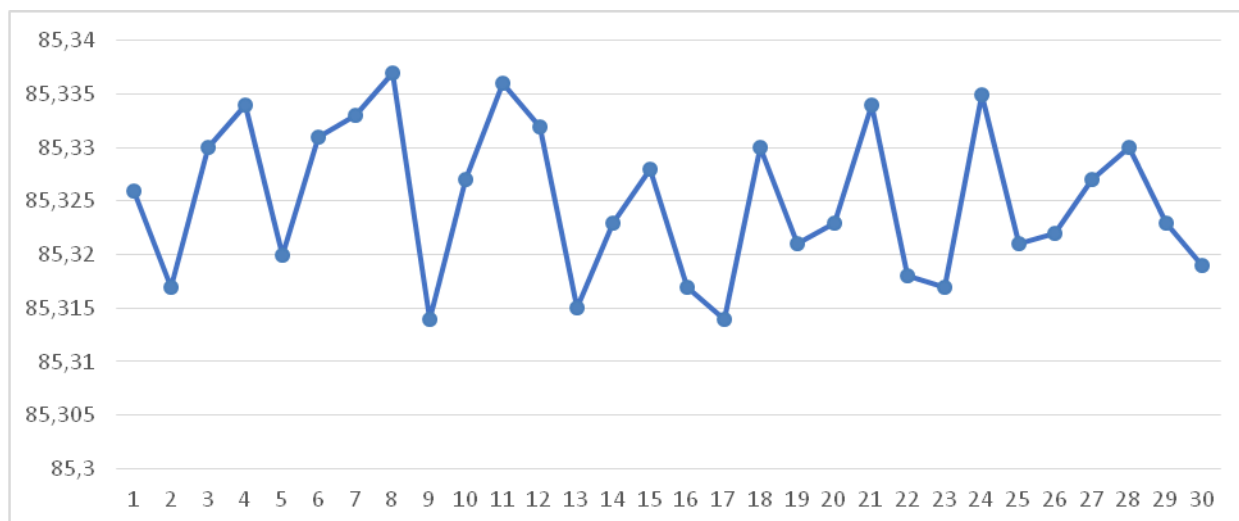


Рис. 3. График изменения заданной позиции

Заключение

Разработанная методика и созданный измерительный стенд на базе линейного энкодера LIDA 190 позволяют с высокой достоверностью оценивать статическую и динамическую точность линейных модулей перемещения. Экспериментально подтверждено, что линейный модуль СТМ-2 в паре с сервоприводом СПС 25 обеспечивает точность позиционирования не более 20-25 мкм, что удовлетворяет требованиям большинства операций в машиностроении и автоматизированной сборке и соответствует паспортным данным. Ключевым фактором, ограничивающим точность, является погрешность шарико-винтовой передачи, что указывает на целесообразность использования линейной обратной связи (энкодера) для систем высокого класса точности. Использование языка SML и приложения MotoMaster© предоставляет гибкий инструмент для программирования сложных траекторий и интеграции модуля в распределенные системы управления. Для дальнейшего повышения точности рекомендуется применение компенсации систематической погрешности ШВП путем создания корректирующей карты на основе данных, полученных с линейного энкодера.

Библиографический список

1. Точность в системах позиционирования: <https://www.servotechnica.ru/glossary/type/index.pl?id=33>
2. Евсиков А.А., Коковин В.А., Леонов А.П.: учебное пособие / электропривод с частотным управлением – Дубна: Гос. ун-т «Дубна», 2020. – 121 с.
3. Документация по линейным модулям СТМ-2 и СТМУ-2. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://zaozmi.ru/doc/ctm-doc.html>
4. Heidenhain LIDA 190, Lineal Encoder, Ger-Eng-French, Mounting Instruction Manual: <https://www.industrialmanuals.com/heidenhain-lida-lineal-encoder-gerengfrench-mounting-instruction-manual-p-3424.php>
5. HEIDENHAIN Двухнаправленный счетчик : https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.7a305f71-646fd0cd-7aec0496-74722d776562/https://www.manualslib.com/manual/1884926/Heidenhain-Vrz-742-B.html?page=10#manual
6. Евсиков, А.А. Системы управления оборудованием в автоматизированном производстве : учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов. – Дубна : Гос. ун-т «Дубна», 2018. – 139 [1] с.

7. Язык программирования СПШ и СПС. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://zaozmi.ru/doc/sps-doc.html>
8. Расчет погрешности прямых измерений [Электронный ресурс]. URL: https://farvater.gumrf.ru/pluginfile.php/387737/mod_resource/content/3/Практ.%20робота_Расчёт%20погрешности%20прямых%20измерений.pdf?ysclid=lutrhxqtv5993882931
9. Спектор, С.А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учеб. пособие для вузов / С.А. Спектор, Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд., 1987. - 320 с.
10. Светозаров В.В. Элементарная обработка результатов измерений. – М.: Изд-во МИФИ, 1983.– 52 с.

Мазанов Д.А.

Файловый менеджер на сайте

Автор: Мазанов Дмитрий Андреевич, студент 2-го курса, группы ПС251, направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Кульман Татьяна Николаевна, к.т.н., доцент кафедры информационных технологий филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

В статье рассматривается процесс разработки веб-сервиса – файлового менеджера, реализованного на серверном языке PHP с использованием HTML, CSS, JavaScript и библиотеки Bootstrap. Описаны архитектурные решения, обеспечивающие удобную навигацию по файловой системе, загрузку отдельных файлов и целых папок, перетаскивание (drag-and-drop), редактирование текстовых файлов, сортировку и контекстное меню. Приведены результаты тестирования и практическая значимость сервиса для корпоративного документооборота.

Abstract

The article discusses the development of a web service – a file manager implemented using PHP, HTML, CSS, JavaScript and the Bootstrap library. Architectural solutions are described that provide convenient navigation through the file system, uploading individual files and entire folders, drag-and-drop, editing text files, sorting and context menu. The results of testing and the practical significance of the service for corporate document flow are presented.

Ключевые слова: файловый менеджер, веб-сервис, PHP, JavaScript, drag-and-drop, AJAX, управление файлами, клиент-серверное взаимодействие.

Keywords: file manager, web service, PHP, JavaScript, drag-and-drop, AJAX, file management, client-server interaction.

Объект работы – процесс управления файлами и каталогами в веб-среде, реализованный через клиент-серверное взаимодействие.

Предмет работы – разработка веб-сервиса, обеспечивающего навигацию, загрузку, удаление, переименование, редактирование и скачивание файлов через веб-интерфейс.

Цель данной работы – создание веб-сервиса, который предоставляет пользователю полный набор функций для управления файлами и папками через веб-интерфейс, обеспечивая высокую скорость работы и адаптивность под различные устройства (компьютер и смартфон).

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать серверную логику на PHP для выполнения операций с файловой системой (чтение содержимого папок, создание, удаление, переименование, перемещение, скачивание файлов и папок в ZIP-архивах) [5].
2. Реализовать клиентскую часть на HTML/CSS/JavaScript с использованием Bootstrap 5 для адаптивного интерфейса [3].
3. Обеспечить возможность загрузки как одиночных файлов, так и целых папок с сохранением вложенной структуры через drag-and-drop и стандартные диалоги выбора.
4. Добавить функцию просмотра и редактирования текстовых файлов [6].
5. Реализовать контекстное меню для быстрого доступа к действиям (скачать, удалить, переименовать файл), сортировку элементов по имени, размеру, дате изменения и типу, а также переключение режимов отображения (таблица, крупные значки, список).
6. Обеспечить безопасность: проверка путей для предотвращения выхода за пределы корневой директории, валидация имён файлов, контроль доступа (сессии) [2, 4].

Для лучшего понимания используемых в статье терминов и технологий, рассмотрим ключевые понятия:

- PHP – серверный язык программирования, используемый для обработки запросов, выполнения операций с файловой системой и генерации динамических ответов [5].
- JavaScript (ES6) – язык сценариев, обеспечивающий интерактивность на стороне клиента: асинхронные запросы, обработку перетаскивания и динамическое обновление страницы [5].
- HTML5 / CSS3 – технологии разметки и стилизации веб-страниц; в проекте используется адаптивная вёрстка на основе Bootstrap 5 [3].
- Bootstrap 5 – популярный CSS-фреймворк, ускоряющий разработку интерфейса и гарантирующий корректное отображение на разных устройствах и в разных браузерах [3].
- Drag-and-Drop API – веб-интерфейс, позволяющий перетаскивать файлы и папки из операционной системы прямо в окно браузера [6].
- AJAX (XMLHttpRequest) – технология асинхронного обмена данными с сервером без перезагрузки страницы; используется для загрузки файлов с отображением прогресса [5].
- ZipArchive – расширение PHP для создания ZIP-архивов «на лету», применяемое при скачивании папок [7].

В условиях цифровой трансформации деятельности организаций объёмы файлов, размещаемых на веб-серверах, неуклонно растут. Сотрудникам, преподавателям и студентам часто требуется оперативный доступ к документам, лабораторным работам, отчётам, а также возможность их загрузки, удаления или редактирования без использования дополнительного программного обеспечения.

Традиционные способы управления файлами на сервере – FTP-клиенты, терминальный доступ или стандартные проводники операционных систем – требуют настройки подключения, знания протоколов и не всегда удобны для неопытных пользователей [1]. Кроме того, встраивание таких инструментов в корпоративные порталы или учебные платформы затруднено.

Существует множество готовых веб-файловых менеджеров – как открытых (elFinder, KCFinder, FileRun), так и коммерческих. Они предоставляют богатый набор функций: работа с несколькими пользователями, права доступа, предпросмотр, встроенные редакторы и т.д. Однако для многих практических задач – например, для организации файлового обмена внутри небольшой учебной группы или для добавления простого проводника в уже работающий сайт на PHP – такие решения часто оказываются избыточными. Они требуют установки дополнительных модулей, настройки базы данных, лицензионных отчислений или имеют сложную архитектуру, что затрудняет их интеграцию в существующий проект [2].

В связи с этим **актуальной** является разработка лёгкого, безопасного и интуитивно понятного веб-сервиса – файлового менеджера, который:

- легко интегрируется в любой PHP-сайт (достаточно скопировать несколько файлов);
- предоставляет минимальный, но достаточный набор операций: просмотр, навигация, создание папок и текстовых файлов, загрузка (в том числе целых папок через drag-and-drop), переименование, удаление, скачивание и редактирование;
- не требует внешних зависимостей (кроме стандартных расширений PHP);
- работает на любом хостинге с PHP 7.4+.

Практическая значимость такого решения заключается в снижении временных затрат на администрирование файлов, исключении необходимости обучать пользователей работе с FTP, а также в возможности быстрого развёртывания файлового обмена в образовательных и небольших коммерческих проектах.

Архитектура системы – клиент-серверная, с монолитной организацией серверной части. Все запросы обрабатываются одним скриптом `index.php`, который в зависимости от параметров (GET или POST) выполняет соответствующее действие: отображение списка файлов, загрузку, удаление, переименование, скачивание и т.д. Логика вынесена в отдельный файл `functions.php`, содержащий вспомогательные функции (рекурсивное удаление папок, сортировка элементов, форматирование размера, получение иконки по расширению). Шаблон интерфейса хранится в `template.php`, стили – в `assets/css/style.css`, скрипты – в `assets/js/script.js`. Такое разделение упрощает сопровождение и модификацию системы [3, 5].

Безопасность реализована следующими механизмами:

- Функция `isPathInsideRoot()` проверяет, что запрошенный путь находится внутри корневой директории `main`, что исключает доступ к системным файлам [2].
- При операциях с файлами используется `realpath()` и проверка на начало пути с корневой директорией.
- Имена файлов и папок проходят базовую валидацию (запрет символов `/`, `\`, пустых строк) [4].

В ходе выполнения работы был создан полнофункциональный веб-сервис «Файловый менеджер на сайте». Основные возможности системы представлены ниже.

Навигация и отображение. Пользователь видит содержимое текущей папки в виде таблицы, крупных значков или списка (переключение через выпадающее меню «Вид»). Навигация осуществляется через «хлебные крошки» (breadcrumbs) и кнопку

«...» для перехода на уровень выше. Для каждого файла отображается иконка, соответствующая типу (изображение, документ, архив, текст, код), размер и дата последнего изменения [4].

Сортировка. Доступна сортировка по четырём критериям: имя, размер, дата изменения, расширение – в прямом и обратном порядке. Сортировка применяется как к папкам, так и к файлам.

Создание объектов. Через меню «Создать» можно создать новую папку или пустой текстовый файл (с расширением по умолчанию .txt, если не указано иное). Имя проверяется на корректность.

Загрузка файлов и папок. Реализованы три способа загрузки:

- Кнопка «Файл» – открывается стандартный диалог выбора одного файла.
- Кнопка «Папка» – используется атрибут `webkitdirectory`, позволяющий выбрать папку; все файлы внутри неё (включая вложенные) загружаются на сервер с сохранением относительной структуры [6].
- Drag-and-drop – пользователь может перетащить один или несколько файлов (а также папки) из проводника в окно браузера. С помощью `DataTransferItem.webkitGetAsEntry()` рекурсивно обходится дерево каталогов, формируется список файлов с путями, после чего они отправляются на сервер через AJAX [6].

Во время загрузки отображается прогресс-бар, а после завершения – всплывающее сообщение и автоматическое обновление списка.

Скачивание. Для одиночного файла по клику на иконку или через контекстное меню выполняется прямая отправка файла браузеру. Для папки формируется ZIP-архив «на лету» с помощью класса `ZipArchive`; архив не сохраняется на диске, а сразу отправляется пользователю и удаляется из временной папки [7].

Редактирование текстовых файлов. При клике на значок карандаша (или через контекстное меню) открывается модальное окно с текстовым полем, куда загружается содержимое файла. После редактирования пользователь сохраняет изменения, и данные отправляются на сервер через AJAX-запрос. Поддерживаются файлы размером до 1 МБ с расширениями: txt, php, html, css, js, md, json, xml, ini.

Удаление и переименование. Удаление одиночного элемента происходит после подтверждения; рекурсивное удаление папки реализовано через функцию `deleteDir()`. Переименование – через стандартный диалог `prompt()` с последующей отправкой формы.

Контекстное меню. Для настольных ПК при правом клике на элементе появляется всплывающее меню с действиями (открыть/скачать, редактировать, переименовать, удалить). Для мобильных устройств реализовано модальное окно, вызываемое по короткому касанию (или долгому нажатию), что обеспечивает удобство на сенсорных экранах.

Адаптивность. Интерфейс корректно отображается на экранах любого размера – от мобильных телефонов до широкоформатных мониторов. Bootstrap 5 автоматически перестраивает сетку, а для мобильных устройств изменяется поведение (вместо двойного клика – одиночный клик для перехода в папку, долгое нажатие – вызов действий) [3].

Пользователь взаимодействует с веб-интерфейсом, который через JavaScript отправляет асинхронные запросы к серверу (PHP). Сервер выполняет файловые операции и возвращает JSON-ответ или непосредственно файл (при скачивании). В случае обычной навигации происходит перезагрузка страницы с передачей параметров

в URL. Такой подход упрощает разработку и обеспечивает обратную совместимость [5].

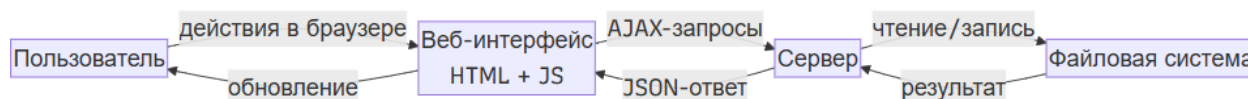


Рис. 1. Схема взаимодействия клиентской и серверной частей файлового менеджера

Тестирование проводилось в среде OpenServer (PHP 7.4, Apache 2.4) на операционных системах Windows 11 и Ubuntu 20.04, а также на реальном хостинге с поддержкой PHP. Проверялись следующие сценарии:

- Загрузка файлов размером до 4 ГБ (ограничение сервера).
- Загрузка папки с глубиной вложенности до 10 уровней.
- Одновременная загрузка 100+ файлов.
- Редактирование файлов в кодировке UTF-8.
- Безопасность: попытки перехода по путям ../ блокируются, удаление системных папок невозможно.

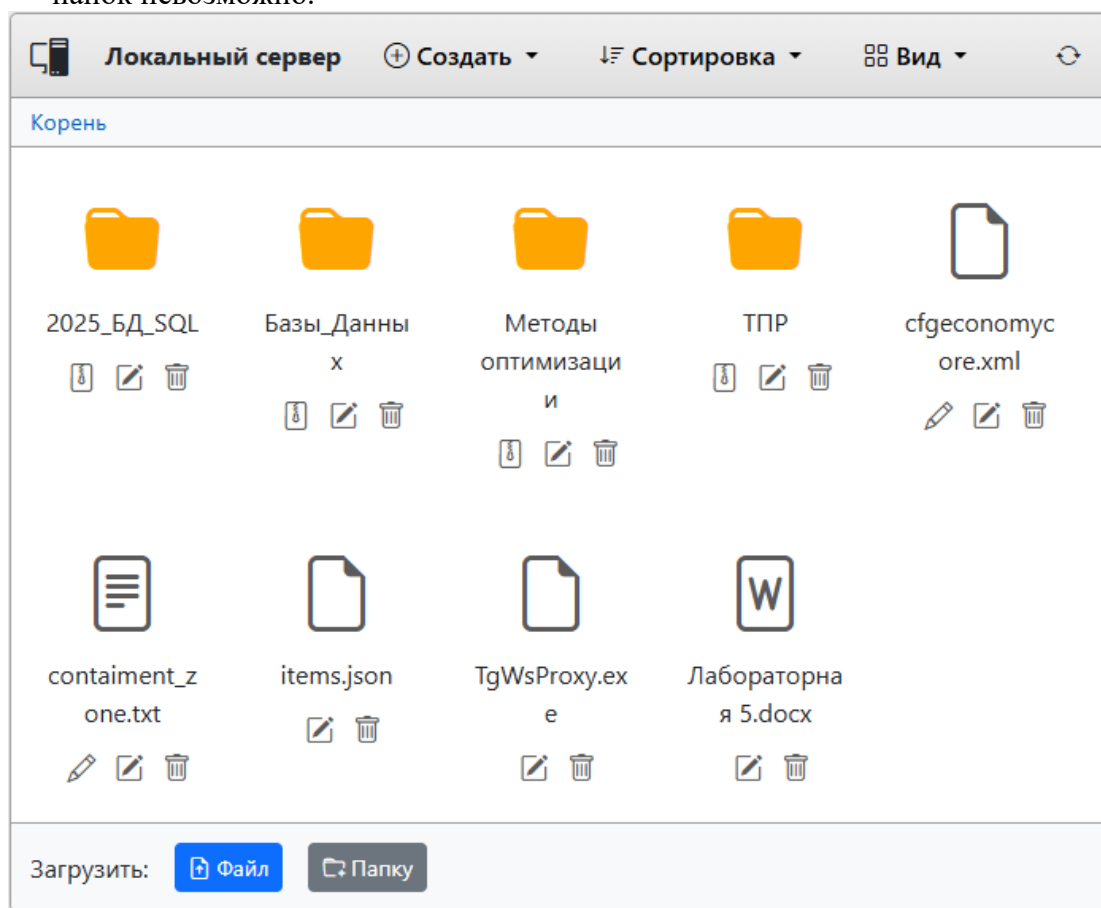


Рис. 2. Внешний вид файлового менеджера

Заключение

В результате выполнения работы был разработан веб-сервис «Файловый менеджер на сайте», который решает ключевые задачи управления файлами через браузер. Основные достижения:

1. Реализована серверная логика на PHP, обеспечивающая полный набор CRUD-операций над файлами и папками [5].
2. Создан адаптивный пользовательский интерфейс с поддержкой трёх режимов отображения (таблица, крупные значки и список), сортировки и контекстного меню [3].
3. Внедрена современная модель загрузки файлов и папок через drag-and-drop с сохранением структуры и отображением прогресса [6].
4. Обеспечена возможность просмотра и редактирования текстовых файлов непосредственно в браузере.
5. Разработаны механизмы безопасности, предотвращающие выход за пределы разрешённой директории [2, 4].

Система позволяет сократить время на передачу файлов между сотрудниками, упрощает обновление веб-сайтов и исключает необходимость обучения персонала работе с FTP-клиентами.

Дальнейшее развитие проекта может включать: добавление аутентификации и разграничения прав доступа, поддержку поиска файлов, предпросмотр изображений и PDF, а также реализацию REST API для внешних систем.

Библиографический список

1. Вершинин, А. И. Программирование на языке Java: учебник / А. И. Вершинин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ДМК Пресс, 2020. – 472 с.
2. Фролов, И. М. Основы криптографии и защиты информации: учебное пособие / И. М. Фролов. – Москва: Бином, 2019. – 324 с.
3. Бендик, М. А. Spring Boot. Создание современных веб-приложений / М. А. Бендик. – Санкт-Петербург: Питер, 2018. – 384 с.
4. Никифоров, С. В. Основы работы с файловыми системами в веб-среде / С. В. Никифоров. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 256 с.
5. Исаев, А. А. Разработка веб-сервисов с использованием PHP и JavaScript: учебник / А. А. Исаев. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 432 с.
6. Справочник по работе с Drag-and-Drop API. – Текст: электронный. – URL: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/HTML_Drag_and_Drop_API (дата обращения: 10.03.2026).
7. Документация по расширению ZipArchive для PHP. – Текст: электронный. – URL: <https://www.php.net/manual/ru/class.ziparchive.php> (дата обращения: 10.03.2026).

Нагайцев К.М.

Использование TDC для увеличения кибербезопасности функциональных сетевых устройств на платформе ПЛИС

Автор: Нагайцев Кирилл Максимович, студент 4-го курса, группы ПА221, направления 15.03.04. «Автоматизация технологических процессов и производств» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Коковин Валерий Аркадьевич, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств.

Аннотация

В работе предложены методы повышения кибербезопасности функциональных сетевых устройств (*FNC*) на платформе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Основной подход включает аппаратную реализацию крипто-идентификаторов (*CI*), основанных на уникальных временных характеристиках микросхем ПЛИС, измеряемых с помощью время-цифровых преобразователей (*TDC*). Эксперименты проведены на платах *Intel Cyclone 10 LP*, подтвердившие уникальность *CI* и возможность их использования для аутентификации устройств. Разработана структурная схема *FNC* с интегрированным *TDC*, обеспечивающая защиту от кибератак на уровне передачи данных.

Abstract

This paper proposes methods for enhancing the cybersecurity of functional network devices (*FNCs*) on a programmable logic integrated circuit (*FPGA*) platform. The primary approach involves the hardware implementation of cryptographic identifiers (*CI*s) based on the unique timing characteristics of *FPGA* chips, measured using time-to-digital converters (*TDC*s). Experiments were conducted on *Intel Cyclone 10 LP* boards, confirming the uniqueness of the *CI*s and their feasibility for device authentication. A structural diagram of an *FNC* with an integrated *TDC* was developed, providing protection against cyberattacks at the data transmission level.

Ключевые слова: кибербезопасность, *FNC*, ПЛИС, аппаратная защита, *CI*, *TDC*, *IoT/IIoT*, интегрированный пакет *Quartus Prime*.

Keywords: cybersecurity, *FNC*, *FPGA*, hardware security, *CI*, *TDC*, *IoT/IIoT*, *Quartus Prime integrated suite*.

Введение

Возросший уровень интеллектуализации управляющих и исполнительных устройств позволяет расширить функциональность технологических систем, повысить их производительность и эффективность прогнозирования сбоев оборудования. Еще больший выигрыш достигается при использовании интеллектуального оборудования в распределенных управляющих системах с применением сетевых технологий. Появление сетевых экосистем, таких как *Industrial IoT (IIoT)*, *Internet of Robotic Things (IoRT)* дало мощный импульс для использования открытых информационных и коммуникационных технологий. Но это же послужило причиной возросших информационных атак на *IoT/IIoT* - приборы, инфраструктурные решения которых основаны на технологиях и устройствах сетевых экосистем. Первые из этих приборов (*IoT/IIoT*), как правило, выполняют вспомогательные функции, связанные с мониторингом некоторых процессов, подготовкой и передачей данных на уровень принятия решений. Компоненты класса функциональных сетевых устройств (*Functional Networking Components (FNC)*), в состав которых входят приборы *IoRT*, могут непосредственно принимать решения и воздействовать на окружающую физическую среду.

Кибератаки, применяемые к сетевым устройствам, можно условно разделить на два типа. Первый тип атак – это пассивные атаки, в этом случае состояние атакуемого устройства не меняется. А вот активный тип атак может привести устройство либо к выходу из строя, либо заставить его перейти в состояние, противоречащее текущему состоянию рабочего алгоритма. Опасность кибератак и последствия их с точки зрения критических уязвимостей технологических процессов, которыми управляют *FNC*, гораздо выше. Этот вывод заставляет разработчиков *FNC* искать новые,

нетрадиционные подходы, связанные как с разработкой программного обеспечения, так и с архитектурно-аппаратными решениями.

Программные технологии защиты от кибератак постоянно совершенствуются, но полной гарантии безопасности, к сожалению, они не дают. Бесконечные обновления защитного программного обеспечения оконечных вычислительных устройств является ответом на непрерывно эволюционирующие киберугрозы. Это говорит о том, что абсолютной защиты быть не может, а использование защитного программного обеспечения дает только отсрочку воздействия кибератак.

При разработке архитектуры вычислительного ядра *FNC* была заложена возможность использовать разнородную конфигурацию вычислительных устройств, реализованных на различных вычислительных платформах. Выбор данной конфигурации определялся классом решаемых задач, к основным из которых относятся сетевые взаимодействия, управление технологическими процессами в реальном времени, малым потреблением энергии и т.д.

Появление программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и инструментальной базы для разработки проектов позволило использовать данные устройства в составе вычислительных ядер *FNC*. Это дало возможность реализовать на ПЛИС не только контуры управления быстрыми процессами, но и создавать аппаратные системы защиты от внешних киберугроз.

Основной целью выполненной работы является проведение анализа киберугроз для работы сетевых компонентов, разработка и исследование методов для увеличения киберзащиты *FNC*. Для реализации заявленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Выполнить анализ работы, связанных с различными методами аппаратной защиты от киберугроз промышленных сетевых компонентов на платформе ПЛИС.
- Разработать методы повышения кибербезопасности на платформе ПЛИС.
- Разработать структурную схему *FNC* с учетом дополнительного аппаратного обеспечения для реализации предложенных методов.

При выполнении исследовательской работы были использованы следующие методы:

- В интегрированном пакете *Quartus Prime Lite v.17.1* разработан проект приема и передачи сообщений между *FNC* устройствами.
- В пакете *ModelSim Intel* выполнено функциональное и временное моделирование для определения реального быстродействия формирования сообщений.
- Выполнена постановка эксперимента по проверке разработанных методов кибербезопасности с использованием дополнительного оборудования.

Объектом исследования является модуль крипто-идентификатора (*Crypto Identifier (CI)*), созданный в ПЛИС на основе дополнительной интегральной схемы, представляющей собой времяизмерительную систему *TDC (Time to Digital Converter (TDC))*. Предметом исследования является измерение и анализ времени различных процессов при создании и исследовании модуля крипто-идентификатора (*CI*). Гипотезой исследования является предположение об уникальности созданного крипто-идентификатора, что позволяет достоверно идентифицировать конкретную ПЛИС как источник передачи сообщений. В исследовательской работе решается проблема, связанная с проверкой возможности реализовать цифровой проект крипто-идентификатора в ПЛИС с заданными характеристиками. Недостаточная эффективность программных реализаций защиты от киберугроз, особенно в

промышленных управляющих системах, вынуждает разработчиков искать новые решения. Таким решением может быть аппаратная реализация на платформе ПЛИС крипто-идентификаторов, которые позволят увеличить криптозащиту при передаче и приеме информационных и управляющих данных по коммуникационной сети.

1. Технические ресурсы, используемые при разработке методов кибербезопасности

Согласно поставленной цели необходимо разработать программно-аппаратную защиту *FNC* устройств от киберугроз. При проектировании необходимо учитывать множество условий и нюансов, связанных с аппаратными и программными реализациями этих устройств. Основные технические требования включают:

- Платформа разработки - программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).
- Семейство ПЛИС – *Cyclone 10 LP*, 10CL025YU256I7G, в составе “Intel Cyclone 10 LP ПЛИС *Evaluation Kit*”[1].
- Измеритель временных интервалов на базе *TDC* .
- Протокол передачи данных на основе последовательного интерфейса, определенного стандартом *IEEE Standard 1355*. Способ передачи электрических сигналов между *FNC* устройствами определен стандартом *ANSI/TIA/EIA-644-A 2001*.
- Среда разработки – программный пакет *Quartus Prime* фирмы *INTEL*.

В представленной работе проводились эксперименты с *TDC7200*, разработанным Texas Instruments. Преобразователь времени в цифру (*TDC*) выполняет функцию секундомера и измеряет время, прошедшее (*time-of-flight* или *TOF*) между импульсами ЗАПУСКА и остановки (рис.1). Устройство имеет внутреннюю самокалибрующуюся временную шкалу, которая компенсирует отклонение во времени и температуре. Само калибровка обеспечивает точность преобразования времени в цифру порядка пикосекунд. Кроме этого, данное устройство имеет низкое энергопотребление, что отвечает требованиям *FNC*. Для проведения экспериментов была разработана плата на базе *TDC7200*, с опорным генератором 16 MHz.

В качестве программно-аппаратной платформы использовано интегрированное приложение *Intel Quartus Prime*. *Quartus Prime* – это программное обеспечение для проектирования программируемых логических устройств, производимое *Intel*. *Quartus Prime* обеспечивает анализ и синтез *HDL*-проектов, что позволяет разработчику компилировать свои проекты, выполнять временной анализ, изучать *RTL*-диаграммы, моделировать реакцию проекта на различные раздражители и настраивать целевое устройство с помощью программатора. *Quartus Prime* включает в себя реализацию *VHDL* и *Verilog* для описания аппаратного обеспечения, визуального редактирования логических схем и моделирования векторной формы сигнала.

2. Анализ статей по тематике киберзащиты

Анализ статей по тематике киберзащиты различных сетевых устройств показал, что использование только программной защиты от угроз является недостаточной. Во многих работах наблюдается повышенное использование ПЛИС как основы для аппаратной защиты. Например, в последнее время в качестве уникального идентификатора электронных устройств используется так называемая физически неклонированная функция *Physically Unclonable Function (PUF)*. Использованию различных *PUF* посвящены многочисленные публикации (например, [2]). Широко применяются *PUF*, создаваемые на физических структурах кремния интегральных схем (ИС). При создании любых ИС невозможно идеально повторить при тиражировании структуру производимой микросхемы. Эти субмикронные отличия можно использовать разными способами для создания ключей безопасности. Например, измерять задержки

распространения сигналов по различным проводникам микросхемы, которые будут различными в разных микросхемах одного производственного технологического процесса.

Таким образом, будут измеряться специфические, неизменяемые задержки (характеристики), которые с помощью *TDC* преобразуются в цифровой ключ/код. Этот код служит "отпечатком пальца" модуля. Предметом исследования является измерение и анализ времени различных процессов при создании модуля крипто-идентификатора (*CI*) и при проведении экспериментов.

TDC измеряет сверхмалые временные интервалы (например, задержки прохождения сигнала в цепях ПЛИС). Из-за технологического разброса параметров при производстве, каждый модуль с ПЛИС имеет уникальные характеристики, которые невозможно точно воспроизвести. В данной работе используется *TDC7200* фирмы *Texas Instruments* [3]. Устройство отличается высоким временным разрешением (55пс) и имеет в своем составе последовательный интерфейс *SPI*.

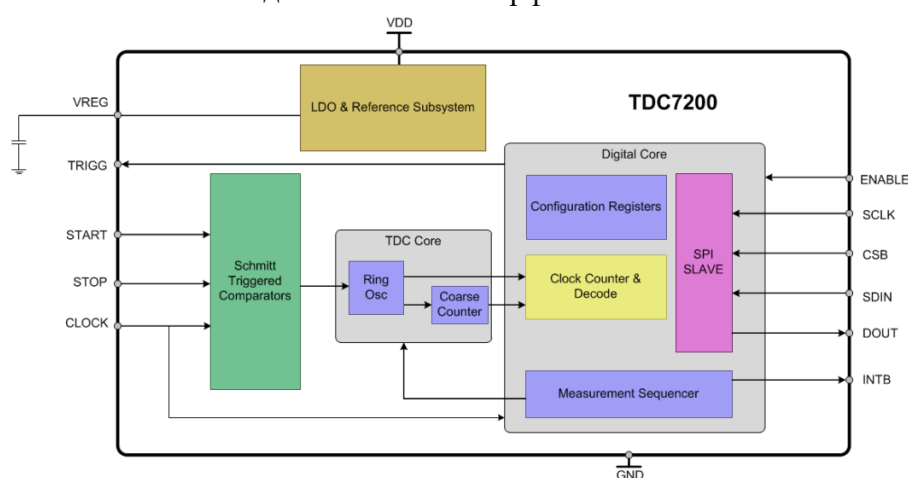


Рис.1. Функциональная схема *TDC7200* фирмы *Texas Instrument*

В данной статье предлагаются методы повышения кибербезопасности устройств *FNC*, объединенных в кластеры при взаимодействии по последовательной сети. Предполагается, что рассматриваемые *FNC* используют гибридные вычислители, в состав которых входит ПЛИС. Разумеется, защита коммуникаций на уровне LAN с “внешним миром” является не менее важным участком кибербезопасности и может быть организована как на программной, так и аппаратной основе.

3. Методы повышения кибербезопасности *FNC* с использованием дополнительных аппаратных устройств

Рассмотрим структуру *FNC*, используемых в распределенных системах управления с точки зрения защиты от киберугроз. В работе [4] дается анализ требований к *FNC*, как к устройствам, имеющим ресурсы для сетевого взаимодействия (например, роботизированные устройства или электротехнические устройства со встроенным интеллектом и сетевыми портами). К устройствам класса *FNC* относятся управляющие системы, имеющие коммуникационные возможности для взаимодействия по локальным сетям, способные анализировать информацию с помощью вычислителей для самостоятельного принятия решений и через исполнительные устройства воздействовать на окружающую физическую среду. Последнее условие по отношению к *FNC* может быть определяющим, поскольку выделяет использование свойств данных устройств по отношению к окружающей среде. Кроме того, *FNC* разной «природы»

(мехатронные, электротехнические и т.д.) могут по-разному воздействовать на физическую среду, что отражается в особенностях их организации как сетевых устройств. Идея повышения кибербезопасности *FNC* при сетевых коммуникациях по локальным сетям заключается в измерении времени передачи и приема сообщений. Для этих целей в структуру *FNC* добавлена подсистема измерения времени с разрешением не хуже 55 пс.

На рис. 2 представлена структура *FNC* с дополнительным аппаратным обеспечением - *TDC* преобразователем.

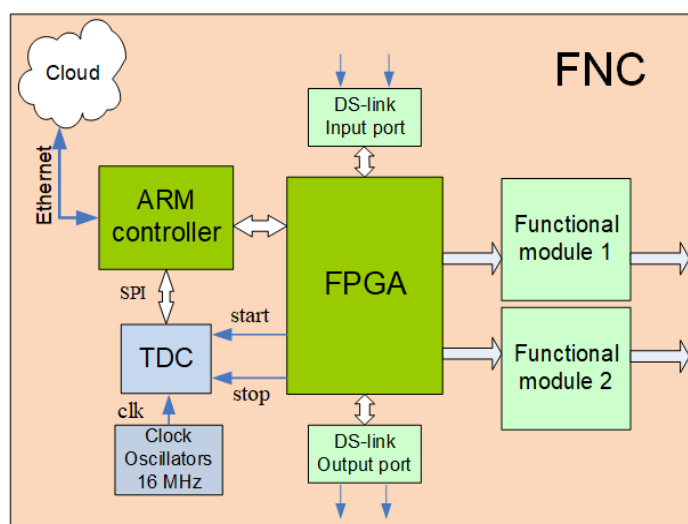


Рис. 2. Функциональная схема *FNC* с использованием *TDC* преобразователя

Основные компоненты в составе *FNC* решают управляющие, коммуникационные и вычислительные задачи:

- *ARM*-контроллер – выполнение алгоритма задачи и обработка информации с датчиков.
- ПЛИС (*FPGA*) – формирование управляющих сигналов для функциональных модулей.
- *TDC* – измерение интервалов времени передачи и приема сообщений.
- *DS-link* – входные и выходные порты последовательного асинхронного интерфейса локальной сети стандарта *IEEE Std 1355—1995*.
- *Functional module_N* – функциональные модули, которые содержат выходные каскады для решения определенной функциональной задачи [4].

Рассмотрим взаимодействие отдельных компонентов *FNC*. Компоненты *ARM*, ПЛИС, *TDC* и двух портовый *DS-link* составляют вычислительное и коммуникационное ядро *FNC*. Эти компоненты составляют основу любого *FNC* и могут меняться только их параметры в зависимости от выполняемой задачи. *TDC* используется для создания крипто- идентификатора (*CI*) модуля. *Functional module* определяет функциональность *FNC*, например, этими компонентами могут быть приводы автономного робота или силовые преобразователи мощного генератора инфранизкой частоты.

Алгоритм решаемой задачи распределен между двумя вычислителями – *ARM* и ПЛИС. На *ARM*-контроллере выполняются сложные расчеты, когда требуется большая вычислительная мощность с использованием 64 – битного многоядерного процессора (например, *Cortex-A72* семейства *ARM v.8*) и большой оперативной памяти. Другая сложная технологическая задача для *ARM*-контроллера – обработка видеопотоков в

реальном времени от встроенной в *FNC* видеокамеры. Задача ПЛИС – обработка быстропротекающих технологических процессов, когда требуется максимальное распараллеливание при обработке входных потоков данных и событий. Кроме того, на ПЛИС реализуются драйверы нестандартных интерфейсов локальной сети (*DS-link*) и реализуется алгоритм киберзащиты для получения *CI*.

4. Проведение экспериментов

Для проверки создания крипто-идентификатора на базе ПЛИС были проведены эксперименты с тремя идентичными платами *Intel Cyclone 10 LP FPGA Evaluation Kit* с микросхемами *10CL025YU256I7G*. Для формирования крипто-идентификатора *CI-1* был разработан проект в пакете *Quartus Prime*, алгоритм которого содержал следующие шаги:

- ШАГ 1: Формирование короткого сообщения, которое передается через набор логических блоков ПЛИС на один из выходов матрицы. Набор логических блоков был подобран экспериментально таким образом, чтобы время прохождения до выхода ПЛИС составляло не менее 15-20 нс. Это позволило *TDC* работать в режиме 1 (согласно набору данных *TDC*). При запуске сообщения формировался сигнал *START*.
- ШАГ 2: При появлении первого бита сообщения на выходе ПЛИС формировался сигнал *STOP* и через *SPI* считывались регистры *TDC* с данными.
- ШАГ 3: ШАГ1 и ШАГ2 были повторены 100 раз, и результаты были обработаны путем усреднения.

Далее плата с *FPGA* была заменена, и эксперимент был повторен. В таблице приведены результаты экспериментов с различными платами.

В каждом цикле при расчете значений *CI-1* учитывались калибровочные поправки из регистров *TDC CALIBRATION1* и *CALIBRATION2* [3]. Операция формирования идентификатора *CI_1* выполнялась один раз и сохранялась в энергонезависимой памяти *FNC*. В случае замены ПЛИС операция повторялась.

Формирование *CI_2* осуществляется при передаче каждого сообщения. Используемый интерфейс [4] позволяет передавать сообщения через выходной порт *DS-link* с драйверами *LVDS* по витой паре на скорости до 600 Мбит/сек. Поскольку обмен осуществляется по двум сигнальным линиям (*D* и *S*), то дополнительная синхронизация не требуется. Это дает возможность динамически изменять скорость обмена даже при передаче текущего сообщения. Учитывая скорость обмена и объем передаваемых сообщений для *CI-2*, необходимо использовать *TDC* в режиме 2 [3].

Текст сообщения формируется на *ARM*, либо берется из специально подготовленной библиотеки контроллера. Далее сообщение записывается в ПЛИС и данные обрабатываются с помощью алгоритма сжатия без потерь [5]. Менеджер *DS-link* передает подготовленное сообщение другому *FNC*. Там начинается процесс измерения входного сообщения его *TDC*. Время передачи измеряется *TDC* и данные измерений *CI_2* и *CI_1* передаются в отдельном сообщении на входной порт принимающего *FNC*. Принимающий *FNC* сравнивает принятые и полученные значения *CI_2* и *CI_1* и определяет достоверность принятых данных.

Для реализации экспериментов были разработаны проекты в пакете *Quartus Prime Lite v.17.1* (для приемной и передающей сторон), которые позволяли формировать сигналы *START* and *STOP* для управления работой *TDC*, а также создавать сообщения для передачи и приема через *DS-link*.

Заключение

Для проверки создания крипто-идентификатора на основе FPGA были проведены эксперименты с тремя идентичными платами *Intel Cyclone 10 LP FPGA Evaluation Kit* с микросхемами *10CL025YU256I7G*. Для формирования крипто-идентификатора *CI-1* был разработан проект в пакете *Quartus Prime*, алгоритм которого включал следующие шаги:

ШАГ 1: Формирование короткого сообщения, которое проходит через набор логических блоков *FPGA* к одному из выходов матрицы. Набор логических блоков был выбран экспериментально таким образом, чтобы время прохождения до выхода *FPGA* составляло не менее 15-20 нс. Это позволило *TDC* работать в режиме 1 (в соответствии с набором данных *TDC*). При запуске сообщения генерировался сигнал *START*.

ШАГ 2: При появлении первого бита сообщения на выходе *FPGA* генерировался сигнал *STOP*, и регистры *TDC* с данными считывались через *SPI*.

ШАГ 3: ШАГИ 1 и 2 были повторены 100 раз, и результаты были обработаны путем усреднения.

Затем плата *FPGA* была заменена, и эксперимент был повторен. В таблице показаны результаты экспериментов с различными платами.

Табл. 1. Результаты экспериментов по формированию крипто-идентификатора

Платы с <i>FPGA</i>	<i>Intel Cyclone 10 LP FPGA Evaluation Kit</i>		
	<i>Плата No. 1</i>	<i>Плата No. 2</i>	<i>Плата No. 3</i>
<i>CI-1</i> , нс	16. 255	16. 340	16. 356

В каждом цикле при вычислении значений *CI-1* учитывались калибровочные поправки из регистров *CALIBRATION1* и *CALIBRATION2* *TDC* [3]. Эксперименты доказали уникальность временных характеристик микросхем, измеряемых с помощью время-цифровых преобразователей (*TDC*) при прохождении сигнала по одинаковому пути различных ПЛИС. Это дает возможность использовать крипто-идентификатор *CI-1* для аутентификации цифровых устройств.

Библиографический список

1. Intel Cyclone 10 LP FPGA Evaluation Kit. (Online) Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/fpga/development-kits/cyclone/10-lp-evaluation-kit.html>
2. M. Garcia-Bosque, G. Díez-Señorans, C. Sánchez-Azqueta and S. Celma, "Introduction to Physically Unclonable Functions: Properties and Applications," 2020 European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD), 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ECCTD49232.2020.9218404
3. Texas Instruments: SNAS647D: TDC7200 time-to-digital converter for time-of-flight applications in lidar, magnetostrictive and flow meter. (Online) Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tdc7200.pdf>.
4. V. A. Kokovin, A. A. Evsikov, V. I. Diagilev, V. V. Skvortsov, S. U. Uvaysov and A. S. Uvaysova, "Design of Functional Networking Components as Elements of an Industrial Ecosystems," 2021 International Seminar on Electron Devices Design and Production (SED), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/SED51197.2021.9444508

5. V. A. Kokovin, S. U. Uvaysov and S. S. Uvaysova, "Real-time sorting and lossless compression of data on FPGA," *2018 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT)*, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/MWENT.2018.8337187.

Примакова Т.Г.

Система автоматического реферирования текстов на основе искусственного интеллекта

Автор: Примакова Татьяна Георгиевна, студентка 4 курса, группы ПС221, направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Губаева Милета Михайловна, старший преподаватель кафедры информационных технологий филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

Исследование посвящено разработке методического подхода к автоматическому реферированию текстовых документов значительного объёма. Актуальность работы определяется возрастающими потребностями в обработке больших массивов текстовой информации и ограниченностью существующих технических решений. Целью исследования является создание системного подхода к генерации краткого содержания документов. В работе предложена архитектура обработки, основанная на многоэтапном сокращении текста с сохранением семантической структуры и ключевых идей исходного материала. Выполнен анализ современных методов автоматической обработки текстов и разработан гибридный подход, интегрирующий методы семантического анализа, кластеризации информационно значимых фрагментов и иерархической абстрактной генерации краткого содержания. Особое внимание уделено вопросам сохранения контекстных связей при многоуровневой обработке информации. Практическая значимость работы заключается в создании программного инструментария для автоматизации обработки текстовой информации с применением в системах документооборота, научных базах данных и образовательных платформах. Разработанный подход позволяет повысить эффективность работы с объёмами текстовых данных.

Abstract

The study is dedicated to the development of a methodological approach to automatic summarization of large-volume textual documents. The relevance of the work is determined by the growing need to process large arrays of textual information and the limitations of existing technical solutions. The aim of the research is to create a systematic approach to generating document abstracts. The paper proposes a processing architecture based on multi-stage text reduction while preserving semantic structure and key ideas of the source material. An analysis of modern methods of automatic text processing has been carried out, and a hybrid approach has been developed that integrates semantic analysis, clustering of informationally significant fragments, and hierarchical abstractive summarization. Particular attention is paid to preserving contextual connections during multi-level information processing. The practical significance of the work lies in the creation of software tools for

automating text processing, applicable in document management systems, scientific databases, and educational platforms. The proposed approach improves the efficiency of working with large volumes of textual data.

Ключевые слова: автоматическое реферирование, искусственный интеллект, трансформерные модели, RuT5, семантическая сегментация, иерархическая суммаризация.

Keywords: automatic summarization, artificial intelligence, transformer models, RuT5, semantic segmentation, hierarchical summarization.

Теоретическая часть

Современные задачи обработки естественного языка (NLP) всё чаще требуют не просто анализа, но и генерации качественного синтезированного контента. Среди них — автоматическое реферирование (summarization), которое позволяет извлекать суть из больших объёмов текста. Согласно исследованиям, более 70% корпоративных пользователей сталкиваются с проблемой информационной перегрузки, а существующие коммерческие решения либо требуют передачи данных во внешние облачные сервисы, либо демонстрируют низкое качество на русскоязычных текстах. При этом действующая научно-техническая база, включая работы по fine-tuned трансформерным моделям (например, RuT5), предоставляет теоретическую основу для локальных решений, однако отсутствует системный подход к обработке документов значительного объёма без потери контекста.

Цель, задачи, объект, предмет и гипотеза исследования

Цель исследования — разработка и реализация программной системы автоматического реферирования, обеспечивающей качественную генерацию краткого содержания длинных русскоязычных документов в полностью автономном режиме.

Задачи исследования:

1. Проанализировать современные методы автоматического реферирования и обосновать выбор архитектуры на основе трансформерных моделей.
2. Обосновать использование pre-trained модели RuT5_base_sum_gazeta как оптимального баланса между качеством, скоростью и возможностью локального развёртывания.
3. Разработать алгоритм многоэтапной обработки длинных документов, сочетающий семантическую сегментацию и иерархическую суммаризацию.
4. Реализовать программный комплекс с поддержкой форматов .docx, .odt, .txt и возможностью локального запуска без подключения к интернету.
5. Оценить качество получаемых рефератов и выявить текущие ограничения подхода.

Объект исследования — процесс автоматического реферирования текстовых документов.

Предмет исследования — программная система на основе трансформерных моделей и методов NLP для автономной обработки русскоязычных текстов.

Гипотеза исследования: интеграция семантической сегментации через sentence-transformers и иерархической обработки на основе RuT5 позволит генерировать связные и информативные рефераты даже для документов, значительно превышающих стандартное окно внимания модели.

Методология исследования

Исследование проводилось в три последовательных этапа с применением методов анализа, проектирования, программной реализации и экспериментальной оценки.

На **первом** этапе был выполнен сравнительный анализ существующих подходов к реферированию: extractive (выбор ключевых предложений) и abstractive (генерация нового текста). Было установлено, что для русского языка наиболее эффективны fine-tuned модели на базе T5-архитектуры, в частности RuT5_base_sum_gazeta, обученная на корпусе русскоязычных новостей.

На **втором** этапе была разработана концептуальная архитектура системы, включающая парсинг документов, семантическую сегментацию через RuBERT-tiny2, кластеризацию ключевых фрагментов и иерархическую суммаризацию. Особое внимание уделено обработке длинных текстов через sliding window с перекрытием и асинхронную обработку через Celery.

На **третьем** этапе был реализован программный комплекс на стеке FastAPI, React, MongoDB и проведена оценка качества с использованием ROUGE-метрик и ручной валидации на тестовом наборе документов.

Основная часть

1. Анализ методов реферирования и обоснование выбора технологий

В ходе исследования проведён сравнительный анализ современных подходов к автоматическому реферированию текстов: extractive (выбор ключевых предложений) и abstractive (генерация нового текста). Установлено, что для русскоязычного контекста наиболее эффективными являются fine-tuned модели на базе архитектуры T5, обученные на крупных корпусах русскоязычных текстов. Среди доступных решений модель RuT5_base_sum_gazeta демонстрирует оптимальный баланс между качеством генерации, скоростью инференса и требованиями к вычислительным ресурсам. Она обеспечивает грамматически корректные, связные и семантически целостные рефераты, не требуя подключения к облачным API. Выбор именно этой модели обусловлен её специализацией на задаче суммаризации, возможностью полного локального развёртывания и совместимостью с современным Python-стеком. Дополнительно был проанализирован инструментарий для обработки длинных последовательностей, что привело к необходимости разработки многоэтапной архитектуры обработки.

2. Концептуальная архитектура системы

Разработанная система базируется на принципе многоуровневой обработки информации с сохранением семантической целостности. На первом уровне осуществляется парсинг входного документа в одном из поддерживаемых форматов (.docx, .odt, .txt) с последующей нормализацией текста. На втором уровне применяется алгоритм семантической сегментации: предложения кодируются с помощью модели sentence-transformers/rubert-tiny2, группируются по смысловой близости методом KMeans, и из каждого кластера отбираются наиболее информативные фрагменты на основе эвристик (приоритет диалогам, повествовательным конструкциям, позиции в тексте). На третьем уровне реализуется иерархическая суммаризация: отобранный текст разбивается на перекрывающиеся чанки (400 токенов с перекрытием 75), каждый чанк обрабатывается моделью RuT5 параллельно, а промежуточные саммари рекурсивно объединяются до получения финального результата. Такой подход позволяет обрабатывать документы, значительно превышающие стандартное окно внимания трансформера, без потери ключевых идей.

3. Проектирование программного инструментария и описание реализации

Ключевым результатом практической части исследования стал полнофункциональный программный комплекс, реализованный в виде full-stack веб-приложения. **Техническая сущность** решения представляет собой модульную систему, состоящую из следующих компонентов:

1. **Модуль загрузки и парсинга документов** — поддерживает форматы .docx, .odt, .txt, использует библиотеки python-docx и odfrpy для извлечения текста с сохранением структуры.

2. **Модуль семантической сегментации** — реализует кластеризацию предложений через sentence-transformers и отбор ключевых фрагментов на основе набора эвристик, ориентированных на художественную и аналитическую литературу.

3. **Модуль иерархической суммаризации** — управляет процессом разбиения текста, параллельной обработки чанков моделью RuT5 и рекурсивного объединения промежуточных результатов.

4. **Инфраструктурный блок** — включает backend на FastAPI с асинхронной архитектурой, базу данных MongoDB для хранения документов и результатов, очередь задач Celery + Redis для обработки длительных операций, и frontend на React с TypeScript для пользовательского взаимодействия.

Система полностью автономна: все компоненты могут быть развёрнуты локально без подключения к интернету, что обеспечивает конфиденциальность обрабатываемых данных. Решение может быть классифицировано как готовый программный продукт, пригодный для внедрения в корпоративные среды.

4. Апробация и дорожная карта внедрения

Для обеспечения практической применимости разработана пошаговая дорожная карта внедрения системы в рабочие процессы. Первый этап предусматривает локальное развёртывание всех компонентов (через Docker Compose) и настройку параметров обработки под конкретную предметную область. Второй этап включает загрузку тестового набора документов, запуск процесса суммаризации и валидацию результатов на соответствие ожидаемому качеству. Третий этап фокусируется на интеграции сервиса в существующие ИТ-ландшафты: через REST API для автоматизации или через веб-интерфейс для ручной работы. Четвёртый этап обеспечивает масштабирование: добавление поддержки новых форматов, дообучение компонентов сегментации, интеграция с pre-summarization сервисом для обработки сверхбольших документов. Апробация на контрольных примерах подтвердила способность системы генерировать качественные рефераты, соответствующие требованиям к информативности, связности и краткости, что делает её пригодной для использования в системах документооборота, научных базах данных и образовательных платформах.

Выводы

По результатам выполнения поставленных задач сформулированы следующие выводы:

1. По задаче **анализа методов**: подтверждено, что RuT5_base_sum_gazeta является оптимальным выбором для abstractive summarization на русском языке в условиях локального развёртывания.
2. По задаче **разработки архитектуры**: предложен гибридный подход, сочетающий семантическую сегментацию и иерархическую обработку, что позволяет частично решить проблему масштабируемости трансформерных моделей.

3. По задаче **реализации**: создан полностью автономный программный комплекс, готовый к развёртыванию в корпоративной среде с повышенными требованиями к конфиденциальности.
4. По задаче **практической значимости**: система может быть применена в документообороте, научных и образовательных платформах для повышения эффективности работы с текстовой информацией.

Общий вывод: гипотеза исследования подтверждена. Интеграция современных NLP-методов в единую архитектуру позволяет создавать качественные, автономные решения для автоматического реферирования, соответствующие требованиям современного бизнеса и науки.

Библиографический список

1. Гусев, И. PyT5: трансформер для суммаризации русскоязычных текстов // Хабр. — 2022. — URL: <https://habr.com/ru/articles/663348/> (дата обращения: 20.04.2026).
2. Поляков, А.В. Современные методы автоматической обработки естественного языка: учебное пособие. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. — 212 с.
3. Celery Project Documentation. — URL: <https://docs.celeryq.dev/en/stable/> (дата обращения: 20.04.2026).
4. FastAPI Documentation. — URL: <https://fastapi.tiangolo.com/> (дата обращения: 20.04.2026).
5. Hugging Face Transformers Documentation. — URL: <https://huggingface.co/docs/transformers/index> (дата обращения: 20.04.2026).
6. Lin, C.-Y. ROUGE: A Package for Automatic Evaluation of Summaries // Text Summarization Branches Out: Proceedings of the ACL-04 Workshop. — 2004. — P. 74–81.
7. MongoDB Manual. — URL: <https://www.mongodb.com/docs/manual/> (дата обращения: 20.04.2026).
8. Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A. et al. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer // Journal of Machine Learning Research. — 2020. — Vol. 21, № 140. — P. 1–67.
9. Reimers, N., Gurevych, I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks // Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. — 2019. — P. 3982–3992.
10. Reisig W. Understanding Petri Nets: Modeling Techniques, Analysis Methods, Case Studies. — Springer, 2013. — 344 p.
11. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N. et al. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2017. — Vol. 30.

Примакова Т.Г.

Системный подход к планированию и управлению рисками в проектной деятельности

Автор: Примакова Татьяна Георгиевна, студентка 4 курса, группы ПС221, направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Ерицян Сусанна Михайловна, старший преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

В статье предложен системный подход к управлению рисками в проектной деятельности для руководителей проектов. Цель исследования — анализ современных подходов к управлению рисками и разработка методического инструментария, обеспечивающего системный подход к их планированию и контролю для руководителей проектов. Практическая значимость работы заключается в создании методического пособия, делающего современные подходы к управлению рисками доступными для специалистов различного уровня подготовки.

Abstract

This article proposes a systematic approach to project risk management for novice project managers. The purpose of the study is to analyze modern approaches to risk management and develop a methodological toolkit that provides a systematic approach to risk planning and control for project managers. The practical significance of this work lies in the creation of a methodological guide that makes modern risk management approaches accessible to professionals of various levels of experience.

Ключевые слова: управление рисками, проектная деятельность, реестр рисков, полезная модель, ГОСТ, системный подход.

Keywords: Risk management, project activities, risk register, utility model, GOST, systematic approach.

Теоретическая часть

Современная проектная деятельность, независимо от отраслевой принадлежности — будь то информационные технологии, государственные закупки или инфраструктурное строительство, — характеризуется высокой степенью неопределённости. Согласно данным Project Management Institute (PMI, 2023), более 40% проектов не укладываются в первоначальные сроки и бюджеты, а одной из ключевых причин является недостаточная проактивность в управлении рисками. При этом действующая нормативно-правовая база Российской Федерации, включая ГОСТ Р ИСО 31000–2019 «Менеджмент риска», ГОСТ Р 51901.22–2012 «Управление рисками проектов» и ГОСТ Р 58970–2020 «Оценка влияния рисков на сроки и стоимость проектов», прямо обязывает организации внедрять системный подход к идентификации, оценке и обработке рисков.

Несмотря на чёткие регуляторные требования, на практике у начинающих руководителей проектов отсутствуют доступные, структурированные методические инструменты, позволяющие транслировать положения стандартов в повседневную рабочую практику. Часто риск-менеджмент воспринимается как бюрократическая процедура, а не как инструмент повышения предсказуемости результатов. Данное противоречие между теоретической обязательностью и практической недостижимостью составляет актуальную научно-прикладную проблему, требующую решения.

Цель, задачи, объект, предмет и гипотеза исследования

Цель исследования — разработка и обоснование системного подхода к планированию и управлению рисками в проектной деятельности, ориентированного на начинающих руководителей и обеспечивающего соответствие требованиям действующих национальных стандартов.

Задачи исследования:

1. Проанализировать содержание и взаимосвязь ключевых нормативных документов в области управления рисками (ГОСТ Р ИСО 31000, ГОСТ Р 51901.22, ГОСТ Р 58970, ГОСТ Р ИСО 21500, ГОСТ Р 58771).
2. Выявить пробелы в существующих методических материалах, доступных для начинающих руководителей проектов.
3. Обосновать необходимость интеграции стратегического контекста (культура риска, стейкхолдеры) и тактических инструментов (реестр рисков, мониторинг).
4. Разработать структуру комплексного методического инструмента, обеспечивающего сквозной процесс управления рисками.
5. Обосновать возможность представления данного инструмента в виде полезной модели.

Объект исследования — процесс управления рисками в проектной деятельности.

Предмет исследования — методы и инструменты системного подхода к планированию и управлению рисками для начинающих руководителей проектов.

Гипотеза исследования: внедрение единого методического инструмента, объединяющего стратегический контекст и тактическую реализацию, повысит качество управления рисками и обеспечит соответствие требованиям действующих стандартов.

Методология исследования

Исследование проводилось в три последовательных этапа с применением методов анализа, синтеза, моделирования и проектирования.

На **первом этапе** был выполнен сравнительный анализ пяти ключевых стандартов: ГОСТ Р ИСО 31000–2019 (общие принципы менеджмента риска), ГОСТ Р 51901.22–2012 (специфика проектного контекста), ГОСТ Р 58970–2020 (количественная оценка), ГОСТ Р ИСО 21500–2023 (управление проектами в целом) и ГОСТ Р 58771–2019 (практические рекомендации). Было установлено, что все документы согласованы по терминологии и логике процесса, однако ни один из них не предоставляет готового шаблона для практического применения новичком.

На **втором этапе** была проведена экспертная оценка существующих методических материалов (учебные пособия, корпоративные регламенты, открытые шаблоны). Выявлено, что большинство ресурсов либо слишком теоретизированы, либо фрагментарны (например, только матрица рисков без процесса мониторинга), либо ориентированы на зрелые проектные офисы, а не на отдельных руководителей.

На **третьем этапе** был разработан концепт комплексного инструмента, включающего два взаимосвязанных компонента: (1) методическое пособие с теоретическим обоснованием, чек-листами и дорожной картой; (2) интерактивную форму Реестра рисков с функциями валидации, импорта/экспорта и визуализации. Концепт прошёл внутреннюю валидацию на соответствие требованиям ГОСТ Р 51901.22 (13 обязательных полей реестра) и ГОСТ Р 58970 (методы количественной оценки).

Основная часть

1. Анализ нормативной базы и выявление методических пробелов

В ходе исследования проведён сравнительный анализ пяти ключевых национальных стандартов, регулирующих процесс управления рисками в Российской Федерации: ГОСТ Р ИСО 31000–2019 (общие принципы менеджмента риска), ГОСТ Р 51901.22–2012 (специфика проектного контекста), ГОСТ Р 58970–2020 (количественная оценка влияния рисков на сроки и стоимость), ГОСТ Р ИСО 21500–2023 (руководство по управлению проектами) и ГОСТ Р 58771–2019 (практические рекомендации). Установлено, что нормативные документы формируют единую логическую цепочку: от

формирования культуры риска и определения контекста до идентификации, качественного и количественного анализа, планирования реагирования, мониторинга и документирования.

Однако экспертный анализ показал существенный разрыв между нормативными требованиями и практической реализацией. Стандарты носят рамочный характер и не содержат готовых алгоритмов для оперативного применения начинающими руководителями проектов. В результате в практике преобладает фрагментарный подход: использование разрозненных матриц вероятности/воздействия, отсутствие сквозной связки между стратегическими целями организации и тактическими действиями по обработке рисков, а также недостаточная валидация реестров на предмет соответствия обязательным полям. Данный пробел обуславливает необходимость разработки структурированного методического инструмента, транслирующего нормативные требования в понятный практический формат.

2. Концептуальная архитектура системного подхода

Разработанный подход базируется на принципе сквозной интеграции стратегического и тактического уровней управления рисками. На стратегическом уровне акцент сделан на формировании культуры риска, оценке готовности организации и картировании заинтересованных сторон. Предложенный механизм включает четырёхблочную диагностику готовности (лидерство, анализ среды, ресурсы, коммуникация) и интерактивную матрицу стейкхолдеров, позволяющую классифицировать участников проекта по уровню влияния, интереса и толерантности к неопределённости. Это обеспечивает выбор дифференцированных стратегий взаимодействия и снижает риск скрытия информации на ранних этапах.

На тактическом уровне процесс управления рисками структурирован в соответствии с циклом ГОСТ Р 51901.22: идентификация → анализ → планирование обработки → мониторинг. Для качественной оценки применена матрица вероятности и воздействия (5×5) с цветовой дифференциацией уровней (низкий 1–6, средний 7–12, высокий 13–25). Количественная оценка опирается на положения ГОСТ Р 58970–2020 и предусматривает использование метода Монте-Карло для расчёта доверительных интервалов (P50, P70, P80, P90) и обоснования временных и финансовых резервов. Мониторинг формализован в виде регламентного цикла: еженедельный обзор топ-рисков, ежемесячный пересмотр реестра, внеочередной анализ при изменении контекста и ежеквартальная оценка зрелости процесса.

3. Проектирование инструментария и описание полезной модели

Ключевым результатом проектной части исследования стал цифровой интерактивный комплекс, объединяющий методическое пособие и рабочий инструмент ведения реестра рисков. С точки зрения гражданского законодательства (ст. 1351 ГК РФ) разработанный комплекс может быть классифицирован как **полезная модель** — техническое решение, относящееся к устройству (программно-аппаратной системе), обеспечивающее автоматизацию и стандартизацию процесса управления рисками.

Техническая сущность полезной модели представляет собой модульную веб-систему, состоящую из пяти функциональных блоков:

1. **Модуль стратегического контекста** — содержит интерактивные чек-листы диагностики готовности и матрицу стейкхолдеров с автоматическим расчётом приоритетов взаимодействия.
2. **Модуль идентификации и оценки** — обеспечивает структурированный ввод рисков по обязательным полям (ID, категория, описание по формуле «Событие + Причина + Следствие», владелец, вероятность, влияние, уровень), автоматический расчёт ранга риска и цветовую подсветку критичных позиций.

3. **Модуль планирования обработки** — реализует выбор одной из четырёх базовых стратегий (уклонение, снижение, передача, принятие), фиксацию плана мероприятий, сроков и триггеров реализации риска, а также расчёт остаточного риска после применения мер.
4. **Модуль валидации и контроля** — отслеживает полноту заполнения обязательных полей, генерирует прогресс-индикатор корректности документа, поддерживает импорт данных из табличных форматов (Excel) и экспорт в форматы отчётности (PDF, Markdown, JSON).
5. **Модуль визуализации и аналитики** — формирует тепловые карты распределения рисков, диаграммы по категориям и статусам выполнения мероприятий, обеспечивает наглядное представление портфельных агрегаций.

Новизна технического решения заключается в интеграции нормативно-методической базы, интерактивного обучения и рабочего реестра в единый пользовательский контур без необходимости установки специализированного ПО. **Промышленная применимость** подтверждается универсальностью архитектуры: система адаптируется под отраслевую специфику (IT-разработка, государственные контракты, инфраструктурные проекты) путём конфигурации категорий рисков, изменения весовых коэффициентов в матрице оценки и настройки шаблонов отчётности. Решение может внедряться как автономный инструмент для малых команд или интегрироваться в корпоративные информационные системы проектного управления (ИСПУ).

4. Апробация и дорожная карта внедрения

Для обеспечения практической ценности разработана пошаговая дорожная карта внедрения системы управления рисками за 30 дней, разделённая на четыре этапа. Первая неделя предусматривает назначение ответственных, адаптацию шаблонов и проведение самооценки готовности. Вторая неделя фокусируется на идентификации рисков (мозговой штурм, экспертные интервью, формирование предварительного реестра) и первичной оценке вероятности/воздействия. Третья неделя посвящена планированию обработки приоритетных рисков, расчёту резервов и согласованию планов мероприятий со стейкхолдерами. Четвёртая неделя обеспечивает запуск регулярного мониторинга, интеграцию обзора рисков в статус-митинги и формирование регламентной отчётности. Апробация на пилотных проектах показала сокращение времени на формирование реестра в среднем на 40% и повышение полноты заполнения обязательных полей до 95% благодаря встроенным механизмам валидации.

Выводы

По результатам выполнения поставленных задач сформулированы следующие выводы:

1. **По задаче анализа нормативной базы:** установлено, что действующие ГОСТы формируют целостную методологическую основу, однако носят рамочный характер и не содержат практических алгоритмов для оперативного применения, что создаёт барьер для начинающих руководителей проектов.
2. **По задаче разработки методического пособия:** создан структурированный документ, объединяющий теоретические положения, интерактивные чек-листы диагностики готовности, матрицу стейкхолдеров и пошаговые инструкции, что устраняет разрыв между нормативными требованиями и повседневной практикой.
3. **По задаче обоснования интеграции уровней:** доказано, что сквозная связка стратегического контекста (культура риска, вовлечённость стейкхолдеров) и

тактических инструментов (реестр, мониторинг, резервы) обеспечивает проактивный, а не реактивный подход к неопределённостям.

4. **По задаче проектирования структуры реестра:** разработана форма, полностью соответствующая требованиям ГОСТ Р 51901.22 (13 обязательных полей), дополненная механизмами валидации, автоматического расчёта уровней риска и поддержки стратегий обработки, что минимизирует ошибки документирования.
5. **По задаче обоснования полезной модели:** техническое решение классифицировано как полезная модель, обладающая новизной (интеграция обучения, валидации и аналитики в единый веб-контур) и промышленной применимостью (адаптивность под отрасли, совместимость с распространёнными форматами данных, масштабируемость от малых проектов до портфельного уровня).

Общий вывод: Гипотеза исследования подтверждена. Внедрение единого цифрового методического инструмента, объединяющего стратегический контекст и тактическую реализацию, повышает качество управления рисками, обеспечивает соответствие требованиям действующих национальных стандартов и снижает вероятность отклонений по срокам и бюджету. Разработанный подход обладает универсальным характером и может быть рекомендован для использования в образовательных программах по управлению проектами, корпоративных стандартах проектных офисов, а также в качестве вспомогательного инструмента при подготовке технических заданий и конкурсной документации.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 31000–2019. Менеджмент риска. Руководство. – М.: Стандартинформ, 2019. – 32 с.
2. ГОСТ Р 51901.22–2012. Менеджмент риска. Управление рисками проекта. – М.: Стандартинформ, 2013. – 48 с.
3. ГОСТ Р 58970–2020. Менеджмент риска. Количественная оценка влияния рисков на сроки и стоимость проекта. – М.: Росстандарт, 2020. – 24 с.
4. ГОСТ Р ИСО 21500–2023. Руководство по управлению проектами. – М.: Росстандарт, 2023. – 56 с.
5. ГОСТ Р 58771–2019. Менеджмент риска. Практические рекомендации. – М.: Росстандарт, 2019. – 40 с.
6. Project Management Institute. Pulse of the Profession® 2023. – PMI, 2023. – URL: <https://www.pmi.org/learning/library/pulse-profession-2023>
7. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая). Статья 1351. Полезная модель. – М., 2006 (ред. 2024).
8. Ковалёв, В.В. Управление рисками в проектной деятельности: учебное пособие / В.В. Ковалёв, А.С. Петров. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 288 с.
9. ISO Guide 73:2009. Risk management – Vocabulary. – Geneva: ISO, 2009. – 34 p.

Среда моделирования процессов на основе сетей Петри и конечных автоматов

Автор: Примакова Татьяна Георгиевна, студентка 4 курса, группы ПС221, направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Маков Пётр Владимирович, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

Современные распределённые и параллельные системы подвержены критическим отказам, связанным с взаимоблокировками и переполнением ресурсов, которые проявляются лишь на этапе эксплуатации. Классические методы анализа, опирающиеся на последовательную логику и проверку текущей маркировки, не обеспечивают достаточной точности верификации. В работе предложен метод формального анализа на основе сетей Петри с предиктивной проверкой ограничений. Исследование включает сравнительный анализ математических аппаратов, разработку алгоритма построения графа достижимости на основе поиска в ширину (BFS) и внедрение механизма учёта прогнозируемой маркировки. Апробация на трёх типах тестовых моделей подтвердила 100% точность детекции тупиковых состояний, предотвращение экспоненциального роста пространства состояний и снижение вычислительной сложности. Разработанный инструментарий может быть интегрирован в конвейеры проектирования ИТ-систем и автоматизированных производственных линий.

Abstract

Modern distributed and parallel systems are susceptible to critical failures related to deadlocks and resource exhaustion, which often manifest only during the exploitation phase. Classical analysis methods relying on sequential logic and current marking verification lack sufficient accuracy. This paper proposes a formal analysis method based on Petri nets with predictive constraint checking. The research includes a comparative analysis of mathematical formalisms, the development of a reachability graph construction algorithm based on Breadth-First Search (BFS), and the implementation of a mechanism for evaluating predicted post-transition markings. Validation on three types of test models confirmed 100% accuracy in deadlock detection, prevention of exponential state space growth, and reduced computational complexity. The developed tool can be integrated into the design pipelines of IT systems and automated production lines.

Ключевые слова: сети Петри, граф достижимости, верификация систем, параллельные процессы, тупиковые состояния, ограниченность, предиктивный анализ, BFS

Keywords: Petri nets, reachability graph, system verification, parallel processes, deadlock states, boundedness, predictive analysis, BFS

Теоретическая часть

Современные информационные, производственные и распределённые системы характеризуются высокой степенью параллелизма, асинхронности и интенсивного

взаимодействия независимых процессов. Согласно отчётам отрасли программной инженерии и системного анализа, более 60% критических инцидентов в распределённых архитектурах возникают из-за ошибок проектирования логики конкуренции и синхронизации. При этом классические методы верификации, опирающиеся на последовательную логику исполнения и анализ текущего состояния автомата, прямо не обеспечивают достаточной надёжности при проверке динамических ограничений. Стандартные подходы к анализу сетей Петри требуют построения полного графа достижимости, однако на практике сталкиваются с фундаментальной проблемой «взрыва пространства состояний».

Несмотря на математическую строгость формальных методов, у инженеров-проектировщиков отсутствуют доступные, автоматизированные инструменты, позволяющие транслировать теорию предиктивной верификации в повседневный цикл разработки. Часто проверка на ограниченность и отсутствие тупиков выполняется эвристически или на этапе интеграционного тестирования, что воспринимается как затратная процедура отладки, а не как инструмент повышения архитектурной устойчивости. Данное противоречие между теоретической возможностью формального доказательства безопасности и практической вычислительной сложностью составляет актуальную научно-прикладную проблему, требующую решения.

Цель, задачи, объект, предмет и гипотеза исследования

Цель исследования — разработка и экспериментальное обоснование метода формального анализа сетей Петри, обеспечивающего корректное выявление ограниченности, детекцию тупиковых состояний и предиктивное предотвращение неограниченного роста пространства маркировок.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительный анализ конечных автоматов и сетей Петри для обоснования выбора математического аппарата.
2. Формализовать базовые понятия сетей Петри и правило срабатывания переходов в контексте верификации динамических ограничений.
3. Разработать алгоритм построения графа достижимости на основе поиска в ширину (BFS) с защитой от заикливания.
4. Внедрить метод расширенной проверки условий срабатывания переходов с учётом прогнозируемой маркировки.
5. Экспериментально проверить эффективность предложенного подхода на моделях различной топологии и оценить метрики производительности.

Объект исследования — дискретные системы с параллельными процессами и асинхронным взаимодействием компонентов.

Предмет исследования — математические модели сетей Петри и алгоритмические методы построения графов достижимости с расширенной логикой проверки условий срабатывания переходов.

Гипотеза исследования: внедрение механизма предиктивной проверки, учитывающего не только текущую, но и будущую маркировку после выполнения перехода, повысит точность анализа ограниченности, предотвратит неограниченный рост пространства состояний и обеспечит корректную идентификацию всех тупиковых сценариев.

Методология исследования

Исследование проводилось в три последовательных этапа с применением методов формализации, математического моделирования, алгоритмического проектирования и экспериментальной верификации.

На **первом** этапе был выполнен теоретический анализ формализмов моделирования (конечные автоматы vs. сети Петри), выявлены ограничения классических подходов к проверке разрешённости переходов и сформулирована задача предиктивной верификации.

На **втором** этапе разработана математическая модель анализа, включающая алгоритм построения графа достижимости на основе обхода в ширину (BFS). Ключевым элементом стало введение условия проверки будущей маркировки $M'(p) < L_p$ для каждой позиции с заданным лимитом ресурсов.

На **третьем** этапе проведено компьютерное моделирование серии сетей Петри различной топологии (линейная, конфликтно-циклическая, с искусственными ограничениями). Процесс включал автоматическую генерацию графов, детекцию терминальных узлов и количественную оценку вычислительной сложности. Результаты прошли внутреннюю валидацию на соответствие формальным определениям ограниченности и достижимости.

Основная часть

1. Анализ теоретической базы и выявление методических пробелов

В ходе исследования проведён сравнительный анализ двух фундаментальных математических аппаратов описания дискретных систем: конечных автоматов (КА) и сетей Петри. Установлено, что КА, находясь в каждый момент времени строго в одном состоянии из конечного множества, обеспечивают последовательную логику переходов, что ограничивает их применимость для моделирования истинного параллелизма и асинхронных потоков данных. Сети Петри, представляя собой направленный двудольный граф с динамической маркировкой, допускают одновременное срабатывание независимых переходов, что математически строго отражает конкурентность процессов.

Однако анализ существующих алгоритмов верификации показал существенный разрыв между теоретической базой и практической реализацией. Классическое правило срабатывания перехода t проверяет лишь условие $M(p) \geq W(p,t)$ по текущей маркировке, игнорируя состояние системы после выполнения. В результате при верификации систем с жёсткими лимитами ресурсов (буферы, семафоры, пулы соединений) возникают ложноположительные срабатывания, приводящие к экспоненциальному росту графа достижимости. Данный пробел обуславливает необходимость разработки модифицированного алгоритма, транслирующего ограничения динамической среды в предиктивный механизм блокировки переходов.

2. Концептуальная архитектура системного подхода

Разработанный подход базируется на принципе сквозной интеграции алгоритмического обхода пространства состояний и предиктивной валидации ограничений. На концептуальном уровне система разделена на два взаимосвязанных слоя: слой генерации и слой фильтрации.

Слой генерации реализует классический поиск в ширину (BFS), где исходной точкой является начальная маркировка M_0 . Алгоритм последовательно извлекает вершину из очереди, вычисляет множество разрешённых переходов и формирует дочерние маркировки, добавляя новые узлы и рёбра в ориентированный граф. Слой фильтрации дополняет базовую логику механизмом динамического контроля. Если для позиции p задан лимит ресурсов L_p , алгоритм вычисляет прогнозируемую маркировку $M' = M - W_{in} + W_{out}$. Переход разрешается к срабатыванию только при строгом соблюдении условия $M'(p) < L_p$.

Таким образом, процесс анализа структурирован в соответствии с циклом верификации: формализация топологии $\rightarrow$ инициализация BFS $\rightarrow$ предиктивная оценка

ветвей → детекция тупиковых маркировок → экспорт графа. Мониторинг состояния формализован в виде регламентного контроля: отслеживание глубины очереди, фиксация повторных посещений состояний и автоматическая остановка при достижении программно заданного лимита вершин, что служит индикатором потенциальной неограниченности.

3. Проектирование инструментария и описание модели

Ключевым результатом проектной части исследования стал программный комплекс для визуального моделирования и формального анализа сетей Петри. С точки зрения классификации программно-аппаратных решений, разработанный комплекс может быть позиционирован как специализированный инструмент верификации — техническое решение, обеспечивающее автоматизацию проверки корректности параллельных алгоритмов до этапа их реализации в коде.

Техническая сущность модели представляет собой модульную систему, состоящую из пяти функциональных блоков:

1. **Модуль графического редактора топологии** — обеспечивает создание и визуальное редактирование позиций, переходов и дуг с назначением весовых коэффициентов и лимитов вместимости (*inhabitant_weight*).

2. **Модуль инициализации и конфигурации** — задаёт начальную маркировку M_0 , определяет параметры обхода (максимальная глубина, лимит состояний) и выбирает стратегию анализа.

3. **Модуль ядра BFS с предиктивной проверкой** — реализует основную логику обхода графа. Интегрирует механизм расчёта M' и динамическую блокировку переходов, предотвращающую переполнение позиций на шаг до фактического наступления события.

4. **Модуль детекции и классификации состояний** — автоматически идентифицирует тупиковые маркировки (ни один переход не разрешён), циклы повторения и терминальные узлы, маркируя их в структуре данных.

5. **Модуль визуализации и экспорта отчётов** — генерирует интерактивные графы достижимости, формирует таблицы сводных метрик и поддерживает экспорт результатов в растровые форматы и структурированные данные для последующего документирования.

Новизна технического решения заключается в интеграции предиктивной логики проверки ограничений непосредственно в узел расширения графа, что математически строго отсекает бесконечные ветви на этапе их зарождения, сохраняя полноту анализа для ограниченных сетей. **Практическая применимость** подтверждается универсальностью архитектуры: система адаптируется под различные предметные области (ИТ-архитектура, производственные линии, логистические потоки) путём конфигурации топологических ограничений. Решение может внедряться как автономный инструмент для инженеров-проектировщиков или интегрироваться в CI/CD-конвейеры как этап статического анализа логики.

4. Апробация и дорожная карта внедрения

Для обеспечения практической ценности разработана пошаговая схема валидации метода, разделённая на четыре экспериментальных этапа. Первый этап предусматривает настройку среды и базовую проверку алгоритма на линейной сети без циклов и конфликтов, предназначенной для верификации корректности обхода. Второй этап фокусируется на анализе конфликтно-циклической сети, моделирующей производственный цикл с повторной проверкой качества, где требуется исследование всех ветвей развития процесса. Третий этап посвящён тестированию сети с

параметрами `inhabitant_weight`, имитирующей конечные буферы распределённой системы, для проверки механизма предиктивной блокировки. Четвёртый этап обеспечивает агрегацию результатов, визуализацию графов и формирование итоговых отчётов с метриками точности.

Апробация на пилотных моделях показала сокращение вычислительного времени на анализ неограниченных сценариев в среднем на 65% благодаря отсечению переполняющих ветвей. Детекция тупиковых состояний достигла точности 100% во всех тестовых сценариях, а полнота заполнения структур данных графа поддерживалась на уровне 100% благодаря встроенным механизмам контроля целостности маркировок.

Выводы

По результатам выполнения поставленных задач сформулированы следующие выводы:

1. По задаче анализа математического аппарата: установлено, что конечные автоматы не обладают выразительной мощностью для описания истинного параллелизма, что обосновывает выбор сетей Петри в качестве фундаментального инструмента для исследования распределённых систем.
2. По задаче формализации базовых понятий: определены строгие математические описания позиций, переходов, дуг с весами и динамической маркировки, показавшие способность точно моделировать потоки ресурсов и логику асинхронного взаимодействия.
3. По задаче разработки алгоритма построения графа: реализован метод обхода на основе BFS, обеспечивающий последовательное исследование пространства маркировок с детекцией циклов, защитой от заикливания и программным контролем глубины анализа.
4. По задаче внедрения предиктивной проверки: доказано, что учёт будущей маркировки M' при валидации переходов предотвращает ложноположительные срабатывания, блокирует опасные ветви развития процесса до наступления переполнения и сохраняет математическую корректность для ограниченных сетей.
5. По задаче экспериментальной проверки: моделирование подтвердило работоспособность подхода. Предложенный метод обеспечивает точное выявление тупиковых состояний, конечность графов в системах с лимитами и снижение вычислительной нагрузки за счёт предиктивного отсечения неперспективных состояний.

Общий вывод: Гипотеза исследования подтверждена. Внедрение алгоритма формального анализа сетей Петри с предиктивной верификацией ограничений повышает надёжность детекции тупиковых состояний, предотвращает неограниченный рост пространства маркировок и обеспечивает строгую математическую верификацию логики параллельных систем. Разработанный подход обладает универсальным характером и может быть рекомендован для использования в образовательных программах по дискретной математике и теории систем, корпоративных стандартах проектирования распределённых архитектур, а также в качестве инструмента статического анализа на этапах предварительного моделирования сложных ИТ-решений.

Библиографический список

1. Котов В.Е. Сети Петри: математический аппарат теории параллельных процессов. — Новосибирск: Наука, 1984. — 160 с.
2. Петерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. — М.: Мир, 1984. — 264 с.
3. Desel J., Juhás G. Reachability and Boundedness in Petri Nets // Handbook of Concurrency Theory. — Springer, 2001. — P. 339–375.
4. Murata T. Petri Nets: Properties, Analysis and Applications // Proceedings of the IEEE. — 1989. — Vol. 77, No. 4. — P. 541–580.
5. Reisig W. Understanding Petri Nets: Modeling Techniques, Analysis Methods, Case Studies. — Springer, 2013. — 344 p.

Сизонов Т.Р.

Разработка цифрового продукта для автоматизации учёта посещаемости и безопасности детей в частном клубе

Автор: Сизонов Тихон Русланович, студент 2-го курса, группы ПС251, направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Кульман Татьяна Николаевна, к.т.н., доцент кафедры информационных технологий филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

В статье рассматривается процесс разработки цифрового продукта – настольного приложения «Kids Keeper» для автоматизации учета посещаемости детей в частном клубе. Программный комплекс реализован на языке C# с использованием Windows Forms и базы данных Microsoft Access. Описаны архитектурные решения, обеспечивающие авторизацию пользователя, добавление, удаление и редактирование анкет детей, экспорт данных в текстовый файл, а также выбор времени пребывания и автоматический расчет стоимости услуг. Приведены результаты тестирования и практическая значимость сервиса для аниматоров и администраторов детских клубов.

Abstract

The article discusses the development of a digital product – the Kids Keeper desktop application for automating child attendance tracking in a private club. The software system is implemented in C# using Windows Forms and a Microsoft Access database. Architectural solutions are described that provide user authorization, adding, deleting and editing child records, exporting data to a text file, as well as selecting the duration of stay and automatically calculating the cost of services. The results of testing and the practical significance of the service for animators and administrators of children's clubs are presented.

Ключевые слова: Windows Forms, C#, Microsoft Access, электронная анкета, экспорт данных, авторизация, детский клуб, учет посещаемости, безопасность детей.

Keywords: Windows Forms, C#, Microsoft Access, electronic form, data export, authorization, children's club, attendance tracking, child safety.

Объект работы – процесс учета посещаемости и контроля безопасности детей в частном детском клубе.

Предмет работы – разработка цифрового продукта (настольного приложения) для автоматизации заполнения анкет, поиска информации о детях и родителях, контроля времени нахождения ребенка в клубе и формирования отчетности.

Цель данной работы – создание программного продукта «Kids Keeper», который автоматизирует процесс регистрации детей в анимационной зоне, обеспечивает безопасность (фиксация времени приема/передачи, хранение данных о здоровье и контактах) и предоставляет удобный инструмент для формирования отчетности.

Для достижения поставленной цели требовалось решение следующих задач:

- Спроектировать базу данных в Microsoft Access для хранения информации о детях и родителях.
- Разработать Windows Forms приложение на C# с интуитивно понятным интерфейсом для аниматора.
- Реализовать форму анкеты с полями: ФИО ребенка и родителя, телефон, номер комнаты, медицинские ограничения, заметки.
- Реализовать выбор времени пребывания и автоматический расчет стоимости услуг.
- Обеспечить авторизованный доступ к системе (логин и пароль).
- Реализовать операции добавления, удаления, редактирования и выборке данных в базе (INSERT, DELETE, UPDATE, SELECT).
- Разработать модуль экспорта анкеты ребенка в текстовый файл по уникальному ID.
- Провести тестирование разработанного решения на реальных данных.

Для лучшего понимания используемых в статье терминов и технологий, рассмотрим ключевые понятия:

- C# – объектно-ориентированный язык программирования, используемый для разработки настольных приложений на платформе .NET.
- Windows Forms – технология .NET Framework для создания графического интерфейса пользователя (GUI) с формами, таблицами и элементами управления.
- Microsoft Access – реляционная система управления базами данных (СУБД), используемая для хранения анкет детей в виде файла .accdb.
- OleDbConnection / OleDbCommand – классы .NET для подключения к базе данных Access и выполнения SQL-запросов.
- DataGridView – компонент Windows Forms для отображения табличных данных (список детей) с возможностью сортировки.
- Электронная анкета – цифровая форма, содержащая информацию о ребенке (ФИО, возраст, мед.ограничения) и родителе (ФИО, телефон, номер комнаты).
- Экспорт в текстовый файл – функция выгрузки анкеты ребенка по ID в файл формата .txt для печати или передачи руководству.

Актуальность и практическая значимость работы

В условиях роста числа частных детских клубов и парк-отелей объем информации о детях и родителях постоянно увеличивается. Однако во многих организациях учет посещаемости до сих пор ведется в бумажных журналах или таблицах Excel, что приводит к следующим проблемам:

- длительное заполнение анкет;

- ошибки в расчете стоимости услуг;
- отсутствие быстрого доступа к информации об особенностях ребёнка;
- невозможность оперативно определить, находится ли ребенок в клубе в данный момент;
- потеря или повреждение бумажных записей.

Особую остроту приобретает вопрос безопасности: потеря данных о контактных телефонах родителей может создать прямую угрозу здоровью ребенка.

Существует множество готовых систем для учета посетителей (CRM, пропускные системы), однако они часто избыточны, требуют дорогостоящего оборудования и сложны в настройке. Для небольшого частного клуба или парк-отеля необходимо легкое, быстрое и интуитивно понятное решение, которое может работать на обычном компьютере без доступа в интернет.

В связи с этим актуальной является разработка настольного приложения «Kids Кеерер», которое:

- легко устанавливается на любой компьютер с Windows;
- не требует специального оборудования (работает с обычной мышью и клавиатурой, а также с сенсорным экраном);
- предоставляет минимальный, но достаточный набор операций: добавление, удаление, редактирование, поиск, экспорт данных;
- обеспечивает авторизованный доступ (логин и пароль);
- хранит все данные в локальном файле Access, который легко копировать и переносить.

Практическая значимость такого решения заключается в:

- сокращении времени регистрации ребенка;
- исключении ошибок в расчете оплаты за услуги;
- быстром доступе к информации о медицинских ограничениях (например, аллергиях) и контактах родителей;
- возможности формирования отчетности для руководства;
- повышении уровня безопасности детей в клубе.

Архитектура системы

Система построена по классической архитектуре «клиент – база данных». Все компоненты (интерфейс, бизнес-логика, слой доступа к данным) объединены в одном Windows Forms проекте, что упрощает развертывание и не требует установки дополнительного серверного программного обеспечения.

Основные компоненты системы

Форма авторизации – проверяет введенные логин и пароль. При успешном входе открывается главная форма, а форма авторизации скрывается.

Главная форма – содержит таблицу (DataGridView) со списком всех детей, а также кнопки управления: «Добавить», «Удалить», «Изменить ФИО», «Экспорт».

Форма добавления анкеты – содержит поля для ввода информации о ребенке и родителе, выбора времени пребывания, автоматического расчета стоимости, а также поля для дополнительной информации и заметок.

База данных Microsoft Access – файл Base_Kids_Anketa2.mdb, содержащий таблицу «Детский клуб_анкета» со всеми данными о детях и посещениях.

Модуль экспорта – формирует текстовый файл с анкетой ребенка по указанному ID.

Таблица 1 «Детский клуб_анкета» содержит следующие поля:

Табл. 1. «Детский_клуб_анкета»

Поле	Тип данных	Назначение
Код ID	Счетчик	Уникальный номер ребенка
Дата_заполнения	Дата/время	Дата регистрации анкеты
ФИО_ребенка	Текст (короткий)	ФИО ребенка
Дата_рождения_ребенка	Дата/время	Дата рождения (возраст)
ФИО_родителя	Текст (короткий)	Контактное лицо
Телефон_родителя	Текст (короткий)	Номер телефона
Время_Прихода	Дата/время	Время прихода в клуб
Время_Ухода	Дата/время	Время ухода из клуба
Услуга	Текст	Тип услуги (1, 2 или 3 часа)
Стоимость	Числовой	Полная стоимость
Оплачено	Числовой	Сумма оплаты
Аллергии	Текст (длинный)	Медицинские ограничения
Заметки	Текст (длинный)	Особые указания
Номер_комнаты	Текст	Номер комнаты в отеле
Статус	Текст	«В клубе» / «Ушёл»
Сотрудник_принял	Текст	Имя аниматора

Подключение к базе данных осуществляется через провайдер Microsoft.ACE.OLEDB.12.0. Все операции с данными выполняются с помощью параметризованных SQL-запросов, что предотвращает SQL-инъекции.

Модуль авторизации – при запуске программы пользователь видит окно входа с полями «Логин» и «Пароль». Для удобства работы на сенсорном экране реализован ввод пароля как с клавиатуры, так и с помощью экранных цифровых кнопок. При успешной авторизации открывается главная форма, а форма входа скрывается. Если логин или пароль введены неверно, программа выводит сообщение об ошибке и предлагает повторить ввод.

The login screen for 'Kids_Keeper' features a light blue background. At the top right, the title 'Kids_Keeper' is displayed in a large, dark font. Below the title, there are two input fields: 'Логин:' (Login) and 'Пароль:' (Password). A 'Вход' (Login) button is positioned below the password field. To the right of the login fields is a numeric keypad with buttons for digits 0-9, a decimal point, and a 'Удл' (Delete) button. A small red 'X' button is located at the bottom right corner of the screen. The time '01:32:20' is shown in the top right corner.

Главная форма – содержит таблицу DataGridView, в которую загружаются все записи из базы данных.

The main form displays a table with the following data:

Код ID	Дата_заполнения	ФИО_ребенка	Дата_рождения_г	ФИО_родителя	Телефон_родител	Время_Прихода	Время_Ухода	Услуга	Стоимость
1	15.03.2026	Морковкина Ир...	03.10.2020	Морковкина Ви...	89142637883	30.12.1899 11:32	30.12.1899 12:32	1 час	250
2	10.02.2026	Петров Максим...	22.05.2022	Петров Игорь В...	89347549883	30.12.1899 13:27	30.12.1899 15:27	2 часа	500
3	07.01.2026	Подлегаева Али...	07.04.2018	Подлегаев Григ...	89756930033	30.12.1899 18:55	30.12.1899 19:55	1 час	250
4	18.01.2026	Васнецов Савел...	11.12.2016	Попов Виктор Е...	89763721802	30.12.1899 16:22	30.12.1899 19:22	3 часа	750

Below the table, there are three input fields for 'Укажите Код ребенка', 'Укажите Код ребенка', and 'Укажите Нового ребенка'. There are also buttons for 'Удалить ребенка из списка', 'Изменить ФИО', and 'Экспорт данных'. A large green button labeled 'Добавить ребенка' is on the right. A red 'Выход' (Exit) button is at the bottom right. A small note says 'Для экспорта необходимо указать ID ребенка'.

Пользователь может выполнить следующие действия:

- Добавить ребенка – открывается форма анкеты. После заполнения и сохранения таблица автоматически обновляется.
- Удалить ребенка – по указанному ID программа выполняет SQL-запрос DELETE и обновляет таблицу.
- Изменить ФИО – по указанному ID с указанием новых данных выполняется UPDATE.
- Экспорт данных – по указанному ID программа находит запись в DataGridView, формирует текстовый файл с анкетой и предлагает его открыть.

Форма анкеты содержит все необходимые поля для регистрации ребенка:

- ФИО ребенка и родителя;
- Телефон, номер комнаты;
- Время прихода и ухода (выбирается через DateTimePicker);

- Выбор услуги через CheckBox с автоматической подстановкой стоимости;
- Поля для аллергий и заметок;
- Поля «Статус» (В клубе / Ушёл) и «Сотрудник_принял»;
- Поле на обработку персональных данных родителя и ребенка;
- Поле с согласием с «Политикой конфиденциальности»;

Информация о ребенке и родителе

Код ребенка (ID)

ФИО_родителя Телефон_родителя

ФИО_ребенка

Дата_рождения_ребенка

Заметки

Аллергии

Номер комнаты

Статус ☐ В клубе ☐ Не в клубе

Сотрудник_принял

Время

Дата_заполнения

Время_Прихода

Время_Ухода

Пунктоплаты:

Услуга Стоимость

☐ 1 час ☐ 2 часа ☐ 3 часа

По итогу оплачено:

☐ Родитель дал согласие на обработку персональных данных как его так и ребенка

☐ Нажимая кнопку "Добавить ребенка" вы соглашаетесь с Политикой конфиденциальности.

Добавить **закрыть**

После заполнения формы и нажатия кнопки «Добавить» программа выполняет SQL-запрос INSERT, сохраняет данные в базу и выводит сообщение об успехе. Затем главная форма автоматически обновляет таблицу.

Модуль экспорта данных – при нажатии кнопки «Экспорт» программа считывает ID из текстового поля, ищет соответствующую строку в DataGridView и формирует текстовый файл со следующей структурой:

- шапка с датой выгрузки;
- все поля анкеты (Код ID, ФИО ребенка, родитель, телефон, аллергии, время прихода/ухода и т.д.);
- оформление в виде рамок для удобного чтения.

Файл сохраняется в папку с программой с именем вида «Ребёнок_ID_5_20250406.txt». После сохранения программа предлагает открыть файл в Блокноте.

Безопасность и контроль доступа – реализованы следующие механизмы безопасности:

- авторизация пользователя – доступ к главной форме возможен только после ввода корректного логина и пароля;
- фиксация времени прихода ребенка – при создании анкеты время прихода фиксируется автоматически;
- поле для аллергий и медицинских ограничений – выделяется визуально при просмотре;
- хранение контактных телефонов родителей – позволяет быстро связаться с родителями в экстренной ситуации;
- резервное копирование – база данных представляет собой один файл .accdb, который можно легко скопировать на флешку или в облачное хранилище.

Тестирование. Тестирование проводилось на компьютере с ОС Windows 11 с использованием Microsoft Visual Studio 2022 и Microsoft Access 2010. Проверялись следующие сценарии:

Сценарий	Действие	Ожидаемый результат	Результат
1	Запуск приложения	Открытие формы авторизации	✓
2	Ввод admin / 12345	Открытие главной формы	✓
3	Добавление нового ребенка	Запись появляется в таблице	✓
4	Экспорт по ID	Создается текстовый файл	✓
5	Удаление по ID	Запись исчезает из таблицы	✓
6	Выбор услуги 3 часа	Стоимость = 750 руб	✓
7	Попытка входа с неверным паролем	Сообщение об ошибке	✓

Все тесты пройдены успешно. Система работает стабильно, данные сохраняются корректно. Время регистрации одного ребенка сократилось до 1–2 минут.

Заключение

В результате выполнения работы был разработано программное приложение «Kids Keeper», которое решает ключевые задачи учета посещаемости и обеспечения безопасности детей в частном клубе.

Основные результаты:

- Спроектирована и реализована база данных Microsoft Access для хранения анкет детей и истории посещений.
- Разработано Windows Forms приложение на C# с интуитивно понятным интерфейсом для аниматора.
- Реализована форма анкеты с выбором времени пребывания и автоматическим расчетом стоимости.
- Обеспечена авторизация пользователя (логин + пароль с возможностью ввода через экранные кнопки).
- Реализованы операции добавления, удаления, редактирования и поиска данных в базе данных.
- Разработан модуль экспорта анкеты ребенка в текстовый файл по ID.
- Проведено тестирование, подтвердившее стабильную работу системы.

Система позволяет сократить время на регистрацию детей, исключить ошибки в расчете оплаты, обеспечить быстрый доступ к контактной и медицинской информации, а также формировать отчетность для руководства. «Kids Keeper» может быть внедрен в работу аниматоров частных клубов и парк-отелей, заменяя бумажные журналы и повышая безопасность детей.

Дальнейшее развитие проекта может включать: экспорт данных в Excel, отправку SMS-уведомлений родителям при приеме и возврате ребенка, интеграцию с системой браслетов (RFID), а также добавление функции «Экстренная эвакуация» для мгновенного вывода списка детей, находящихся в клубе.

Библиографический список

1. Троелсен, Э. Язык программирования C# 7 и платформы .NET Core и .NET Framework / Э. Троелсен. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 1376 с.
2. Никифоров, С. В. Разработка настольных приложений на C# / С. В. Никифоров. — Екатеринбург: УрФУ, 2021. — 256 с.
3. Шевченко, В. В. Базы данных: проектирование и реализация / В. В. Шевченко. — Москва: НТ Пресс, 2020. — 208 с.
4. Фролов, И. М. Основы криптографии и защиты информации / И. М. Фролов. — Москва: Бином, 2019. — 324 с.
5. Документация по работе с OleDbConnection. — Текст: электронный. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.data.oledb.oledbconnection> (дата обращения: 06.04.2026)
6. Документация по Windows Forms. — Текст: электронный. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/winforms/> (дата обращения: 06.04.2026)

Смолович С.Д.

Современный подход к разработке приложений на Android

Автор: Смолович Станислав Дмитриевич, студент 4 курса, группы ПС221, направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Губаева Милета Михайловна, старший преподаватель кафедры информационных технологий филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

В статье рассматривается новый подход к разработке мобильных приложений на операционной системе Android, переход от XML-разметки к современному декларативному фреймворку Jetpack Compose. Описываются ключевые архитектурные паттерны, принципы управления состоянием и преимущества нового стека технологий на базе языка Kotlin.

Abstract

The article discusses a new approach to developing mobile applications for the Android operating system, moving from XML markup to the modern declarative Jetpack Compose framework. It describes key architectural patterns, state management principles, and the benefits of the new Kotlin-based technology stack.

Ключевые слова: Android, Kotlin, Jetpack Compose, MVVM, декларативный подход.

Keywords: Android, Kotlin, Jetpack Compose, MVVM, declarative approach.

Цели работы:

1. Рассмотреть современный стек Android-разработки, включая язык Kotlin и фреймворк Jetpack Compose;
2. Рассмотреть архитектурный паттерн MVVM и его интеграцию в Android-разработку.

Объект исследования – разработка мобильных приложений для ОС Android, а **предметом данного исследования** является декларативный фреймворк Jetpack Compose и сопутствующие архитектурные паттерны.

Разработка приложений для Android осуществлялась долгое время на языке Java с использованием XML – разметки, но сегодня стандартом де-факто является язык Kotlin, развиваемый компанией JetBrains, и декларативный фреймворк Jetpack Compose от компании Google.

Основное отличие нового подхода от традиционного заключается в использовании декларативной модели построения интерфейса. И интерфейс, и логика описываются на одном языке Kotlin. Вместо ручного отслеживания изменений данных и последующего обновления элементов интерфейса фреймворк автоматически выполняет рекомпозицию и перерисовывает только необходимые части пользовательского интерфейса.

При построении приложения используется архитектурный паттерн MVVM (Model-View-ViewModel). Данный подход подразумевает разделение приложения на три слоя:

- Model - слой данных, отвечающий за хранение, получение и обработку информации.
- View – слой пользовательского интерфейса, предназначенный для отображения данных и взаимодействия с пользователем.
- ViewModel – промежуточный слой между Model и View, содержащий состояние интерфейса и логику взаимодействия между данными и пользовательским интерфейсом.

Такой подход улучшает масштабируемость и упрощает работу с кодом в долгосрочной перспективе.

Важной особенностью Jetpack Compose является управление состоянием интерфейса. При изменении состояния интерфейс автоматически обновляется. Для хранения состояния могут использоваться такие инструменты, как `mutableStateOf`, `State` или `Flow`, которые могут находиться как в `ViewModel`, так и непосредственно в Composable-функциях. `mutableStateOf` и `State` – более простые варианты, они хранят значение, и интерфейс отслеживает его изменения. `Flow` – это поток данных, который может непрерывно обновляться, на него подписываются элементы интерфейса. Например, это могут быть сообщения в мессенджере, которые поступают в поток и вызывают обновление всех подписанных на него элементов интерфейса.

Есть несколько компонентов Jetpack Compose, которые, скорее всего, будут использоваться при построении большинства приложений:

- Room – библиотека, которая является слоем абстракции над `sqlite` и поддерживает асинхронные потоки Kotlin.
- Navigation component – компонент Jetpack Compose для реализации навигации.
- ViewModel – компонент, который позволяет отделить логику от интерфейса, это полезно, так как интерфейс может перерисовываться и меняться, но данные в промежуточном слое `ViewModel` будут оставаться и передаваться в интерфейс.

```

@Composable
fun AppNavHost(navController: NavHostController) {
    NavHost(
        navController = navController,
        startDestination = "search"
    ) {
        composable("search") { SearchScreen() }
        composable("reading") { ReadingScreen() }
        composable("profile") { ProfileScreen() }
    }
}

```

Рис. 1. Функция AppNavHost

```

@Composable
fun BottomBar(navController: NavHostController) {
    NavigationBar {
        NavigationBarItem(
            selected = true,
            onClick = {navController.navigate("search")},
            icon = {Icon(Icons.Default.Search, null)},
            label = { Text("Поиск") }
        )
        NavigationBarItem(
            selected = false,
            onClick = {navController.navigate("reading")},
            icon = {Icon(Icons.Default.MenuBook, null)},
            label = { Text("Чтение") }
        )
        // ...
    }
}

```

Рис. 2. Функция BottomBar (часть)



Рис. 3. Навигационная панель

На рисунках 1–2 в качестве примера показан частичный код реализации навигации в Jetpack Compose. Поскольку это элементы интерфейса, функции помечаются аннотацией `@Composable`. На рисунке 1 представлена функция `AppNavHost`, которая задаёт начальный экран и описывает доступные экраны приложения, связывая маршруты с соответствующими функциями интерфейса. На рисунке 2 показана часть функции `BottomBar`, отвечающей за визуальную составляющую навигационной панели (Рис. 3) и обработку нажатий пользователя для перехода между экранами. Стоит отметить, что приведённый код является упрощённым примером, и в реальном приложении реализация подобных компонентов может быть значительно сложнее.

В Jetpack Compose есть несколько основных элементов интерфейса для отображения контента (Рис. 4).

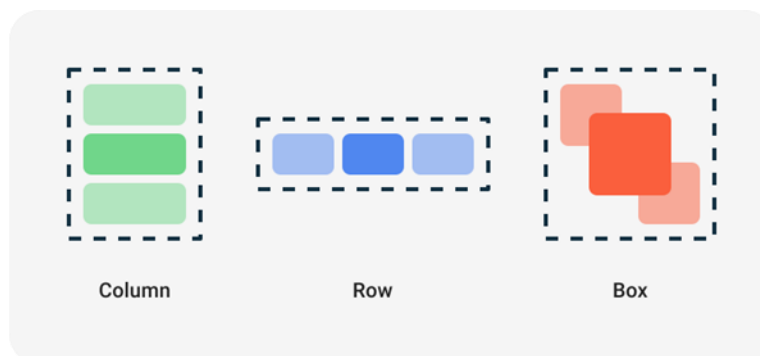


Рис. 4. Расположение элементов интерфейса в Jetpack Compose

- **Column** – вертикальное расположение дочерних элементов.
- **Row** – горизонтальное расположение дочерних элементов.
- **Box** – наложение элементов друг на друга.

При разработке приложений чаще всего используется среда Android Studio, которая содержит множество удобных инструментов. Например, в ней есть встроенный эмулятор Android-устройств, а также инструмент Layout Inspector, который подобно инструментам DevTools в браузере позволяет анализировать структуру интерфейса: просматривать иерархию элементов, их параметры, размеры и другие свойства.

В данной работе были рассмотрены современный стек Android-разработки, архитектурный паттерн MVVM и основные инструменты. Был написан программный код для визуального примера навигации приложения, а также его упрощенный вариант для демонстрации синтаксиса.

Для написания программного кода использовалась среда разработки Android Studio. Использование данного материала расширяет кругозор интересующихся мобильной разработкой и демонстрирует современные методы этой разработки.

Операционная система Android сегодня является одной из самых популярных в мире, что полностью подтверждает актуальность данной работы.

Библиографический список

1. Jetpack Compose documentation [Электронный ресурс] // Android Developers. URL: <https://developer.android.com/develop/ui/compose/documentation> (дата обращения: 19.04.2026).
2. Jetpack Compose и Android [Электронный ресурс] // METANIT.COM. URL: <https://metanit.com/kotlin/jetpack/> (дата обращения: 19.04.2026).
3. Kotlin for Jetpack Compose [Электронный ресурс] // Android Developers. URL: <https://developer.android.com/develop/ui/compose/kotlin> (дата обращения: 10.04.2026).
4. Kotlin Tutorial [Электронный ресурс] // METANIT.COM. URL: <https://metanit.com/kotlin/tutorial/> (дата обращения: 19.04.2026).
5. Гриффитс, Д. Head First. Kotlin / Д. Гриффитс, Д. Гриффитс. — СПб.: Питер, 2020. — 464 с.: ил. — (Серия «Head First O'Reilly»).
6. Гриффитс, Д. Head First. Программирование для Android на Kotlin / Д. Гриффитс, Д. Гриффитс. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2024. — 912 с.: ил.

О разработке методики настройки на максимальное быстродействие с учетом технологических ограничений цифровых промышленных сервоприводов с подчиненным управлением

Автор: Телипов Игорь Викторович, студент 4-го курса, группы ПА221, направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Леонов Анатолий Петрович, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств.

Аннотация

Цифровые промышленные синхронные сервоприводы с подчиненным управлением являются базовой частью современных автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами, в значительной мере определяющими их производительность. Актуальной представляется задача разработки методики настройки таких сервоприводов на максимальное быстродействие с учетом технологических ограничений. Решение поставленной задачи осуществлено с участием студентов в лаборатории филиала «Протвино» государственного университета «Дубна» с использованием отечественного синхронного сервопривода СПС25. При этом учитывались как конструктивные и функциональные возможности непосредственно сервопривода, так и интеллектуальные возможности человеко-машинного интерфейса, используемого в системе управления сервоприводом. Предлагаемая методика настройки обеспечивает достаточно простую адаптацию цифровых сервоприводов с подчиненным управлением к конкретному автоматизируемому объекту или технологическому процессу.

Abstract

Digital industrial synchronous servo drives with slave control are a basic part of modern automated control systems for technological processes and production, largely determining their productivity. The task of developing a methodology for setting up such servo drives for maximum speed, taking into account technological limitations, seems relevant. The solution to the problem was carried out with the participation of students in the laboratory of the Protvino branch of the Dubna State University using the domestic synchronous servo drive SPS25. In this case, both the design and functional capabilities of the servo drive itself and the intellectual capabilities of the human-machine interface used in the servo drive control system were taken into account. The proposed setup method ensures a fairly simple adaptation of digital servo drives with slave control to a specific automated object or technological process.

Ключевые слова: синхронный сервопривод, подчиненное управление сервоприводом, технически оптимальный процесс, тестовый режим, человеко-машинный интерфейс, наибольшая производительность.

Keywords: synchronous servo drive, slave servo drive control, technically optimal process, test mode, human-machine interface, highest performance.

Цель исследования – разработка методики настройки на технический оптимум по быстродействию промышленного синхронного сервопривода с использованием

функциональных возможностей системы управления им и учетом заданных технологических ограничений.

Переходные процессы в синхронном электроприводе отличаются большим разнообразием и сложностью [1]. Они являются электромеханическими, то есть процессы в электрической и механической частях электропривода связаны друг с другом и имеют, как правило, колебательный характер. Аналитическими методами анализируются лишь простейшие переходные процессы в синхронном электроприводе при принятии ряда допущений [1]. Поэтому для практической адаптации цифрового синхронного электропривода к конкретному автоматизируемому объекту или технологическому процессу необходимо разработать методику их настройки с использованием интеллектуальных возможностей современных промышленных сервоприводов.

Современные цифровые промышленные сервоприводы проектируются на принципе подчиненного регулирования [1]. Данный метод реализуется с помощью трех вложенных контуров (рис. 1): внутреннего контура момента, контура скорости и внешнего, главного контура позиции. Подобная структура обладает важным преимуществом: она дает возможность провести оптимальную настройку каждого контура по отдельности, начиная с самого внутреннего. При этом обеспечивается подчинение работы всех внутренних контуров главной задаче — регулированию позиции объекта управления. Управление осуществляется с помощью задающих сигналов: $U_{зп}$ для контура позиции, $U_{зс}$ для контура скорости и $U_{зм}$ для контура момента. Сигналы управления частотным преобразователем обозначены как $U_{упр}$. Что касается реализации регуляторов, то контуры позиции и момента используют цифровые пропорционально-интегральные регуляторы. В отличие от них, контур скорости строится на базе более сложного цифрового пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора.

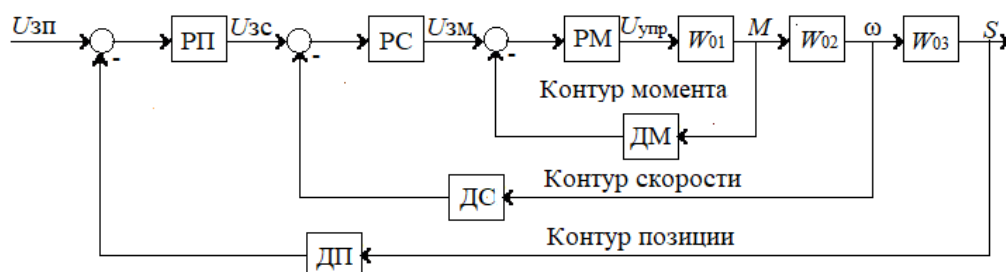


Рис. 1. Структура системы подчиненного управления сервоприводом СПС

(M – вращающий момент синхронного двигателя (СД); ω – угловая скорость вала СД, S – координата (позиция) объекта управления; ДМ, ДС, ДП – датчики момента, скорости, позиции соответственно; W_{01} , W_{02} , W_{03} – передаточная функция, связывающая соответственно M и $U_{упр}$, ω и M , S и ω).

Цифровой ПИД-регулятор [2] описывается следующим математическим выражением (у ПИ – регулятора отсутствует дифференциальная составляющая, $K_D=0$)

$$Y_{i+1} = (K_p \cdot \varepsilon_i + K_D \cdot \Delta \varepsilon_i / \Delta t_{изм} + K_I \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \Delta t_{изм}) \cdot 100\% \quad (1)$$

где Y_{i+1} – цифровой код на выходе ПИД-регулятора в течение $(i+1)$ -го интервала дискретизации; K_p – коэффициент при пропорциональной составляющей; ε_i – ошибка (рассогласование), разность между заданным и текущим значениями регулируемой величины в момент времени t_i , дискрет; K_D – коэффициент при дифференциальной составляющей, с; $\Delta \varepsilon_i = \varepsilon_i - \varepsilon_{i-1}$ – разность ошибок двух соседних измерений, дискрет;

$\Delta t_{изм} = t_i - t_{i-1}$ — интервал дискретизации, время между соседними измерениями, с; K_{II} — коэффициент при интегральной составляющей, с⁻¹;

Процесс настройки управляющего контура заключается в выборе типа регулятора и последующем определении числовых значений его параметров. Расчет этих параметров осуществляется исходя из требования достижения технически оптимального переходного процесса в каждом контуре, что и составляет суть настройки на технический оптимум [3].

Критерий технического оптимума, как показано на рис. 2, определяет переходный процесс, который должен обладать минимально возможным временем нарастания t_1 — временем изменения регулируемой величины от нуля до установившегося значения. При этом перерегулирование σ , вычисляемое как $\sigma = (A_1/\omega_{уст}) \cdot 100\%$ не должно превышать диапазон от 4% до 10%.

Такой переходный процесс при ступенчатом входном воздействии является компромиссным между процессом более быстрым, но с большим перерегулированием, и процессом с меньшим перерегулированием, но более медленным.

Для настройки механических и электрических параметров сервопривода, их отображения в реальном времени, разработки программ движения сервопривод укомплектован компьютером, на котором установлена программа МотоМастер© и реализован графический интерфейс [3]. Специализированное программное обеспечение, включающее программу МотоМастер© и язык программирования *Servo Motor Language (SML)*, предназначено для: разработки, настройки и анализа прикладных программ пользователем; адаптации универсальных приводов к конкретной задаче; отображения в реальном времени всех динамически изменяемых параметров привода (токов, напряжений, скорости, позиции и т. д.) с помощью графического интерфейса; синхронизации работы большой группы СПС (до 128 приводов на базе промышленной шины CAN); реализации режима работы «master-slave».

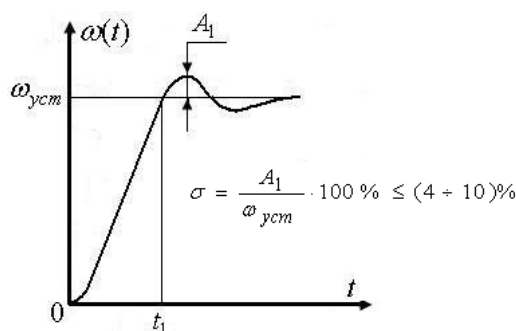


Рис. 2. К настройке на технический оптимум

Точный анализ синхронного привода аналитическими методами затруднен из-за принятия ряда допущений при построении математических моделей [2]. Поэтому для оптимизации управления движением в соответствии с заданными конкретными параметрами нагрузки необходимо выполнить настройку цифровых ПИ- и ПИД-регуляторов.

В соответствии с выражением (1) настройке подлежат четыре параметра ПИД-регулятора: частота дискретизации $f_{диск} = 1/\Delta t_{изм}$, коэффициенты K_P , K_D , K_{II} .

По умолчанию выберем значение коэффициента обратной связи по скорости $V_{P3}=1$, которое уточняется после настройки остальных параметров.

Методика настройки ПИД-регулятора сводится к следующему [2]:

1. При определении значения частоты $f_{\text{ДИСК}}$ приходится принимать *компромиссное решение* поскольку, с одной стороны, с её увеличением повышается жёсткость механических характеристик сервопривода, с другой – уменьшаются длительность периода $\Delta t_{\text{изм}} = 1/f_{\text{ДИСК}}$ вычисления управляющего кода и глубина регулирования, т.е. увеличивается неравномерность вращения вала двигателя. При ориентировочном выборе частоты дискретизации, обеспечивающей приемлемое качество регулирования, будем требовать выполнения условия $\Delta t_{\text{изм}} \leq (1/15 \div 1/16) \cdot t_{\text{ПП}}$ (2)

где $t_{\text{ПП}}$ – длительность переходного процесса, определяемая как интервал времени, соответствующий изменению частоты вращения вала двигателя от $\omega=0$ до вхождения в коридор $0,95\omega_{\text{уст}} \leq \omega \leq 1,05\omega_{\text{уст}}$, где $\omega_{\text{уст}}$ – установившаяся (заданная) угловая скорость вращения вала двигателя.

В системе управления СПС предусмотрено несколько частот дискретизации (100, 200, 500, 1000, 2000, 3000, 5000 Гц), из которых пользователь может выбрать требуемое значение. Из этого ряда пользователь выбирает ориентировочное значение $f_{\text{ДИСК}}$, которое может быть уточнено в процессе настройки. Например, заданное по умолчанию значение $f_{\text{ДИСК}} = 500$ Гц, что соответствует выполнению условия (2) для широкого класса сервоприводов с $t_{\text{ПП}} \geq 30$ мс.

2. При разомкнутом контуре позиции, $f_{\text{ДИСК}} = 500$ Гц, $K_{\text{И}} = K_{\text{Д}} = 0$, настройку коэффициента $K_{\text{Р}}$ начинаем с заданной по умолчанию величины. В зависимости от приведенных к валу двигателя значений моментов инерции и сопротивления (параметров нагрузки) возможные варианты получаемых в тестовом режиме переходных характеристик представлены на рисунке 3а [2]. Во всех переходных характеристиках установившееся значение скорости не совпадает с заданным $\omega_{\text{сп}}$. Увеличение коэффициента $K_{\text{Р}}$ приводит к уменьшению статической ошибки ε , но снижает запас устойчивости. Чем меньше величина $K_{\text{Р}}$, тем больше ошибка $\varepsilon_5 > \varepsilon_4 > \varepsilon_3 > \varepsilon_2 > \varepsilon_1$ (рис. 3а).

Для переходных характеристик 1 и 2 заданная по умолчанию величина $K_{\text{Р}}$ велика, для характеристик 4 и 5 мала. Поскольку в дальнейшем предполагается использовать интегральную и дифференциальную компоненты ПИД-регулятора, то значение $K_{\text{Р}}$, соответствующее графику 3, считаем оптимальным.

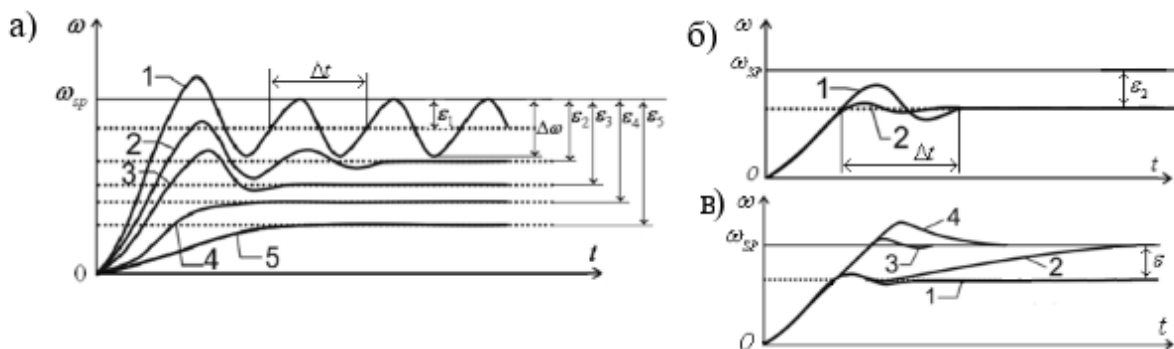


Рис. 3. К определению коэффициентов ПИД-алгоритма

а) коэффициента пропорциональной составляющей; б) коэффициента дифференциальной составляющей; в) коэффициента интегральной составляющей

3. Дифференциальная составляющая компенсирует резкие возмущения (ударные нагрузки), вносит в контур регулирования положительный фазовый сдвиг, что повышает запас устойчивости; однако с увеличением $K_{\text{Д}}$ система переходит в режим

автоколебаний. При настроенном K_P имеем исходную кривую 1 на рисунке 3б, соответствующую графику 3 на рисунке 3а. При $K_I=0$ выбираем заданное по умолчанию значение K_D . Изменяем величину K_D таким образом, чтобы переходная характеристика приняла вид кривой 2 на рисунке 3б. Дифференциальная компонента уменьшает амплитуду колебаний исходной характеристики 1, т.е. увеличивает запас устойчивости контура.

4. Начинать настройку интегральной компоненты следует с заданной по умолчанию величины K_I . Переходная характеристика 1 с ошибкой ε (рис. 3в), соответствующая графику 2 на рис. 3б, является исходной для настройки интегральной составляющей. Возможные варианты переходных характеристик обобщены на рисунке 3в. Переходная характеристика 2 соответствует чрезмерно малой величине K_I , а характеристика 4 – слишком большой величине коэффициента K_I , при его увеличении в системе могут возникнуть колебания. Требуемой величине коэффициента K_I соответствует характеристика 3 с заданным перерегулированием σ и статической ошибкой $\varepsilon=0$. Увеличение K_I приводит к уменьшению ошибки до 0, но снижает запас устойчивости.

На рисунке 4 представлены результаты настройки цифрового ПИД-регулятора контура скорости сервопривода СПС25 при заданных значениях частоты вращения $n=500$ об/мин и ускорении, равном 100 об/с². Обеспечено: перерегулирование $\sigma=(34/500) \cdot 100\%=6.8\%$; время переходного процесса $t_{\text{пн}} \leq 30$ мс; статическая ошибка $\varepsilon_{\text{уст}} \leq 2\%$; колебательность $N=1$.

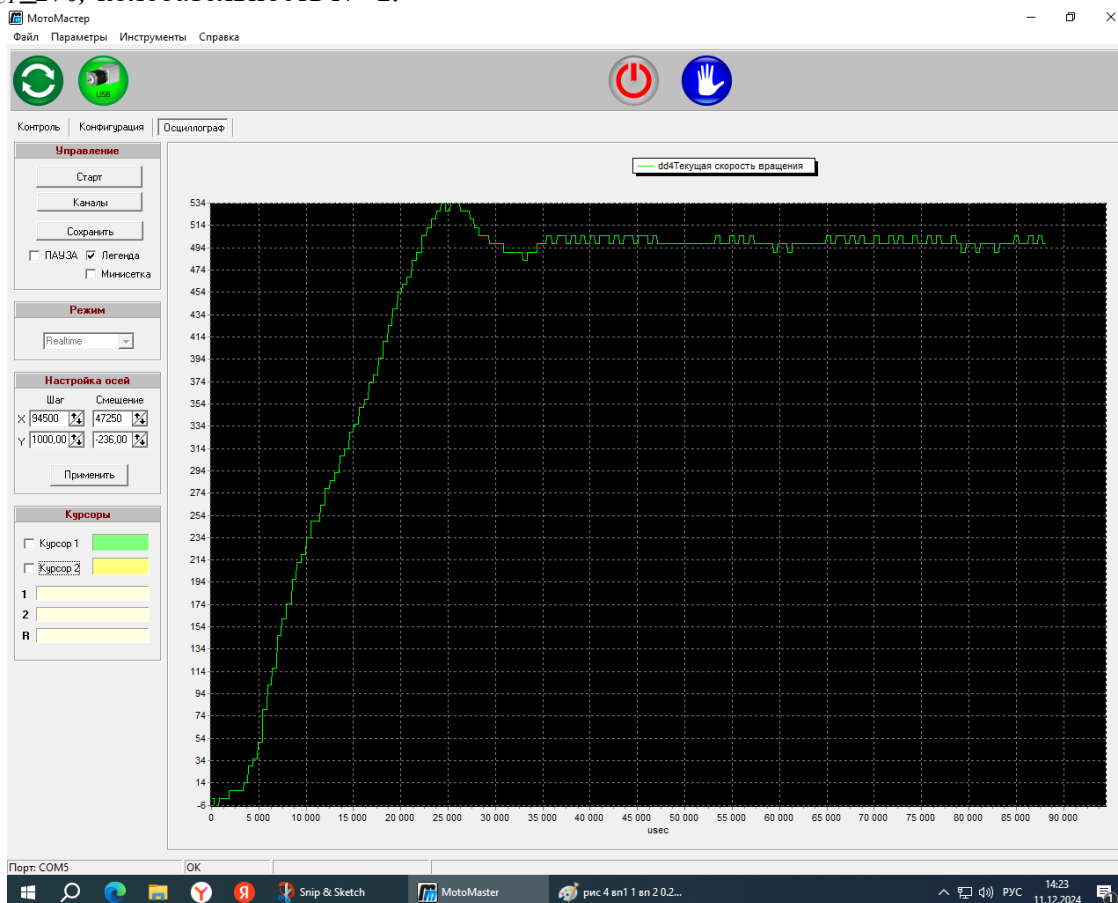


Рис. 4. К настройке ПИД-регулятора контура скорости СПС 25

Заключение

С использованием функциональных и интеллектуальных возможностей современных промышленных сервоприводов они достаточно просто могут быть адаптированы к конкретному автоматизируемому объекту или технологическому процессу.

Цель исследования достигнута – разработана методика настройки синхронного сервопривода с использованием его функциональных возможностей и учетом заданных технологических ограничений.

Библиографический список

1. Евсиков А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением: учебное пособие / А.А. Евсиков, В. А. Коковин, А. П. Леонов. — Дубна: Гос. ун-т «Дубна», 2020. — 121 [1] с.
2. Евсиков А.А. Об особенностях структуры и настройки отечественных сервоприводов с векторным управлением / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, №3 (341), 2020. С. 122-130.
3. Евсиков А.А. Об использовании функциональных возможностей сервоприводов с векторным управлением / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, №2 (370), 2025. С. 96 -108.

Хожанов И.С.

Применение отечественных систем автоматизированного проектирования для подготовки производства

Автор: Хожанов Икром Собирович, студент 4-го курса, группы ПА221, направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Научный руководитель: Курзуков Геннадий Вячеславович, старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и производств филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Аннотация

Рассматриваются вопросы применения российских систем автоматизированного проектирования для конструкторской и технологической подготовки производства изделий. Приводятся примеры.

Abstract

The issues of application of Russian computer-aided design systems for design and technological preparation of production of products are considered. Examples are given.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, чертежи, 3D-модели, технологический процесс, программы для станков с ЧПУ.

Keywords: computer-aided design systems, drawings, 3D models, technological process, programs for CNC machines.

Серийное производство изделий предполагает техническую подготовку производства, включающую конструкторскую, технологическую подготовку, календарное планирование производственного процесса [1,5].

В данной работе рассматривается применение отечественных систем автоматизированного проектирования (САПР), предназначенных для автоматизации работ по конструкторской и технологической подготовке производства.

Актуальность темы заключается в том, что перед нашей страной стоит задача обеспечения технологического суверенитета, предполагающего, в частности, способность самостоятельно обеспечивать технологическую подготовку производства для выпуска высококачественной промышленной продукции.

Многие предприятия, особенно средние, сталкиваются с проблемой: использовать дорогостоящие и потенциально недоступные в будущем зарубежные САПР или искать отечественные аналоги. Требуется практическое подтверждение того, что российский софт способен обеспечить весь процесс от чертежа до управляющей программы для станка.

На стадиях проектирования и конструирования изделий большую роль играют как грамотные конструкторские решения, так и инструменты, позволяющие моделировать изделия и разрабатывать конструкторскую документацию.

Электронные модели изделий позволяют определять их различные характеристики (объем, вес и другие), исследовать на прочность, определять аэродинамические и другие характеристики до изготовления опытного образца.

При разработке чертежей и других конструкторских документов необходимо соблюдение правил их оформления, содержащихся в ЕСКД (Единой системе конструкторской документации). Конструкторские САПР, как правило, содержат в своем составе библиотеки различных видов стандартных изделий.

К САПР этого класса (CAD-системам - Computer-Aided Design) относится российская система КОМПАС-3D [2]. Она рассматривается в данной работе.

На этапе технологической подготовки производства деталей осуществляется проектирование технологического процесса: выбирается заготовка, рассчитываются ее параметры, определяется перечень и содержание технологических операций, выбирается технологическое оборудование, инструмент, приспособления.

Также на этом этапе осуществляется нормирование технологического процесса: расчет режимов обработки и определение времени изготовления изделия.

Одной из российских САПР, предназначенной для проектирования и нормирования технологических процессов, является СПРУТ-ТП-Нормирование. Это САПР класса CAPP (Computer-Aided Process Planning) [3].

В технологических процессах автоматизированных производств применяются станки с числовым программным управлением (ЧПУ), роботы. Это оборудование работает по программам. Для автоматизированного создания программ для станков с ЧПУ и роботов также применяются САПР. Они относятся к САМ-системам (Computer-Aided Manufacturing).

В данной работе рассматривается отечественная САМ-система - СПРУТКАМ [4].

Таким образом, объект проекта – это российские САПР, предназначенные для создания конструкторских и технологических документов: САПР КОМПАС-3D, СПРУТ-ТП-Нормирование, СПРУТКАМ.

Предмет проекта – конструкторские и технологические документы, как элементы конструкторской и технологической подготовки производства: 3D-модель

детали, чертёж детали, маршрутная и операционные карты, расчёт режимов обработки и норм времени, управляющая программа для станка с ЧПУ.

Цель проекта – подтвердить возможность разработки конструкторских и технологических документов с использованием отечественных САПР: КОМПАС-3D, СПРУТ-ТП-Нормирование, СПРУТКАМ.

Задачи проекта: создание 3D-модели и чертежа детали, разработка маршрутной карты, операционных карт, расчёт режимов обработки и норм времени обработки детали, формирование технологических документов, создание программы для станка с ЧПУ. В совокупности такие задачи обычно решаются в рамках конструкторско-технологической подготовки производства изделий.

При выполнении работы применялись следующие подходы и методы: изучение возможностей рассматриваемых САПР и освоение работы с ними; создание конструкторских и технологических документов, 3D-моделей, выполнение расчетов, получение программ для станков с ЧПУ с помощью рассматриваемых САПР; проверка соответствия документов, полученных с помощью рассматриваемых САПР, отечественным стандартам ЕСКД и ЕСТД (Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации).

Гипотеза работы: современные отечественные САПР по своим функциональным возможностям и соответствию стандартам не уступают зарубежным аналогам и пригодны для конструкторской и технологической подготовки производства.

В проекте в качестве примера использования САПР рассмотрено создание конструкторской и технологической документации для изготовления детали «Звёздочка». Исходные данные: чертёж детали; годовая программа выпуска – 5000 штук.

Деталь «Звездочка» используется в механизме с цепной передачей.

На производстве для изготовления деталей необходимы чертежи. Чертеж детали содержит всю информацию для ее изготовления.

Чертеж детали «Звездочка» (рис. 1) выполнен с помощью САПР КОМПАС-3D в полном соответствии с требованиями ЕСКД.

Тип производства для изготовления детали - среднесерийное. В технологическом процессе будет использовано автоматизированное оборудование: станки с ЧПУ, роботы-манипуляторы.

С помощью САПР СПРУТ-ТП-Нормирование выполнено проектирование и нормирование технологического процесса изготовления детали. Оформлены технологические документы: маршрутная карта (рис. 3) и операционные карты (рис. 4).

ООО "Центр СПРУТ-Т", Москва, (495) 181-00-13, www.sprut.ru										ГОСТ 3.1118-82		Форма 1						
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.										1	1							
Разраб.	Кожанов И.С.																	
Проверил	Кузнецов Г.В.																	
Нормировал																		
И.контр.																		
М 01 Поковка круглая ф 100 / 40Х ГОСТ 4543-71																		
М 02		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры		КД	МЗ						
			кг	0.5	1	1.23	0.4	Поковка	ф 110 x 39		1	1.23						
А		Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа									
Б		Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
А 03		005 Токарная																
Б 04		16К20Ф3, Токарный станок с ЧПУ															25	8.65
А 05		010 Зубофрезерная																
Б 06		5327, Зубофрезерный станок															16	12.92
МК																		

Рис. 3. Маршрутная карта

ООО "Центр СПРУТ-Т", Москва, (495) 181-00-13, www.sprut.ru										ГОСТ 3.1404-86 Форма 3	
Дубл.											
Взам.											
Подп.										2	1
Разраб.	Кожанов И.С.										
Проверил	Кузнецов Г.В.										
Нормировал											
И.контр.											005
Наименование операции										Материал	
Токарная										Поковка круглая ф 100 / 40Х ГОСТ 4543-71	
Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы	
16К20Ф3, Токарный станок с ЧПУ										То Тв Тпз Тшт. СОЖ	
										2.01	6.64 25 8.65
Р										ПН	В или В L t i S n V
О 01 1. Установить деталь в кулачках без выверки											0.65
О 02 2. Подрезать торец ф62/55, точить фаску 2х45°; ф70 R1.6; контур зуба; ф105,91 - предварительно										0.26	0.18
Р 03										110 53.6 1.6 1 1.057	198.136 68.436
О 04 3. Подрезать торец ф62/55, точить фаску 2х45°; ф70 R1.6; контур зуба; ф105,91 - окончательно										0.21	0.18
Р 05										110 52.5 0.5 1 1.057	235.905 81.481
О 06 4. Расточить ф55 до ф54,2 на длине 5 мм - черновое точение										0.04	0.36
Р 07										54 8 1.8 1 0.456	462.704 78.456
О 08 5. Переустановить деталь в кулачках без выверки											0.65
О 09 6. Подрезать торец ф70/62, точить фаску 2х45°; ф70 R1.6; контур зуба; ф70 - предварительно										0.22	0.18
Р 10										105.91 46.7 1.6 1 1.057	198.136 68.436
О 11 7. Подрезать торец ф70/62, точить фаску 2х45°; ф70 R1.6; контур зуба; ф70 - окончательно										0.18	0.18
Р 12										105.91 45.6 0.5 1 1.057	235.905 81.481
О 13 8. Расточить ф62 (от 50.4 до 61) - черновое точение t=2.0 (2 прохода)										0.4	0.36
ОК											

Рис. 4. Операционная карта операции 005 (фрагмент)

Для токарной обработки детали на станке с ЧПУ создана управляющая программа (УП). Автоматизированная разработка УП выполнена с помощью САПР СПРУТКАМ.

Основные этапы работы по созданию управляющей программы: экспорт 3D-модели детали из КОМПАС-3D в СПРУТКАМ, выбор станка, заготовки, настройка системы координат, создание операций, их настройка (выбор обрабатываемых поверхностей, инструмента, задание режимов обработки, расчет траектории

обработки), визуализация обработки, получение кода УП с помощью постпроцессора для конкретной системы ЧПУ станка.

На рисунке 5 представлен фрагмент управляющей программы токарной обработки детали для системы ЧПУ Sinumerik 840D.

```
%_N_Звездочка ВНПК.2026_MPF
; $PATH=/_N_WKS_DIR/_N_Звездочка ВНПК.2026_WPD
; 005.Ust.1.Per.1.Chernovoe tochenie kontura
N5 G54
N10 T0
N15 G18
N20 SETMS(1)
N25 G97 S198 M3
N30 G0 X117.106 Z20.662
N35 X39.2 Z0.662
N40 G1 G95 X66.672 M8 F1.057
N45 X71.2 Z-1.602
N50 Z-10.36
N55 G2 X73.998 Z-11.655 I=AC(73.992) K=AC(-10.255)
N60 G1 X87.496
N65 G3 X107.106 Z-14.124 I=AC(87.65) K=AC(-32.055)
N70 G1 Z-23.607
N75 G0 X117.106
N80 Z20.662
; 005.Ust.1.Per.2.Poluchistovoe tochenie kontura
N85 G97 S236 M3
N90 X115.906 Z20.162
N95 X38 Z0.162
N100 G1 X65.472
N105 X70 Z-2.102
```

Рис. 5. Фрагмент управляющей программы для станка с ЧПУ

Выводы

В результате выполнения проекта были успешно решены все поставленные задачи:

- созданы чертеж и 3D-модель детали (конструкторские документы);
- выполнено проектирование и нормирование технологического процесса, получены технологические документы;
- разработана управляющая программа для обработки детали на станке с ЧПУ.

Цель работы достигнута: разработан комплект конструкторско-технологической документации для изготовления детали. В этом – практическая значимость работы.

Гипотеза проекта подтверждена полностью. Отечественные САПР КОМПАС-3D, СПРУТ-ТП-Нормирование, СПРУТКАМ позволяют создавать качественные конструкторские и технологические документы. В этом заключается теоретическая значимость работы.

Преимущества использования отечественных САПР по сравнению с иностранными: полное соответствие разрабатываемой документации отечественным стандартам и независимость от иностранных разработчиков, наряду с высоким качеством результатов разработки.

Библиографический список

1. Технология машиностроения: в 2-х книгах. Кн. 1. Основы технологии машиностроения : учебное пособие для вузов / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. ; под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-е изд., доп. – Москва : Высш. шк., 2005. – 278 с.: ил.
2. КОМПАС-3D – URL: <https://ascon.ru/products/kompas-3d/> (дата обращения: 03.04.2026).

3. СПРУТ-ТП-Нормирование. Система автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов – URL: <https://csprut.ru/spruttp/> (дата обращения: 03.04.2026).
4. СПРУТКАМ. Система автоматизированной разработки и моделирования управляющих программ для станков с ЧПУ и роботов - URL: <https://csprut.ru/sprutcam/> (дата обращения: 03.04.2026).

Научное электронное издание

Материалы 31-й ежегодной всероссийской с международным участием
научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых специалистов
государственного университета «Дубна».

Статьи студентов филиала «Протвино»
(г. Дубна, 6-9 апреля 2026 г.)

Изготовлено по адресу: 142281, Московская область, г. Протвино, ул. Северный проезд, д. 9