



**ХVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
УЧАЩИХСЯ И СТУДЕНТОВ
«МОЛОДЁЖЬ И ИННОВАТИКА»
Часть 3**

**г.о. Серпухов
2025 г.**

УДК 37.09
ББК 74.026.82

Комитет по образованию администрации Городского округа Серпухов выражает благодарность за предоставленные материалы преподавательскому составу, учащимся и студентам образовательных учреждений.

**XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
УЧАЩИХСЯ И СТУДЕНТОВ «МОЛОДЕЖЬ И ИННОВАТИКА»:** Часть 3
Под ред. Юдиной А.И. — [б. м.] : Издательские решения, 2025. — 189 с.

12+ В соответствии с ФЗ от 29.12.2010 №436-ФЗ
Статьи печатаются в авторской редакции.
Технические редакторы Юдина А.И., Матюхина А.А.

По всем организационным вопросам обращаться в МОУ ДПО УМЦ г.о.
Серпухова: 142201. Московская область, г. Серпухов, ул. 1905 года,
д.15, email: serp_umc@mosreg.ru

ISBN 978-5-6051682-2-5 @Коллектив Авторов

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ И СТУДЕНТОВ «МОЛОДЕЖЬ И ИННОВАТИКА»

Сборник в трех частях.

Часть 1

1. Математика
2. Программирование
3. Физика. Астрономия
4. Технология
5. Химия
6. Биология
7. Экология
8. География и туризм

Часть 2

9. История
10. Обществознание
11. Русский язык и литература
12. Педагогика и психология
13. Иностранные языки (кроме русского)
14. Искусство (изобразительное творчество, музыка, театр, кинематограф, декоративно-прикладное творчество)
15. Финансовая грамотность

Часть 3

16. Компьютерные технологии в системах автоматизации
17. Современные технические системы: состояние и перспективы развития
18. Информационные технологии
19. Управление и экономика

МОДЕРАТОРЫ СЕКЦИЙ

№ секции	Название секции конференции	Модератор секции
1.	Математика	Ковалёва Наталья Ивановна, начальник отдела МОУ ДПО УМЦ,
2.	Программирование	Леонтьева Элина Викторовна, методист МОУ ДПО УМЦ
3.	Физика. Астрономия	Колпикова Дарья Андреевна, заместитель директора по УМР
4.	Технология	Матюхина Анастасия Алексеевна, методист МОУ ДПО УМЦ
5.	Химия	Станкевич Полина Николаевна, методист МОУ ДПО УМЦ
6.	Биология	Матюхина Анастасия Алексеевна, методист МОУ ДПО УМЦ
7.	Экология	Тихонова Любовь Петровна, методист МОУ ДО «ЦВР»
8.	География и туризм	Леонтьева Элина Викторовна, методист МОУ ДПО УМЦ
9.	История	Степанова Лариса Анатольевна,, методист МОУ ДПО УМЦ
10.	Обществознание	Станкевич Полина Николаевна, методист МОУ ДПО УМЦ
11.	Русский язык и литература	Калинкина Екатерина Александровна, методист МОУ ДПО УМЦ
12.	Педагогика и психология	Венкова Галина Вячеславовна, директор МО ДПО УМЦ
13.	Иностранные языки (кроме русского)	Колпикова Дарья Андреевна, заместитель директора по УМР МОУ ДПО УМЦ
14.	Искусство (изобразительное творчество, музыка, театр, кинематограф, декоративно-прикладное творчество)	Калинкина Екатерина Александровна, методист МОУ ДПО УМЦ
15.	Финансовая грамотность	Орлова Татьяна Эриковна, начальник отдела МОУ ДПО УМЦ
16.	Компьютерные технологии в системах автоматизации	Юдина Анастасия Игоревна, начальник отдела МОУ ДПО УМЦ
17.	Современные технические системы: состояние и перспективы развития (закрытая секция РВСН)	Юдина Анастасия Игоревна, начальник отдела МОУ ДПО УМЦ
18.	Информационные технологии	Чернышёва Анна Александровна, методист МОУ ДПО УМЦ
19.	Управление и экономика	Юдина Анастасия Игоревна, начальник отдела МОУ ДПО УМЦ

СОДЕРЖАНИЕ

16. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ 10

УЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ХОДОВОГО ВИНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ПРЕЦИЗИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ 10

Автор: Захаров Л.К., студент 4 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ НА ЭЙЛЕРОВЫХ И ГАМИЛЬТОНОВЫХ ГРАФАХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА БПЛА 14

Авторы: Зверев Игорь Алексеевич, курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И АЛГОРИТМА РАБОТЫ УЧЕБНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТЕНДА ДУО-СТАН 18

Автор: Королев С.В., студент 3 курса аилиал «Протвино» государственного университета «Дубна»

СПОСОБ ЕДИНИЧНОГО КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПАМЯТИ ОТ ОШИБОК 23

Автор: Крехов К.И., студент 4 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ НЕЙРОННЫЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ СЕТИ LLM: СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ 27

Автор: Липовцев И.А., Кириченко Ж.Д. филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕТЧЕРА СОБЫТИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ПЛИС 33

Авторы: Никольский Ф.В. и Осморский В.А., студенты 4 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 38

Автор: Телипов И.В., студент 3 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

КОНСТРУКТОР ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОКУРОРОВ КАК НЕОБХОДИМОЕ LEGALTECH РЕШЕНИЕ В ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОКУРАТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 42

Автор: Шарифулин А.А. студент 5 курса Института прокуратуры Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА)

РАЗРАБОТКА НЕЙРОПОДСКАЗЧИКА В ЗАДАЧАХ МАРШРУТИЗАЦИИ БПЛА 47

Авторы: Шевченко С.А., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ДЛЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЁТОВ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ	52
Автор: Якимов Е.В., студент 4 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»	
17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	58
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ ПЕЧИ	58
Автор: Акинфиев Д.Д., курсант 5 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого в г. Серпухов Московской области	
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КЛАСТЕРИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ MATLAB МЕТОДОМ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ КАРТ КОХОНЕНА SOLVING CLUSTERING PROBLEMS USING THE MATLAB PROGRAM USING THE KOHONEN SELF-ORGANIZING MAPS METHOD	62
Автор: Буторин Д.А., курсант филиала военной академии РВСН им. Петра Великого г. Серпухова Московской области	
РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДСКАЗЧИКА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВЫБОРА МАРШРУТА ПОЛЁТА БПЛА	67
Авторы: Гусев К.Д., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ МАСС ПО СХЕМЕ ГАУССА	72
Автор: Живаев И.Н., курсант 3 курса филиала военной академии РВСН им. Петра Великого г. Серпухов Московской области	
РАСЧЕТ ЭЙЛЕРОВЫХ И ГАМИЛЬТОНОВЫХ МАРШРУТОВ ПОЛЕТА БПЛА НА ГРАФЕ МЕТОДОМ НАСЫЩЕНИЯ	77
Автор: Казаков И.А., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области	
АЛГОРИТМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ИНВАРИАНТНОСТИ СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	81
Автор: Каримов Р.В., курсант 5 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области	
РАСЧЁТ МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ ЭВРИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА	87
Авторы: Марченко К.А., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области	
ПЕРВИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С БУФЕРНЫМ НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ.	92
Автор: Мымрин Д.М., курсант 5 курса филиала военной академии РВСН г. Серпухов Московской области	

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТРЕХФАЗНЫХ СЕТЕЙ И УСТРОЙСТВ ОТ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК	98
Автор: Петров С.А., студент 2 курса СПбГУПТД г. Санкт-Петербург	
РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	102
Авторы: Полежаев В.А., Фурзиков К.А., курсанты филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области	
ФОРМУЛА ЦИОЛКОВСКОГО И ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ	107
Авторы: Потатин А.М., Понкрашов Р.В., курсанты 2 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого в г. Серпухов Московской области	
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОНТРОЛЛЕРОВ С МАШИНЫМ ОБУЧЕНИЕМ В СХЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СО СЛОЖНЫМ АЛГОРИТМОМ УПРАВЛЕНИЯ	111
Автор: Сынгизова Ю.И., студентка 2 курса СПбГУПТД ВШТЭ г. Санкт-Петербург	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В СИСТЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	115
Авторы: Успенский А.В., курсант 5 курса, Сафаров Ш.Х., сержант 5 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области	
ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА	119
Автор: Чернышев А.С., студент 2 курса СПбГУПТД г. Санкт-Петербург	
18. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	124
РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	124
Автор: Ильин С.А., студент 2 курса магистратуры ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»	
ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ, ГРАФИКИ И ЦВЕТА НА ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКА	128
Автор: Ипкаева С.С., студентка ГБПОУ АО «Астраханский государственный политехнический колледж» г. Астрахани Астраханской области	
АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СБОЕВ	132
Автор: Кабыков И.Е., студент 3 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»	
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ	137
Автор: Карпенко А.К., обучающаяся 11 класса МБОУ «Лицей Протвино» г.о. Серпухов Московской области	
ПРОГРАММА RUTRON ДЛЯ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	140
Автор: Кирицкий В.В., студент группы М6В-101 Мк -23 ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»	

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МОЩНОСТИ СТАНДАРТНЫХ КРИТЕРИЕВ МНОЖЕСТВЕННЫХ СРАВНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ НЕГАУССОВЫХ ВЫБОРОК	145
Автор: Краснова В.А., студентка 3 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна» г.о. Серпухов Московской области	
РАЗРАБОТКА ТЕЛЕГРАМ-БОТА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ	150
Автор: Кузнецов И.Р., студент 1 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна» г.о. Серпухов Московской области	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ СОТРУДНИКАМИ УЧРЕЖДЕНИЯ И СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	155
Автор: Ранга А.А., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»	
ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ	157
Автор: Сорокин А.Е., студент 4 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»	
ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПАССИВНОГО СКАНИРОВАНИЯ ВЕБ-САЙТОВ НА PYTHON	162
Автор: Титов А.Г., студент 4 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ И РАСКРЫТИИ ПРЕСТУПЛЕНИЙ	166
Автор: Шведов П.А., студент 2 курса ГБПОУ МО «Орехово-Зуевский железнодорожный техникум им. В.И. Бондаренко»	
19. УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА	170
ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСАЛТИНГОВЫХ ПРОЕКТОВ ПО ВНЕДРЕНИЮ ERP-СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ	170
Автор: Афанасенко М.В., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области	
ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ОПРЕДЕЛЁННОМ ЭТАПЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ АОА «ВИММ-БИЛЛЬ- ДАНН»	174
Автор: Воронина В.Р., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области	
ВЛИЯНИЕ AGILE-МЕТОДОЛОГИИ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКТА В IT-ПРОЕКТАХ	177
Автор: Григорян А.Л., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОДВИЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ НА РЫНКЕ B2C	181
Автор: Проценко В.Д., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области	

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИИ НА ЭКОНОМИКУ

Авторы: Шуйская К.П., Кузьмин Е.Р., студенты 3 курса ГБПОУ МО «Серпуховский колледж»

16. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

УЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ХОДОВОГО ВИНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ПРЕЦИЗИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Автор: Захаров Л.К., студент 4 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

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

Аннотация

Анализируется влияние упругих деформаций ходового винта на качество позиционирования объекта управления с точностью в единицы микрон. Рассматривается схема стенда для определения жесткости механических звеньев, приводятся экспериментальные характеристики. Рассматривается возможность учета упругих деформаций ходового винта при моделировании цифровых прецизионных систем управления.

Annotation

The influence of elastic deformations of the lead screw on the quality of positioning of the control object with an accuracy of a few microns is analyzed. The scheme of the stand for determining the rigidity of mechanical links is considered, experimental characteristics are given. The possibility of taking into account elastic deformations of the lead screw when modeling digital precision control systems is considered.

Ключевые слова: цифровая прецизионная система управления, точное позиционирование, упругие деформации ходового винта, учет упругих деформаций ходового винта при моделировании.

Keywords: digital precision control system, precise positioning, elastic deformations of the lead screw, taking into account the elastic deformations of the lead screw during modeling.

Проектирование современного высокопроизводительного оборудования, обеспечивающего высокую точность (как правило, это единицы микрон) позиционирования объекта управления (ОУ) в заданную координату является сложной инженерной задачей.

В прецизионных цифровых системах автоматического управления (ЦСАУ) при высокой точности (единицы микрон) позиционирования *актуальной* представляется *проблема* устранения колебаний объекта управления вокруг заданной координаты.

В подобных высокоточных системах поиск практически реализуемых алгоритмов управления осуществляется с помощью математического моделирования. Эффективность этого процесса в значительной мере определяется точностью приближения математической модели к реальной системе и теми допущениями, которые принимаются при построении такой модели.

Когда речь идет о точности перемещения ОУ в несколько микрон, среди прочего необходимо учитывать влияние упругих деформаций на точность позиционирования. Упругие деформации же обусловлены конечной жесткостью ходового винта на скручивание.

Объектом исследования в данной статье является ходовой винт, упругие деформации которого при точном позиционировании в заданную координату являются одной из причин возникающих колебаний.

Определение свойств ходового винта – предмет теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в данной работе.

Цель исследования – выявить влияние упругих деформаций ходового винта на качество позиционирования ЦСАУ в заданную координату и необходимость их экспериментального определения для использования при построении адекватной математической модели ЦСАУ в режиме точного позиционирования.

Задачами исследования являются:

- математический анализ упругих деформаций ходового винта в режиме точного позиционирования ЦСАУ;
- разработка стенда для экспериментального определения свойств ходового винта в режиме микроперемещений;
- определение численных значений характеристик ходового винта в режиме точного позиционирования ЦСАУ.

В статье использованы материалы, полученные в результате исследований в НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ им. А.А. Логунова и в филиале «Протвино» государственного университета «Дубна».

Для начала проведем оценку устойчивости системы.

Основным демпфирующим фактором в позиционной системе автоматического управления (САУ) является момент сопротивления M_c . Представим расчетную схему электромеханической части привода в виде классической двухмассовой модели (рис. 1) [2,21-24]. Обычно первую массу I образуют масса ротора двигателя и элементов между двигателем и упругим элементом, а вторую массу II – исполнительный орган и элементы между ним и упругим элементом [2,23]. Обе инерционные массы J_1 и J_2 связаны упругим элементом с коэффициентом жесткости c_B и моментом упругих сил $M_{УПР}$, который характеризует сопротивление для первой массы и движущий момент для второй. В общем случае углы поворота (закручивания) вала двигателя $\varphi_{ДВ}$ и винта $\varphi_{В}$ не равны между собой и эта разница оказывает критичное для прецизионной САУ влияние. Движение двух массовой модели описывается системой из следующих уравнений [2,23]:

$$\frac{J_1 d_2 \varphi_{ДВ}}{dt^2} = M_{ДВ} - M_{УПР} \quad (1)$$

$$\frac{J_2 d_2 \varphi_{В}}{dt^2} = M_{УПР} - M_{МС} \quad (2)$$

Произведя подстановку $M_{УПР} = c_B(\varphi_{ДВ} - \varphi_{В})$ в выражения (1) и (2), получим уравнения движения (3) и (4) в операторной форме:

$$(T_1^2 p^2 + 1) \cdot \varphi_{ДВ} = \varphi_{В} + M_{ДВ}/c_B \quad (3)$$

$$(T_2^2 p^2 + 1) \cdot \varphi_{В} = \varphi_{ДВ} - M_{МС}/c_B \quad (4)$$

где $(T_1 = \sqrt{J_1/c_B})$, $(T_2 = \sqrt{J_2/c_B})$.

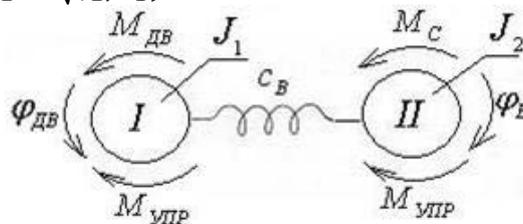


Рис. 1 Двухмассовая схема механической части позиционной системы управления

Наличие консервативных звеньев в уравнениях (3) и (4) негативно влияет на устойчивость системы управления. Необходимо, чтобы частоты, на которых будут появляться резонансные пики [3,217], не попадали в полосу пропускания проектируемой

САУ. Данные резонансные частоты определяются из выражений [3,218] $\omega_{p1} = 1/T_1 = \sqrt{c_B/J_1}$ и $\omega_{p2} = 1/T_2 = \sqrt{c_B/J_2}$.

Расчет величин моментов инерции и коэффициента жесткости проводим по методике, изложенной в литературе [4,23]. Величину коэффициента жесткости ходового винта определяем по формуле:

$$c_B = \frac{G\pi d_0^4}{4l_B}$$

где G [Н/м²] – модуль упругости, d_0 [м] - диаметр винта, l_B [м] - длина винта.

Выбирается наименьшая f_{pmin} из величин $f_{p1} = \omega_{p1}/2\pi$ и $f_{p2} = \omega_{p2}/2\pi$. Для обеспечения устойчивости работы САУ частота f_{pmin} должна в 2-3 раза превышать частоту среза f_{CP} [4,23]. Исходя из того, что в первом приближении для позиционных систем с механическими звеньями частота среза $f_{CP} = 50$ Гц является типовой [4,15], получаем, что для устойчивой работы должно выполняться условие:

$$f_{pmin} \geq 3f_{CP} \geq 150 \text{ Гц} \quad (5)$$

Однако выполнение условия (5) ещё не гарантирует достижения требуемого качества управления позиционированием объекта. Необходимо также проанализировать влияние упругих деформаций на точность позиционирования при цифровом управлении. При точном позиционировании в заданную координату за время управляющего импульса длительностью $t_{и}$ необходимо обеспечить поворот вала двигателя на угол $\Delta\phi_{ТП}$, определяемый из выражения $\Delta\phi_{ТП} \geq \Delta\phi + \rho\Delta S$, где $\Delta\phi$ – угол закручивания вала; ΔS – линейное перемещение ОУ за время $t_{и}$; ρ - коэффициент передачи шарико-винтовой пары.

Таким образом за время $t_{и}$ должно произойти как закручивание вала, так и заданное линейное перемещение объекта на расстояние ΔS , равное единице отсчета цифрового датчика δ .

Для определения значений углов закручивания $\Delta\phi$ для данной конструкции механической части необходимо экспериментально определить его зависимость от момента двигателя M (то есть $\Delta\phi = f(M)$) и учесть его в процессе работы САУ.

На рис. 2 представлена функциональная схема стенда для определения жесткости механических звеньев системы. На валу двигателя крепится зеркало, предназначенное для отражения луча оптического коллиматора.

Методика определения экспериментальной зависимости $\Delta\phi = f(M)$ заключается в следующем: платформа фиксируется на упоре; к ходовому винту от электродвигателя ЭД прикладывается момент M ; под действием момента M вал двигателя вместе с винтом шарико-винтовой передачи (ШВП) [4,11] закручивается на определенный угол $\Delta\phi$, а вместе с ним перемещается и зеркало; в результате с помощью оптического коллиматора измеряется реальный угол $\Delta\phi$ закручивания ходового винта (который очевидно будет меньше угла поворота вала двигателя).



ШВП - шарико-винтовая передача
 ЭД - электрический двигатель
 М - вращающий момент двигателя

Рис. 2 Схема стенда для экспериментального определения жесткости механических звеньев

На рис. 3 приведен экспериментальный график зависимости $\Delta\phi = f(M)$. Его анализ показывает, что угол закручивания ходового винта $\Delta\phi \approx 33'$. При известных единице отсчета цифрового датчика $\delta = 5 \cdot 10^{-3}$ мм, длине перемещения $S = \delta = 5 \cdot 10^{-3}$ мм и коэффициенте передачи ШВП $\rho = 14 \cdot 10^{-3}$ мм/град величина полезного перемещения вала двигателя при точном позиционировании (отработке рассогласования величиной в единицу отсчета датчика) составит $\Delta\phi_{\text{дв}} = \delta \cdot 10^{-3} [\text{мм}] / \rho [\text{мм/град}] \approx 21.5'$. Общий угол поворота вала двигателя при точном позиционировании будет составлять:

$$\Delta\phi_{\text{ТП}} = \Delta\phi + \Delta\phi_{\text{дв}} \approx 55' \text{ и } \Delta\phi > \Delta\phi_{\text{дв}}.$$

Для обеспечения необходимой длины перемещения длительность управляющего импульса может оказаться избыточной в связи с тем, что привод уже начал движение, а вал, передающий момент ещё только в процессе скручивания. Датчик зафиксирует отсутствие перемещения, а система отправит управляющий импульс для увеличения момента, оценив происходящее, как недостаток момента. При этом момент двигателя достигнет такой величины, что объект управления «проскочит» заданную координату. Датчик зафиксирует несоответствие текущей координаты с заданной и подаст новый управляющий импульс, для перемещения в обратном направлении, и ошибка повторится. Таким образом в такой системе могут возникнуть колебания в окрестности заданной координаты позиционирования, а необходимая точность так и не будет достигнута.

Возможность предотвращения таких колебаний и возможность позиционирования в заданную координату с точностью $\pm\delta$ при используемом ходовом винте определяются при моделировании системы, когда при расчетах используются данные экспериментальной характеристики $\Delta\phi = f(M)$ (рис. 3).

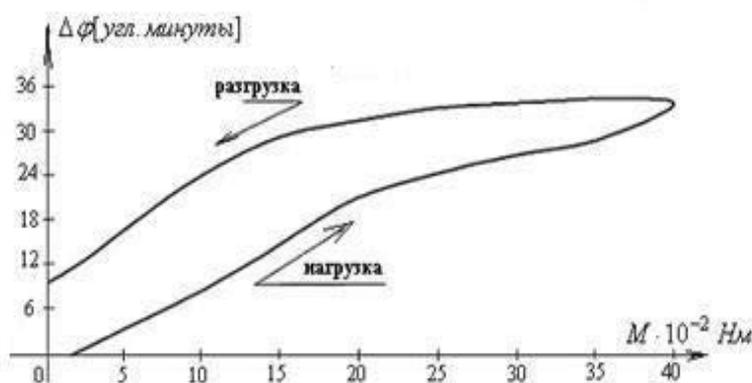


Рис. 3 Экспериментальные характеристики угла закручивания ходового вала

В ходе данной работы проанализирована актуальная проблема [4,31] учета упругих деформаций ходового винта на качество позиционирования в прецизионной цифровой системе управления перемещением объекта. Для анализа предложена двухмассовая модель механической части позиционной системы управления, определены требования к значению наименьшей из 2-х резонансных частот, обусловленных наличием консервативных звеньев. Исследован режим точного позиционирования, состоящий из процессов скручивания ходового винта и перемещения на расстояние, соответствующее заданной точности позиционирования. Для исключения колебаний объекта управления в заданной координате предлагается экспериментальное

определение жесткости механических звеньев на специальном стенде и учет экспериментальной характеристики при моделировании системы.

Список использованных источников

1. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб., Профессия, 2007. – 217, 218 с.
2. Москаленко, В.В. Автоматизированный электропривод: Учебник для вузов / В.В. Москаленко. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 21-24 с.
3. Чернянский, П.М. Основы расчета динамических систем станков: Учебное пособие / П.М. Чернянский, В.В. Селезнева. – М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1983. – 11, 15, 23, 31 с.

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ НА ЭЙЛЕРОВЫХ И ГАМИЛЬТОНОВЫХ ГРАФАХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА БПЛА

Авторы: Зверев Игорь Алексеевич, курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Руденко Эдуард Михайлович, к.т.н., доцент кафедры математики

Аннотация

Проводится анализ проблемы расчета маршрутов движения БПЛА на графе реперных точек на местности. Рассматриваются методы прямого перебора, метод редукции графа и мозаики для получения маршрутов на эйлеровом или гамильтоновом графе реперов на местности. Задача является актуальной при организации мониторинга с помощью БПЛА на местности.

Annotation

The analysis of the problem of calculating the UAV movement routes on the graph of reference points on the ground is carried out. The methods of direct enumeration, the method of graph reduction and mosaic for obtaining routes on an Eulerian or Hamiltonian graph of reference points on the ground are considered. The task is relevant when organizing monitoring using UAVs on the ground.

Ключевые слова: граф реперных точек, БПЛА, эйлеровы и гамильтоновы маршруты на графе, генетический алгоритм.

Keywords: graph of reference points, UAVs, Eulerian and Hamiltonian routes on the graph, genetic algorithm.

Цель работы: рассмотреть методы построения маршрутов на эйлеровых и гамильтоновых графах для организации мониторинга БПЛА.

Объектом исследования являются методы расчета маршрутов на графах.

Предметом исследования является методы редукции и мозаики расчета эйлеровых и гамильтоновых маршрутов на одноименных графах.

БПЛА позволяют эффективно проводить мониторинг обстановки на большой площади с разнообразным географическим рельефом. При наличии на местности преград по высоте и запретов на пролет над административными объектами целесообразно организовывать полет между заранее выбранными реперными точками, которые соединенные ребрами образуют граф. Для обеспечения гарантированного возврата БПЛА граф можно выбрать эйлеров или гамильтонов, на котором существует множество замкнутых маршрутов [1, с. 37].

Граф называется эйлеровым, если на нем существует замкнутый маршрут, проходящий через все ребра один раз. Такие маршруты называются эйлеровыми маршрутами. Граф называется гамильтоновым, если на нем существует замкнутый маршрут, проходящий один раз через все вершины. Такие маршруты называются гамильтоновыми. Известно, что число эйлеровых и гамильтоновых маршрутов (ЭМ и ГМ) растет в экспоненциальной прогрессии и на графах средней размерности с числом вершин $|V| \leq 15$ и ребер $|E| \leq 15$ может достигать нескольких миллионов. Так на графе $v8e16$ число равно 2304 ЭМ, на графе $v11e22$ – 43988 ЭМ, на $v15e28 > 741525$ ЭМ.

Если на графах $v8e16$ и $v11e22$ отбросить кратные ребра (1 6), (3 8) и (1 8), (4 11), то получим гамильтоновы графы $v8e14$ и $v11e20$, на которых число ГМ легко подсчитать. Так как на этих графах внутри находятся вершины 4, 5 и 6, 7, 8, то ГМ должны пройти через них. На графе $v8e14$ к вершинам 4 и 5 можно подойти с 3 сторон сверху, сбоку и снизу, поэтому всего подходов будет $3 \cdot 3 = 9$ и поэтому существует 9 ГМ, которые обходят граф по часовой стрелке и 9 ГМ – против часовой стрелки. Поэтому на графе $v8e14$ всего 18 ГМ.

Аналогично на графе $v11e22$ подход к внутренним вершинам 5 и 7 можно подойти 9 способами при обходе графа по часовой стрелки, вершину 6 можно пройти двумя способами: сверху и снизу. Поэтому число ГМ при обходе вершин по часовой стрелке равно $3 \cdot 3 \cdot 2 = 18$. Если обходить граф в обратном направлении, то получим еще 18 ГМ. И поэтому всего ГМ на графе $v11e22$ равно 36.

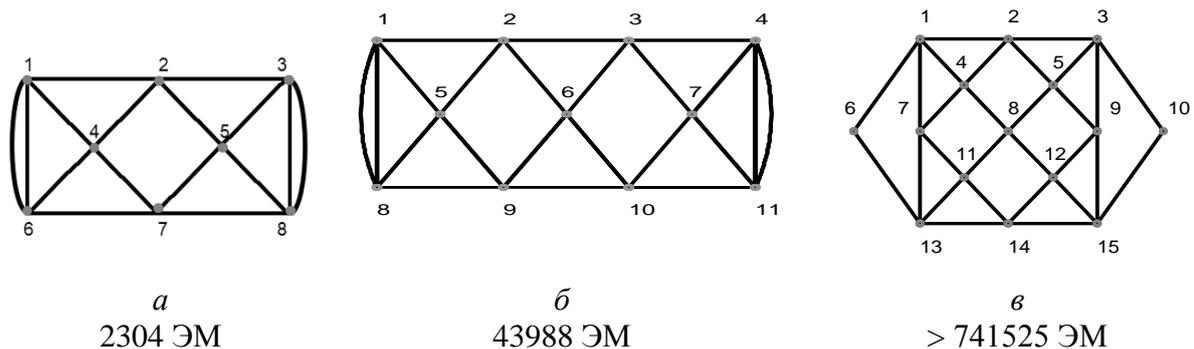


Рис.1. Эйлеровы графы: *a* - $v8e16$; *b* - $v11e22$; *v* - $v15e28$ и число замкнутых эйлеровых маршрутов: 2304, 43988, > 741525

Эффективность мониторинга территории с нанесенными на ней реперами значительно возрастает при наличии в памяти БПЛА как можно большего множества маршрутов, так как это позволяет выбирать те маршруты, которые по кратчайшему пути могут доставить его к необходимому месту наблюдения.

Поэтому существует проблема нахождения большого множества эйлеровых или гамильтоновых маршрутов. На графах малой размерности число ЭМ или ГМ не большое и их можно получить за приемлемое время методом прямого перебора, программный код которого имеет вид [2, с. 215-220]:

```
tic % начало отсчета времени
record = [ ]; % пустой массив
for i1 = 1:n % n – число вершин графа
    for i2 = 1:n
        .....
        % k – число ребер ЭГ или число вершин ГГ
        for ik = 1:n
            X = [i1 i2 ..... ik]; % аргумент ЦФ
            Y = YrabnenieVnEm(X); % ЦФ графа VnEm
```

```

if Y == 0
    i0 = i0 + 1; % счетчик ЭМ или ГМ
    [1 X 1] % ЭМ или ГМ графа
    record = [record; [1 X 1]] % массив ЭМ или ГМ
end
end
.....
end
end
i0 % число полученных ЭМ или ГМ
record % массив ЭМ или ГМ
t1 = toc % время окончания перебора.

```

Здесь $Y_{равнение} VnEm(X)$ является кодом целевой функцией (ЦФ) графа $VnEm$ [3, с. 57-61]. Для графов средней размерности и более использование метода полного перебора является не полиномиальным алгоритмом (NP-алгоритм) по времени равного нескольким месяцам и годам [4, с. 399]. С частичным успехом можно использовать метод редукции для расчета ЭМ или ГМ [5, с. 39-44].

Проводя редукцию, исключим у ЭГ $v8e16$ кратные боковые ребра (1 6) и (3 8), получим ЭГ $v8e12$ (рис. 2).

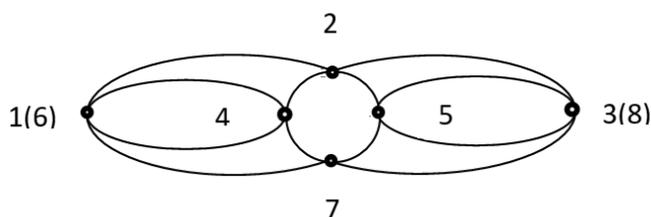


Рис. 2. Эйлеров граф $v8e12$

Для этого графа методом перебора можно получить 312 ЭМ за время 4376,7 с \approx 1 час 13 минут. Приведенное время расчета позволяет оценить время расчета методом перебора всех маршрутов на исходном графе $v8e16$. Так как число вершин у графа $v8e16$ больше чем у $v8e12$, то при переборе циклы увеличиваются на две итерации и возрастает время до значения: $4376,7 * 8 * 8 = 644376,1 \text{ сек} = 192548,4 \text{ сек} / 3600 = 53,49 \text{ часов}$. Так как в графе $v8e16$ на четыре ребра больше, то время увеличится и станет равным: $53,49 \text{ час} * 8 * 8 * 8 * 8 \approx 219136 \text{ час} \approx 9130,7 \text{ суток} / 365 \approx 25 \text{ лет}$. Для решения этой задачи на компьютере это NP-задача. Число маршрутов 312 на графе $v8e12$ является достаточно большим. Сокращенный состав маршрутов приведен в таблице 1.

Таблица 1

Эйлеровы маршруты на графе $v8e12$

№	ЭМ	№	ЭМ	ЭМ	
1	1 2 3 5 2 4 1 7 5 3 7 4 1	105	1 4 1 7 3 5 7 4 2 3 5 2 1	209	1 4 7 3 5 7 1 2 5 3 2 4 1
2	1 2 3 5 2 4 7 3 5 7 1 4 1	106	1 4 1 7 3 5 7 4 2 5 3 2 1	210	1 4 7 3 5 7 1 4 2 3 5 2 1
3	1 2 3 5 2 4 7 5 3 7 1 4 1	107	1 4 1 7 4 2 3 5 3 7 5 2 1	211	1 4 7 3 5 7 1 4 2 5 3 2 1
4	1 2 3 5 3 7 1 4 2 5 7 4 1	108	1 4 1 7 4 2 3 5 7 3 5 2 1	212	1 4 7 5 2 1 4 2 3 5 3 7 1
5	1 2 3 5 3 7 1 4 7 5 2 4 1	109	1 4 1 7 4 2 3 7 5 3 5 2 1	213	1 4 7 5 2 1 7 3 5 3 2 4 1
6	1 2 3 5 3 7 4 1 4 2 5 7 1	110	1 4 1 7 4 2 5 3 5 7 3 2 1	214	1 4 7 5 2 3 5 3 7 1 2 4 1
7	1 2 3 5 3 7 4 1 7 5 2 4 1	111	1 4 1 7 4 2 5 3 7 5 3 2 1	215	1 4 7 5 2 3 5 3 7 1 4 2 1
8	1 2 3 5 3 7 4 2 5 7 1 4 1	112	1 4 1 7 4 2 5 7 3 5 3 2 1	216	1 4 7 5 2 4 1 2 3 5 3 7 1
9	1 2 3 5 3 7 5 2 4 1 4 7 1	113	1 4 1 7 5 2 3 5 3 7 4 2 1	217	1 4 7 5 2 4 1 7 3 5 3 2 1
10	1 2 3 5 3 7 5 2 4 1 7 4 1	114	1 4 1 7 5 2 4 7 3 5 3 2 1	218	1 4 7 5 3 2 1 4 2 5 3 7 1

...
97	1 4 1 2 5 7 4 2 3 5 3 7 1	202	1 4 7 3 5 3 2 1 4 2 5 7 1	306	1 7 5 3 5 2 4 7 3 2 1 4 1
98	1 4 1 7 3 2 4 7 5 3 5 2 1	203	1 4 7 3 5 3 2 1 7 5 2 4 1	307	1 7 5 3 7 4 1 2 3 5 2 4 1
99	1 4 1 7 3 2 5 3 5 7 4 2 1	204	1 4 7 3 5 3 2 4 1 2 5 7 1	308	1 7 5 3 7 4 1 2 5 3 2 4 1
100	1 4 1 7 3 5 2 3 5 7 4 2 1	205	1 4 7 3 5 3 2 4 1 7 5 2 1	309	1 7 5 3 7 4 1 4 2 3 5 2 1
101	1 4 1 7 3 5 2 4 7 5 3 2 1	206	1 4 7 3 5 3 2 5 7 1 2 4 1	310	1 7 5 3 7 4 1 4 2 5 3 2 1
103	1 4 1 7 3 5 3 2 4 7 5 2 1	207	1 4 7 3 5 3 2 5 7 1 4 2 1	311	1 7 5 3 7 4 2 3 5 2 1 4 1
104	1 4 1 7 3 5 3 2 5 7 4 2 1	208	1 4 7 3 5 7 1 2 3 5 2 4 1	312	1 7 5 3 7 4 2 5 3 2 1 4 1

Восстановим из первого маршрута графа v_{6e12} (1 2 3 5 2 4 1 4 7 3 5 7 1) маршрут на графе v_{8e16} . Для этого надо вставить по две вершины 6 и 8 в каждый маршрут таблицы 2. Вершина 6 вставляется между вершинами (1 7) и (1 4), а вершина 8 между вершинами (3 5) и (3 7). После подстановки по две вершины 6 и 8 в первый маршрут (1 2 3 5 2 4 1 4 7 3 5 7 1) получим: (1 2 3 **8** 5 2 4 1 **6** 4 7 **8** 3 5 7 **6** 1), (1 2 3 **8** 5 2 4 **6** 1 4 7 **8** 3 5 7 **6** 1), (1 2 3 5 2 4 **6** 1 4 7 **8** 3 **8** 5 7 **6** 1), (1 2 3 5 2 4 1 **6** 4 7 **8** 3 **8** 5 7 **6** 1) – получим четыре различных ЭМ на графе. Так как из каждого из полученных 312 маршрутов получается по четыре различных маршрутов на эйлеровом графе v_{8e16} , то на нем можно получить $312 \cdot 4 = 1248$ маршрутов. Это множество намного меньше чем общее число ЭМ равное 2304. Пример показывает, что методом редукции может быть получено большое множество маршрутов, но он не дает все маршруты. Преобразование маршрутов редукции v_{6e12} в ЭМ графа v_{8e16} может быть осуществлено автоматически с помощью программы за считанные секунды.

Для построения ЭМ может быть использован метод мозаики, который позволяет сшивать в мозаичную картину несколько графов в вершинах. Так как ЭГ имеет все вершины четной кратности, то всегда можно в таких вершинах перейти на соседний граф, обойти все его ребра и вернуться обратно через ту же вершины в исходный граф. Сшитый из двух ЭГ мозаичный граф тоже является эйлеровым.

На рисунке 3 показан мозаичный граф, сшитый из трех ЭГ: v_{4e6} , v_{5e8} и v_{7e12} . В результате получают граф v_{14e26} . Число ЭМ на графе v_{14e26} равно произведению чисел ЭМ на каждом из них: $N = 6 \cdot 6 \cdot 240 = 8640$ ЭМ.

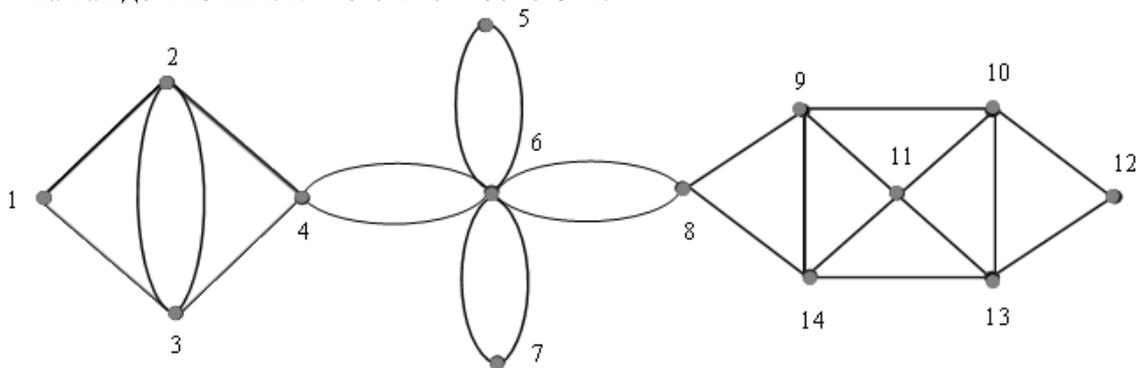


Рис. 3. Эйлеров мозаичный граф v_{14e26} , сшитый из графов v_{4e6} , v_{5e8} и v_{7e12} .

Выводы:

- эйлеровы и гамильтоновы графы реперных точек на местности играют важную роль в организации одиночного и группового мониторинга БПЛА из-за наличия большого количества маршрутов на этих графах, которые представляют собой замкнутые маршруты и проходят через каждое ребро или каждую вершину графа;

- движение БПЛА по эйлеровым или гамильтоновым графам реперных точек на местности, которые обладают свойствами симметрии и, следовательно, имеющие не тривиальные группы из операторов изоморфизмов графа, имеет возможность изменять маршруты движения на новые и тем самым делать их полет непредсказуемыми для внешнего наблюдателя в одиночном и групповом мониторинге;

- при организации мониторинга на эйлеровых или гамильтоновых графах реперных точек наличие большого количества эйлеровых или гамильтоновых маршрутов в памяти БПЛА, а также возможность рассчитать их в ходе полета с помощью ГА и метода перебор, редукции и мозаики, позволят эффективно действовать в меняющейся обстановке полета;

- редукция графа с большим числом вершин и ребер, примененная несколько раз приводит к последовательности редукций графов с меньшим числом вершин и ребер, на которых эйлеровы или гамильтоновы маршруты могут быть известны или подсчитаны методом перебора. Поднятие маршрутов позволяет за счет вставки номеров вершин получить большое число маршрутов на графах большой размерности. Процесс вставки номеров вершин может быть реализован программно и занимает небольшое время. Общее время, затраченное на расчет по методу редукции, может быть полиномиальным для графов средней размерности. Число полученных маршрутов (эйлеровых или гамильтоновых) зависит от проведенной редукции. Это число может быть значительно меньше, чем общее число маршрутов на графе;

- метод перебора позволяет для графов небольшой размерности за приемлемое время получить все эйлеровы или гамильтоновы маршруты, а на графах большей размерности является неполиномиальным NP;

- генетический алгоритм, применяемый в цикле позволяет с помощью целевых функции графов находить большое множество эйлеровых или гамильтоновых маршрутов на графах средней размерности $8 \leq |V| < 15$ и ребер $8 \leq |E| < 16$ и снова возник на графах размерности $|V| \geq 15$ вершин и $|E| \geq 28$. Методом редукции и мозаики можно получить большое количество маршрутов на графах большой размерности.

Список использованных источников

1. Математические события XX века. – М.: ФАЗИС, 2003; 560 с. ISBN 5-7036-0074-X.
2. Оре О. Графы и их применение: Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. И.М. Яглома. Издание испр. и суц. доп. – М.: УРСС: ЛЕНЕНД, 2015. 208 с.
3. Руденко Э.М., Семикина Е.В., Воронков М.В., Ильин Д.В. Расчет эйлеровых маршрутов на графах с помощью редукции и методом перебора / Сборник трудов XLII Всероссийской НТК, филиал ВА РВСН, г. Серпухов. – 2023, стр. 215-220.
4. Руденко Э.М., Семикина Е.В., Дараган А.Д., Ефремов А.А., Клементьев Е.Г. Целевые функции маршрутов на эйлеровых и гамильтоновых графов / Журнал «Известия института инженерной физики» № 2(72). – 2024, с. 6 – 16.
5. Руденко Э.М., Семикина Е.В. Методика расчета эйлеровых и гамильтоновых маршрутов для БПЛА с помощью редукции / Журнал «Известия института инженерной физики» № 2(72). – 2024, с. 39 – 44.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И АЛГОРИТМА РАБОТЫ УЧЕБНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТЕНДА ДУО-СТАН

Автор: Королев С.В., студент 3 курса филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»

Научный руководитель: Сасов А. М., к.т.н., доцент кафедры

Аннотация

Статья посвящена описанию конструкции и принципа работы учебного станда ДУО-стан, разработанного и изготовленного в Филиале «Протвино» университета «Дубна». Прокатный стан предназначен для проведения лабораторных работ по дисциплине «Физические основы обработки металлов давлением». Особенностью данного ДУО-стана являются небольшие габариты при сохранении классического построения главной линии прокатной клетки. Приведены описание конструкции стана и алгоритм его работы. Конструкция ДУО-стана обеспечивает полную безопасность оператора, в процессе его эксплуатации.

Annotation

The article is devoted to a description of the design and operating principle of the DUO-stan training stand, developed and manufactured at the Protvino Branch of the Dubna University. The rolling mill is intended for conducting laboratory tests in the discipline "Physical foundations of metal forming". A special feature of this DUO mill is its small dimensions while maintaining the classic design of the main rolling stand line. A description of the design of the mill and the algorithm of its operation are given. The design of the DUO mill ensures complete safety of the operator during its operation.

Ключевые слова: прокатный стан, лабораторное оборудование, прокатная клетка, валки, прокатка, нажимной механизм, ручей, сенсоры, мотор-редуктор, сортовой прокат

Keywords: rolling mill, laboratory equipment, rolling stand, rolls, rolling, pressing mechanism, stream, sensors, gear motor, long products

Актуальность. Учебные программы бакалавриата, по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств», предусматривают изучение дисциплин «Обработка металлов давлением» и «Технические средства автоматизации». В первой дисциплине рассматриваются общие закономерности технологических процессов обработки металлов давлением. Глубина изучения технологии, согласно ФГОС ВО, ограничивается объемом знаний, необходимых для выполнения работ по автоматизации уже разработанных технологических процессов. Изучение дисциплины «Технические средства автоматизации», дает студентам знание о конструкции и принципах работы сенсоров, узлов механотроники, модулей гибких производственных систем, компонентов электротехники и их применении в автоматизированном оборудовании.

Проблема. В ходе изучения этих дисциплин, должны выполняться лабораторные работы, для которых требуется соответствующее учебное оборудование. Наша промышленность выпускает целую серию лабораторного оборудования для обработки металлов и сплавов давлением, в том числе и прокатные лабораторные станы. Однако, ряд эксплуатационных параметров этих станов, излишне высок. Рассмотрим их технические характеристики, применительно к учебному процессу в ВУЗе, по указанной выше специальности «Автоматизация технологических процессов и производств».

Объект исследования. Лабораторный стан ДУО-360 - мощность главного привода вращения валков 150 кВт, масса 21,2 тонн, площадь для установки стана 7000 × 4500 мм [3]. Лабораторный реверсивный стан ДУО-250 - мощность главного привода вращения валков 55 кВт, масса 8,5 тонн [4]. Лабораторный реверсивный стан ДУО-180 - мощность главного привода вращения валков 22кВт, масса 1,8 тонн [5]. Рассмотренные прокатные станы используются в лабораториях металлургической промышленности, которые занимаются разработкой новых сплавов и технологических процессов. Характерным для рассмотренных прокатных станов являются большая мощность и высокая производительность, что позволяет использовать их в экспериментальном

производстве. Однако, в учебном процессе, в котором преобладающим требованием является не разработка технологического процесса, а его автоматизация, использование такого оборудования не рентабельно.

Промышленно выпускается комплект учебно-лабораторного оборудования прокатный стан ДУО-130 [2]. Он применяется в процессе обучения в образовательных учреждениях, по специальности «Металлургия», для получения базовых и углубленных профессиональных знаний и навыков по курсам: «Теория и технология обработки металлов давлением», «Технология прокатного производства», а также при проведении научных работ, связанных с исследованием экспериментальных марок стали и сплавов в процессе прокатки. Стан комплектуется насосной станцией, которая осуществляет питание гидромоторов привода валков прокатной клетки, автономным пультом управления.

Предмет исследования. Фактически, по эксплуатационным характеристикам, рассмотренные ДУО-станы, представляют собой промышленное оборудование для единичного и мелкосерийного производства. Поэтому, в образовательных учреждениях, по специальности «Металлургия», на основе унифицированных узлов промышленных станков, собирают упрощенные варианты прокатных станков, собственной конструкции [6].

Использование такого сложного оборудования, даже не принимая во внимание его стоимость, в процессе обучения специальностям «Физические основы обработки металлов давлением» и «Автоматизация технологических процессов и производств», нерационально. По первой дисциплине, не требуется измерение технологических параметров режимов обработки металлов, изучаются только физические принципы воздействия давления на металл, в процессе прокатки. Поэтому нет необходимости в мощных силовых конструкциях прокатных станков. Достаточно иметь их функционирующие макеты, демонстрационные возможности которых, соответствуют учебным планам дисциплины [1].

В дисциплине «Технические средства автоматизации» изучаются принципы работы основных узлов мехатроники и комплектующих элементов автоматизированного технологического оборудования. Поэтому отпадает необходимость в мощных приводах и большом количестве сенсоров, контролирующих режимы обработки металлов давлением, в металлургическом производстве.

Цель работы. Целью настоящей работы, является разработка учебного стенда прокатного стана с системой автоматизации и сбора данных, который бы позволял в лабораторных условиях в полном объеме физически моделировать технологический процесс, изучать закономерности и особенности листовой и сортовой прокатки. При этом, стенд должен обеспечивать полную безопасность студентам, при его эксплуатации, иметь компактную конструкцию и небольшое энергопотребление. Кроме этого, необходимо было учитывать доступность комплектующих деталей и материалов, необходимых для его изготовления.

Задачи. Поэтому, прежде чем приступить к разработке конструкции стенда, были предприняты шаги по комплектации основных узлов. В качестве привода вращения прокатных валков, выбран авиационный электродвигатель с интегрированными, в едином корпусе, планетарным и червячным редукторами. Питание двигателя постоянным током, напряжением 24 В. Для привода нажимного механизма выбран электромотор-редуктор РД-09, с интегрированным цилиндрическим редуктором. Электродвигатель редуктора, питается напряжением 110 В. На основе этих приводов, разработана кинематическая схема рис. 1.

Основная часть. Основой прокатного стана служит рабочая клеть. Учитывая низкую его энерговооруженность, механизмы определяющие движение прокатных

Результаты работы. Работающий макет автоматизированного ДУО-стана используется в режиме ручного управления при изучении дисциплины «Физические основы обработки металлов давлением на втором курсе по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». Конструкция прокатного стана позволяет дальнейшую его доработку, в частности, оснащение системой автоматизированного управления. Алгоритм управления автоматизированного ДУО-стана приведен на рис. 2.

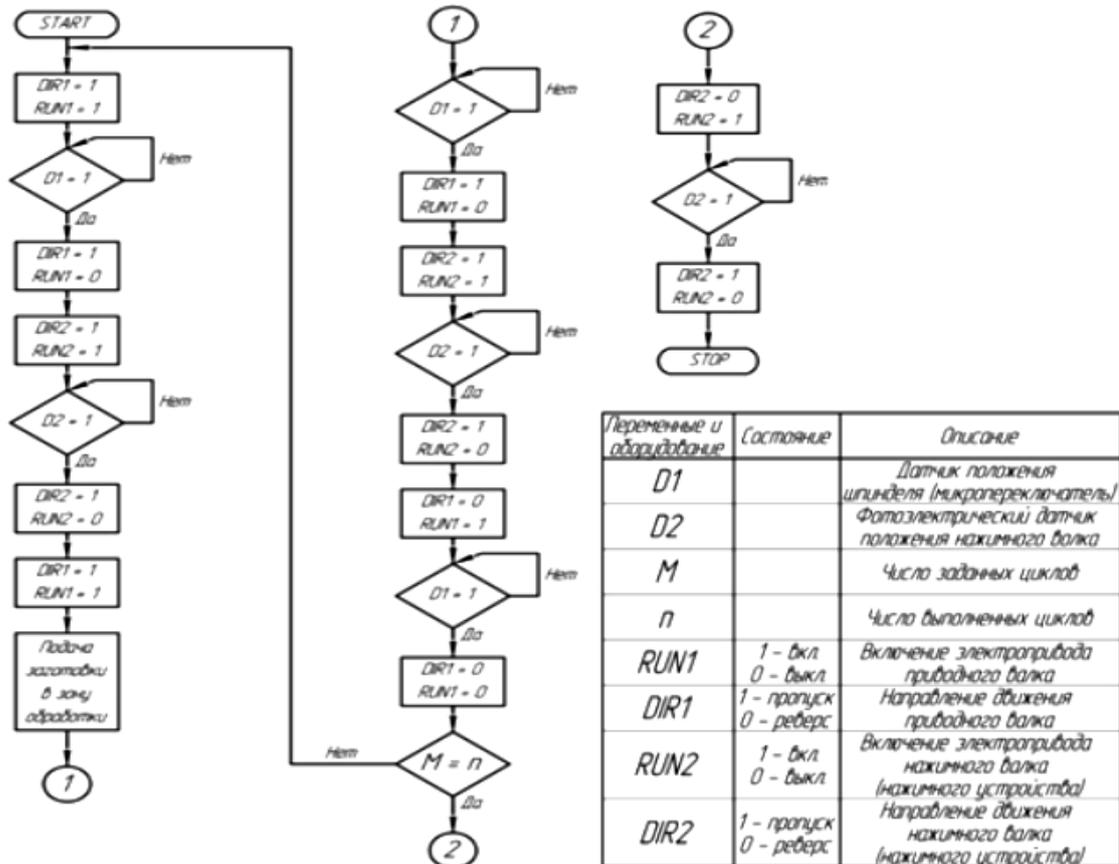


Рис. 2. Алгоритм работы автоматизированного ДУО-стана

Словесное описание алгоритма работы прокатного стана:

1. START программы: включение привода ведущего вала DIR1=1, RUN1=1.
2. Если ведущий валок совершит 1 оборот D1=1, то остановка привода ведущего вала DIR1=1, RUN1=0 и включение привода нажимного устройства DIR2=1, RUN2=1.
3. Если нажимной валок на установленном уровне D2=1, то остановка привода нажимного устройства DIR2=1, RUN2=1, включение привода ведущего вала DIR1=1, RUN1=1 и подача в зону обработки (вручную).
4. Если ведущий валок совершит 1 оборот D1=1, то остановка привода ведущего вала DIR1=1, RUN1=0 и включение привода нажимного устройства DIR2=1, RUN2=1.
5. Если нажимной валок на установленном уровне D2=1, то остановка привода нажимного устройства DIR2=1, RUN2=1, включение привода ведущего вала (реверс) DIR1=1, RUN1=1.
6. Если ведущий валок совершит 1 оборот D1=1, то остановка привода ведущего вала DIR1=1, RUN1=0.

7. Если число заданных циклов меньше числа заданных $M > n$, то возврат к началу цикла.

8. Если число заданных циклов равно числу заданных $M = n$, то включение привода нажимного устройства $DIR2=0$, $RUN2=1$.

9. Если нажимной валок на установленном уровне $D2=1$, то остановка привода нажимного устройства $DIR2=0$, $RUN2=0$ и STOP программы.

Таким образом, цикл работы реверсивной клетки механизированного ДУО-стана для начального пропуска включает в себя: разгон валков вхолостую до скорости захвата слитка, разгон со слитком в валках до установившейся скорости, прокатку на этой скорости. После этого следует выброс заготовки и останов валков. Во время паузы, посредством нажимного устройства клетки, перемещается верхний прокатный валок. При этом, происходит изменение раствора между валками, в соответствии с требуемым обжатием. Затем, следует повторный разгон заготовки в валках до установившейся скорости, прокатка на этой скорости и выброс. Циклы повторяются до получения проката с заданными параметрами.

Таким образом, в ходе проектирования ДУО-стана, были выполнены следующие работы. Проведен анализ конструкций и эксплуатационных характеристик лабораторных двухвалковых прокатных станов, выпускаемых промышленностью. На основе полученных результатов разработаны кинематическая схема автоматизированного ДУО-стана и алгоритм его работы. Разработана конструкция и изготовлен макет механизированного ДУО-стана, конструкция которого позволяет дальнейшую его автоматизацию.

Список использованных источников

1. Колесников, А. Г. Технологическое оборудование прокатного производства: учебное пособие / А. Г. Колесников, Р. А. Яковлев, А. А. Мальцев. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 158 с.

2. Комплект «Зарница» лабораторный прокатный стан ДУО-130. <https://propribory.ru/product/143464> (дата обращения: 10.10.2024)

3. Лабораторный стан ДУО-360. <https://ipdme.ru/stan-duo-360-laboratornyj> (дата обращения: 12.10.2024)

4. Лабораторный реверсивный стан ДУО-250. <https://ipdme.ru/stan-duo-250> (дата обращения: 12.10.2024)

5. Лабораторный реверсивный стан ДУО-180 <https://ipdme.ru/stan-duo-180-laboratornyj> (дата обращения: 12.10.2024)

6. Радионова Л.В., Фаизов С.Р., Лисовский Р.А. Лабораторный прокатный стан ДУО-130. Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2017. Том 5, №4. С. 46-50. <https://indust-engineering.ru/issues/2017/2017-4.pdf> (дата обращения: 16.10.2024)

СПОСОБ ЕДИНИЧНОГО КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПАМЯТИ ОТ ОШИБОК

Автор: Крехов К.И., студент 4 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Васильев Г.И., к.т.н., доцент кафедры

Аннотация

Системы автоматизированного проектирования цифровых микросхем для программируемых комплексов управления чрезвычайно нуждаются в разработке способов обнаружения и предотвращения ошибок в схемах памяти и преобразования информации. Целью статьи является описание способа обеспечения высокой

надёжности единичного позиционного кода на основе кольцевого счётчика с блокировками и возможностью синхронизации, а также оценка разработанного способа кодирования по критерию надёжность-достоверность-сложность в сравнении с существующим двоичным кодированием. Основным результатом является разработка способа кольцевого единичного кодирования с предотвращением множественности ошибок и автоматической коррекцией ошибки на границе К. Шеннона на основе использования словаря переходов элемента памяти кольцевого счётчика с блокировками и его программно-схемотехнического моделирования.

Annotation

Computer-aided design systems for digital chips for programmable control systems are in great need of developing ways to detect and prevent errors in memory circuits and information conversion. The purpose of the article is to ensure high reliability of a single positional code based on a ring counter with locks and synchronization capability, as well as to evaluate the developed encoding method according to the reliability-reliability-complexity criterion in comparison with existing binary encoding. The main result is the development of a method for ring unit encoding with the prevention of multiple errors and automatic error correction at the K. Shannon boundary based on the use of a dictionary of transitions of a memory element of a ring counter with locks and its software and circuit modeling.

Ключевые слова: единичный позиционный код, двоичный код, предупреждение ошибок синхронно-самосинхронной памяти, кольцевой счётчик с блокировками, синхронизация с индикацией, надёжность, достоверность, сложность

Keywords: single positional code, binary code, error prevention of synchronous-self-synchronous memory, ring counter with locks, synchronization with indication, reliability, reliability, complexity.multiplicity of errors and automatic error correction at the K. Shannon boundary based on the use of a dictionary of transitions of a memory element of a ring counter with locks and its software and circuit modeling

В современной вычислительной технике важное значение имеет повышение достоверности памяти, поскольку она занимает почти 70 % оборудования [1]. Такая статистика показывает, что в системах автоматизированного проектирования (САПР) цифровых микросхем **актуальной** является разработка надёжных интегральных схем памяти преобразователей информации (СППИ) для программируемых комплексов управления (ПКУ) особенно в авиации, на транспорте, космосе и др.

Целью работы является обоснование возможности применения способа единичного кодирования для решения **ЗАДАЧИ** защиты памяти от ошибок.

Объектом исследования является процесс обмена информации в вычислительных устройствах между памятью и другим оборудованием.

Предметом исследования является способ единичного кодирования информации.

Проблема заключается в возникновении искажений информации под воздействием различного рода факторов.

Гипотеза исследования состоит в существовании взаимной однозначности преобразования цифровой информации в код с удовлетворением критерию надёжность-достоверность-сложность (НДС). Анализ показывает, что при двоичном кодировании возникающие ошибки памяти устраняют, как правило, использованием корректирующих линейных кодов [1, 2]. Основной сложностью при корректировании искажённых кодов является вероятность возникновения множественности ошибок. Исправление ошибок большей, чем одна, препятствует практическому осуществлению, например, кодирующего и декодирующего устройства, снижается быстродействие

вычислителя в двоичных кодах. Возникает необходимость исследования СППИ и недвоичных кодов, которые должны быть не сложнее чем двоичный код [4]. В условиях, не допускающих возникновения множественности ошибок в важных вычислителях, например, в квантовых компьютерах отказы обусловлены недопустимостью наблюдения за кубитом более одного такта, а нарушение этого условия вызывает декогеренцию (разрушение информации). Поэтому, в подобных условиях могут возникать неразличимые ошибки, которые снижают достоверность функционирования вычислителя. Особенностью памяти, в частности наиболее слабого звена такой памяти, является бистабильная ячейка (БЯ), которая может попадать в неразличимое (метастабильное) состояние. Например, БЯ на основе логических элементов И-НЕ может занимать состояние 11, выход из которого может быть вероятностным.

Свойства единичного позиционного кода и постановка задачи

Для решения задачи предупреждения ошибок памяти необходимо ввести ограничения и определить исходные данные. В качестве основного ограничения рассматриваются ошибки типа замещения 1 на 0 или 0 на 1 и использование единичного позиционного кода (ЕПК) [5]. Такие ограничения вызваны тем, что единичный код является бинарным, но более простым по сравнению с широко используемым в компьютерах двоичным кодом. Этот код используется в компьютерах для реализации программного управления, выбора адресов и данных при решении вычислительных задач. Выбор же ошибок замещения обоснован тем, что они являются наиболее встречающимися при работе компьютеров. Единичный код является безызбыточным линейным 1 из n (n, k) - кодом, в котором k - одномерное подпространство информационных символов k из n - общее пространство бинарных позиций Y_i . Проверочные разряды в линейных кодах являются некоторой функцией от информационных разрядов по операции сложения по mod 2 ($r = n - k$) - число проверочных символов.

Теория кодов определяет [2]: Для любого вектора Y_i линейного (n, k) кода - A над полем из q элементов (в нашем случае $q=2$), множество:

$$Y_i + A = \{Y_i \oplus Y_j : Y_j \in A\} \quad (1)$$

называется смежным классом (или сдвигом) кода A , каждый смежный класс содержит q^k векторов.

Рассматриваемое множество обладает следующими свойствами:

- Любой Y_i кодовый набор находится в некотором смежном классе.

- Для единичного бинарного и двоичного кода каждый смежный класс содержит k кодовых наборов.

- Два кодовых набора Y_i и Y_j находятся в одном и том же смежном классе, тогда

и только тогда, когда $Y_i \oplus Y_j \in A$.

- Два смежных класса либо не пересекаются, либо совпадают (частичное перекрытие невозможно).

- Множество смежных классов включает $S_0 = n$ кодовых наборов и содержит следующие подмножества смежных классов:

1. $S_3^0 = k - 2$ запрещенных кодовых наборов, которые воспринимаются как безошибочные (ошибки S_3^0 является зоной "нечувствительности" линейного кода).

2. $S_3^I = k$ запрещенных кодовых наборов, имеющих такой же вектор ошибки, как и корректируемая ошибка в информационных разрядах.
3. $S_3^K = 0$ запрещенных кодовых наборов, имеющих такой же вектор ошибки, как и корректируемая ошибка при отсутствии контрольных разрядов.
4. $S_K = S_O \setminus [S_3^O \cup (S_3^I \cap S_3^K)]$ - число ошибок, которые однозначно воспринимаются как ошибочные.

Декодирование линейных кодов (исправление ошибки), как правило, осуществляется по методу максимума правдоподобия, при этом из смежного класса, содержащего ошибочный кодовый набор Y_i^* , выбирается вектор ошибки E с наименьшим весом (лидер смежного класса) и проводится коррекция ошибки как $Y_i = Y_i^* \oplus E$.

Если предположить, что в запоминающем устройстве (ЗУ) возможно возникновение не только одиночной ошибки, но и ошибок большей кратности, то встает задача определения кратности ошибки, принадлежащей соответствующему смежному классу.

При возникновении рассматриваемых ошибок синдром ошибок принимает нулевые значения, то есть возникает необходимость выявлять ошибочные кодовые наборы в зоне «нечувствительности» соответствующего корректирующего кода, а следовательно, и необходимость решения задачи по минимизации числа тестовых наборов, позволяющих выявлять ошибочные кодовые наборы в зоне «нечувствительности».

Таким образом, предотвращение множественности ошибок и неразрешимости ошибки памяти и кода при минимальных временных и аппаратурных затратах целесообразно и определяет **постановку задачи** на основе проектирования СППИ устойчивой к ошибкам и использовании недвоичного кода способного блокировать ошибки. Существует необходимость в предотвращении множественности ошибок вплоть до одной с памятью более устойчивой к метастабильности, чем простая БЯ, а также разработке схемы предупреждения ошибки при программировании счётчика команд (адресов, данных) и процедуры их исправления. Такая постановка задачи трудна, но чрезвычайно актуальна.

Для ЕПК задача ставится как снижение метастабильности памяти БЯ кодовых разрядов с возможностью блокировки всех ошибочных состояний кода во всех его разрядах, кроме двух работающих в очередном такте разрядов. При такой постановке задачи появляется возможность только одной ошибки, которую можно устранить согласно теории кодирования по заданному критерию НДС. Для двоичных кодов такая постановка задачи практически нереальна и требует много времени на поиск синдрома ошибки среди n разрядов, упомянутых ранее.

Выводы и перспективы использования результатов оценок

Проведенное исследование и оценки ЕПК, введенные в предложенный способ проектирования КСБ по критерию НДС, позволяют повысить надёжность СППИ при хранении и передаче информации как минимум на порядок по сравнению с существующими пределами. Моделирование и описанный алгоритм работы КСБ с устранением ошибок замещения подтверждают, что единичный импульс информации можно передавать практически без ошибок. При декодировании исключается множественность ошибок кода.

Технико-экономический эффект разработанного способа кодирования с самоконтролем и самокоррекцией ошибок замещения и использованием синхронно-

самосинхронной памяти, которая отличается от промышленной памяти способностью к индикации, заключается в следующем:

- Повышение надёжности кодирования при хранении информации не менее чем на 1-2 порядка.
- Исключение множественности ошибок и сокращение времени определения синдрома ошибки с её устранением не более чем за 1 такт.
- Обеспечение достоверности и КПД кодирования, близких к 100% (на пределе Шеннона).
- Снижение сложности кодирования и декодирования на основе синхронно-самосинхронной памяти при сжатии информации ЕПК по сравнению с двоичным кодом, который требует дополнительной обслуживающей и контролирующей памяти.
- Сокращение времени синхронизации СППИ при кодировании на основе избыточности с индикацией.

Таким образом, исследованный способ кодирования на основе ЕПК, использующий блокировки разработанной памяти и её синхронизацию с индикацией, обеспечивают технико-экономический эффект по критерию НДС и превосходят достижения теории двоичного кодирования. Созданы условия для более качественной микроминиатюризации СППИ для ПКУ и практически безошибочного преобразования информации, основанного на применении фундаментальных кибернетических принципов Н. Винера на основе обратных связей при выполнении задания курсового проекта.

В заключение следует отметить, что проведенное исследование с моделированием в программе Proteus позволит эффективно решать проблемы кодирования и использовать методы предупреждения ошибок с принудительным их исправлением через индикацию при преобразовании информации и её хранении за минимальное время и с минимальными потерями.

Список использованных источников

1. ГОСТ 26.014–81. Средства измерения и автоматизации. Сигналы электрические кодированные входные и выходные.
2. Крехов К.И. Устройство регулирования параметров объекта в заданных пределах. Курсовой проект по дисциплине ЭВМ и периферийные устройства. Серпухов: филиал МАИ, 2023, 31 с.
3. Патент 2112188 полезная модель Крехова К.И. под руководством начальника вычислительного отдела, м.н.с. Крехова В.Е.
4. Хетагуров Я. А. Руднев Ю.П. Повышение надежности цифровых устройств методами избыточного кодирования. М.: Энергия, 1974, 270 с.
5. Мак-Вильямс Ф.Дж., Слоэн Н.Дж. Теория кодов, исправляющих ошибки. М.: Связь, 1979, 744 с.
6. Щербаков Н.С. Достоверность работы цифровых устройств. М: Машиностроение, 1989, 224 с.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ НЕЙРОННЫЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ СЕТИ LLM: СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Автор: Липовцев И.А., Кириченко Ж.Д. филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

Научный руководитель: Маков П.В., к.т.н., доцент

Аннотация

В данной работе проводится сравнительный анализ отечественных и зарубежных больших языковых моделей (LLM) с целью выявления их возможностей и перспектив применения в бизнесе и на производстве. Оценка моделей проводится на основе нескольких ключевых критериев, таких как скорость работы, точность генерации текста, решение логических задач и следование пользовательским инструкциям. В работе рассматриваются сильные и слабые стороны LLM.

Annotation

This paper presents a comparative analysis of domestic and international large language models (LLM) to evaluate their capabilities and potential for use in business and production. The models are assessed based on several key criteria, including processing speed, text generation accuracy, logical problem-solving, and adherence to user instructions. The study explores the strengths and weaknesses of LLMs.

Ключевые слова: большие языковые модели, искусственный интеллект, нейросети, бизнес, производство, машинное обучение, обработка естественного языка

Keywords: large language models, artificial intelligence, neural networks, business, production, machine learning, natural language processing

Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения стремительно развиваются, открывая новые возможности для автоматизации, анализа данных и повышения производительности. Однако в центре внимания многих исследований находится сравнение отечественных и зарубежных больших языковых моделей (LLM), чтобы определить их возможности и ограничения [2,3].

Актуальность:

Применение больших языковых моделей (LLM) становится всё более востребованным в различных отраслях, включая бизнес, промышленность и науку. Однако использование зарубежных решений связано с рисками утечки данных, что делает развитие отечественных LLM важным направлением для обеспечения информационной безопасности и технологической независимости.

Цель:

Проведение сравнительного анализа отечественных и зарубежных LLM для выявления их сильных и слабых сторон, а также определения потенциала отечественных моделей в задачах автоматизации.

Задачи:

1. Изучить теоретическую базу и текущие тенденции развития LLM.
2. Оценить производительность отечественных и зарубежных моделей по ключевым параметрам: точность, скорость работы, универсальность.
3. Исследовать влияние промптов на результаты выполнения задач моделями.
4. Выявить области, в которых использование отечественных LLM наиболее эффективно.
5. Предложить рекомендации по применению отечественных LLM в условиях повышенных требований к информационной безопасности.

Объект исследования:

Большие языковые модели, применяемые для автоматизации обработки естественного языка.

Предмет исследования:

Эффективность применения отечественных (GigaChat, YandexGPT 3 Pro) и зарубежных (ChatGPT-4, Large-2) LLM в задачах автоматизации.

Методы исследования:

Для достижения цели применяются методы аналогии и сравнения, а также эмпирическое тестирование. В рамках тестирования анализируется способность моделей решать задачи из различных областей (логика, математика, перевод) с и без использования промптов.

Проблема:

Использование зарубежных LLM может угрожать безопасности обрабатываемых данных, что особенно важно для критически значимых отраслей. При этом отечественные модели часто подвергаются критике за ограниченную точность и функциональность.

Гипотеза:

Отечественные LLM, несмотря на текущее отставание, обладают потенциалом для конкурентоспособного использования в задачах автоматизации при условии их правильной настройки и применения в условиях, где критически важна информационная безопасность.

Сравнительный анализ моделей позволит определить, насколько отечественные аналоги могут заменить зарубежные решения, а также выявить их преимущества и ограничения в контексте реальных задач.

GigaChat и YandexGPT 3 Pro ориентированы на русскоязычный рынок и учитывают национальные особенности языка, что делает их эффективными для русскоязычных текстов. ChatGPT-4 и Large-2 представляют международные решения, адаптированные под различные языки, что делает их универсальными для глобального применения.

Сначала оценивались возможности моделей в прикладных науках без промптов, чтобы определить их базовый уровень понимания и способности решать задачи. Использовались по 20 задач из различных областей: физические – с easyfizika.ru, математические – с math-ege.sdangia.ru, логические задачи – с chronolines.ru.

Промпт* (prompt) – это текстовая инструкция, направляющая ответ модели. Использование промптов позволяет пользователю точно формулировать задачу, повышая качество и релевантность ответов. В данном анализе промпты направили модели на решение конкретных вопросов, что позволило оценить их способность понимать контекст и адаптироваться к требованиям пользователя.

Каждая модель предназначена для выполнения определенного спектра задач. **Основная цель** – оценить их базовые когнитивные способности и универсальность без специальных указаний.

Анализ результатов без промптов.

1. Физика: Large-2 показал наилучшие результаты (75%), тогда как YandexGPT 3 Pro — лишь 25%. GigaChat-55%, а ChatGPT-4o mini-65%. Зарубежные модели, вероятно, обладают более обширными данными по физике.

2. Математика: ChatGPT-4 достиг 100% точности, GigaChat и Large-2 — 90%, YandexGPT 3 Pro — 50%. ChatGPT-4o mini имеет значительное преимущество в математических задачах.

3. Логика: Все модели показали сопоставимые результаты: ChatGPT-4o mini и Large-2 — 80%, GigaChat и YandexGPT 3 Pro — 70%. Зарубежные модели немного опережают отечественные.

4. Размер контекста: ChatGPT-4o mini превосходит остальные модели (128K токенов). Отечественные модели ограничены: YandexGPT 3 Pro — 8K токенов, GigaChat и Large-2 — 32K токенов.

5. Скорость ответа: Отечественные модели быстрее (9 секунд), ChatGPT-4o mini — до 15 секунд, Large-2 — 11 секунд. Быстрая скорость отечественных моделей делает их предпочтительными для оперативных приложений.

Таким образом, без промптов зарубежные модели показывают лучшие результаты в физике и математике, что делает их подходящими для систем автоматизации и вычислительных задач. Отечественные модели демонстрируют более высокую скорость ответа, что может быть преимуществом в задачах, требующих оперативности.

Для данных задач был составлен промпт: "Представь, что ты [специалист в этой области]. Тебе нужно решить задачу по [указываем раздел задачи]. Попробуй решить задачу 2-я разными способами, проанализируй результат и сравни подходы. После этого напиши ответ."

Анализ результатов с использованием промптов:

1. Физика: Все модели улучшили свои показатели. ChatGPT-4o mini достиг 95%, Large-2 — 80%, YandexGPT 3 Pro — 45%, Gigachat — 60%. Зарубежные модели лучше реагируют на направляющие инструкции.

2. Математика: ChatGPT-4o mini и Large-2 показали максимальные результаты (100%), GigaChat сохранил 90%, YandexGPT 3 Pro улучшился до 65%. Промпты важны для точности выполнения математических операций.

3. Логика: ChatGPT-4o mini показал лучший результат (85%), остальные модели улучшили свои результаты до 70–80%. Промпты способствуют лучшему выполнению логических задач.

4. Размер контекста и скорость ответа: Показатели остались неизменными. Модели с меньшим временем отклика (YandexGPT 3 Pro и GigaChat) сохраняют преимущество по скорости, что делает их полезными в задачах, где важна оперативность.

Выводы из анализа с использованием промптов:

- Все модели демонстрируют улучшение производительности при использовании специализированных инструкций.

- Использование промптов повышает точность выполнения задач и позволяет более полно раскрыть потенциал моделей для решения сложных и узкоспециализированных задач.

- Корректная и структурированная постановка запроса является ключевым фактором для достижения высоких показателей производительности.

Также важным аспектом применения языковых моделей в автоматизации является их способность к точному переводу технической документации. Перевод специализированных текстов требует знания терминологии и способности передавать смысл в строгом соответствии с исходными параметрами и инструкциями. Оценка перевода моделей позволяет выявить их применимость для задач, связанных с автоматизацией и обработкой технической информации, а также их ограничения в интерпретации специализированных понятий и параметров.

Для тестирования качества перевода был выбран отрывок с профессионального веб-ресурса ([Linguacontact](#)).

Оригинальный текст: Setting the pressure probe range. When using pressure probes with output signal in mA, the PbC parameter must be configured as Cur, while P04 and P20 (PbF, F04, and F20 in fans) will be set with their corresponding value. P04: Setting the output signal of the transducer corresponding to 4 mAP20: Setting the output signal of the transducer corresponding to 20 mA. The pressure value to configure must be relative pressure when the rLP parameter = rEL, and absolute pressure when the rLP parameter = AbS. Note: absolute pressure = relative pressure + 1 bar (14.5 PSI)

Профессиональный перевод: Установка диапазона датчиков давления. При использовании датчиков давления с токовым выходным сигналом в мА, для параметра PbC необходимо установить значение Cur, а для P04 и P20 (PbF, F04 и F20 для

вентиляторов) должны быть установлены их соответствующие значения. P04: Установка выходного сигнала преобразователя соответствующим току 4 мА P20: Установка выходного сигнала преобразователя соответствующим току 20 мА. Значение давления при установке конфигурации должно быть относительным, когда параметр $rLP = rEL$, и абсолютным, когда параметр $rLP = AbS$. Примечание: абсолютное давление = относительному давлению + 1 бар (14,5 фунтов/дюйм²)

Для выполнения перевода с английского на русский каждой модели был предложен следующий промпт: "Переведи следующий технический текст с английского на русский, точно передав смысл и терминологию. Обрати внимание на структуру предложений и особенности стиля, характерные для технического языка. Если встречаются специфические термины без очевидного русского аналога, используйте оригинал или предложите несколько вариантов перевода в скобках с пояснениями. Главная цель: донести смысл текста. Текст: [текст для перевода]"

На основании предоставленных переводов технического текста, вот текстовая версия ответов от каждой модели:

Ответ от ChatGPT-4o mini:

Установка диапазона датчика давления. При использовании датчиков давления с выходным сигналом в мА параметр PbC должен быть настроен как Cur, в то время как P04 и P20 (PbF, F04 и F20 для вентиляторов) будут установлены с соответствующими значениями. P04: Установка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 4 мА. P20: Установка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 20 мА. Давление, необходимое для настройки, должно быть относительным, когда параметр $rLP = rEL$, и абсолютным, когда параметр $rLP = AbS$. Примечание: абсолютное давление = относительное давление + 1 бар (14,5 PSI).

Ответ от Large-2:

Установка диапазона датчика давления. При использовании датчиков давления с выходным сигналом в мА параметр PbC должен быть настроен как Cur, а параметры P04 и P20 (PbF, F04 и F20 для вентиляторов) должны быть установлены на соответствующие значения. P04: Установка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 4 мА. P20: Установка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 20 мА. Значение давления, которое необходимо настроить, должно быть относительным давлением, когда параметр $rLP = rEL$, и абсолютным давлением, когда параметр $rLP = AbS$. Примечание: абсолютное давление = относительное давление + 1 бар (14,5 PSI).

Ответ от GigaChat:

Настройка диапазона датчика давления. При использовании датчиков давления с выходным сигналом в мА параметр PbC необходимо настроить как «Cur», а параметры P04 и P20 (PbF, F04 и F20 у вентиляторов) будут настроены на соответствующие значения. P04: Настройка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 4 мА. P20: Настройка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 20 мА. Значение давления, которое нужно настроить, должно быть относительным давлением при значении параметра $rLP = rEL$ и абсолютным давлением при $rLP = AbS$. Примечание: абсолютное давление = относительное давление + 1 бар (14,5 psi).

Ответ от YandexGPT 3 Pro:

Настройка диапазона датчика давления. При использовании датчиков давления с выходным сигналом в миллиамперах параметр PbC необходимо настроить как Cur, а P04 и P20 (в вентиляторах используются обозначения PbF, F04 и F20) нужно задать соответствующие значения. P04: установка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 4 мА. P20: установка выходного сигнала преобразователя, соответствующего 20 мА. Необходимо настроить значение давления относительно параметра $rLP = rEL$ или абсолютного давления, если $rLP = AbS$. Примечание:

абсолютное давление = относительное давление + 1 бар (14,5 фунта на квадратный дюйм).

Анализ результатов перевода

- ChatGPT-4o mini: показал наилучший результат, обеспечив точный перевод терминов и параметров. Модель продемонстрировала высокую способность к интерпретации контекста и корректной передаче инструкций, что делает её подходящей для задач, где требуется высокая степень точности и точное соблюдение инструкций.

- YandexGPT 3 Pro: выполнил перевод с базовым соответствием требованиям, но с некоторыми упущениями в передаче специфических терминов и технических инструкций. Модель может быть полезна для общего перевода, однако требует доработки для применения в высокоточных областях.

- GigaChat: показал сопоставимые с YandexGPT 3 Pro результаты, справляясь с базовыми аспектами перевода. Однако качество передачи технической информации, особенно специфических терминов, уступает зарубежным аналогам, что может ограничивать его использование в критически важных приложениях.

- Large-2: демонстрирует хорошее понимание текста, однако испытывает сложности с точной передачей инструкций и терминологии. Модель может быть полезна для менее специализированных текстов, но её эффективность снижается при работе с узкоспециализированной технической информацией.

Проведенный анализ показал, что ChatGPT-4o mini демонстрирует наилучшую точность перевода технической документации, что делает его эффективным инструментом для автоматизации задач, требующих высокой точности. YandexGPT 3 Pro и GigaChat обеспечивают приемлемое качество перевода для общего использования, но могут нуждаться в доработке при работе с узкоспециализированными текстами. Large-2 показал базовое понимание текста, но его применение целесообразно в задачах, не требующих детализированного соответствия техническим инструкциям.

Вывод:

Проведенное исследование показало, что отечественные большие языковые модели в среднем уступают зарубежным аналогам в точности выполнения задач, таких как решение логических, математических и прикладных задач. Однако, несмотря на это отставание, отечественные LLM остаются мощными инструментами, которые способны эффективно решать широкий круг задач в сфере автоматизации. Использование отечественных моделей, таких как GigaChat и YandexGPT 3 Pro, может стать надежной основой для автоматизации бизнес-процессов и производственных операций, особенно в тех условиях, где критически важна информационная безопасность. Эти модели обладают всеми ключевыми функциональными возможностями, характерными для современных LLM, и при правильной интеграции способны повысить эффективность работы предприятий, снизить затраты на ручные операции и ускорить обработку данных.

В динамично развивающейся сфере LLM и генеративных моделей прорывы происходят каждые несколько месяцев, и хотя на текущий момент отечественные модели несколько отстают по ряду показателей, этот разрыв имеет тенденцию к сокращению. Интенсивное развитие технологий и улучшение алгоритмов могут в ближайшие годы свести разницу между отечественными и зарубежными моделями к минимуму.

Список использованных источников

1. Жусип М. Н., Жаксыбаев Д. О. Сравнение чат-ботов с использованием трансформеров и нейросетей: исследование применения архитектур GPT и BERT // Вестникнауки.2024.№9(78).URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-chat-botov-s-ispolzovaniem-transformerov-i-neyrosetey-issledovanie-primeneniya-arhitektur-gpt-i-bert> (дата обращения: 29.10.2024).

2. Соколова М. Е. ChatGPT и промпт-инжиниринг: о перспективах внедрения генеративных нейросетей в науке // Научно-исследовательские исследования. 2024. №1. С. 94–106. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chatgpt-i-prompt-inzhiniring-o-perspektivah-vnedreniya-generativnyh-neyrosetey-v-nauke> (дата обращения: 28.10.2024).

3. AI is here – and everywhere: 3 AI researchers look to the challenges ahead in 2024 [Электронный ресурс] // The Conversation. 2024. URL: <https://theconversation.com/ai-is-here-and-everywhere-3-ai-researchers-look-to-the-challenges-ahead-in-2024-218218> (дата обращения: 28.10.2024).

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕТЧЕРА СОБЫТИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ПЛИС

Авторы: Никольский Ф.В. и Осморский В.А., студенты 4 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

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

Аннотация

В представленной работе приведены результаты разработки и исследования аппаратного цифрового устройства по управляемой обработке множества входных информационных сигналов (событий) на платформе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Решается задача обработки, кодировки, запоминания и маршрутизации принятых событий с заданным приоритетом. Разработанное устройство позволяет выполнять масштабирование по числу обрабатываемых событий, обладает высоким быстродействием и легко интегрируется в разрабатываемую или существующую автоматизированную систему управления любыми технологическими процессами. Для проверки соответствия разработанного устройства техническому заданию был разработан стенд в составе: оптические датчики, линейный модуль перемещения (ЛМП) СПШ20, ПЛК 110-30 и промышленный робот ЦПР-11П.

Annotation

The presented work presents the results of development and research of a digital device for controlled processing of a set of input information signals (events) on the platform of programmable logic integrated circuits (FPGA). The problem of processing, encoding, storing and routing of received events with a given priority is solved. The developed device allows scaling by the number of processed events, has high speed and is easily integrated into a developed or existing automated control system for any technological processes. To check the compliance of the developed device with the technical specifications, a stand was developed consisting of: optical sensors, linear displacement module (LMP) SPSH20, PLC 110-30 and industrial robot TsPR-11P.

Ключевые слова: диспетчер событий, ПЛИС, автоматизированная система управления, Quartus Prime

Keywords: event manager, FPGA, automated control system, Quartus Prime

Структура любой автоматизированной системы управления (АСУ) содержит, как правило, стандартный набор функциональных подсистем: подсистема информационных датчиков, вычислитель, реализующий запрограммированный алгоритм задачи и исполнительные устройства. В централизованной АСУ информация от датчиков поступает прямо на подсистему ввода вычислительного устройства. Более сложно реализуется распределенная АСУ, когда алгоритм задачи распределяется между

географически разнесенными подсистемами. В этом случае информацию от датчиков одной подсистемы необходимо передавать, с помощью коммуникационной сети, на другие подсистемы. Решение задачи приема и кодировки информации от датчиков выполняет устройство, названное диспетчером событий.

Актуальностью данной практической работы является построение диспетчера событий с минимальной задержкой по обработке событий на аппаратной платформе.

Основной **целью** является разработка и исследование компонентов обработки и распределения событий, обеспечивающих минимальное детерминированное время ее доставки потребителю. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**: выполнить сравнительный анализ технических характеристик современных ПЛИС, оценить соотношение цены и быстродействия ПЛИС, разработать структурную схему стенда на основе промышленного оборудования для проверки работы диспетчера событий.

При выполнении практической работы были использованы следующие **методы**: разработка имитационной модели в пакете *AnyLogic*, выполнение временного моделирования в пакете *ModelSim Intel* для определения реального быстродействия диспетчера событий, проведение эксперимента на промышленном оборудовании для проверки работы диспетчера событий.

Объектом исследования является процесс обработки распределенных событий при управлении в реальном времени распределенными технологическими системами.

Предметом исследования является фактор времени, когда максимально быстрая обработка событий определяет достоверность информации, Таким образом, в работе решается проблема быстрой обработки событий и их кодировки. **Гипотезой** исследования является предположение о возможности реализовать проект диспетчера событий в современных ПЛИС с временем обработки одного события не хуже чем за 25 нс, при частоте сканирования 200 МГц.

В исследовательской работе решается **проблема**, связанная с проверкой возможности реализовать проект диспетчера событий с заданным быстродействием и проверкой его на промышленном оборудовании.

Анализ работ по выбранной тематике

Одной из целей исследования является решение задачи по анализу научных и практических работ по схожей тематике. Наглядным примером распределенной системы управления является АСУ ускорителя заряженных частиц [2,4]. Ускорительный комплекс ИФВЭ состоит из трех ускорителей, каждый из которых распределен по большой территории комплекса. Для решения общей задачи, формирования пучка заряженных частиц заданной энергии, необходима синхронизация работы всех технологических подсистем комплекса. В этом случае информационные сигналы от датчиков распределенных подсистем необходимо специальным образом закодировать [2,5] и передать по сети MIL-STD-1553. Эта задача реализована аппаратно с использованием ПЛИС.

Похожую задачу решают авторы статьи [1,222], когда задачи по обработке информации распределяются между набором процессоров по заданному приоритету. Авторы отмечают потерю производительности, связанную со значительными временными затратами на выполнение процедур планирования и переключения контекстов задач при программной реализации диспетчеризации. Авторы статьи полагают, что одним из путей решения подобных проблем является аппаратная реализация функций диспетчеризации, которая в значительной степени снимает проблему временных потерь. Для этих целей использованы возможности аппаратной платформы ПЛИС.

Разработка проекта *Event_Manager* в пакете *Quartus Prime*

Анализ работ по рассматриваемой тематике показывает, что для достоверности событий, обрабатываемых диспетчером (для минимизации времени обработки диспетчером) следует при разработке диспетчера событий использовать аппаратный вариант, а именно ПЛИС. Главное достоинство ПЛИС – параллельная обработка больших массивов данных, что позволяет минимизировать время обработки.

Диспетчер событий реализован в виде проекта *Event_Manager* в пакете *Quartus Prime* фирмы *INTEL* на ПЛИС семейства *Cyclone 10 LP* [5]. Рассмотрим алгоритм работы проекта по функциональной схеме (рис. 1).

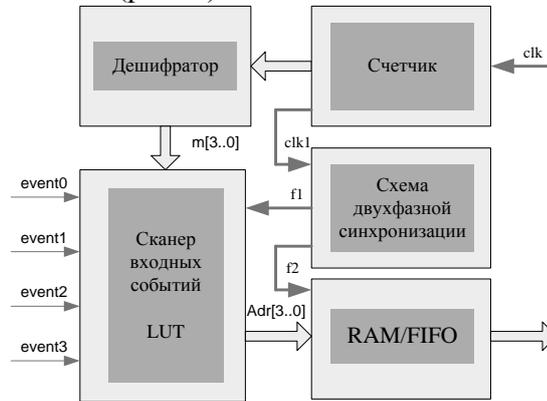


Рис.1 Функциональная схема проекта *Event_Manager*

Ниже представлены обозначения сигналов, используемых в схеме (рис.1):

- *event*[3..0] - входные сигналы (события), поступающие на блок *LUT*;
- *clk* - глобальный тактовый сигнал от генератора 12 МГц, используемый для синхронизации работы всех устройств проекта;
- *clk1* - сигнал тактирования Схемы Двухфазной Синхронизации;
- *m*[3..0] - позиционный код, реализуемый Счетчиком и Дешифратором;
- *f1, f2* - сигналы тактирования блоков *RAM/FIFO* и *LUT*, разнесенные по времени на полпериода;
- *str* - сигнал начала работы блока Счетчик;
- *Adr*[3..0] - адреса ячеек памяти *RAM*, получаемые на выходе Сканера Входных Событий (*LUT*);
- *Data*[3..0] - закодированные данные об очередном событии, поступившем на вход Сканера Входных Событий (*LUT*).

Работа диспетчера событий задается следующими требованиями:

- По сигналу “Сброс” все выходы входных триггеров устанавливаются в “0”, а блоки Счетчик и Дешифратор начинают формировать позиционный код *m*[3..0], при этом логическая ‘1’ появляется в младшем разряде;
- Схема Двухфазной Синхронизации начинает формировать сигналы *f1* и *f2*.
- Все входные события фиксируются на триггерах *T0..T3* (в блоке *LUT*), которые сбрасываются в исходное состояние после обработки;
- Память *RAM* служит кодировщиком номера входного порта и добавлением служебной информации в передаваемое сообщение.
- Для согласования скорости обработки (сканирования) поступивших событий и скорости последовательной передачи данных используется эластичный буфер – *FIFO*.

Рассмотрим механизм сканирования входных сигналов *event*[3..0] и превращения их в закодированные сообщения, подготовленные для передачи по коммуникационной сети. Для этого более детально представим блок Сканера Входных Событий (рис.2).

Алгоритм работы Сканера Входных Событий заключается в следующем:

1. После появления одного или нескольких событий устанавливаются в активное состояние соответствующие триггеры и на их выходах вырабатываются сигналы $p[3..0]$;
2. При совпадении активных сигналов p и m в каком-либо разряде, формируется один из сигналов $st[3..0]$, который вызывает останов счетчика и появление сигнала str ;
3. На адресных входах памяти RAM , с помощью сигнала $f1$, формируется адрес ячейки $Adr[3..0]$, в которой записаны адрес входного порта принятого события и служебная информация;
4. Сигнал str дает старт процессу передачи данных по последовательному каналу;
5. После обработки формируется сигнал $f2$, который сбрасывает триггер обработанного входа и запускает работу счетчика.

Алгоритм работы Сканера Входных Событий заключается в следующем:

- ✓ После появления одного или нескольких событий устанавливаются в активное состояние соответствующие триггеры и на их выходах вырабатываются сигналы $p[3..0]$.
- ✓ При совпадении активных сигналов p и m в каком-либо разряде, формируется один из сигналов $st[3..0]$, который формирует сигнала str и вызывает останов счетчика.

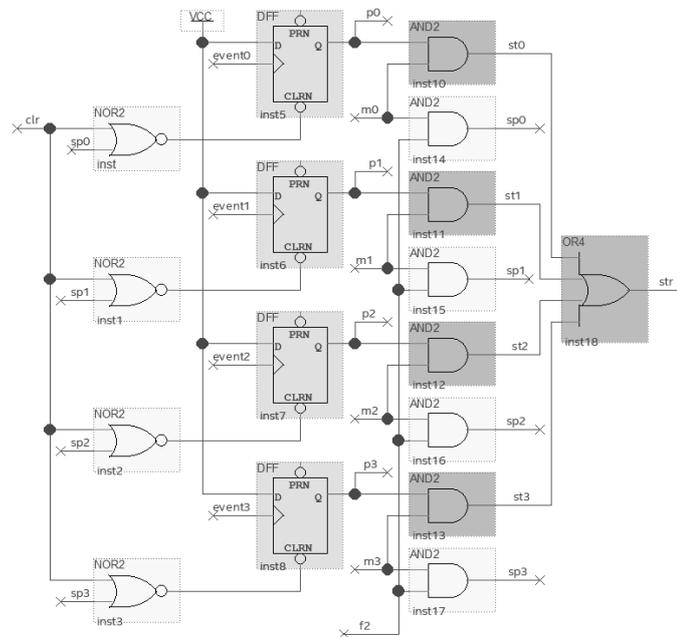


Рис.2 Обработка параллельных потоков событий методом сканирования

- ✓ На адресных входах памяти RAM , с помощью сигнала $f1$ и текущего значения сигналов $st[3..0]$, формируется адрес ячейки $Adr[3..0]$, в которой записаны номер входного порта принятого события и служебная информация.
- ✓ После обработки каждого активного триггера формируется сигнал $f2$, который сбрасывает триггер обработанного входа и запускает работу счетчика.
- ✓ Содержимое ячейки с текущим адресом $Adr[3..0]$ помещается в память типа $FIFO$.
- ✓ Далее запускается процесс передачи данных по последовательному каналу.

Разработка стенда для испытаний работы диспетчера событий

Для проверки работоспособности разработанного диспетчера событий с реальным оборудованием был собран стенд, состоящий из линейного модуля перемещения (ЛМП) с сервоприводом СПШ-20 [4], двух оптических датчиков, платы $CLK148$ на ПЛИС с диспетчером событий и промышленного робота ЦПР-1П с

управлением от ПЛК110. Для проверки работы была разработаны следующие программы: в пакете *MotoMaster* программа перемещения каретки ЛМП, в пакете *CoDeSys* программа управления роботом в ПЛК110 [3] и в ПЛИС проект *Event_Manager*. После запуска программы *MotoMaster* и загрузки всех программ начинается перемещение каретки ЛМП (рис.3) с пересечением оптической оси датчиков. При замыкании оптических датчиков сигнал приходит на ПЛИС, который после обработки диспетчером событий формирует сигнал *Pushk* на вход ПЛК. Этот сигнал запускает работу робота по заданному алгоритму.

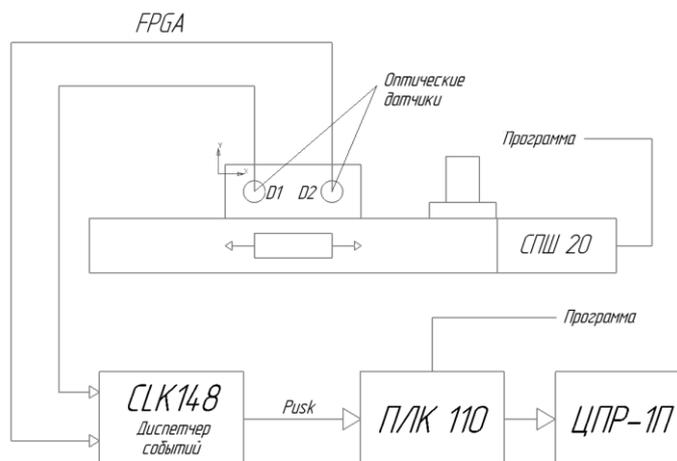


Рис.3 Структурная схема испытательного стенда

Проверка работы диспетчера событий на стенде показала соответствие разработанного алгоритма и полученных результатов. Временное моделирование в пакете *ModelSim Intel* показало время обработки одного события не хуже чем за 25 нс, при частоте сканирования 200 МГц, что свидетельствует о подтверждении высказанной гипотезы. Уменьшение времени обработки возможно при использовании ПЛИС с большими скоростными характеристиками. На собранном стенде были проведены эксперименты с ЛМП, при которых рассматривались различные варианты пересечения оптических осей датчиков. В итоге была выбрана конфигурация, при которой сигналы на входы диспетчера событий передается при последовательном пересечении сначала оптической оси датчика *D2*, а затем датчика *D1*, и не передается при движении каретки ЛМП в обратном направлении. К достоинствам разработки можно отнести масштабируемость по числу событий и высокую скорость сканирования событий.

Список использованных источников

1. Бикташев, Р. А. Реализация устройства аппаратной поддержки диспетчеризации задач для многопроцессорной системы на ПЛИС / Р. А. Бикташев, С. К. Шестаков // Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание -2013: Сборник статей XI международной научно-технической конференции. - Курск: ЮЗГТУ. - 2013. - С. 220 - 223.
2. Комаров, В. В. Базовые принципы построения общей таймерной системы ускорительного комплекса У-70 / В. В. Комаров. - Протвино: Гос. науч. центр Рос. Федерации Ин-т физики высоких энергий, 2004. - 7 с.: ил., табл.; 28 см. - (Государственный научный центр Российской Федерации Институт физики высоких энергий (ИФВЭ); 2004-46 ОУ У-70).

3. Программируемый логический контроллер ПЛК110, https://owen.ru/product/plk110_m02

4. Сервопривод СПИИ20, <http://zaozmi.ru/catalog/spsh-tech.html>

5. TEI0003-03-QFCR4A Trenz Electronic FPGA module with Intel Cyclone 10 LP FPGA, <https://wiki.trenz-electronic.de/display/PD/TEI0003>

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Автор: Телипов И.В., студент 3 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

Научный руководитель: Курзуков Г.В., старший преподаватель кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

Аннотация

Рассматриваются способы изготовления деталей машин при помощи аддитивных технологий, в частности, 3D печати. Приводится описание практического изготовления детали.

Annotation

The methods of manufacturing machine parts using additive technologies, in particular 3D printing, are considered. A description of the practical manufacturing of the part is given.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, 3D-принтер, прототипирование, автоматизация производства

Keywords: additive technologies, 3D printing, 3D printer, prototyping, manufacturing automation

Аддитивные технологии – это относительно новый и перспективный способ создания новых изделий, ставший возможным, благодаря развитию компьютерных технологий в области автоматизации производства. Аддитивные технологии представляют собой процесс изготовления деталей, который основан на создании детали по электронной модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, в отличие от механической обработки и традиционного формообразующего производства.

Вместо понятия «аддитивные технологии» часто используется его синонимы: «трёхмерная печать» или «3D-печать». Этот термин часто ассоциируют с 3D-принтерами. Процесс создания нового изделия с помощью таких технологий называют прототипированием. Прототипирование (Prototyping) – процесс создания физического объекта при помощи 3D-принтеров методом послойного нанесения его структуры в соответствии с математической моделью [1].

С помощью технологии аддитивного производства автоматически производятся компоненты из различных материалов, таких как пластмассы, металлы и сплавы, биоматериалы и керамика. Методы 3D-печати используются в дизайне, строительстве и на транспорте, в производственной, аэрокосмической и медицинской отраслях [2].

Существует два основных вида 3D-печати пластиком.

FDM (Fused Deposition Modeling), метод послойного наплавления материала [3] – самый простой и распространённый метод печати, заключающийся в экструзировании (продавливании) пластика через разогретое до температуры его плавления сопло (экструдер). Экструдер прикреплен к 3-осевому механизму, позволяющему ему перемещаться в направлениях X, Y, Z. Расплавленный пластик наплавляется послойно в определённых программой местах в виде тонких нитей, после остывает и затвердевает.

В зависимости от типа пластика охлаждение ускоряется вентиляторами, установленными на экструдере.

Большинство систем FDM позволяют регулировать несколько параметров процесса печати, таких как температура сопла, платформы, скорость печати, высота слоя и скорость вентиляторов охлаждения. Они обычно устанавливаются оператором принтера.

При моделировании детали важно учитывать размер стола и высоту слоя самой детали:

Стандартный размер печатной области настольного 3D-принтера обычно составляет 200 x 200 x 200 мм, в то время как для промышленных машин он может достигать 1000 x 1000 x 1000 мм. Если настольный 3D-принтер предпочтительнее (например, из соображений экономии), большую модель можно разбить на более мелкие части и затем собрать или склеить.

Типичная высота слоя, используемая в FDM, варьируется от 50 до 400 мкм и может быть определена на этапе программного слайсинга (перевода 3D-модели в управляющий код). Меньшая высота слоя обеспечит более гладкую деталь и более точно отразит сложную геометрию, в то время как большая высота слоя позволит детали распечататься быстрее и с меньшими затратами. Высота слоя 150-200 мкм является оптимальной по соотношению времени печати и её качеству.

Вторым основным видом 3D-печати пластиком является фотополимерная печать, в частности представленная технологиями SLA, DLP и LCD. Все они имеют одинаковый принцип: в специальную ванну с прозрачным дном заливают фотоотверждаемую смолу, погружают платформу на одноосевом приводе и послойно засвечивают необходимые контуры модели. Различия лишь в том, что в DLP используется проектор, в LCD – жидкокристаллический экран, а в SLA – ультрафиолетовый лазер, который намечает размеры печатаемой модели.

Существование двух основных видов 3D-печати объясняется наличием достоинств и недостатков обоих способов.

FDM прост и удобен тем, что материал хранится в твёрдом виде. Так его дешевле производить и транспортировать. Этот способ подходит для большинства технических деталей, а печать производится довольно быстро. К минусам можно отнести низкую конечную точность при мелкой детализовке, и невозможность производить детали меньше 0,1 мм, так как дальнейшее уменьшение диаметра отверстия сопла технологически нецелесообразно.

При фотополимерной печати напротив, точность ограничена только размером пикселя на экране ультрафиолетового дисплея проектора или другого устройства. Минусами же являются ограниченность размеров печатаемой детали из-за размеров засвечивающего устройства, и скорость печати.

В этой статье рассматривается создание детали при помощи FDM технологии.

Данную работу можно отнести к проектной, так как требуется получить конкретный результат – деталь с определёнными свойствами, которая необходима для конкретного использования.

Актуальность работы заключается в следующем. В воздушном компрессоре необходимо заменить крыльчатку охлаждения рабочего поршня, сломанную в процессе эксплуатации (рис. 1).

Проблема состоит в том, что купить такую деталь не представляется возможным из-за отсутствия её и похожих аналогов в продаже. Следовательно, её надо изготовить. Но, поскольку форма детали сложная, изготовление её единичного экземпляра, например, способом литья будет достаточно дорого. Поэтому надо выбрать более дешёвый способ изготовления детали.

Объектом данного проекта является крыльчатка, которую необходимо изготовить.

Предметом проекта являются свойства крыльчатки, а именно, материал, форма и размеры, которые необходимо обеспечить в результате выполнения работы.

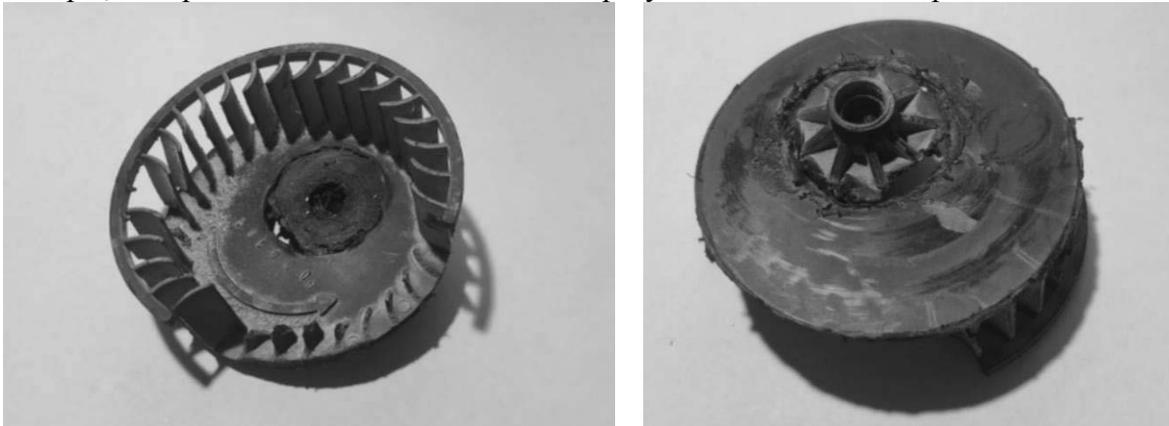


Рис. 1. Крыльчатка компрессора, требующая замены

Оригинальная деталь изготовлена из пластмассы. FDM технологии позволяют, при наличии 3D-принтера, относительно недорого изготавливать пластмассовые детали различной формы с достаточно высокой точностью. Поэтому для изготовления крыльчатки была выбрана эта технология. В качестве материала детали выбран пластик PETG, обладающий хорошими характеристиками для использования в 3D-печати.

Цель работы – изготовление детали посредством FDM технологии 3D-печати.

Задачи, которые было необходимо решить для изготовления новой детали:

- снять размеры детали и построить её 3D-модель с помощью компьютерной системы автоматизированного проектирования (САПР), а именно, CAD-системы;
- создать программу 3D-печати, включающую технологические режимы работы 3D-принтера;
- выполнить 3D-печать детали с помощью 3D-принтера.

Методы, которые были применены для решения задач проекта и достижения цели: изучение теоретического материала по теме проекта, анализ формы крыльчатки, измерение ее элементов, моделирование крыльчатки с помощью CAD-системы, физический эксперимент по изготовлению крыльчатки, сравнение формы и размеров оригинальной детали и вновь изготовленной.

Гипотеза проекта – требуемую деталь можно изготовить с использованием FDM технологии 3D-печати.

Создание модели детали

Начало создания модели детали для печати на 3D-принтере схоже с традиционной технологией создания 3D-моделей. В САПР, поддерживающей экспорт файла в формат STL (*stereolithography*) проектируется деталь.

Существует множество способов реверс-инжиниринга деталей (обратного проектирования по имеющейся детали). Самый простой и распространенный, но трудоёмкий способ – вручную, при помощи различных измерительных инструментов (штангенциркуля, линейки, транспортира и т.п.).

Самым точным и технологичным является 3D-сканирование. 3D-сканер — это устройство, которое исследует какой-либо предмет, оцифровывая его с помощью датчиков, и использует полученную информацию для создания трехмерной модели. Из-за большой стоимости оборудования, стоимость услуги сканирования также достаточно велика.

Способ, объединяющий в себе дешевизну и автоматизированность, называется фотограмметрия. Фотограмметрия – это одно из направлений 3D-сканирования, основанное на получении данных о размерах и поверхностях реальных объектов за счёт фотоснимков. Технически это происходит следующим образом. Статичный объект фотографируют с разных ракурсов, в результате чего получается множество снимков. Их загружают в специальную программу, которая, в свою очередь, анализирует снимки, создаёт облако точек и формирует цельный объект в 3D с учётом рельефа.

Такой метод хорош при сканировании сложной, не требующей высокой точности, модели с множественным рельефом, но так же требует специального оборудования и программного обеспечения.

В нашем случае для создания модели детали применялся ручной реверс-инжиниринг. Моделирование осуществлялось в САПР КОМПАС-3D. Созданная модель крыльчатки показана на рисунке 2.

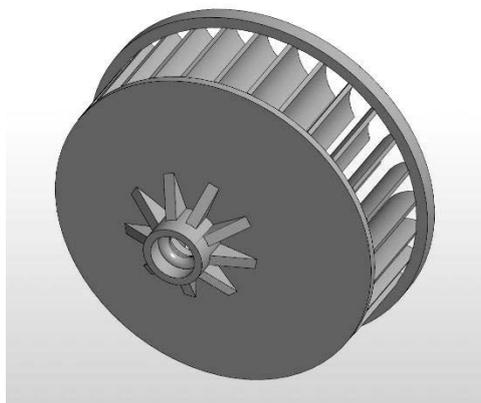


Рис. 2. Модель крыльчатки, созданная в САПР КОМПАС-3D

Подготовка к FDM печати, создание программы печати и выполнение 3D-печати

Для формирования рабочей программы модель экспортируется в формат STL и открывается в программе-компиляторе G-кода.

Так как 3D-принтер, по сути, является станком с ЧПУ, то управляющая программа должна быть написана при помощи команд G-кода. Для облегчения задачи существуют программы-компиляторы, переводящие 3D-модель в программу управления, они же добавляют в программу необходимую температуру нагрева экструдера и подложки, начальное абсолютное выравнивание по всем осям, конечное отведение от модели печатающей головы и охлаждение нагреваемых элементов.

В данном случае было использовано бесплатное программное обеспечение от компании Ultimaker, компилятор или программа-слайсер Cura 3D [4]. Данная программа имеет большие функциональные возможности, множество гибких настроек и функций, упрощающих работу с 3D-принтером.

Модель крыльчатки в программе-слайсере Cura 3D показана на рисунке 3. Разными цветами подсвечиваются плоскости с нависанием, где будет возможно провисание материала без использования поддержек.

После задания значений температуры стола и экструдера, соответствующих физическим свойствам пластика, программа отправляется на 3D-принтер для печати детали.

После остывания стола и подложки готовую деталь можно снимать и отсоединять поддерживающие элементы. Затем провести небольшую постобработку, удалив остаточные части поддержек, мелких нитей от откатов и т.п. Созданная деталь показана на рисунке 4.

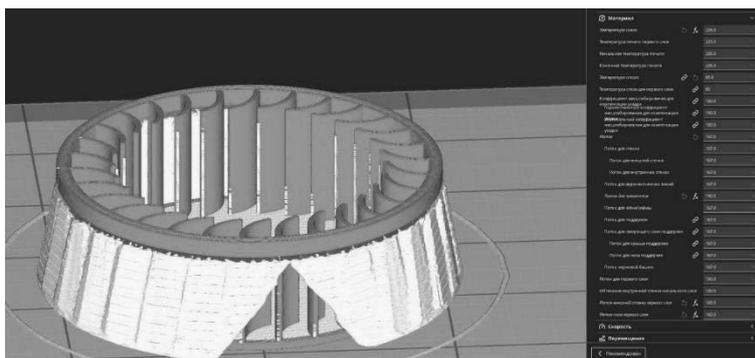


Рис. 3. Модель крыльчатки в программе-слайсере Cura 3D



Рис. 4. Крыльчатка, созданная методом 3D-печати

Сравнение формы и размеров изготовленной детали позволило сделать вывод о достаточно точном соответствии полученной детали оригинальной.

Новая деталь была установлена в компрессор вместо сломанной. Прочностные характеристики новой детали также оказались хорошими – деталь выполняет свои функции в компрессоре.

Практическая значимость выполненной работы заключается в том, что была изготовлена требуемая работоспособная деталь сложной формы для замены сломанной, с использованием FDM технологии 3D-печати. Полученные результаты работы могут применяться, например, при необходимости замены вышедших из строя деталей.

Теоретическая значимость работы заключается в подтверждении возможности изготовления качественных пластмассовых деталей сложной формы методом FDM печати. Полученные результаты работы могут применяться для изготовления аналогичных или других деталей.

Выводы

В процессе выполнения работы все поставленные задачи были решены: создана 3D-модель детали, создана программа печати, выполнена 3D-печать детали.

Цель работы – изготовление детали посредством FDM технологии 3D-печати, достигнута.

Гипотеза о возможности изготовления требуемой детали с помощью FDM технологии 3D-печати получила подтверждение.

Список использованных источников

1. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать : учебное пособие / В. В. Лисяк ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. – 109 с.

2. Введение в аддитивные технологии. Т. 1. Обзор основных технологий 3D-печати : учебник / М.В. Канищев, Л.М. Ульянов. – Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2023. – 352 с.

3. Метод послойного наплавления материала (FDM). – URL: <https://iqb.ru/materials-and-technologies/technologies/fdm/> (дата обращения: 30.10.2024)

4. Учебник по Cura 3D — как пользоваться программой-слайсером Cura. – URL: <https://3dpt.ru/blogs/support/cura> (дата обращения: 30.10.2024)

**КОНСТРУКТОР ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОКУРОРОВ КАК НЕОБХОДИМОЕ
LEGALTECH РЕШЕНИЕ В ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ И
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОКУРАТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Автор: Шарифулин А.А. студент 5 курса Института прокуратуры Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА)

Научный руководитель: Пальянова Н.В. к.т.н., доцент кафедры информационного права и цифровых технологий

Аннотация

Настоящее исследование посвящено анализу некоторых актуальных проблем цифровой трансформации прокуратуры Российской Федерации, на основании которого выдвигается предложение о создании и внедрении в прокурорскую деятельность такого LegalTech решения, как конструктор документов для прокуроров.

Annotation

This research is devoted to the analysis of some actual problems of the digital transformation of the prosecutor's office of the Russian Federation, on the basis of which a proposal is put forward to create and implement such a LegalTech solution as a designer of documents for prosecutors.

Ключевые слова: LegalTech, прокуратура, информационные технологии, акты прокурорского реагирования, конструктор правовых документов, конструктор документов для прокуроров, высшее образование.

Keywords: LegalTech, prosecutor's office, information technology, acts of prosecutorial response, designer of legal documents, designer of documents for prosecutors, higher education.

Объект настоящего исследования – информационно-технологическое обеспечение юридической деятельности (LegalTech).

Предмет настоящего исследования – процесс цифровой трансформации органов и организаций прокуратуры Российской Федерации с использованием LegalTech решений.

Цель настоящего исследования – обосновать необходимость разработки и внедрения в повседневную деятельность работников прокуратуры Российской Федерации такого LegalTech решения, как «конструктор документов для прокуроров».

Задачи настоящего исследования:

– проанализировать существующие на данный момент процессы цифровой трансформации органов и организаций прокуратуры Российской Федерации;

– проиллюстрировать конкретными примерами пользу внедрения в повседневную деятельность работников прокуратуры Российской Федерации такого LegalTech решения, как «конструктор документов для прокуроров»;

– показать необходимость улучшения не только прикладного инструментария работников прокуратуры Российской Федерации, но и компетенций соответствующих прокуроров.

Гипотеза – в рамках цифровой трансформации органов и организаций прокуратуры Российской Федерации необходимо внедрить такое LegalTech решение, как «конструктор документов для прокуроров», которое значительно оптимизирует организацию и деятельность соответствующего органа государственной власти.

Технологические решения, адаптированные под юридическую деятельность прокуроров, последнее время особо активно внедряются в работу соответствующего органа государственной власти. Документом «стратегического планирования» в исследуемой сфере является «Концепция цифровой трансформации органов и

организаций прокуратуры до 2025 года» (далее – Концепция), утверждённая приказом Генерального прокурора Российской Федерации от 14 сентября 2017 года № 627¹.

Плоды реализуемой работы мы наблюдаем уже сегодня. «В настоящее время в органах прокуратуры Российской Федерации используются 11 информационных систем и автоматизированных комплексов, среди которых наиболее востребованы в практической деятельности федеральная государственная информационная система «Единый реестр проверок» (ФГИС ЕРП), автоматизированный информационный комплекс «Надзор-Web», государственная автоматизированная система правовой статистики «ГАС ПС»» [8,59-60].

Указанные LegalTech решения не являются эталонными и подвергаются критике. Так, например, доцент П.П. Ищенко указывает на то, что «трудоемкость обслуживания системы («Надзор-Web» – *А.Ш.*) не оправдывает затрачиваемых на это усилий, что вызывает нарекания работающих с ней прокуроров» [8,33]. Также доцент П.П. Ищенко подчёркивает, что «принятая в органах прокуратуры практика эксплуатации ГАС ПС, при которой первичные учетные документы оформляются не только в электронном, но и в «бумажном» виде, с последующей их перевозкой в информационные центры, не только вынуждает сотрудников выполнять двойную работу, но лишает смысла все проведенные мероприятия» [4,88]. Это закономерно, поскольку само появление данных LegalTech технологий произошло сравнительно недавно. Однако данный фактор не стал помехой в том, что «практически во всех странах СНГ осуществляется цифровая трансформация деятельности прокуратуры» [2,49]. Это носит абсолютно обоснованный и предсказуемый характер, поскольку, как верно отмечает доцент Н.В. Пальянова, «юридическая деятельность легко автоматизируется. Типовые функции, которые выполняются юристом изо дня в день, автоматизируются в первую очередь» [5,28].

Внедрение автоматизированной системы обработки данных [3,122] пока не носит повсеместного характера в прокуратуре. Прокурорские работники (особенно районного (городского) звена) продолжают в преддверии наступления очередного отчётного периода применять сложные арифметико-математические навыки (хотя в соответствии с п. 1 ст. 40¹ Федерального закона от 17 января 1992 года № 2202-1 «О прокуратуре Российской Федерации»² (далее – Закон о прокуратуре) прокурорами могут быть граждане Российской Федерации, получившие высшее *юридическое, а не техническое* образование), которые требуют специальных познаний в соответствующих областях. В итоге происходит смещение внимания с основных задач по осуществлению прокурорского надзора и иных функций соответствующего органа государственной власти на поиск необходимых решений в сфере обработки данных (статистики). Ещё частой рутинной является и проведение элементарной оцифровки данных: перемещение необходимой информации из рукописного в электронный вид (путём перепечатывания больших массивов текстов). Например, такую деятельность часто реализуют прокуроры отделов кадров субъектов прокуратур, когда переносят в электронный формат данные многих журналов (например, журнала о выслуге лет прокурорских работников соответствующего субъекта), которые ведутся в прокуратуре до сих пор в рукописной форме.

Указанные погрешности и недостатки демонстрируют, что внедрение LegalTech должно происходить не только в «ширь», но и в «глубь». В данной ситуации количество не перейдёт в качество, и юридическая работа в результате станет более однообразной и

¹ Приказ Генерального прокурора Российской Федерации от 14 сентября 2017 года № 627 (ред. от 27 мая 2024 года) «Об утверждении Концепции цифровой трансформации органов и организаций прокуратуры до 2025 года» // Законность. 2017. № 12.

² Федеральный закон от 17 января 1992 года № 2202-1 (ред. от 30 сентября 2024 года) «О прокуратуре Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 1995. № 47. Ст. 4472.

массовой, что LegalTech решение должно было наоборот устранить, поскольку оно (это решение) предполагает, как указывает профессор А.В. Минбалева, что «повседневную рутину победит креатив» [5,27].

Остановимся на правоприменительной деятельности прокуроров. Практически ежедневно они занимаются составлением каких-либо «надзорных и ненадзорных средств реагирования на выявленные правонарушения» [1,15] (это и постановления, и требования, и представления, и др.). Данная работа выполняется в текстовых процессорах, «результаты анкетирования (прокуроров – А.Ш.) показали, что все опрошенные ... используют ... текстовый редактор Microsoft Word» [9,86]. Нередко подобная деятельность носит монотонный и однообразный характер. Например, в рамках «процессуального надзора» на этапе доследственной проверки, проводимой в порядке ст.ст. 144 и 145 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации³, прокурорскими работниками исследуется огромное количество «отказного материала», в результате чего они нередко составляют такой акт прокурорского реагирования, как постановление, которое может быть разным по содержанию в зависимости от принятого решения по материалам проверки. Практика показывает, что ошибки, допускаемые следователями (дознателями), носят однотипный характер, вследствие чего и содержание соответствующего акта прокурорского реагирования (надзора) является однообразным, часто повторяющимся. Именно такую деятельность и можно автоматизировать в первую очередь, поскольку она является шаблонной. Однако, к сожалению, в каждом отдельном случае прокуроры просто используют ранее подготовленную в текстовом редакторе версию акта прокурорского реагирования и «вручную вбивают» отличающиеся от предыдущих данные (ФИО следователя (дознателя), даты, допущенные ошибки, требования и др.). Такого типа деятельность занимает просто колоссальное время. Внедрение же в этот участок прокурорской работы LegalTech позволило бы его (время) сэкономить.

Возникает резонный вопрос: какое LegalTech решение в данной ситуации можно применить? Одним из вариантов является использование искусственного интеллекта, однако это «вызывает много как этических, так и правовых вопросов» [10,192], поэтому на данном этапе внедрение такой технологии в деятельность органов прокуратуры невозможно. Считаем, что эффективной LegalTech технологией может являться создание **конструктора документов для прокуроров**⁴. Как верно отмечает доцент Н.В. Пальянова, «процесс составления *любых документов* (здесь и далее выделено мной – А.Ш.) с помощью конструкторов становится простым, быстрым и совершенно безрисковым» [5,36]. Его содержанием может быть предлагаемый на выбор прокурора набор как нормативного, так и фактологического материала (те самые ошибки следователя (дознателя), указания прокурора, и др.), преобразованный в связанные по правилам русского языка стандартизированные формулировки, вставляемые в содержание акта прокурорского реагирования. Данный арсенал будет варьироваться не только в зависимости от характера правонарушения, но и от места конкретной прокуратуры в системе прокуратуры Российской Федерации (например, типичные ситуации (ошибки) в практике транспортных прокуратур отличаются от территориальных). Такой конструктор документов отличается от машиноисполняемого

³ Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации: федер. закон от 18 декабря 2001 года № 174-ФЗ (ред. от 9 ноября 2024 года) // Собрание законодательства РФ. 2001. № 52 (ч. I). Ст. 4921.

⁴ Свою эффективность на сегодняшней день уже доказали не адаптированные под прокурорскую деятельность конструкторы правовых документов, а также договоров. Подробнее о них см.: Информационно-технологическое обеспечение юридической деятельности (LegalTech): учебник / под ред. А.В. Минбалева. М.: Проспект, 2023. [3,219-228] (автор параграфа – доцент Н.В. Пальянова); Пальянова Н.В. Развитие отрасли Legal Tech в России // Правовая информатика. 2022. № 4. [5,28-35].

права [8,19-25], которое подготавливает проект всего документа самостоятельно. Конструктор документов для прокуроров в этом аспекте имеет преимущество, поскольку предоставляет ему «право выбора» определённого количества условий (рисков): его требований, ошибок следователя (дознателя) и др. Отметим, что такое LegalTech решение, во-первых, отвечает базовым задачам Концепции, во-вторых, способствует укреплению принципа «единства системы органов прокуратуры» [6,88], вытекающего из определения самой прокуратуры (ч. 1 ст. 129 Конституции Российской Федерации⁵, п. 1 ст. 1 Закона о прокуратуре), поскольку позволит в некоторой части унифицировать документы прокуроров (в том числе и акты прокурорского реагирования) и, в-третьих, поможет прокурорскому работнику в подготовке ранее не составляемого им документа.

Необходимо подчеркнуть, что «цифровая трансформация органов прокуратуры, изменяющая условия ее функционирования, обновляет требования к обучению работников, к его формам и содержанию» [7,133]. Это процесс объективный, оттого, как отмечает доцент Н.В. Пальянова, «необходимо либо осваивать новые технологии, либо быть вне профессии» [5,36]. Особенно важно готовить будущих прокуроров к взаимодействию с LegalTech решениями уже со «студенческой скамьи». Сегодня это происходит. В Московском государственном юридическом университете имени О.Е. Кутафина (МГЮА) студенты Института прокуратуры, начиная с первого курса, осваивают такую дисциплину как «Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности»⁶, в рамках которой они приобретают фундаментальные знания, умения и навыки по работе с самыми необходимыми и повсеместно применимыми LegalTech продуктами.

Сделаем **выводы**.

Во-первых, в процессе цифровой трансформации прокуратуры не всё задуманное полностью реализуется, реальная прокурорская действительность диктует свои условия, которые не всегда могут быть учтены авторами, вводящими в практику LegalTech, однако это абсолютно нормально и является одним из этапов проникновения информационных технологий в систему прокуратуры (через тернии к звёздам).

Во-вторых, автоматизации должна подвергаться повседневная юридическая деятельность прокурора, особенно при выполнении им его основных обязанностей, поэтому в данном направлении прокурору в разы можно сократить время, потраченное на шаблонную работу. Оттого важнейшим представляется необходимость в разработке и внедрении такой LegalTech технологии, как *конструктор документов для прокуроров*.

В-третьих, внедрение LegalTech в деятельность органов прокуратуры требует наличия у её работников необходимых компетенций и навыков в информационных технологиях, отсюда следует то, что технологический образовательный процесс должен носить многоуровневый и непрерывный характер.

Список использованных источников

1. Акты прокурорского реагирования: учебное пособие / Т.И. Отческа, С.Х. Джигоев, Т.Г. Воеводина [и др.] – М.: Проспект, 2022. – 160 с.
2. Завьялова И.С. Цифровая трансформация органов и организаций прокуратуры Российской Федерации // Вестник ВГУ. Серия: Право. – 2021. – № 4 (47). – С. 44-52. – DOI: <https://doi.org/10.17308/vsu.proc.law.2021.4/3691>.

⁵ Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года (с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru>. (дата обращения: 28 ноября 2024 года).

⁶ См., например: Пальянова Н.В. Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности: рабочая программа. М.: Издательский центр Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), 2020. 82 с.

3. Информационно-технологическое обеспечение юридической деятельности (LegalTech): учебник / под ред. А.В. Минбалеева. – М.: Проспект, 2023. – 368 с.
4. Организация судебной и прокурорско-следственной деятельности: монография / под ред. Т.И. Отческой. – М.: Проспект, 2022. – 232 с.
5. Пальянова Н.В. Развитие отрасли Legal Tech в России // Правовая информатика. – 2022. – № 4. – С. 27-38. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-4-27-38.
6. Прокурорский надзор: учебник и практикум для вузов / под ред. А.Ф. Смирнова, А.А. Усачева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 483 с.
7. Теоретические, организационные и правовые проблемы создания цифровой среды органов прокуратуры Российской Федерации: монография / под общ. ред. О.С. Капинус; рук. авт. колл. И.В. Горошко. – М.: Проспект, 2021. – 168 с.
8. Теория и практика современных информационных технологий при реализации функций органов прокуратуры: монография / под ред. Т.И. Отческой, Н.В. Мишаковой. – М.: Блок-Принт, 2023. – 136 с.
9. Цифровизация деятельности органов прокуратуры: сб. материалов семинара (круглого стола) (Москва, 30 сентября 2020 г.); под общ. ред. И.В. Горошко; сост. А.Л. Коренюк; Ун-т прокуратуры Российской Федерации. – М., 2021. – 212 с.
10. Яцуценко В.В. Проблемы и перспективы внедрения цифровых технологий в деятельность органов прокуратуры // Актуальные проблемы российского права. – 2021. – Т. 16. – № 11. – С. 187-193. – DOI: 10.17803/1994-1471.2021.132.11.187-193.

РАЗРАБОТКА НЕЙРОПОДСКАЗЧИКА В ЗАДАЧАХ МАРШРУТИЗАЦИИ БПЛА

Авторы: Шевченко С.А., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Руденко Эдуард Михайлович, к.т.н., доцент кафедры математики

Аннотация

Рассматривается возможность разработки нейроподсказчика в задачах маршрутизации БПЛА. Приводятся математическая основа и необходимые расчёты для работы нейроподсказчика.

Annotation

The possibility of developing a neuroprotector in UAV routing tasks is being considered. The mathematical basis and the necessary calculations for the work of the neuroprotector are given.

Ключевые слова: граф реперных точек, БПЛА, эйлеровы и гамильтоновы маршруты максимального и наибольшего мониторинга на графе, операторы изоморфизмов графов

Keywords: graph of reference points, UAVs, Eulerian and Hamiltonian routes on the graph, genetic algorithm

Цель работы: рассмотреть математическую и программную основу для создания нейроподсказчика в задачах маршрутизации БПЛА.

Объектом исследования в статье являются маршруты мониторинга для группы БПЛА на графах реперных точек.

Предметом исследования является нейроподсказчик на базе искусственной нейронной сети прямого распространения для оперативного перевода эйлеровых маршрутов наибольшего мониторинга в ходе полета с одного маршрута на другой.

Расчет всех эйлеровых или гамильтоновых маршрутов (ЭМ, ГМ) на эйлеровом и гамильтоновом графе (ЭГ и ГГ) [2, с. 37] позволяет выделить из их множества маршруты максимального и наибольшего мониторинга (МММ и МНМ). На этих маршрутах обеспечивается групповой полет БПЛА змейкой друг за другом с интервалом одно ребро. При этом прохождение каждого ребра независимо от его длины каждый БПЛА проходит за одинаковое время и приходят в свои вершины приблизительно в одинаковые моменты времени, что обеспечивает им безопасные условия полета: не встречаться двум и более аппаратам в одной вершине и не лететь двум и более на одном ребре. Для каждого маршрута существует ограничение по численности группы. Это число называется числом мониторинга этого маршрута. Существуют маршруты, на которых возможно движение самого большого числа БПЛА. Это число называется числом наибольшего мониторинга (ЧНМ) самого эйлерова графа и обозначается $n_{\text{НМ}}$, а маршрут – МММ [3, с. 1-35]. Множество ЭМ наибольшего мониторинга на каждом ЭГ ограничено. Так на графе $v8e16$ (рис.1), состоящем из восьми вершин и шестнадцати ребер равно восьми:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= (1 \ 2 \ 3 \ 8 \ 5 \ 7 \ 6 \ 1 \ 4 \ 2 \ 5 \ 3 \ 8 \ 7 \ 4 \ 6 \ 1), & m_2 &= (1 \ 2 \ 5 \ 3 \ 8 \ 7 \ 6 \ 1 \ 4 \ 2 \ 3 \ 8 \ 5 \ 7 \ 4 \ 6 \ 1), \\
 m_3 &= (1 \ 4 \ 2 \ 3 \ 8 \ 5 \ 7 \ 4 \ 6 \ 1 \ 2 \ 5 \ 3 \ 8 \ 7 \ 6 \ 1), & m_4 &= (1 \ 4 \ 2 \ 5 \ 3 \ 8 \ 7 \ 4 \ 6 \ 1 \ 2 \ 3 \ 8 \ 5 \ 7 \ 6 \ 1), \\
 & & (1) & \\
 m_5 &= (1 \ 4 \ 6 \ 7 \ 8 \ 3 \ 5 \ 2 \ 4 \ 1 \ 6 \ 7 \ 5 \ 8 \ 3 \ 2 \ 1), & m_6 &= (1 \ 6 \ 4 \ 7 \ 5 \ 8 \ 3 \ 2 \ 4 \ 1 \ 6 \ 7 \ 8 \ 3 \ 5 \ 2 \ 1), \\
 m_7 &= (1 \ 6 \ 7 \ 8 \ 3 \ 5 \ 2 \ 1 \ 6 \ 4 \ 7 \ 5 \ 8 \ 3 \ 2 \ 4 \ 1), & m_8 &= (1 \ 6 \ 7 \ 5 \ 8 \ 3 \ 2 \ 1 \ 6 \ 4 \ 7 \ 8 \ 3 \ 5 \ 2 \ 4 \ 1).
 \end{aligned}$$

В маршрутах (1) полужирным шрифтом выделены номера вершин, которые отстоят друг от друга на число $n_{\text{НМ}} = 6$. Остальные ЭМ на $v8e16$ имеют число $n_{\text{НМ}} < 6$, а именно 2 и 4. На графе $v8e16$ 1764 ЭМ имеют число максимального мониторинга $n_{\text{МММ}} = 2$; 496 — $n_{\text{МММ}} = 3$ и 36 ЭМ $n_{\text{МММ}} = 4$ [3, с. 114-119].

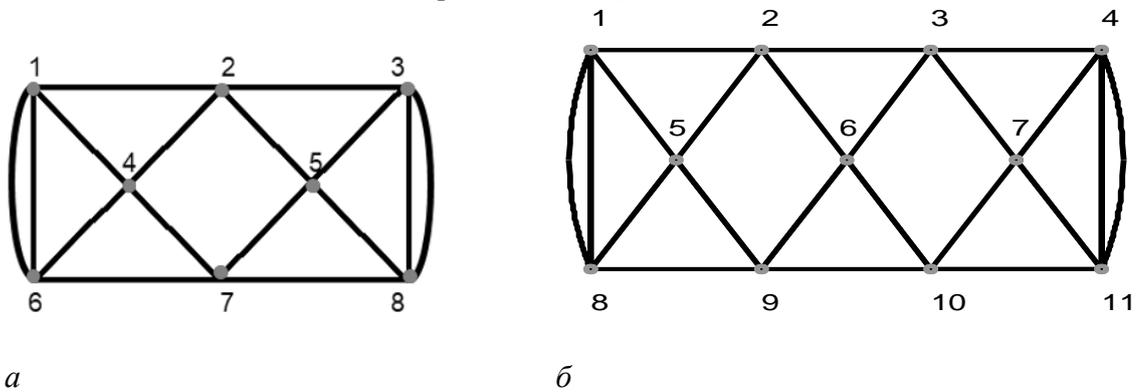


Рис.1. Эйлеровы графы: *a* - $v8e16$ с 2304 ЭМ; *б* - $v11e22$ с 43988 ЭМ

На ЭГ $v11e22$ наибольшее число мониторинга тоже равно шести: $n_{\text{НМ}} = 6$.

На графах рисунка 1 существуют два автоморфизма: горизонтальный и вертикальный. Автоморфизмы на графе $v8e16$ переставляют номера вершин в ЭМ:

$$\gamma_{\Gamma} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 6 & 7 & 8 & 4 & 5 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}; \quad \gamma_{\text{В}} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 3 & 2 & 1 & 5 & 4 & 8 & 7 & 6 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Организация движения группы из шести БПЛА на графе $v8e16$ по МНМ $m_1 = (1 \ 2 \ 3 \ 5 \ 7 \ 1 \ 4 \ 2 \ 5 \ 3 \ 7 \ 4 \ 1)$ может, в зависимости от поступившей информации, потребовать перейти всей группе одновременно на новый маршрут наибольшего мониторинга из

множества (1). Например, на маршрут $m_6 = (1\ 4\ 7\ 5\ 3\ 2\ 4\ 1\ 7\ 3\ 5\ 2\ 1) = \gamma_2(m_1) = \gamma_2(1\ 2\ 3\ 5\ 7\ 1\ 4\ 2\ 5\ 3\ 7\ 4\ 1)$. В ходе движения группы из 6 аппаратов такая команда будет выполнена при приходе всей группы в ближайшие вершины графа на маршруте m_1 . При этом группа БПЛА находится в разных вершинах маршрута m_1 . В таблице 1 приведены варианты перехода с ЭМ m_1 на маршрут m_6 при различных вариантах расположения шести БПЛА в последовательных вершинах маршрута m_1 .

Таблица 1

Варианты перехода шести БПЛА с маршрута m_1 на маршрут m_6

№	$m_1(1\ 2\ 3\ 8\ 5\ 7\ 6\ 1\ 4\ 2\ 5\ 3\ 8\ 7\ 4\ 6\ 1)$	$m_6(1\ 6\ 4\ 7\ 5\ 8\ 3\ 2\ 4\ 1\ 6\ 7\ 8\ 3\ 5\ 2\ 1)$
1	1 2 3 8 5 7	7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4 1 6 7
2	2 3 8 5 7 6	6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4 1 6
3	3 8 5 7 6 1	1 6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4 1
4	8 5 7 6 1 4	1 6 4 7 5 8 3 2 4 1 6 7 8 3 5 2 1
5	5 7 6 1 4 2	2 1 6 4 7 5 8 3 2 4 1 6 7 8 3 5 2
6	7 6 1 4 2 5	5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4 1 6 7 8 3 5
7	6 1 4 2 5 3	3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4 1 6 7 8 3
8	1 4 2 5 3 8	5 8 3 2 4 1 6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5
9	4 2 5 3 8 7	7 5 8 3 2 4 1 6 7 8 3 5 2 1 6 4 7
10	2 5 3 8 7 4	4 7 5 8 3 2 4 1 6 7 8 3 5 2 1 6 4
11	5 3 8 7 4 6	6 4 7 5 8 3 2 4 1 6 7 8 3 5 2 1 6
12	3 8 7 4 6 1	4 1 6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4
13	8 7 4 6 1 2	2 4 1 6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2
14	7 4 6 1 2 3	3 2 4 1 6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3
15	4 6 1 2 3 8	8 3 2 4 1 6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8
16	6 1 2 3 8 5	8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4 1 6 7 8

Выделенные полужирным шрифтом вершины в правом столбце таблицы 1 ЭМ m_6 по составу такие, как и в левом столбце, но расположены в порядке следования в ЭМ m_6 .

Для оперативного перехода с m_1 на маршрут m_6 в ходе движения группы из шести БПЛА предлагается использовать алгоритм искусственной нейронной сети (ИНС) [1, с. 103], которая обучена на выборках левого столбца таблицы 1 с откликами из правого столбца. В качестве ИНС выбрана сеть прямого распространения с линией задержки, которая имеет высокую сходимость к целым значениям номеров вершин правого столбца. Число входных нейронов равно шести, средний слой имеет 20 нейронов, выходной – 17, равный длине маршрута m_6 :

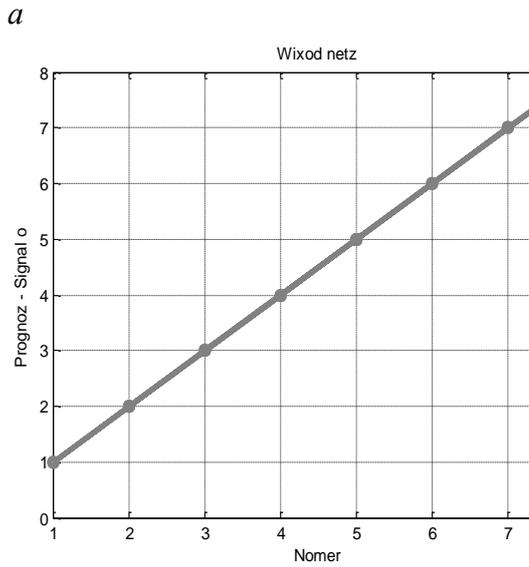
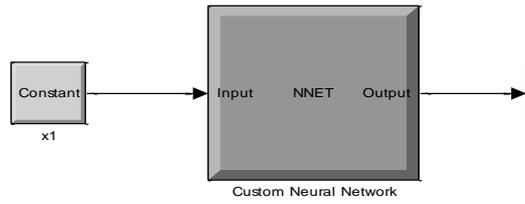
Листинг 1

```
net = newfftd(Tc, [0 1], [20 17], {'tansig' 'purelin'})
net.trainParam.epochs = 500;
net = train(net, P, T); y = sim(net, P)
```

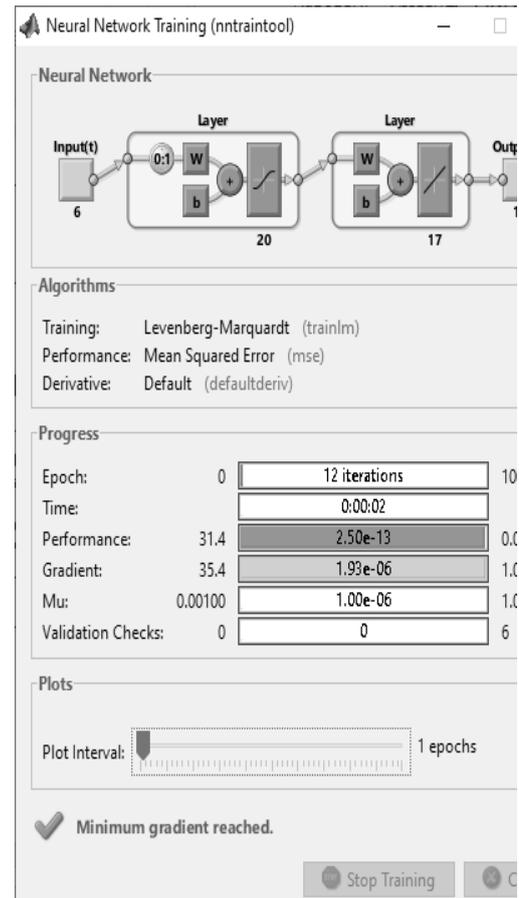
(3)

Время обучения ИНС составляет 1-2 минуты, что значительно меньше, чем время составления расчета соответствия вершин ЭМ маршрутов m_1 и m_6 для таблицы 1.

На рисунке приведены: схема ИНС, график сходимости и условия обучения.



б



в

Рис. 2. Результаты обучения ИНС: *a* – схема в нейронной сети; *б* - график сходимости ИНС к целочисленным значениям номеров вершин; *в* - условия окончания обучения

Ниже приведен график сигнала ошибки.

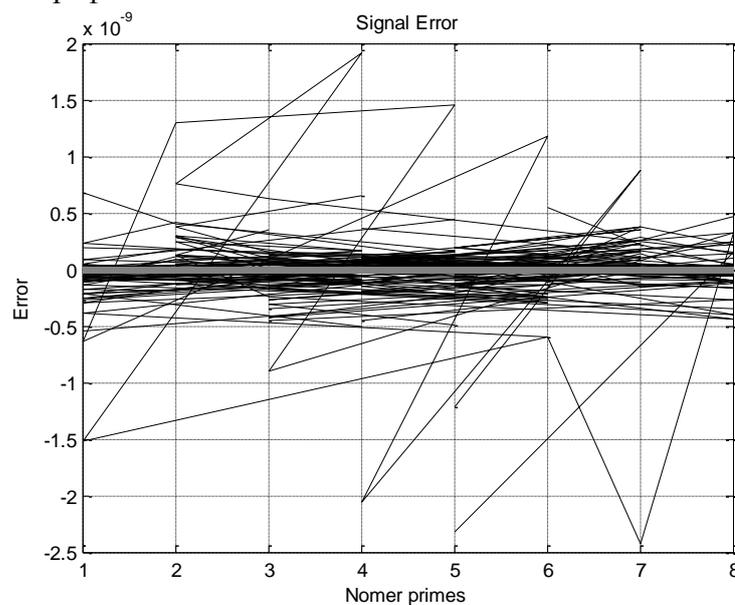


Рис.3. График сигнала ошибки расхождения после обучения ИНС от целочисленных значений номеров вершин ЭМ m_6

График показывает, что ошибка отклонения от целочисленных значений номеров вершин ЭМ m_6 составляет не более 10^{-8} . В таблице 2 приведен результат подсчета перевода обученной ИНС прямого распространения с линией задержки с ЭМ m_1 на m_6 .

Таблица 2

Значения ИНС после обучения от целочисленных значений номеров вершин ЭМ m_6

ИНС	Значения на выходе	ЭМ	Значения ИНС на выходе	ЭМ
	m_6		m_6	
	2.00000000017062	2	2.000000000072410	2
	4.000000000051497	4	1.000000000031544	1
	1.000000000075629	1	6.000000000033290	6
	5.99999999971992	6	3.99999999962901	4
	7.000000000014206	7	6.99999999992976	7
	7.99999999966958	8	4.99999999958697	5
	3.000000000002536	3	7.99999999942108	8
	4.99999999969536	5	3.000000000034420	3
			1.99999999985734	2

Отличие согласно таблицы 2 значений ИНС от целочисленных значений номеров вершин ЭМ m_6 составляет менее 10^{-10} . Если использовать оператор округления `round`, то получаем точное значение целочисленных номеров вершин ЭМ.

Время, необходимое для выбора нужного перехода с ЭМ m_1 на m_6 , составляет на персональном компьютере по запросу с помощью программы (листинг 2):

Листинг 2

```
tic
y = sim(net,P(:, 13:16))
y = sim(net,P1)
y = round(sim(net,P1))
toc
```

составляет по ответу «Elapsed time is 0,3758 00 seconds» 0,3758 секунды. При этом в листинге 2 было выполнено 4 запроса на ЭМ в «`y = sim(net,P(:, 13:16))`» и по одному в операторах «`y = sim(net,P1)`» и «`y = round(sim(net,P1))`». То есть было вычислено шесть вариантов перехода. В среднем один запрос на переход с ЭМ m_1 на m_6 составит порядка $0,3758:6 = 0,061$ секунды, что является оперативным временем нейроподсказчика.

Выводы:

Таким образом ИНС может быть использована в программном обеспечении контроллера БПЛА для оперативного перехода по команде с одного ЭМ на другой всей группы из шести аппаратов.

При наличии таблиц перехода с m_1 на другой МНМ из (1) аналогично можно построить таблицу подобную 1 и обучить другую ИНС для оперативного перехода.

Использование нескольких различных таблиц типа 1 как одну и построения одной большой ИНС для множественного решения задачи перехода группы из шести БПЛА по команде считаем не целесообразно, так как большая нейронная сеть будет содержать большое число нейронов в слоях, потребует большего времени обучения для достижения высокой точности сходимости к целочисленным значениям номеров маршрутов и потребует большего времени на симуляцию нужного ответа.

Такое объединение может иметь смысл если бортовой вычислитель будет иметь высокое быстродействие.

Список использованных источников

1. Дьяконов, В.П. / Инструменты биоинформатики и искусственного интеллекта. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6 / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов – Москва: Солон-Пресс, 2005. – 456 с.
2. Ore, O. Графы и их применение / О. Оре / Пер. с англ. под ред. и с предисл. И.М. Яглома. Издание испр. и суц. доп. – М.: УРСС: ЛЕНЕНД, 2015. 208 с.
3. Руденко, Э.М., Семикина Е.В. / Э.М. Руденко, Е.В. Семикина / Определение маршрута максимального мониторинга на графе реперов на местности / Журнал «I-methods», т.15, №1, 2023. – С. 1–35.
4. Руденко, Э.М. / Э.М. Руденко, Е.В. Семикина, М.А. Бреус, А.В. Радунцев / Расчет эйлеровых маршрутов на графах методом насыщения многообразия маршрутов / Сборник трудов XLIII Всероссийской НТК, филиал ВА РВСН, г. Серпухов. – 2024, стр. 171-175.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ДЛЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЁТОВ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Автор: Якимов Е.В., студент 4 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»

Научный руководитель: Курзуков Г.В., старший преподаватель кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

Аннотация

В данной статье рассматривается автоматизация расчетов прочностных характеристик изделий в среде SolidWorks, что является важным шагом к повышению эффективности проектирования и анализа.

Annotation

This scientific paper discusses the automation of calculations of the strength characteristics of products in the SolidWorks environment, which is an important step towards improving the efficiency of design and analysis

Ключевые слова: САПР - Система автоматизированного проектирования, прочностные расчёты, автоматизация

Keywords: CAE - Computer-aided engineering, strength calculations, automation

Прочность промышленных изделий имеет важное значение с точки зрения надёжности и безопасности эксплуатации.

Для подтверждения способности изделия сохранять свои параметры в пределах норм, установленных в технических условиях на изделия, в соответствии с государственными и отраслевыми стандартами, проводят механические испытания изготовленных изделий в лабораториях.

В настоящее время, в связи с широким применением систем автоматизированного проектирования (САПР) - САД-систем (Computer-Aided Design) при проектировании и конструировании изделий, для расчётов конструкций изделий на прочность применяются САПР, относящиеся к классу САЕ-систем (Computer-aided engineering) - программ и программных пакетов, предназначенных для решения различных инженерных задач.

Расчётная часть таких программ чаще всего основана на численных методах решения дифференциальных уравнений. Происходит своего рода ренессанс в распространении и использовании численных методов компьютерного анализа в инженерной деятельности [1].

Актуальность темы заключается в том, что использование САЕ-систем для расчётов конструкций на прочность на стадии проектирования позволяет сократить время на разработку новых изделий и повысить эффективность проектирования.

Проблема использования САПР для прочностных расчётов заключается в установлении достоверности результатов испытаний с помощью таких систем.

В данной статье приводятся результаты исследовательской работы, связанной с использованием САЕ-системы SolidWorks Simulation для проверочного расчёта прочности уже готового изделия, заведомо прошедшего лабораторные испытания.

Работа была выполнена при прохождении производственной практики на предприятии РАТЕП-ИННОВАЦИИ, выпускающем различное оборудование для тепловозов и электровозов.

Объект исследования – каркас компрессорной установки электровоза (рисунок 1) с установленным на нем электродвигателем и компрессором. Модель установки показана на рисунке 2.

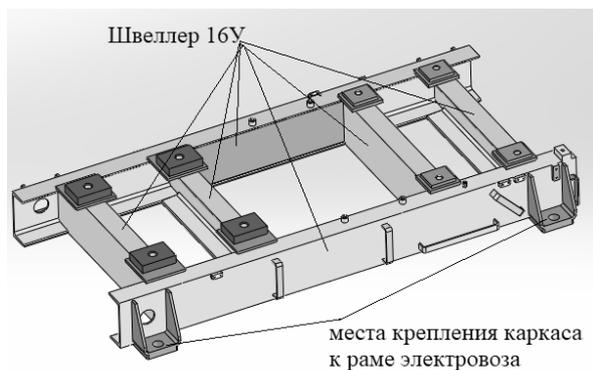


Рис. 1. Модель каркаса компрессорной установки

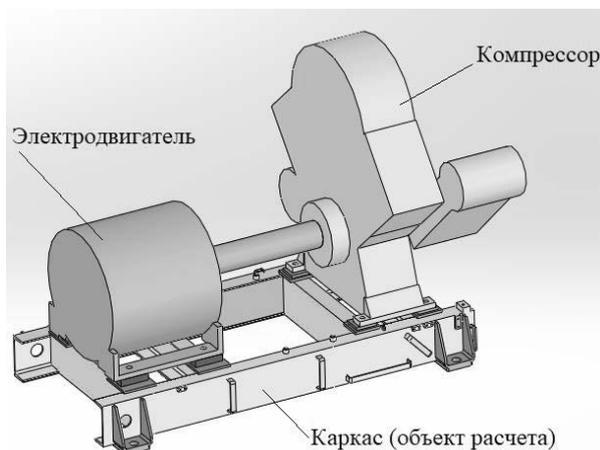


Рис. 2. Модель каркаса с установленным оборудованием

Каркас представляет собой металлическую сварную конструкцию, силовые элементы которой изготовлены из швеллера 16У ГОСТ 8240-97. Каркас имеет четыре места крепления к раме тепловоза. Материал деталей каркаса СтЗсп ГОСТ 535-2005 (предел текучести 210 МПа). Масса каркаса – 150 кг.

На каркас установлен асинхронный двигатель НВА-55С массой 385 кг и компрессор ВУЗ,5/10-1450 массой 310 кг.

Предмет исследования – максимальные напряжения в критических точках каркаса, возникающие под действием синусоидальных вибраций или ударных нагрузок, и приводящие к появлению деформаций, которые могут привести к разрушению конструкции.

Цель исследования – получение результатов проверочного расчета прочности, с использованием САПР, каркаса компрессорной установки при воздействии синусоидальной вибрации и одиночного удара в соответствии с группой механического исполнения М25 ГОСТ 30631-99 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации» [2], позволяющих сделать вывод о прочности конструкции каркаса.

Задачи, которые было необходимо решить в ходе выполнения исследования:

- создать 3D-модель компрессорной установки, состоящей из трёхмерной твердотельной модели каркаса и массогабаритных моделей электродвигателя с компрессором;
- провести испытания каркаса с использованием САПР, а именно:
 - определить резонансные частоты конструкции каркаса;
 - выявить влияние синусоидальных вибраций;
 - исследовать каркас на прочность при ударных нагрузках.

При проведении исследования применялись следующие методы:

- изучение теоретических положений и нормативной документации по теме исследования;
- моделирование объекта исследования при помощи CAD-системы SolidWorks [3];
- компьютерные эксперименты в SolidWorks Simulation [4] для определения возникающих механических напряжений;
- сравнение полученных значений механических напряжений с максимально допустимыми значениями для данной конструкции;
- логический метод, позволяющий сделать вывод об определённой достоверности результатов проверочных расчётов с помощью SolidWorks Simulation для изделия, заведомо прошедшего лабораторные испытания, но при отсутствии результатов этих испытаний, а также позволяющий распространить вывод о допустимости применения этой САПР для предварительных расчётов на прочность на стадии проектирования изделий.

Гипотеза исследования: САПР SolidWorks Simulation можно использовать для проверочных и предварительных инженерных расчётов на прочность конструкций машиностроения.

Определение резонансных частот конструкции каркаса

Воздействующий фактор – синусоидальная вибрация в трех направлениях (по отдельности) в диапазоне 0,5-100 Гц с ускорением 10 м/с^2 (1g).

Расчетные схемы для определения резонансных частот при воздействии вибрации в продольном, поперечном и вертикальном направлении показаны на рисунке 3.

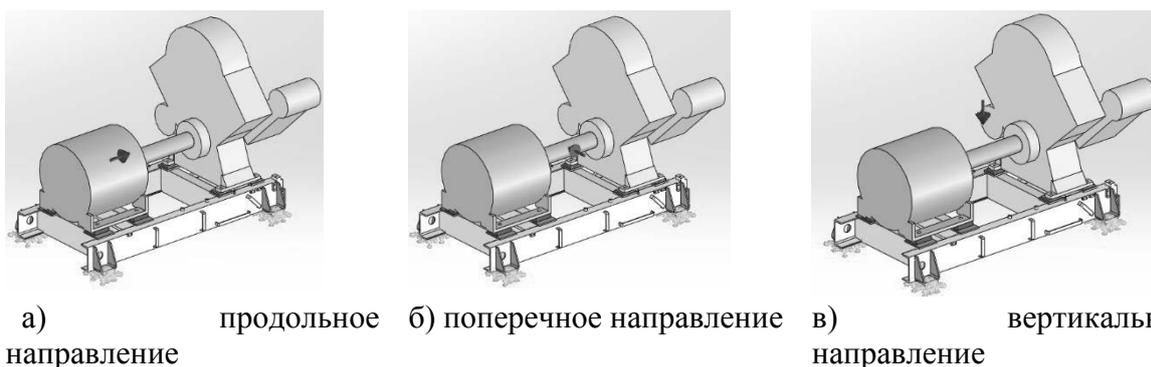


Рис. 3. Расчетная схема расчета на воздействие синусоидальной вибрации.

Расчет проводился посредством исследования «Линейная динамика. Гармонические колебания». Параметры расчета, а также сетка конечных элементов показаны на рисунке 4.

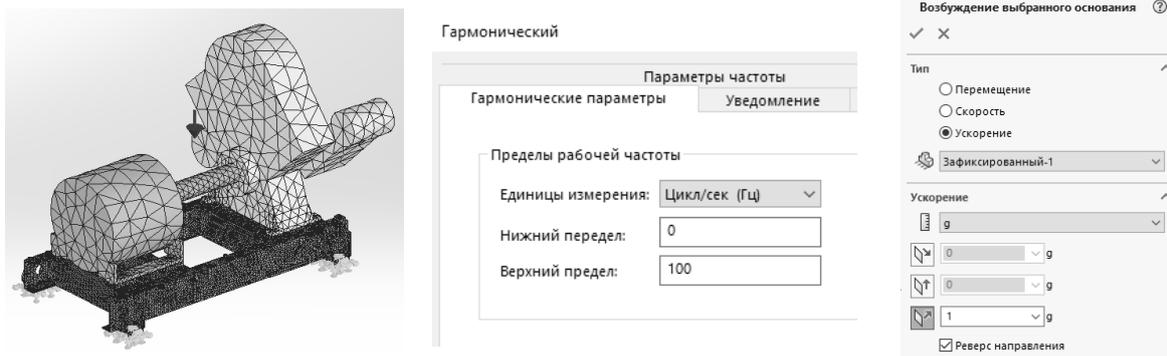
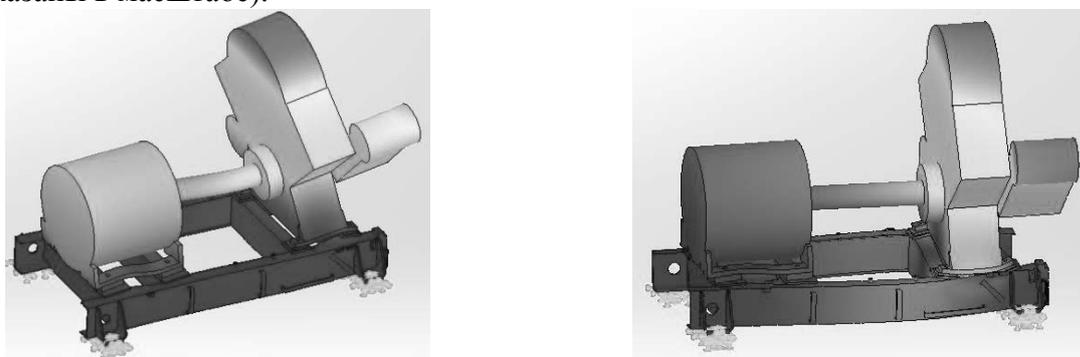


Рис. 4. Параметры расчета, сетка конечных элементов.

В результате расчета определены резонансные частоты: 80 и 88 Гц (в диапазоне до 100 Гц) компрессорной установки, указанные на рисунке 5 (формы колебаний показаны в масштабе).



а) форма колебаний для частоты 80 Гц б) форма колебаний для частоты 88 Гц
Рис. 5. Формы колебаний компрессорной установки

Выявление влияния синусоидальных вибраций на конструкцию каркаса

Далее, для каждой резонансной частоты определены максимальные напряжения, возникающие в конструкции каркаса, для каждого из направлений вибрации (рисунки 6-8). Максимальные напряжения указаны для элементов конструкции, за исключением зоны сварных швов для упрощения расчета.

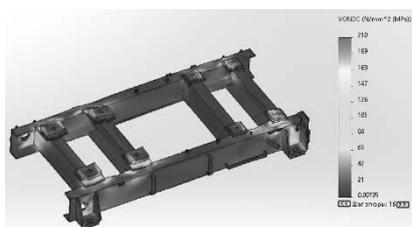


Рис. 6. Эпюры напряжений в продольном направлении вибрации (частота 80 Гц), максимальные напряжения в конструкции не превышают 100 МПа.

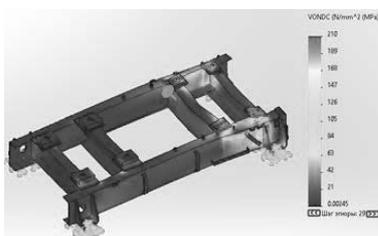


Рис. 7. Эпюры напряжений поперечном направлении вибрации (частота 88 Гц), максимальные напряжения в конструкции не превышают 120 МПа.

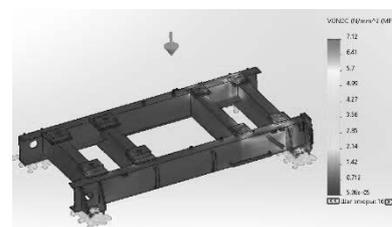


Рис. 8. Эпюры напряжений в вертикальном направлении вибрации (частота 80 Гц), максимальные напряжения в конструкции не превышают 10 МПа.

Исследование каркаса на прочность при ударных нагрузках

Воздействующий фактор – одиночный удар в трех направлениях (по отдельности) длительностью 20 мс и ускорением 30 м/с^2 (3g).

Расчетные схемы для расчета прочности при воздействии одиночного удара в продольном, поперечном и вертикальном направлении аналогичны показанным на рисунке 2.

Расчет проводился посредством исследования «Линейная динамика. Модальная временная история». Результаты расчета показаны на рисунке 9.

В результате расчета определены максимальные напряжения, возникающие в конструкции каркаса, для каждого из направлений одиночного удара. Максимальные напряжения указаны для элементов конструкции, за исключением зоны сварных швов для упрощения расчета.

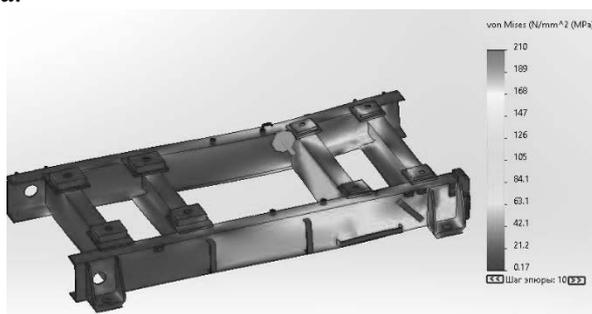


Рис. 9. Эпюра напряжений в поперечном направлении удара, максимальные напряжения в конструкции не превышают 140 МПа.

Выводы

В результате проведенного комплексного исследования механических воздействий на каркас электровоза весом 150 кг получены следующие результаты.

Проведен модальный анализ каркаса для выявления собственных частот колебаний. Установлено, что наиболее опасными являются резонансные частоты 80 и 88 Гц, на которых возможно возникновение значительных деформаций.

Исследовано воздействие синусоидальных вибраций на частотах, близких к резонансным. Установлено, что максимальные напряжения в конструкции не превышают 120 МПа.

Проведен расчет напряжений и деформаций в элементах каркаса при ударных нагрузках. Максимальные напряжения в конструкции не превышают 140 МПа.

Общий вывод по результатам комплексного исследования: максимальные напряжения в конструкции не превышают 140 МПа.

Минимальный коэффициент запаса прочности конструкции каркаса составляет:

$$k = 210 \text{ МПа} / 140 \text{ МПа} = 1,5.$$

Таким образом, прочность каркаса при воздействии синусоидальной вибрации и одиночного удара обеспечена, конструкция каркаса электровоза обладает достаточной механической прочностью и способна выдерживать расчетные эксплуатационные нагрузки. В подтверждении этого факта заключается практическая значимость работы.

Цель исследования достигнута – получены результаты расчёта с помощью SolidWorks Simulation, что позволяет сделать вывод о прочности конструкции каркаса.

Гипотеза исследования о том, что САПР SolidWorks Simulation, можно использовать для проверочных и предварительных инженерных расчётов конструкций на прочность, получила подтверждение. В этом заключается теоретическая значимость работы.

Список использованных источников

1. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы,

рекомендации / А. А. Алямовский. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 564 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023.

2. МЕГАНОРМ Система нормативных документов: URL-
<https://meganorm.ru/Data2/1/4294849/4294849944.htm> (дата обращения 09.10.2024)

3. SOLIDWORKS Web Help: URL -
https://help.solidworks.com/2023/RUSSIAN/SolidWorks/sldworks/c_Frequency_Analysis.htm (дата обращения 09.10.2024)

4. SOLIDWORKS – официальный сайт: URL -
<https://www.solidworks.com/product/structural-mechanics-engineer> (дата обращения 09.10.2024).

17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ ПЕЧИ

Автор: Акинфиев Д.Д., курсант 5 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого в г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Непейпиев А.Г., к.т.н., преподаватель кафедры «Электротехники, электроники и электроснабжения ракетных комплексов»

Аннотация

В статье рассматриваются результаты экспериментального исследования термоэлектрического генератора на базе малогабаритной печи. Показана работоспособность конструкции и возможность получения электроэнергии, определены параметры и характеристики термоэлектрического генератора.

Annotation

The article discusses the results of an experimental study of a thermoelectric generator based on a small-sized furnace. The operability of the design and the possibility of generating electricity are shown, the parameters and characteristics of the thermoelectric generator are determined.

Ключевые слова: альтернативные источники электроэнергии, термогенератор

Keywords: alternative sources of electricity, thermogenerator

Развитие современной техники и технологий неразрывно связано с поиском новых источников энергии, в первую очередь - электрической. Электроэнергия самый распространенный и легко преобразуемый вид энергии. Современное пользовательское электрооборудование нуждается в постоянной подпитке электроэнергией, источники которой не всегда имеются рядом. Наиболее остро этот вопрос встает в условиях отсутствия центральных электросетей, к примеру, в экспедициях, походах или при ведении боевых действий на удалении от центральных позиций, о чем свидетельствует опыт специальной военной операции.

Одним из направлений исследований в области энергетики является разработка малогабаритных переносных автономных источников электроэнергии, которые могут быть построены на основе бензо-дизель-генераторов, солнечных панелей, минигидроэлектростанций, миниветроэлектростанций, термогенераторов (ТЭГ), однако при определенных условиях использование термогенераторов наиболее целесообразно, что делает тематику работы особенно актуальной.

Объект исследования – термоэлектрический генератор на основе элементов Пельтье.

Предмет исследования – характеристики термоэлектрического генератора на основе элементов Пельтье.

Основой исследуемого термогенераторов являются термоэлектрические модули (элементы Пельтье), характеристики которых оказывают непосредственное влияние на параметры получения ЭЭ [2,4]. В данной статье показаны результаты исследования характеристик термогенератора на основе современного термоэлектрического модуля ТЕР1-142Т300, что является основой для разработки различных моделей термоэлектрических генераторов.

Элемент ТЕР1-142Т300 представляет собой плоскую квадратную пластину с габаритными размерами 40*40*3.6 мм с керамическими поверхностями и внутренней структурой, выполненной из полупроводниковых и керамических элементов, имеющую два электрических контакта (рис. 1).



Рисунок 1 - Модуль ТЕР1-142Т300 и его устройство

На основе результатов экспериментальных исследований одного модуля ТЕР1-142Т300 [1], рассчитана и построена экспериментальная малогабаритная печь с использованием ТЭГ структурная схема представлена на рис.2.

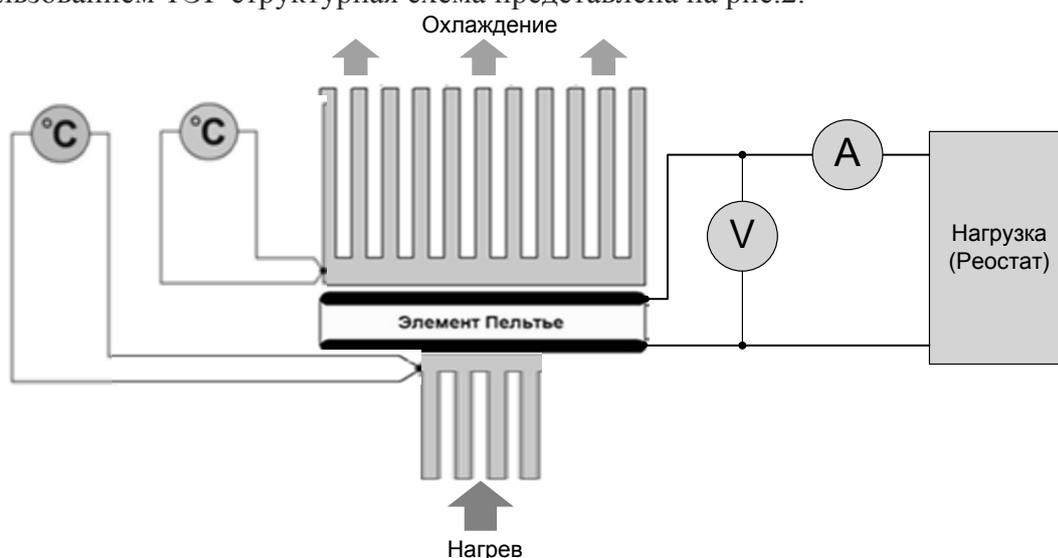


Рисунок 2 - Структурная схема экспериментальной установки

В качестве основы ТЭГ использовалось 2 модуля ТЕР1-142Т300, которые были размещены с использованием термопасты между алюминиевыми радиаторами. Радиатор горячей стороны установлен и закреплен в корпусе малогабаритной печи, таким образом, что его ребра находились внутри печи, а радиатор холодной стороны полностью находится с внешней стороны печи. В отличие от известных моделей [2] на базе Arduino собрана система контроля и сигнализации температуры, для этого в корпуса радиаторов встроены датчики температуры из термопары. К выводам ТЭГ подключались измерительные приборы и нагрузка в виде реостата.

Основными задачами исследования являлось определение характеристик холостого хода, внешней и мощностной, а также рациональный способ соединения модулей между собой. Для решения задач исследования спланированы и проведены однофакторные управляемые эксперименты [3].

Определение характеристики холостого хода, представляющей собой зависимость $U_{\text{ВЫХ}} = f(\Delta T)$, при $I_{\text{Н}} = 0$ А. проводилось путем нагрева радиатора с использованием малогабаритной печи, при этом фиксировалась температура радиаторов через каждые 10°C по горячему радиатору и выходное напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$. При этом опыты проводились как для всех модулей в отдельности, так и с их параллельным и последовательным соединением, в результате получены характеристики холостого хода представленные на рисунке 3.

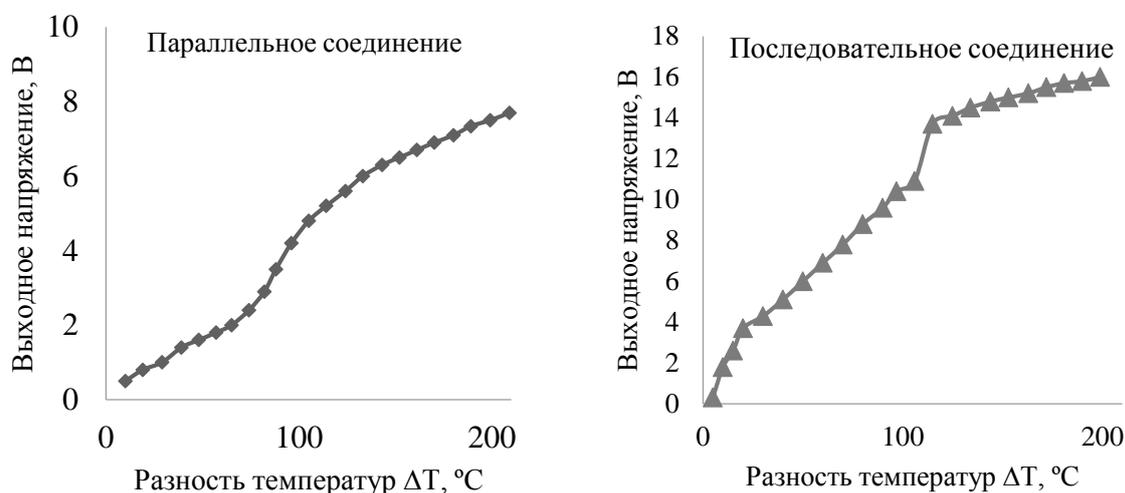


Рисунок 3 - Характеристики холостого хода

Из данных характеристик следует, что ЭДС модулей от способа соединения модулей не зависит, так как при последовательном соединении ЭДС примерно равно сумме двух параллельно включенных модулей.

Внешняя характеристика представляла собой зависимость $U_{\text{ВЫХ}} = f(I_{\text{Н}})$, при $\Delta T = \text{const}$. Ток нагрузки $I_{\text{Н}}$ изменяли с помощью нагрузочного реостата, в результате построены графики, представленные на рис. 4. Внешняя характеристика снималась при температуре горячей стороны $230\text{-}240^{\circ}\text{C}$, а холодной $70\text{-}80^{\circ}\text{C}$. Поэтому ЭДС изначально около 14 В.

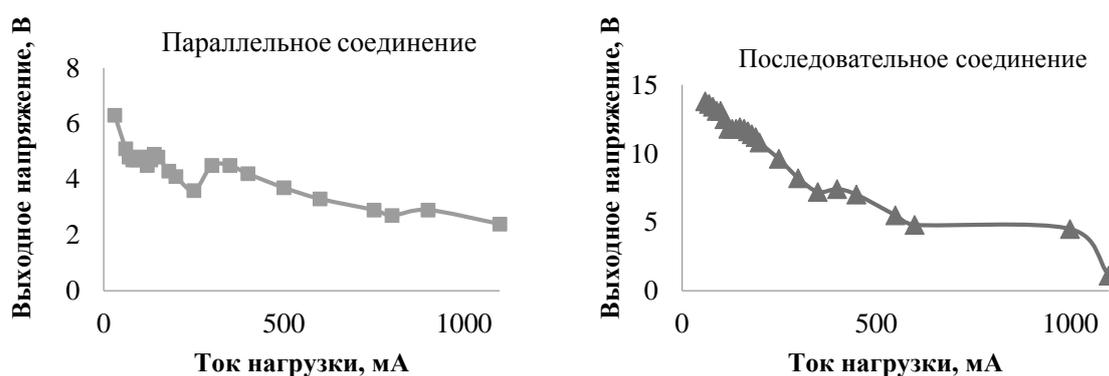


Рисунок 4 - Внешняя характеристика

Колебания напряжения в районе 200-300 мА при параллельном соединении обусловлены неравномерностью прогрева при поддержании требуемой температуры. Из полученных характеристик следует, что при последовательном соединении модулей в пике мощности напряжение опускается до 4.5 В и ниже. При параллельном соединении,

выходное напряжение находится в диапазоне от 5.5 до 2.7 В, что вполне позволяет использовать стандартный повышающий преобразователь.

Наибольший интерес представляет мощностная характеристика как зависимость $P_H = f(I_H)$, при $\Delta T = \text{const}$. Данная характеристика получена в условиях опыта внешней характеристики, при этом дополнительно фиксировалось напряжение на нагрузке. В результате обработки данных получены графики, изображенные на рис.5.

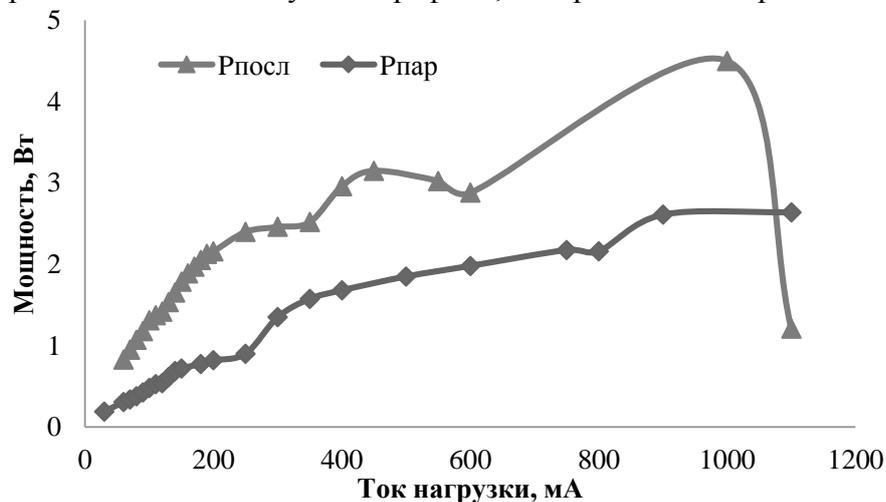


Рисунок 5 - Мощностная характеристика

Из мощностной характеристики следует, что максимальная мощность наблюдается при токе около 950 мА не зависимо от способа соединения. При дальнейшем увеличении нагрузки выходная мощность падает. Причем, при последовательном соединении мощность двух элементов значительно выше, чем при параллельном соединении, следовательно, последовательное соединение элементов с точки зрения вырабатываемой мощности предпочтительней. Однако, при разработке устройств необходимо учитывать максимальные и минимальные значения напряжений, так как от этого зависит выбор DC-DC преобразователей.

Полученная мощность, при ΔT около 150°C и токе нагрузки 950 мА, составляет около 4.5 Вт. Этого хватит для подзаряда маломощных устройств в виде мобильных телефонов, раций, накопителей и т.д.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили возможность получения электроэнергии с использованием ТЭГ, что в реальных условиях позволит поддерживать маломощные потребители электроэнергии в заряженном состоянии. Результаты эксперимента сопоставимы с результатами подобных исследований, что свидетельствует о его корректности.

При длительном нагреве температура холодного радиатора приближалась к максимально допустимой, поэтому в дальнейшем целесообразно использование дополнительного охлаждения с помощью вентиляторов или водяного охлаждения.

Список использованных источников

1. Акинфиев Д.Д., Зайцев С.С., Непейпиев А.Г., Экспериментальное исследование характеристик термоэлектрического модуля ТЕР1-142Т300/ Сборник трудов ВНОО ФВА РВСН. – Серпухов, 2024. - 220 с.
2. Бойко А.В., Современное состояние и перспективы развития термоэлектрических генераторов / Журнал - Электричество № 2 – Москва, 2017. – 246с.
3. Сидняев Н. И., Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных / Учебное пособие. - г. Москва, 2011. – 399 с.

4. Шарков А.В., Тахистов Ф.Ю., Кораблев В.А. Прикладная физика. Термоэлектрические модули и устройства на их основе. / Под ред. проф. А. В. Шаркова. - СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2003. – 340 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КЛАСТЕРИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ MATLAB МЕТОДОМ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ КАРТ КОХОНЕНА SOLVING CLUSTERING PROBLEMS USING THE MATLAB PROGRAM USING THE KOHONEN SELF-ORGANIZING MAPS METHOD

Автор: Буторин Д.А., курсант филиала военной академии РВСН им. Петра Великого

г. Серпухова Московской области

Научный руководитель: Канушкин С.В., к.т.н., доцент

Аннотация

В статье рассматриваются методика использования самоорганизующиеся карты Кохонена, которые используют для проектирования многомерных данных и кластеризации. Параметры сети включают в себя размерность массива нейронов, количество нейронов в каждом измерении, форму окрестности, закон сжатия окрестности и скорость обучения.

Annotation

The article discusses the methodology of using self-organizing Kohonen maps, which are used for the design of multidimensional data and clustering. Network parameters include the dimension of the array of neurons, the number of neurons in each dimension, the shape of the neighborhood, the neighborhood compression law, and the learning rate.

Ключевые слова: Распознавание образов; нейронные сети; самоорганизующиеся карты; система координат

Keywords: Pattern recognition; neural networks; self-organizing maps; coordinate system

Актуальность. В настоящее время люди стали очень часто использовать большое количество объектов, с различными целями и для этого используется кластеризация. Решение задач кластеризации люди привыкли записывать, руководствуясь своими знаниями и опытом, которые могли быть не точными или имели погрешность, но теперь появляется возможность использовать искусственный интеллект. Искусственный интеллект — это новый уровень точности и эффективности. Традиционные методы, основанные на спутниковых системах и наземных измерениях, достигли высокой точности, но имеют свои ограничения. Искусственный интеллект открывает новые возможности для решения этой задачи, предлагая более гибкие, точные и автоматизированные подходы.

Преимущества использования ИИ для решения задач кластеризации:
Высокая точность: ИИ позволяет достичь более высокой точности для решения задач, особенно в сложных условиях. **Автоматизация:** Многие задачи, связанные с кластеризацией, могут быть автоматизированы, что снижает затраты времени и ресурсов. **Адаптивность:** Системы на основе ИИ могут адаптироваться к изменяющимся условиям и новым данным. **Обработка больших объемов данных:** ИИ может эффективно обрабатывать большие объемы данных, что особенно важно для анализа спутниковых снимков и других геопространственных данных.

Объект исследования: Самоорганизующиеся карты Кохонена.

Цель исследования: С помощью программы MATLAB методом самоорганизующихся карт Кохонена сгруппировать координаты.

Задачи исследования:

1. Выяснить, что такое самоорганизующиеся карты.
2. Узнать, как обучаются слои Кохонена.
3. Измерить систему Кохонена.
4. Сделать вывод после приведенного примера.

Метод исследования: Моделирование карт Кохонена.

Реализация нейронной сети Кохонена

По данным, которые вывел финский ученый, создавший самоорганизующиеся карты Кохонен. выделяется 4 стадии обучения: вычислить расстояние между образцом, представленным в сети, и каждой нейронной сети, определить наилучшее положение, изменить коэффициенты и определить меры соприкосновения. В системе MATLAB для создания самоорганизующихся карты, которыми являются слои или карты Кохонена используют функции M-news и Newsom. Для того, чтобы решить задачу кластеризации можно использовать сети Кохонена, которые представляют собой объединение некоторых объектов в группы кластеров. Для того чтобы решить данную задачу используют ряд признаков, который дает возможность рассматриваемому объекту попасть в определенный кластер.

Объектами для рассмотрения могут быть различные предметы, используемые в повседневной деятельности, а признаками будут являться интересующие нас характеристики. Нейронные сети Кохонена помогут нам разделить рассматриваемые объекты на определенные группы, которые нам нужны, и они могут быть надежными, на основании которых мы сможем выбрать, стоит ли использовать эти объекты совместно. Структурная сеть является одним входным сигналом и одним выходным, причем все нейроны входного слоя связаны с каждым из нейронов выходного.

Входными нейронами являются признаки предметов, которые нас интересуют, и они равны числу нейронов, а выходные нейроны - числу кластеров. Данному способу соответствует принцип "Победитель получает все", данный способ показывает, что наибольшие выходные сигналы трансформируются в единичные, а остальные выходные отключаются. Поэтому при получении на вход определенного признака объекта, будет выведен ряд нулей и только один нейрон будет иметь значение единицы. Это покажет нам, что объект принадлежит к этому кластеру системы.

Самоорганизующиеся карты

Карты Кохонена используют метод подготовки без учителя, т.е. результат будет зависеть от входных признаков. Важнейшим отличием данного алгоритма от других заключается в том, что он объединяет все нейроны в структуре, так же при обучении модифицируются не только нейроны (победители), но и их соседи. Все нейроны, которые находятся рядом с нейроном победителем обновляются по правилу Кохонена. Благодаря этому правилу вес нейронов уменьшается при обучении входных векторов и это оно полезно при распознавании. Самоорганизующиеся карты подразделяются на: одномерными, двумерными или многомерными. Количество соединений входа зависит от того, какие атрибуты будут использованы в классификациях.

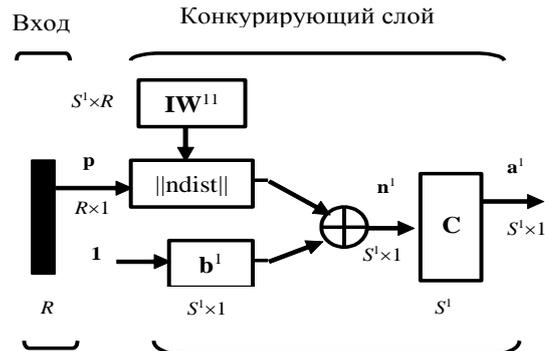


Рис. 1 Архитектура слоя Кохонена

На данной схеме мы можем убедиться в том, что это слой конкурирующей формы, так как в нем используется активация конкурирующей функции. Для расчета отрицательного расстояния евклидов между вектором ввода P и строками матрицы веса IW^{11} используют блок $ndist$. Вход активации $n1$ показывает результат суммы вычисленных расстояний с вектором колебаний b . Если все перемещения являются нулевыми, то величина $n1$ не будет выше 0. Данная величина может быть нулевой только, если вектор p окажется равным вектору веса нейрона. Если перемещения будут отличны от 0, то будет возможно получены положительный значок для элемента $n1$.

Значения вектора $n1$ анализируют конкурирующую функцию и создает выход нейронов равный 0 для всех нейронов, а не для одного нейрона - победителя, который обладает максимальным значением на выходе, благодаря этому вектор вывода слоя $a1$ обладает единственным элементом, равным 1 и соответствующим нейрону победителю, все остальные будут 0. Это можно описать следующими способами:

Активация устанавливается на отдельный нейрон, а не на слое, поэтому такая активация называется конкурирующей. Номер активных нейронов i характеризует группу кластера, которая наиболее близка к входному вектору.

Правило обучения слоя Кохонена

Правило обучения слоя Кохонена состоит в настройке нужных элементов матрицы веса. В случае, если нейрон победил при передаче входа на шаг самообучения, то строка матрицы веса корректируется следующим образом

Данное правило является рекуррентным соотношением, которое обеспечивает коррекцию строк и матриц весов, добавляя разницу вектора ввода и значений строки, полученного в предыдущем этапе, благодаря этому вектор весов, изменяется, чтобы уменьшить расстояние. Результатом будет то, что победитель нейрона выиграет конкурентную борьбу и в случае получения новых векторов на входе, близких к предыдущим, а победа будет менее вероятна представления вектора, значительно отличающегося от предыдущего. Чем больше векторов поступает на вход в сеть, то нейрон ближайший будет изменять свой вес. Если у слоя будет достаточно нейронов, то каждая группа близких векторов будет связана с одним из нейронных слоев. Это является правилом самоорганизующихся слоев Кохонена.

Настройка параметров сети по правилу Кохонена реализована в виде М-функции `learnk`.

Функционирование слоя Кохонена можно пояснить более наглядно, используя графику системы MATLAB. Рассмотрим 32 случайных вектора на плоскости, формирующих 8 кластеров, группирующихся около своих центров. На графике, приведенном на рис.3, показано 32 двухэлементных векторов входа.

Сформируем координаты случайных точек и построим план их расположения на плоскости:

```

c = 8; n = 4; % Число кластеров, векторов в кластере
d = 0.5; % Среднеквадратичное отклонение от центра кластера
x = [-10 10;-5 5]; % Диапазон входных значений
[r,q] = size(x); minv = min(x)'; maxv = max(x)';
v = rand(r,c).*((maxv - minv)*ones(1,c) + minv*ones(1,c));
t = c*n; % Число точек
v = [v v v v v]; v=v+randn(r,t)*d; % Координаты точек
P = v;
plot(P(1,:), P(2:,:),'+k')
title(' Векторы входа'), xlabel('P(1,:)'), ylabel('P(2,:)')

```

Векторы входа, показанные на рис.3 относятся к различным классам.

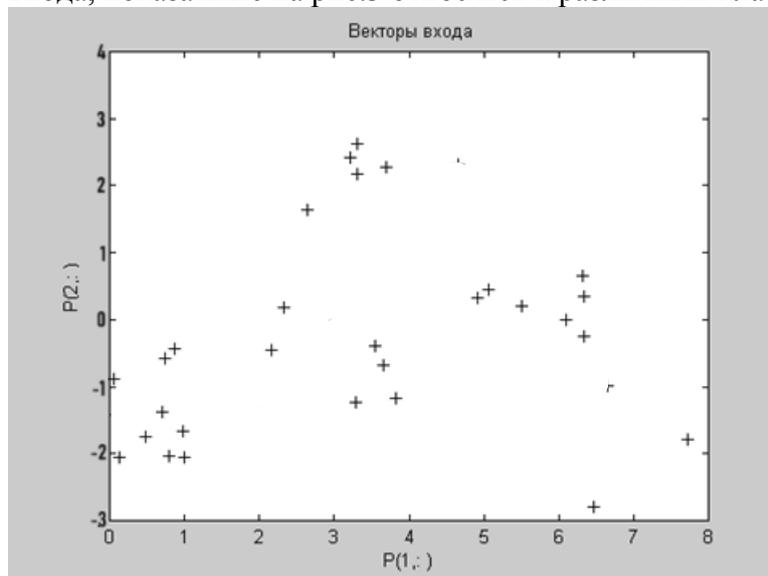


Рис.3 Векторы входов

Применим конкурирующую сеть из восьми нейронов для того, чтобы распределить их по классам:

```

net = newc([-3 12;-3 4], 8 ,0.1);
w0 = net.IW{1}
b0 = net.b{1}
c0 = exp(1)./b0

```

Начальные значения весов, смещений и параметров активности нейронов представлены в следующей таблице:

w0 =	b0 =	c0 =
0.5 0.25	21.746	0.125
0.5 0.25	21.746	0.125
0.5 0.25	21.746	0.125
0.5 0.25	21.746	0.125
0.5 0.25	21.746	0.125
0.5 0.25	21.746	0.125
0.5 0.25	21.746	0.125
0.5 0.25	21.746	0.125

После обучения в течение 500 циклов получим:

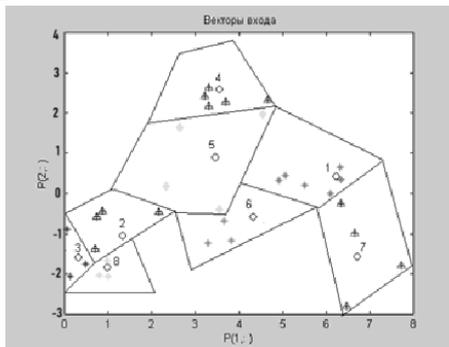
```

net.trainParam.epochs = 500;
net = train(net,P);
w = net.IW{1}
bn = net.b{1}
cn = exp(1)/bn

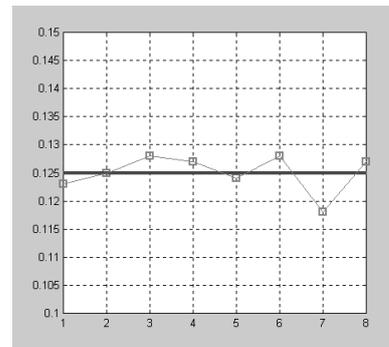
```

w =	bn =	cn =
3.2184 2.4239	22.137	0.123
0.3277 0.94701	21.718	0.125
-1.31139 0.40935	21.192	0.128
2.543 4.5845	21.472	0.127
2.4617 2.8996	21.957	0.124
2.3171 1.4278	21.185	0.128
3.7065 0.43696	23.006	0.118
-1.97817 0.17242	21.42	0.127

Как следует из приведенных таблиц, центры кластеризации распределились по восьми областям, показанным на рис.2,а; смещения отклонились в обе стороны от исходного значения 21.746 так же, как и параметры активности нейронов, показанные на рис. 2 б.



а Точки центров кластеризации



б Параметры активности нейронов

Рис.2

Рассмотренная самонастраивающаяся сеть Кохонена является типичным примером сети, которая реализует процедуру обучения без учителя. Демонстрационный пример democ1 также поясняет процедуру обучения самоорганизующейся сети.

Таким образом можно сделать вывод, что данный метод используется в жизни человека, для нахождения объектов, которые объединены по общим признакам, а полученные результаты могут применяться моделирование, прогнозирование и поиск закономерностей.

Список использованных источников

1. Дьяконов В. П. MATLAB 7./R2006/R2007: Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.: ил.
2. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 655 с
3. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. MATLAB 6./Под общ. ред. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 630 с. – (Пакеты прикладных программ; Кн. 4).
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 244 с.

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДСКАЗЧИКА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВЫБОРА МАРШРУТА ПОЛЁТА БПЛА

Авторы: Гусев К.Д., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Семикина Е.В., преподаватель кафедры Информатики

Аннотация

Рассматривается проблема оперативного определения маршрута движения БПЛА на графе реперных точек на местности в задаче множественной маршрутизации, когда количество маршрутов достигает тысячи и более. Оперативный выбор маршрута проводится на основе нейронного подсказчика, который заранее обучен на ограниченном множестве базовых маршрутов.

Annotation

The problem of operational determination of the UAV route on the graph of reference points on the ground in the problem of multiple routing, when the number of routes reaches a thousand or more, is considered. The operational route selection is based on a neural prompter, which is pre-trained on a limited set of basic routes.

Ключевые слова: реперы, эйлеров граф, БПЛА, искусственная нейронная сеть, обучающие выборки и отклики на них, генетический алгоритм

Keywords: benchmarks, Eulerian graph, UAVs, artificial neural network, training samples and responses to them, genetic algorithm

Целью работы является создание нейросетевого подсказчика автоматизированной системы охраны (АСО) заповедника с использованием БПЛА для выполнения мониторинга территории и обследования дорожной сети при поступлении сигнала с одного или нескольких датчиков и фотоловушек, а также для проведения научных исследований при наблюдении с воздуха за популяцией и перемещениями животных по тропам на исследуемой территории.

Объект исследования: нейросетевой подсказчик.

Предмет исследования: маршрут БПЛА.

Методы исследования: математический аппарат теории графов, дискретного анализа, ИНС, метод эволюционного программирования — генетический алгоритм.

Гипотеза. Задача синтеза маршрутов принадлежит к классу задач дискретной оптимизации и является NP-трудной задачей целочисленного программирования. Все практически значимые методы решения данных задач используют эвристики и основаны на интеллектуальном поиске в обширном, но ограниченном пространстве решений. Наиболее известные методы решения задачи — эволюционные алгоритмы, например, генетический алгоритм. В то же время, на данный момент в области решения задач маршрутизации существует недостаток адаптации к изменившимся условиям на местности. Предлагается комбинация аппарата генетического алгоритма и искусственной нейронной сети для решения поставленной задачи.

Для математической формализации имеющаяся сеть дорог описана в виде графа (рис. 1). Запуск одного или нескольких дронов осуществляется из пункта 1, после облёта территории они возвращаются обратно в исходную точку [3, 8]. Необходимо разработать нейросетевой бортовой подсказчик для отбора замкнутого эйлерового маршрута (ЭМ), позволяющего за кратчайшее время добраться на тот отрезок дороги (тропинки), откуда поступил сигнал.

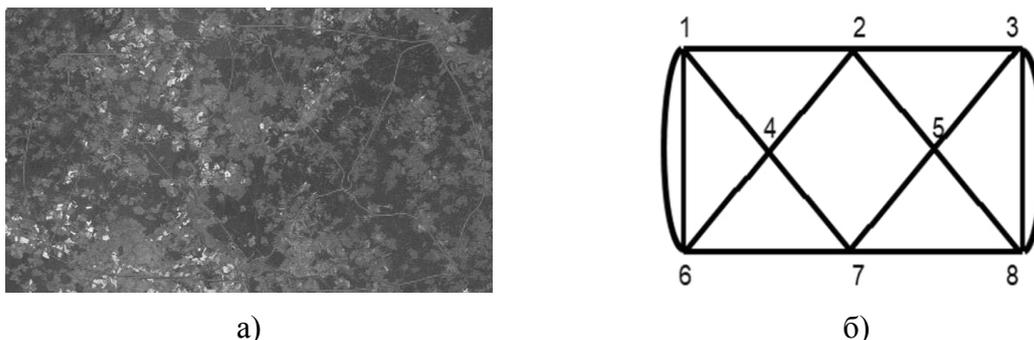


Рис. 1. Схема дорожной сети: а) сеть дорог в заповеднике, б) граф реперов

Указ Президента Российской Федерации о развитии искусственного интеллекта и Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации открывают новые горизонты для применения нейросетей в сфере беспилотных полетов. Одним из ключевых направлений становится разработка нейросетевого подсказчика для отбора маршрутов.

Преимущества нейросетевого подсказчика:

- оптимизация маршрутов — НС, обучаемая на реальных данных о рельефе местности, воздушном движении и других факторах, может предлагать оптимальные маршруты с учетом минимизации времени полета, потребления топлива и рисков.
- учет динамических условий — нейросеть может анализировать информацию в режиме реального времени и адаптировать маршрут к изменяющимся условиям, например, при появлении препятствий или изменениях погоды.
- повышение безопасности — подсказчик может прогнозировать потенциальные опасности и предлагать обходные маршруты, снижая риски аварийных ситуаций.
- сокращение операторского вмешательства — автоматизация процесса отбора маршрутов позволит освободить операторов от рутинных задач и сосредоточиться на более сложных аспектах управления беспилотниками.

Разработка нейросетевого подсказчика должна основываться на:

- огромных объемах данных — для обучения нейросети необходима большая база данных о различных параметрах полетов, включая погодные условия, рельеф местности, воздушное движение, типы беспилотников и т.д.;
- современных алгоритмах машинного обучения — необходимо применять эффективные алгоритмы, способные анализировать сложные зависимости и выявлять оптимальные решения.
- интеграции с системами управления беспилотниками — нейросетевой подсказчик должен быть интегрирован в системы управления беспилотниками для автоматической обработки информации и передачи данных о выборе маршрутов.

Предложено решение задачи разбить на несколько этапов:

- 1) расчёт достаточно большого набора различных замкнутых маршрутов для того, чтобы иметь разнообразие при выборе траектории движения в зависимости от количества и локализации поступивших сигналов;
- 2) отбор по определённому шаблону обучающей выборки (ОВ);
- 3) выбор структуры нейронной сети (НС);
- 4) создание, обучение и проверка работоспособности НС.

Для получения большого количества различных вариантов движения целесообразно использовать один из эвристических методов оптимизации, который благодаря использованию вероятностных факторов при генерации первоначальной выборки наборов вершин, формировании и отборе последующих решений при запуске в

цикле позволяет насчитать достаточное количество маршрутов. С помощью генетического алгоритма [1, 11] и метода насыщения было получено 2304 маршрута.

В ходе исследования была выбрана нейронная сеть с линией задержки, которая обеспечивает высокую точность вывода в виде вектора с целочисленными номерами вершин со значениями функции ошибки порядка 10^{-7} – 10^{-8} .

Ниже приведён фрагмент программы, который описывает частный случай — выбор маршрута при срабатывании одного или двух датчиков на внешнем контуре графа, включающем 6 рёбер, каждое из которых было пронумеровано следующим образом: $e(1,2) \rightarrow 1$, $e(2,3) \rightarrow 2$, $e(3,8) \rightarrow 3$, $e(8,7) \rightarrow 4$, $e(7,6) \rightarrow 5$, $e(6,1) \rightarrow 6$. Была выбрана структура НС на заданном множестве ОВ с множеством откликов из насчитанного банка маршрутов, составлен список минимального количества выборок и откликов для оперативного прибытия БПЛА по маршруту, включающему в себя предписанные рёбра между реперами, расположенными на заданном месте в маршруте. Например, по запросу ($x_1 = 1, 0, 0, 4, 0, 0$) НС выдаёт маршрут, в котором указанные рёбра стоят на первом и четвёртом месте, что обеспечивает скорейшую доставку БПЛА для проведения наблюдения на заданных рёбрах реперного графа. Запрос x_1 поступает по автоматическому каналу от датчиков или фотоловушек на участках номер один и четыре — рёбра в маршруте БПЛА.

Наборы для обучения нейроподсказчика (Р) — множество входящих выборок с отмеченными на ненулевых местах номеров рёбер графа, отклики на выборки входа в нейронную сеть (Т) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Банк обучающих выборок и откликов нейроподсказчика

Входящие выборки	Отклики на выборки ИНС
Р = [1,0,0,0,0,0;	% Этим 6-м факторам соответствуют ЭМ:
0,2,0,0,0,0;	Т =[2 4 1 6 4 7 5 2 3 8 5 3 8 7 6;
0,0,3,0,0,0;	2 3 5 2 4 1 6 4 7 5 8 3 8 7 6;
0,0,0,4,0,0;	2 3 8 5 3 8 7 4 6 1 6 7 5 2 4;
0,0,0,0,5,0;	6 4 7 8 5 2 4 1 6 7 5 3 8 3 2;
0,0,0,0,0,6;	6 7 4 1 2 5 7 8 3 8 5 3 2 4 6;
1,2,0,0,0,0;	6 4 1 2 3 8 3 5 2 4 7 8 5 7 6;
1,0,3,0,0,0;	2 4 1 6 4 7 5 2 3 8 5 3 8 7 6;
1,0,0,4,0,0;	2 3 5 2 4 1 6 4 7 5 8 3 8 7 6;
1,0,0,0,5,0;	2 5 8 7 5 3 8 3 2 4 7 6 1 4 6;
1,0,0,0,0,6;	2 4 6 7 5 2 3 8 3 5 8 7 4 1 6;
0,2,3,0,0,0;	2 4 6 1 6 7 5 3 2 5 8 3 8 7 4;
0,2,0,4,0,0;	2 3 8 5 3 8 7 4 6 1 6 7 5 2 4;
0,2,0,0,5,0;	2 3 8 7 4 2 5 8 3 5 7 6 4 1 6;
0,2,0,0,0,6;	2 3 5 7 6 4 2 5 8 3 8 7 4 1 6; % Р(:,14)
0,0,3,4,0,0;	2 3 5 7 6 1 4 2 5 8 3 8 7 4 6;
0,0,3,0,5,0;	2 3 8 7 6 1 6 4 7 5 8 3 5 2 4;
0,0,3,0,0,6;	6 7 8 3 5 2 1 6 4 7 5 8 3 2 4;
0,0,0,4,5,0;	6 7 8 3 5 8 3 2 5 7 4 6 1 4 2;
0,0,0,4,0,6;	6 7 8 5 2 1 6 4 7 5 3 8 3 2 4;
0,0,0,0,5,6]	6 7 8 5 3 8 3 2 5 7 4 2 1 6 4;
	6 7 8 5 7 4 2 3 8 3 5 2 1 6 4]

В качестве нейроподсказчика была рассмотрена НС прямого распространения с 6 входящими нейронами, 25 нейронами во втором слое и 15 нейронами в выходном слое. Число 15 соответствует маршрутам из номеров вершин графа v_8e16 , математическая

модель которого представлена на рис. 1 б). Использовались функции активации ('tansig' и 'purelin'), алгоритм обучения — модифицированный градиентный спуск, тип функции ошибки — среднеквадратическая.

Расчёты проводились в среде программирования Matlab [2, 86] (рис. 2).

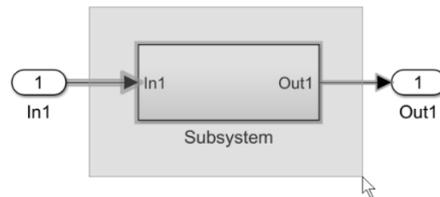


Рис. 2. Условное обозначение НС в системе Simulink Matlab.

На рис. 3 а) схематично представлены два внутренних слоя из 25 и 15 нейронов НС, на рис. 3 б) представлена таблица результата сходимости функции ошибки нейронной сети, которая составляет не более, чем 10^{-7} .

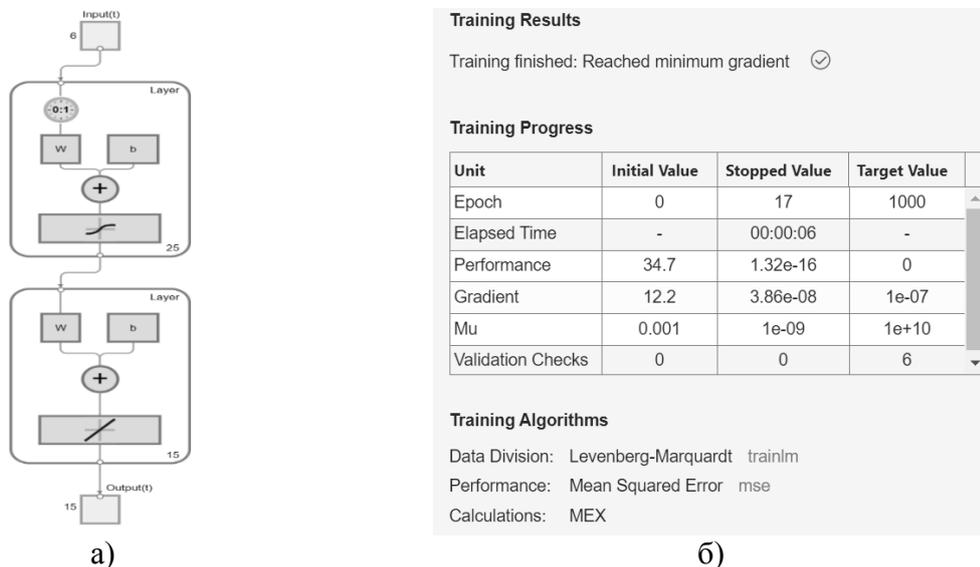


Рис. 3. Двуслойная нейронная сеть: а) в первом слое 25 нейронов, во втором слое 15 нейронов; б) таблица результатов обучения функции ошибки НС

На рис. 4 графически показано отклонение каждого отклика в номерах вершин от 1 до 8 графа реперов (рис.1) от нулевого значения (красная линия) от целочисленных значений номеров реперов множества Т (табл. 1), что свидетельствует о высокой степени сходимости выбранной структуры нейронной сети. Для получения точного округления до целых значений на выходе НС может быть использован оператор округления round.

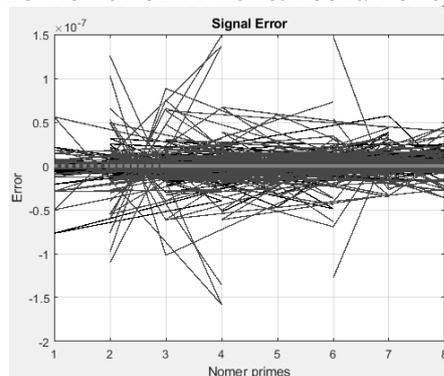


Рис. 4. График сходимости функции ошибки к нулю

После обучения НС правильно реагирует на входной запрос
>> $y = \text{sim}(\text{net}, P(:,14))$,
выдавая ответ на 14 номер обучающей выборки $P(:,14)$ в виде маршрута
>> $M(14) = 2\ 3\ 5\ 7\ 6\ 4\ 2\ 5\ 8\ 3\ 8\ 7\ 4\ 1\ 6$

Что подтверждает правильность работы НС.

Выводы

В ходе проведённых расчётов цель достигнута, оперативность нейроподсказчика составляет примерно 0,05 секунды.

Предложенный нейроподсказчик является решением задачи оперативного выбора маршрутов на эйлеровых графах, на которых число маршрутов растёт в экспоненциальной зависимости от числа рёбер и вершин графа и может составлять тысячи, сотни тысяч и более маршрутов, для которых переборный выбор может составлять от нескольких минут и более.

Разработка нейросетевого подсказчика для отбора маршрутов – это важный шаг на пути к автоматизации и оптимизации беспилотной авиации, который позволит повысить эффективность, безопасность и надёжность беспилотных полётов, создавая основу для развития новых технологий и сервисов в сфере беспилотной авиации.

Заключение. Создание автоматизированной системы охраны заповедника с использованием БПЛА и нейросети является важным шагом в системе контроля заповедника для сохранения биоразнообразия, экологической безопасности и поддержания научных исследований. Такая система позволит предотвратить незаконную деятельность, такую как браконьерство или нелегальная вырубка леса, и обеспечит безопасность исследователей. Кроме того, она поможет сохранить привлекательность заповедника для туристов, способствуя развитию экологического туризма и созданию рабочих мест. В целом, АСО обеспечит устойчивое развитие заповедников, сохраняя ценные экосистемы для будущих поколений.

Преимущества системы:

Автоматизация охраны: система значительно снижает затраты на ручной патруль территории.

Повышенная эффективность: автономное патрулирование дроном позволяет покрывать большую площадь за единицу времени, что повышает эффективность охраны.

Быстрое обнаружение: нейросеть позволяет обнаруживать потенциальные проникновения на ранних этапах, что повышает вероятность предотвращения незаконного проникновения.

Снижение рисков для персонала: использование дрона позволяет снизить риски для сотрудников службы охраны, работающих в опасных условиях.

Список использованных источников

1. Веселов, О. В. Нечеткая логика и нейронные сети в системах управления и диагностике: учеб. пособие / О. В. Веселов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н. Г. Столетовых. — [Текст], Владимир: Изд-во ВлГУ, 2023. — 288 с. — ISBN 978-5-9984-1641-5.

2. Романов, П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум / П.С. Романов, И.П. Романова. — 4-е изд., стер. — [Текст], Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 140 с. — ISBN 978-5-507-47377-9.

3. Руденко, Э. М. Определение маршрута максимального мониторинга на графе реперов на местности / Э. М. Руденко, Е. В. Семикина // Журнал «I-methods». — 2023. — Т.15. — №1. — С. 1–35.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ МАСС ПО СХЕМЕ ГАУССА

Автор: Живаев И.Н., курсант 3 курса филиала военной академии РВСН им. Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Непейпиев А.Г., к.т.н., преподаватель кафедры «Электротехники, электроники и электроснабжения РК»

Аннотация

В статье приведены результаты экспериментальных исследований опытного образца электромагнитного ускорителя масс по схеме Гаусса. Описаны составные части, некоторые особенности методики синтеза и настройки опытного образца. Показаны возможности опытного образца в достижении скоростных и энергетических параметров.

Annotation

The article presents the results of experimental studies of a prototype electromagnetic mass accelerator using the Gaussian scheme. The components, some features of the synthesis method and setup of the prototype are described. The capabilities of the prototype in achieving speed and energy parameters are shown.

Ключевые слова: электромагнитный ускоритель масс, пушка Гаусса

Keywords: electromagnetic mass accelerator, Gauss gun

Современная электротехника развивается с невероятной скоростью. И не секрет, что передовые технологии и новые знания применяются для создания средств вооружения, что крайне необходимо для поддержания обороноспособности страны. Одним из перспективных направлений на сегодняшний день является создание и применение электромагнитных ускорителей (ЭМУ). В смежных областях применение ЭМУ возможно для запуска спутников на орбиту или в качестве орбитальной установки для поражения космических целей. Уже сегодня ускорители заряженных частиц активно используются в медицинской сфере для удаления раковых клеток или являются единственным устройством, способным достоверно изучить материал на уровне элементарных частиц [1,2].

Для сферы обороны необходимость проведения дальнейших исследований в данной области обосновывается перспективностью замены порохового оружия электромагнитными ускорителями, которые работают на очень дешёвой энергии, возможностью получения космических скоростей метаемого тела, что в некоторой степени может изменить тактику ведения боевых действий. Но для получения конкурентных характеристик и параметров необходимо решить ряд научных задач и проблем, обычно связанных с преодолением физических пределов набора скоростных параметров ускорителя в процессе разгона объекта.

В настоящий момент в данной области ведут разработки многие страны, в том числе США, Турция, Германия, Япония, Китай и др. По информации из открытых источников [1,2] периодически проходят испытания образцов ЭМУ как стационарного базирования, так и переносных вариантов.

Конечной целью данной работы является достижение физических пределов в катушечном однополупериодном ускорителе Гаусса, а в случае их отсутствия – реализация конечного продукта, т.е. опытного образца автономного ручного ускорителя.

Основная **гипотеза** - на основании опыта любительских и лабораторных конструкций предполагается, что максимальная достижимая скорость в однополупериодных ускорителях будет 200 м/с независимо от калибра.

Объектом исследования является одна из разновидностей ЭМУ, называемая Гаусс пушка.

Предмет исследования – рациональная конструкция пушки Гаусса для набора скоростных параметров с повышением числа ускоряющих ступеней.

Для достижения поставленных целей и подтверждения гипотезы построен экспериментальный образец пушки Гаусса (рис. 1). Для набора скоростных параметров решено выбрать сильноточную систему, где на одну ступень вкачивается большое количество энергии. Диаметр обмоточного провода на начальных ступенях составляет 1мм, что говорит о больших ударных токах. На данный момент ведется работа над 12-ой ступенью, скорость которой составляет порядка 123-124 м/с.

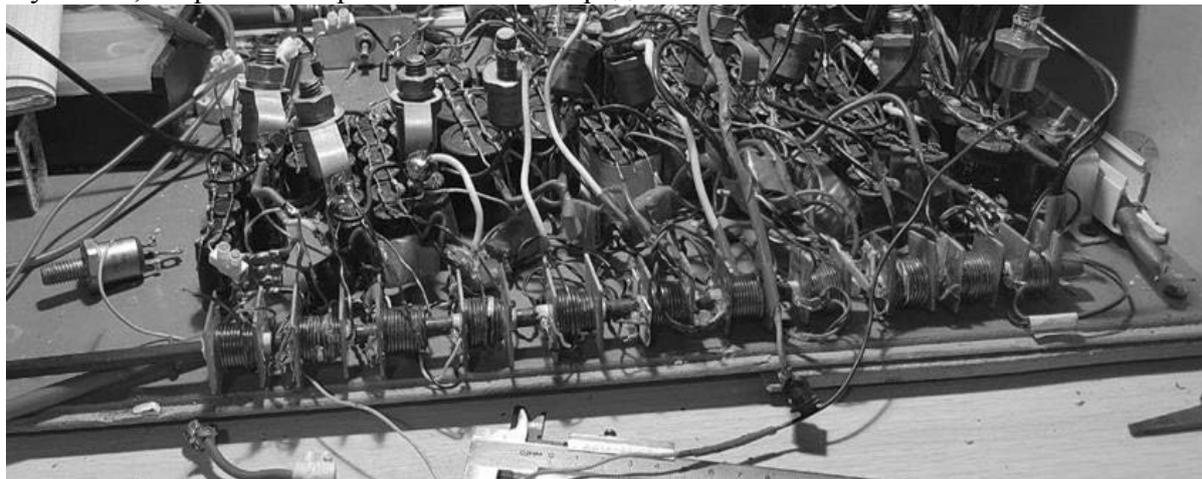


Рисунок 1 – Опытный образец электромагнитного ускорителя

В качестве электронных ключей применены тиристоры т142-80 и то142-80, которые позволяют выдерживать ударные токи порядка 1 кА. Их выбор осуществлён в пользу надежности и долговечности советских радиоэлектронных деталей. Также можно применять и более громоздкие тиристоры, способные в импульсе выдержать 2-3 кА, но в данном случае это будет непрактично из-за размеров и массы.

Конденсаторные батареи собраны в основном из конденсаторов ёмкостью 100 мкф (реальная же ёмкость составляет в районе 89-92 мкф) и номинальным напряжением 400 в. Такой вариант проектирования накопительной батареи позволяет почти полностью избавиться от внутреннего сопротивления esr , так как подключены параллельно друг относительно друга, но жертвуем плотностью энергии на единицу объёма и следовательно габаритами конечного устройства.

В качестве ствола применена карбоновая трубка, которая обладает хорошей прочностью, минимальной и тонкими стенками. Имеет минимальную степень изгиба, что положительно сказывается на точности винтовки и прочности конструкции в целом.

Коммутация тиристоров осуществляется за счёт перекрытия снарядом инфракрасного луча, образованный оптопарой. Само перекрытия луча создает сигнал на транзисторном ключе, который подает сигнал на коммутирующий элемент уже от общего источника питания.

Преобразователь построен на одноканальном ШИМ контроллере UC3845 и управляет мощным силовым ключом. В качестве силового ключа использован полевой транзистор серии IRF3205. В финальном варианте конструкции следует размещать позади конденсаторов и силовой части ввиду действия помех от работающего преобразователя.

Источником питания служат четыре последовательно соединённых аккумулятора типа 18650 ввиду их распространённости и широкой доступности. Ёмкость аккумулятора в целом зависит от производителя.

Конечный вариант электромагнитного ускорителя планируется сделать в модульном исполнении, длина каждого из которых составляет полметра. Это будет сделано для удобства транспортировки и возможностью выбора массогабаритных и скоростных показателей одновременно.

Для получения максимальных скоростей на выходе применена методика исследований, которая помогает понять принцип построения ступеней. Настройка ступени сводится к подбору нескольких факторов, которые в сумме составляют общую картину конечного варианта ускоряющей катушки.

В качестве начальных исходных данных приняты масса снаряда, номинальное напряжение и накопительная ёмкость. На выходе должны получить максимальный прирост скорости Δv и прирост энергии ΔE . Это в первую очередь достигается настройкой оптимального положения катушки относительно датчика управления тиристором.

После настройки оптимального расстояния осуществляется переход к подбору индуктивности катушки, что достигается путем сматывания или наматывания витков.

Изменив расстояние между катушкой и датчиком или количество витков производится как минимум 3-4 выстрела для получения достоверных результатов.

В случае нахождения оптимальных параметров для определённого диаметра провода вышеописанные операции проводятся как минимум с двумя разными проводами, также меняется и накопительная ёмкость под определённый диаметр провода. Это делается для получения более полной картины результатов ускорения от поля катушки.

После проведения эксперимента выбирают оптимальные параметры. Выбор делается в пользу более высокого КПД и меньшей массы устройства, или в пользу сильноточной системы, где решающими параметрами является ёмкость и диаметр обмоточного провода.

В ходе настройки ступеней данные заносятся в специальную таблицу с определёнными разделами (табл. 1), показывающие тот или иной параметр. В результате чего можно построить множество зависимостей, чтобы понять какая ступень наиболее лучше настроена, а какая требует дополнительной настройки.

Таблица 1 – Сводные результаты исследований

U = 430 В, m _п = 3,2 г														
№ ступ.	V _п , м/с	V _{п+} , м/с	E _п , Дж	E _{п+} , Дж	C, мкФ	C _{общ} , мкФ	η, %	η ₊ , %	E _с , Дж	E _{с общ} , Дж	γ	I _{р.б.} , мм	a, м/с ²	E _с →E _п , %
1	37,3	37,3	2,22	2,22	1965	1965	1,22	1,22	181,6	181,6	1165	32	49641	1,22
2	54,3	17	4,71	2,49	1902	3867	1,31	0,09	175,8	357,4	912	59,5	49554	1,41
3	67,5	13,2	7,29	2,58	1467	5334	1,47	0,16	135,6	493	750	90	50625	1,90
4	79,4	12	10,1	2,81	1382	6716	1,62	0,15	127,6	620,8	646	123	51345	2,20
5	90,3	10,8	13	2,94	1360	8076	1,74	0,12	125,7	746,6	582	155	52307	2,33
6	99,3	9	15,8	2,73	1351	9427	1,809	0,069	124,9	871,5	570	174	56669	2,18
7	107	7,2	18,1	2,37	1314	10741	1,826	0,017	121,4	993	477	223	50862	1,95
8	113	6	20,3	2,11	1110	11851	1,847	0,021	102,6	1096	434	259	48865	2,05
9	118	5,7	22,4	2,1	885	12736	1,898	0,051	81,8	1177	416	284	49194	2,57

В таблице 1: $V_{п}$, м/с – скорость пули; $V_{п+}$, м/с – прирост скорости пули за ступень; $E_{п}$, дж – энергия пули; $E_{п+}$, дж – прирост энергии пули за ступень; C , мкф – ёмкость конденсатора на ступень; $C_{общ}$, мкф – общая ёмкость конденсаторных сборок; η , % - коэффициент полезного действия всей системы; η_{+} , % - прирост коэффициента полезного действия за ступень; $E_{с}$, дж – энергия конденсатора; $E_{с общ}$, дж – общая энергия конденсаторов всей системы; γ - коэффициент разгона, отношение скорости пули к длине разгонного блока; $l_{р.б}$, мм – длина разгонного блока в миллиметрах; $a \frac{M}{c^2}$ - ускорение, приобретаемое снарядом; $E_{с} \rightarrow E_{п}, \%$ - коэффициент полезного действия ступени.

На рис. 2 изображен график зависимости скорости пули от числа ступеней. Скорость пули с каждой последующей ступени увеличивается. Этим и объясняется необходимость конструирования многоступенчатого катушечного ускорителя.

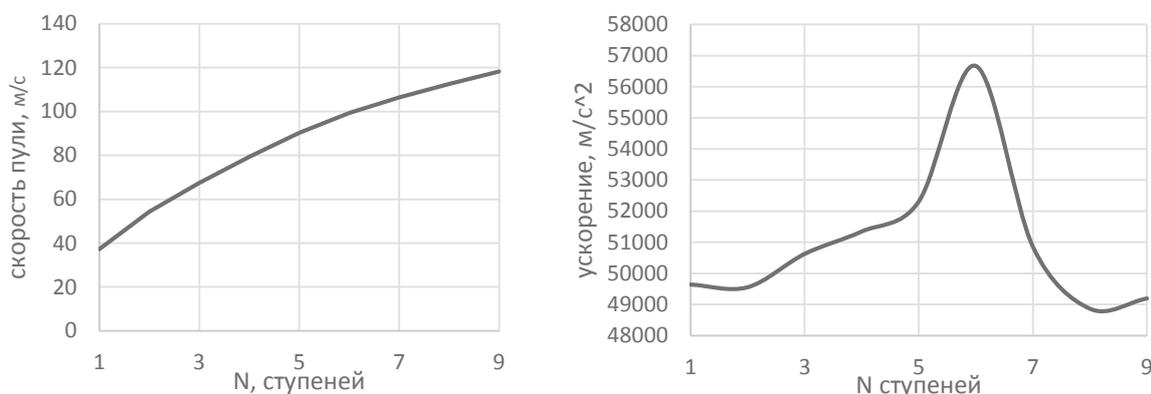


Рисунок 2 – График зависимости скорости пули и ускорения от числа ступеней

Ускорение, приобретаемое снарядом, наиболее быстро набирается до скорости 100 м/с, где поднимается до своего максимального значения, а дальше уменьшается (рис. 2). Это связано с тем, что скорость до 100 м/с легко набирается, так как нету серьезных препятствий для получения скоростных параметров.

КПД ступени постепенно повышается с ростом числа ступени, но все равно остается на одном уровне при достижении определенной скорости, а то и уменьшается (рис. 3).

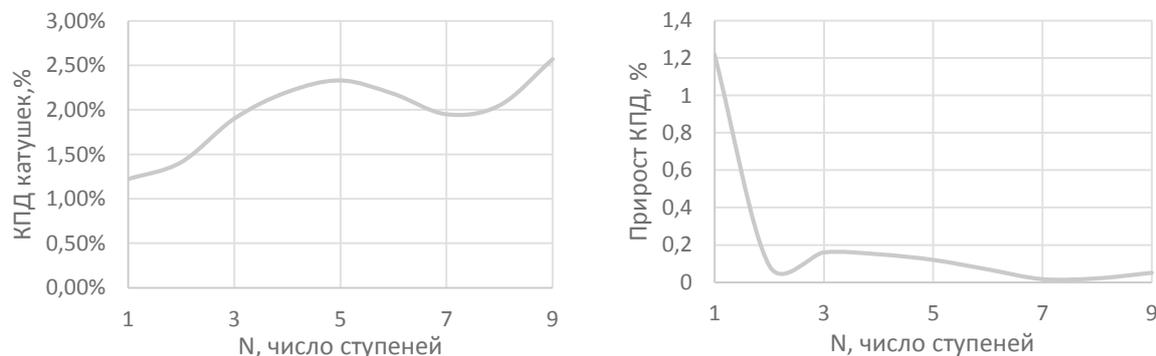


Рисунок 3 – График зависимости КПД катушки и прироста КПД от числа ступеней

По графику прироста КПД (рис. 3) можно увидеть, что самые низкие значения находятся в пределах 7-8 ступеней. Это связано с резким переходом скорости за отметку в 100 м/с. Стартовая ступень имеет самый большой прирост КПД, так как даёт начальный толчок снаряду.

Прирост скорости $V_{П+}$ с каждой последующей ступени уменьшается, так как чем выше конечная скорость пули, тем меньший прирост будет приобретать снаряд на конечной ступени.

Коэффициент разгона с увеличением числа ступени уменьшается, так как увеличивается общая длина разгонного блока. Чем больше значение коэффициента, тем большую скорость снаряд приобретает на определенной длине разгона. Анализируя скорость и КПД ускорителя (рис. 4) можно заметить, что уменьшение приращения больше у параметра “прирост КПД”. Это объясняется тем, что использована сильноточная система, в которой доминирующим параметром является скорость и энергия за максимально короткую длину разгона. Прирост КПД на отдельных ступенях почти равняется нулю, что указывает на несовершенство конструкции, а также доказывает тот факт, что для получения одних параметров необходимо жертвовать другими.

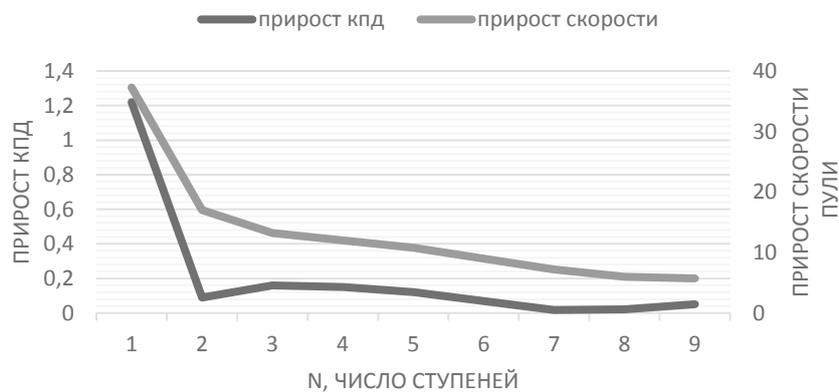


Рисунок 4 – График зависимости приращения КПД и скорости от числа ступеней

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет определить самые не эффективные ступени, чтобы в дальнейшем устранить проблему. Наиболее эффективное приращение скоростных параметров осуществляется на скоростях до 100 м/с ввиду длительности действия импульса втягивающей силы. На скоростях после 100 м/с можно заметить маленький прирост параметров, что связано с быстроедействием протекания процессов в системе.

Из вышеизложенного можно отметить работоспособность многоступенчатой системы пушки Гаусса, что наглядно продемонстрировано на опытном образце. Методика настройки ступени позволяет получить приращение скорости на выходе. Однако, получены только промежуточные результаты и полностью подтвердить заявленную гипотезу по не удается.

Продолжение работы видится в увеличении мощности импульса, более качественной настройке управления ступенями, увеличение числа ступеней.

Список использованных источников

1. Каримуллин Т. Р., / Электромагнитные ускорители масс / А. Е. Заяц // Юный ученый. — 2018. — № 4 — С. 59-62.
2. Сухачёв К.И. Физика волновых процессов и радиотехнические системы Учебное пособие. В 17 т. Т. 2. Ускорители твёрдых тел / Н.Д Сёмкин, А.В Пияков – Самара: Самарский университет ФГОБУ ВПО ПГУТИ, 2014. 52-55 с.
3. Военное обозрение: сайт. - URL: <https://topwar.ru/32256-predshestvenniki-relsotrона.html> (дата обращения: 28.09.2024).

4. Российская Академия Наук: офиц. сайт - URL: <https://www.ras.ru/digest/showdnews.aspx?id=337bade2-d8f3-4ea6-91ea-fc86b1b1e5fa> (дата обращения: 08.10.2024).

РАСЧЕТ ЭЙЛЕРОВЫХ И ГАМИЛЬТОНОВЫХ МАРШРУТОВ ПОЛЕТА БПЛА НА ГРАФЕ МЕТОДОМ НАСЫЩЕНИЯ

Автор: Казаков И.А., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Руденко Эдуард Михайлович, к.т.н., доцент кафедры математики

Аннотация

Проводится расчет эйлеровых и гамильтоновых маршрутов на одноименных графах методом насыщения многообразия маршрутов. Размерность графа такова, что для расчета методом перебора требуется время соизмеримое с неделями, месяцами и более. Для сокращения времени расчета предложена методика увеличения их численности до насыщения из ограниченного числа, насчитанного генетическим алгоритмом и за счет применения к ним операторов изоморфизмов, которые сохраняют свойства маршрута быть эйлеровым или гамильтоновым на одноименном графе.

Annotation

The calculation of Eulerian and Hamiltonian routes on the graphs of the same name is carried out by the method of saturation of the variety of routes. The dimension of the graph is such that the calculation by the iteration method requires time commensurate with weeks, months or more. To reduce the calculation time, a method is proposed to increase their number to saturation from a limited number counted by a genetic algorithm and by applying isomorphism operators to them, which preserve the properties of the route to be Eulerian or Hamiltonian on the graph of the same name.

Ключевые слова: граф реперных точек, БПЛА, эйлеровы и гамильтоновы маршруты на графе, генетический алгоритм

Keywords: graph of reference points, UAVs, Eulerian and Hamiltonian routes on the graph, genetic algorithm

Цель работы: рассмотреть метод насыщения для расчёта маршрутов полёта БПЛА на графе.

Предметом исследования в статье являются методы построения маршрутов на графах.

Объектом исследования являются эйлеровы и гамильтоновы графы.

Расчет всех эйлеровых или гамильтоновых маршрутов (ЭМ, ГМ) на эйлеровом и гамильтоновом графе (ЭГ и ГГ) [1, с. 37] является сложной научной задачей и важной прикладной информацией для прогнозирования действий БПЛА в задачах множественной маршрутизации. Задача определения их числа, относятся к задачам NP по времени [2, с. 399], то есть требует для графов средней размерности (состоящих из числа вершин $|V| \geq 8$ и ребер $|E| \geq 16$) недопустимо большое время: недели, месяцы, годы. Расчет генетическим алгоритмом (ГА) ЭМ или ГМ, как решение оптимизационной задачи нахождения нулевого минимума целевой функции (ЦФ) графа, позволяет найти только их ограниченное количество. Методика полного перебора [3, с. 215-220] позволяет получить все без исключения ЭМ или ГМ в упорядоченном порядке, но требуется время соизмеримо большое. Для сокращения времени предложена методика

увеличения их численности до насыщения из ограниченного числа насчитанного генетическим алгоритмом (ГА) и за счет применения к ним операторов изоморфизмов, которые сохраняют свойства маршрута быть эйлеровым или гамильтоновым на одноименном графе. Многократное применение этого процесса увеличения численности маршрутов в силу свойства ограниченности их численности на графах с конечным числом вершин и ребер наступает замедление процесса роста и стабилизация численности, что свидетельствует о достижении насыщения или при достижении точного значения числа маршрутов или приближения к нему. Время расчета маршрутов методом насыщения на графах средней размерности значительно меньше, чем время прямого перебора. Методика насыщения не только дает оценку или точное значение числа эйлеровых или гамильтоновых маршрутов, но и позволяет получить все их множество или их большую часть, что является важным для решения прикладных задач маршрутизации.

Рассмотрим метод насыщения для расчета ЭМ и ГМ на примере графа $v4e9$ (рис. 1), который является одновременно эйлеровым и гамильтоновым.

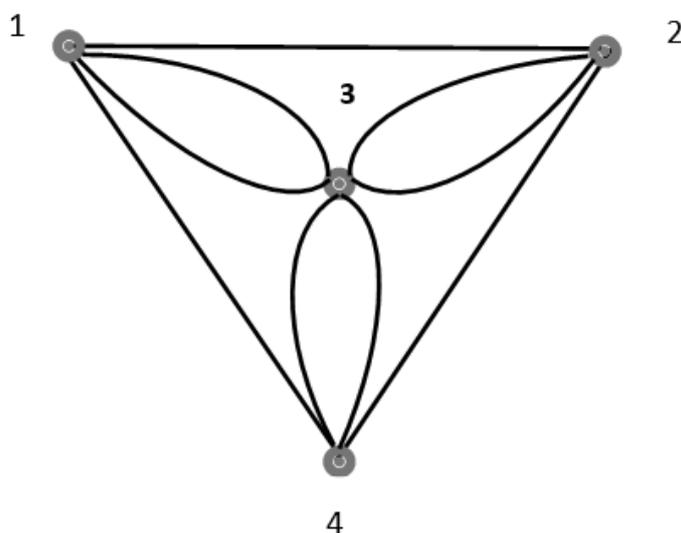


Рис. 1. Граф $v4e9$

Граф $v4e9$, состоящий из четырех вершин и девяти ребер, является симметричным и при повороте вокруг геометрического центра в вершине с номером 3 на угол 120 градусов переходит сам в себя. Граф $v4e9$ обладает группой автоморфизмов, изоморфной циклической группе Z_3 :

$$Z_3 = \{e = \gamma_0, \gamma_{120}, \gamma_{240}\}, \quad (1)$$

$\gamma_{120} * \gamma_{120} = \gamma_{240}$, $\gamma_{120} * \gamma_{120} * \gamma_{120} = \gamma_{240} * \gamma_{120} = \gamma_{360} = e$, $\gamma_{240} * \gamma_{240} = \gamma_{120}$; $\gamma_{240} * \gamma_{240} * \gamma_{240} = \gamma_{720} = e$, где $e = \gamma_0 = \gamma_{360}$ – единичный или тождественный автоморфизм, переводящий граф $v4e9$ сам в себя при повороте вокруг вершины 3 на 0 или 360 градусов, например, против часовой стрелки, γ_{120} , γ_{240} – автоморфизмы поворота вокруг вершины 3 на 120 и 240 градусов соответственно. Автоморфизмы γ_{120} и γ_{240} порождает всю группу и переставляют вершины на графе

$$\gamma_{120} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma_{240} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

и аналогично они действуют на ЭМ и ГМ графа, переставляя их местами. На графе могут существовать и другие преобразования, называемые изоморфизмами, в которых автоморфизмы являются их частью. На гамильтоновом графе $v4e9$ можно легко подсчитать все гамильтоновы маршруты. Их всего шесть:

$$(1\ 2\ 3\ 4\ 1), (1\ 2\ 4\ 3\ 1), (1\ 3\ 2\ 4\ 1), (1\ 4\ 3\ 2\ 1), (1\ 4\ 2\ 3\ 1), (1\ 3\ 4\ 2\ 1). \quad (3)$$

Согласно определения гамильтонова графа гамильтонов маршрут является замкнутым и проходит один раз через все вершины графа. По каждому из этих маршрутов могут двигаться друг за другом с интервалом одно ребро четыре БПЛА с соблюдением условий безопасности: не встречаться в одной вершине и на одном ребре. Из работ [4, с.1-15] известно, что число наибольшего мониторинга на гамильтоновом графе равно числу вершин графа. На гамильтоновом графе $v4e9$ оно равно $4 = n_{\text{МНМ}}$. ГМ (5) с помощью изоморфизмов могут быть получены из маршрута $m_1 = (1\ 2\ 3\ 4\ 1)$:

$$\begin{aligned} \gamma_{120}(m_1) &= (2\ 4\ 3\ 1\ 2), \gamma_{\text{раз},1}(2\ 4\ 3\ 1\ 2) = (1\ 2\ 4\ 3\ 1) = m_2, \\ \gamma_{240}(m_1) &= (4\ 1\ 3\ 2\ 4), \gamma_{\text{раз},1}(4\ 1\ 3\ 2\ 4) = (1\ 3\ 2\ 4\ 1) = m_3, \\ \gamma_{\text{инв}}(m_2) &= (1\ 3\ 4\ 2\ 1) = m_6, \gamma_{\text{инв}}(m_3) = (1\ 4\ 2\ 3\ 1) = m_5, \\ \gamma_{\text{инв}}(m_1) &= (1\ 4\ 3\ 2\ 1) = m_4. \end{aligned} \quad (4)$$

Таким образом из ГМ m_1 с помощью изоморфизмов получены все шесть ГМ. Общее число ЭМ графа $v4e9$ значительно больше гамильтоновых и их можно получить методом полного перебора за 263,5 секунды так как граф $v4e9$ небольшой размерности: $n = |V| = 4, k = |E| = 9$. ЭМ графа $v4e9$ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Эйлеровы маршруты на графе $v4e9$, полученные методом перебора

№	ЭМ	№	ЭМ	№	ЭМ
1	1 2 3 1 3 2 4 3 4 1	35	1 3 2 1 3 2 4 3 4 1	69	1 3 4 2 3 4 1 2 3 1
2	1 2 3 1 3 4 2 3 4 1	36	1 3 2 1 3 4 2 3 4 1-3	70	1 3 4 2 3 4 1 3 2 1-3
3	1 2 3 1 3 4 3 2 4 1	37	1 3 2 1 3 4 3 2 4 1	71	1 3 4 3 1 2 3 2 4 1
4	1 2 3 1 4 2 3 4 3 1	38	1 3 2 1 4 2 3 4 3 1	72	1 3 4 3 1 4 2 3 2 1
5	1 2 3 1 4 3 2 4 3 1-3	39	1 3 2 1 4 3 2 4 3 1	73	1 3 4 3 2 1 3 2 4 1
6	1 2 3 1 4 3 4 2 3 1	40	1 3 2 1 4 3 4 2 3 1	74	1 3 4 3 2 1 4 2 3 1
7	1 2 3 2 4 1 3 4 3 1	41	1 3 2 3 1 2 4 3 4 1	75	1 3 4 3 2 3 1 2 4 1
8	1 2 3 2 4 3 1 3 4 1	42	1 3 2 3 1 4 3 4 2 1	76	1 3 4 3 2 3 1 4 2 1
9	1 2 3 2 4 3 1 4 3 1	43	1 3 2 3 4 1 2 4 3 1	77	1 3 4 3 2 4 1 2 3 1
10	1 2 3 2 4 3 4 1 3 1	44	1 3 2 3 4 1 3 4 2 1	78	1 3 4 3 2 4 1 3 2 1
11	1 2 3 4 1 3 2 4 3 1-3	45	1 3 2 3 4 2 1 3 4 1	79	1 4 2 1 3 2 3 4 3 1
12	1 2 3 4 1 3 4 2 3 1-3	46	1 3 2 3 4 2 1 4 3 1	80	1 4 2 1 3 4 3 2 3 1
13	1 2 3 4 2 3 1 3 4 1	47	1 3 2 3 4 3 1 2 4 1	81	1 4 2 3 1 2 3 4 3 1
14	1 2 3 4 2 3 1 4 3 1-3	48	1 3 2 3 4 3 1 4 2 1	82	1 4 2 3 1 3 4 3 2 1
15	1 2 3 4 2 3 4 1 3 1	49	1 3 2 4 1 2 3 4 3 1	83	1 4 2 3 2 1 3 4 3 1
16	1 2 3 4 3 1 3 2 4 1	50	1 3 2 4 1 3 4 3 2 1	84	1 4 2 3 4 3 1 2 3 1
17	1 2 3 4 3 1 4 2 3 1	51	1 3 2 4 3 1 2 3 4 1-3	85	1 4 2 3 4 3 1 3 2 1
18	1 2 3 4 3 2 4 1 3 1	52	1 3 2 4 3 1 4 3 2 1-3	86	1 4 2 3 4 3 2 1 3 1
19	1 2 4 1 3 2 3 4 3 1	53	1 3 2 4 3 2 1 3 4 1-3	87	1 4 3 1 2 3 2 4 3 1
20	1 2 4 1 3 4 3 2 3 1	54	1 3 2 4 3 2 1 4 3 1-3	88	1 4 3 1 2 3 4 2 3 1-3
21	1 2 4 3 1 3 2 3 4 1	55	1 3 2 4 3 4 1 2 3 1	89	1 4 3 1 2 4 3 2 3 1
22	1 2 4 3 1 4 3 2 3 1	56	1 3 2 4 3 4 1 3 2 1	90	1 4 3 1 3 2 3 4 2 1

23	1 2 4 3 2 3 1 3 4 1	57	1 3 4 1 2 3 2 4 3 1	91	1 4 3 1 3 2 4 3 2 1
24	1 2 4 3 2 3 1 4 3 1	58	1 3 4 1 2 3 4 2 3 1	92	1 4 3 1 3 4 2 3 2 1
25	1 2 4 3 2 3 4 1 3 1	59	1 3 4 1 2 4 3 2 3 1	93	1 4 3 2 1 3 2 4 3 1-3
26	1 2 4 3 4 1 3 2 3 1	60	1 3 4 1 3 2 3 4 2 1	94	1 4 3 2 1 3 4 2 3 1-3
27	1 3 1 2 3 2 4 3 4 1	61	1 3 4 1 3 2 4 3 2 1-3	95	1 4 3 2 3 1 2 4 3 1
28	1 3 1 2 3 4 2 3 4 1	62	1 3 4 1 3 4 2 3 2 1	96	1 4 3 2 3 1 3 4 2 1
29	1 3 1 2 3 4 3 2 4 1	63	1 3 4 2 1 3 2 3 4 1	97	1 4 3 2 3 4 2 1 3 1
30	1 3 1 2 4 3 2 3 4 1	64	1 3 4 2 1 4 3 2 3 1	98	1 4 3 2 4 3 1 2 3 1-3
31	1 3 1 4 2 3 4 3 2 1	65	1 3 4 2 3 1 2 3 4 1-3	99	1 4 3 2 4 3 1 3 2 1
32	1 3 1 4 3 2 3 4 2 1	66	1 3 4 2 3 1 4 3 2 1-3	100	1 4 3 2 4 3 2 1 3 1
33	1 3 1 4 3 2 4 3 2 1	67	1 3 4 2 3 2 1 3 4 1	101	1 4 3 4 2 1 3 2 3 1
34	1 3 1 4 3 4 2 3 2 1	68	1 3 4 2 3 2 1 4 3 1	102	1 4 3 4 2 3 1 2 3 1
103	1 4 3 4 2 3 1 3 2 1	104			1 4 3 4 2 3 2 1 3 1

В таблице 1 полужирным шрифтом выделены одинаковые вершины, которые в ЭМ отстоят от друг от друга на минимальное число ребер. Если рассмотреть ЭМ с номером 65 $m_{65} = (1 \mathbf{3} 4 2 \mathbf{3} 1 2 3 4 1)$, то вершины с номером 3, отстоят между собой на три ребра: (3 4), (4 2), (2 3). Число 3 равно для этого маршрута равно наибольшему мониторингу $n_{МНМ} = 3$ и поэтому по маршруту m_{65} могут двигаться друг за другом три БПЛА с интервалом в одно ребро.

Построение всех ЭМ на графе $v4e9$ может быть произведено из ограниченного количества маршрутов редукции $v3e8$ с помощью операторов (2), (3), (4). Это означает, что существует наименьшее множество таких маршрутов, из которых можно получить все 104 ЭМ, которое можно назвать базисным множеством. Примером такого множества является набор из 10 ЭМ:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= (1 2 3 1 3 2 4 3 4 1), m_4 = (1 2 3 1 4 2 3 4 3 1), m_{11} = (1 2 3 4 1 3 2 4 3 1), \\
 m_{12} &= (1 2 3 4 1 3 4 2 3 1), m_{15} = (1 2 3 4 2 3 4 1 3 1), m_{27} = (1 3 1 2 3 2 4 3 4 1), \quad (5) \\
 m_{31} &= (1 3 1 4 2 3 4 3 2 1), m_{38} = (1 3 2 1 4 2 3 4 3 1), \\
 m_{49} &= (1 3 2 4 1 2 3 4 3 1), m_{50} = (1 3 2 4 1 3 4 3 2 1).
 \end{aligned}$$

Пример получения на графе $v4e9$ всех эйлеровых или гамильтоновых маршрутов из базисных множеств является ключевой идеей метода насыщения для получения маршрутов на графах большей размерности.

Суть метода насыщения заключается в циклическом процессе на считывания с помощью ГА при изменении фактора кроссовера $p = nn1:nc:nn2$, $nn1 = 0.1$, например, $nc = 0.01 \div 0.001$; $nn2 = 0.99$, то можно получить несколько десятков или сотен маршрутов, которые с помощью операторов изоморфизмов можно размножить до числа нескольких сотен или тысяч. Далее из этого множества можно отобрать представителей, которые не имеют совпадающих и получить множество различных ЭМ или ГМ.

Далее процесс повторяется: опять насчитывается ГА несколько десятков или сотен маршрутов и добавляются к предыдущему множеству маршрутов N_1 , с помощью операторов изоморфизмов можно размножить в несколько раз до числа нескольких сотен или тысяч, проводят отсев совпадающих маршрутов и оставляют по одному неодинаковых представителей. Получают множество маршрутов в количестве $N_2 > N_1$. Процесс повторяется до тех пор пока не наступает стабилизация множества маршрутов насыщением:

$$N_1 < N_3 < \dots \leq N_k = N_{k+1} = N_{k+2} = \dots = N_{k+s} \quad . (6)$$

Насыщение показывает, что новое многообразие маршрутов получить не удастся за проведенное число шагов и поэтому можно считать, что это и есть максимальное множество маршрутов на графе. Конечно, стабилизация насыщением не доказывает, что найдены все маршруты, но это позволит получить большую часть из этого множества. С помощью насыщения были подсчитаны ЭМ и ГМ на графах. Так на графе $v8e16$ число равно 2304 ЭМ, на графе $v11e22$ – 43988 ЭМ, на $v15e28$ – 741525 ЭМ (счет еще не окончен), на гамильтоновом графе $v20e30$ подсчитано 60 ГМ.

Выводы:

Методика насыщения более эффективна благодаря появлению увеличивающейся последовательности маршрутов в начале счета, а не в конце счета как у метода перебора.

Расчет всех ЭМ или ГМ на ЭГ и ГГ является сложной научной задачей и важной прикладной информацией для маршрутизации БПЛА. Использование метода насыщения позволяет определить все эйлеровы или гамильтоновы маршруты и подсчитать их число при средних значениях n и k .

Подсчет всех ЭМ позволяет выделить из них маршруты наибольшего мониторинга (МНМ) [4, с. 1-15], на которых возможно движение с интервалом одно ребро наибольшей группы БПЛА в условиях соблюдения условий безопасности полета с интервалом одно ребро друг за другом и не встречаться двум и более аппаратов в одной вершине и на одном ребре.

Методы нахождения ЭМ и ГМ редукции и мозаики существенно зависят от построенной последовательности редукций и разбиения на мозаичные части и не позволяют построить все ЭМ и ГМ, а с другой стороны, трудно формализуются в программный код для автоматизации процесса нахождения маршрутов.

Список использованных источников

1. Оре О. Графы и их применение: Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. И.М. Яглома. Издание испр. и суц. доп. – М.: УРСС: ЛЕНЕНД, 2015. 208 с.
2. Математические события XX века. – М.: ФАЗИС, 2003; 560 с. ISBN 5-7036-0074-X.
3. Руденко Э.М., Семикина Е.В., Воронков М.В., Ильин Д.В. Расчет эйлеровых маршрутов на графах с помощью редукции и методом перебора / Сборник трудов XLII Всероссийской НТК, филиал ВА РВСН, г. Серпухов. – 2023, стр. 215-220.
4. Руденко Э.М., Семикина Е.В., Дараган А.Д., Ефремов А.А., Клементьев Е.Г. Целевые функции маршрутов на эйлеровых и гамильтоновых графов / Журнал «Известия института инженерной физики» № 2(72). – 2024, с. 6 – 16.
5. Руденко Э.М., Семикина Е.В. Методика расчета эйлеровых и гамильтоновых маршрутов для БПЛА с помощью редукции / Журнал «Известия института инженерной физики» № 2(72). – 2024, с. 39 – 44.
6. Руденко Э.М., Семикина Е.В. Определение маршрута максимального мониторинга на графе реперов на местности / Журнал «I-methods», т.15, №1, 2023. – С. 1–35.

АЛГОРИТМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ИНВАРИАНТНОСТИ СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Автор: Каримов Р.В., курсант 5 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Канушкин С.В., к.т.н, доцент

Аннотация

В данной статье проводится анализ и разработка алгоритмов реализации принципа инвариантности систем стабилизации динамического объекта с проведением вычислительного эксперимента в программной среде MATLAB Simulink, по динамике с алгоритмом угловой стабилизации.

Annotation

This article analyzes and develops algorithms for implementing the principle of invariance of stabilization systems for a dynamic object, conducting a computational experiment in the MATLAB Simulink software environment, using dynamics with an angular stabilization algorithm.

Ключевые слова: инвариантность, система стабилизации, возмущение, ошибка стабилизации, угол рыскания

Keywords: invariance, stabilization system, disturbance, stabilization error, yaw angle

Целью научной статьи является повышение устойчивости в условиях действия ВУВ при совершении ракетой манёвра, за счет ограничения аэродинамических перегрузок, путем уменьшения угла скольжения, при инвариантности к возмущениям угла рыскания.

Для достижения цели необходимо решить **следующие задачи:**

1. Первая задача заключается в выполнении манёвра с программируемым углом рыскания, который равен углу скольжения. Это позволит ракете более эффективно адаптироваться к изменяющимся условиям полёта и снизить воздействие ударной волны.

2. Вторая задача сосредоточена на уменьшении ошибки стабилизации угла рыскания. Это может способствовать более точному управлению ракетой и обеспечению её устойчивости в сложных аэродинамических условиях

Объектом исследования научной статьи является алгоритмы системы угловой стабилизации в боковой плоскости аэродинамически неустойчивой ракеты при совершении маневра.

Предметом исследования научной статьи является методы идентификации возмущений и создания инвариантных систем стабилизации.

Перед началом исследования необходимо выдвинуть **гипотезу** о том, что метод синтеза инвариантных (независимых) к изменяющимся внешним воздействиям СУ позволяет рассчитать параметры корректирующего и компенсирующего устройств, которые при включении в контур управления позволяют повысить точность управления при больших диапазонах изменения задающего и возмущающих воздействий, является теоретической основой создания новых классов систем высокоточного управления в реальных условиях эксплуатации.

Большие возможности повышения точности функционирования инвариантных комбинированных систем объясняются в этом методе отсутствием противоречий между условиями инвариантности и устойчивости.

Пусть система управления описывается дифференциальным уравнением:

$$a_n y^{(n)} + \dots + a_1 y^{(1)} + a_0 y = b_m x^{(m)} + \dots + b_1 x^{(1)} + b_0 x + d f_B,$$

или в свёрнутом виде:

$$\sum_{i=0}^n a_i y_i^{(i)}(t) = \sum_{j=0}^m b_j x_j^{(j)}(t) + \sum_{j=0}^l d_j f_B^{(j)}(t).$$

Структурная схема системы представлена на рисунок 1.1.

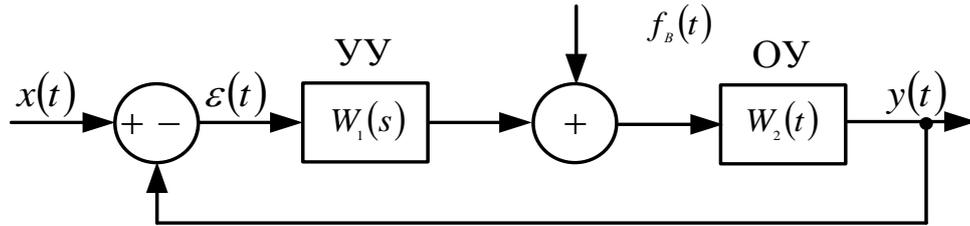


Рисунок 1.1 - Структурная схема системы

Передаточная функция разомкнутой системы определяется по формуле:

$$W_p(s) = W_1(s) \cdot W_2(s),$$

где $W_1(s)$, $W_2(s)$ – передаточная функция устройства управления и объекта управления.

Точность функционирования системы характеризуется величиной установившейся ошибки:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{уст}(t) &= \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t) = \lim_{s \rightarrow 0} \varepsilon(s); \\ \varepsilon(s) &= W_\varepsilon(s) \cdot x(s) + W_{f_B}(s) F_B(s). \end{aligned}$$

Передаточные функции САУ по ошибке:

$$W_\varepsilon(s) = \frac{1}{1+W_p(s)} = \frac{\varepsilon(s)}{x(s)},$$

по возмущению:

$$W_{f_B}(s) = \frac{W_f^y(s)}{1+W_p(s)} = \frac{Y(s)}{F_B(s)}.$$

Основным в теории инвариантности является случай, когда о воздействиях нет никакой информации, в том числе и статистического характера. Это значит, что для абсолютной инвариантности системы к возмущениям должно выполняться условие равенства нулю передаточной функции по возмущению $W_{f_B}(s) = 0$, однако реализовать такое тождественное равенство нулю удаётся редко. Обычно добиваются условий ограниченной (селективной) инвариантности до определённой малой величины $|W_{f_B}(s)| < \varepsilon$, то есть ограничивают степень полинома числителя передаточной функции по возмущению.

Аналогичные рассуждения позволяют сделать выводы об инвариантности систем к возмущающим воздействиям. Структурная схема системы управления по отклонению $\varepsilon(t)$ и с контуром компенсации возмущений $f_B(t)$ показана на рисунок 1.2.

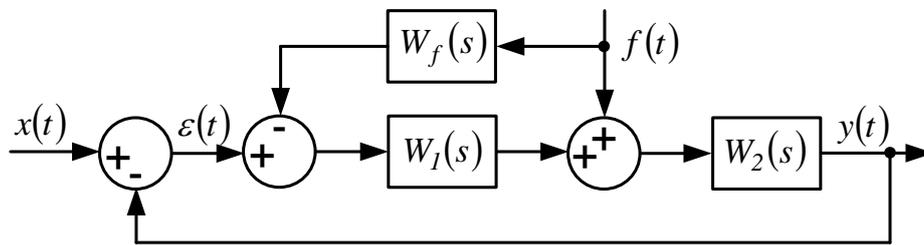


Рисунок 1.2- Структурная схема комбинированной САУ

Ошибка такой системы зависит от входного задающего воздействия $x(t)$ и возмущающего воздействия $f(t)$:

$$\varepsilon(s) = W_\varepsilon(s) \cdot x(s) + W_f(s) \cdot F(s).$$

Передаточная функция по возмущению определяется:

$$W_f(s) = \frac{W_2(s)}{1+W_1(s) \cdot W_2(s)} + \frac{W_f(s) \cdot W_1(s) \cdot W_2(s)}{1+W_1(s) \cdot W_2(s)} = \frac{W_2(s) \cdot [1+W_f(s) \cdot W_1(s)]}{1+W_1(s) \cdot W_2(s)}.$$

Отсюда $1 + W_f(s) \cdot W_1(s) = 0$, тогда ясно, что если выбрать $W_f(s) = -\frac{1}{W_1(s)}$, то ошибка системы не будет зависеть от возмущения $f(t)$, то есть система инвариантна к возмущению $f(t)$, что обеспечивается взаимной компенсацией сигналов, обусловленных возмущением.

Очевидно, что передаточная функция контура компенсации $W_f(s)$ также как в контуре коррекции по входному сигналу $x(t)$, не входит и не изменяет характеристическое уравнение замкнутой системы, а значит, условия инвариантности не влияют на устойчивость замкнутой системы.

Это позволяет в сложных условиях эксплуатации в высокоточных устойчивых (грубых) системах применять несколько контуров коррекции задающих сигналов и компенсации возмущений.

Чем полнее в системе компенсируется влияние возмущений (инвариантность системы), тем совершеннее система управления.

Проведение вычислительного эксперимента в программной среде MATLAB Simulink, по динамике объекта с алгоритмом угловой стабилизации

Моделирование инвариантной системы проведено при постоянном воздействии, импульсном и градиентом (тип ударная волна). Модель инвариантной системы при постоянном воздействии приведена на рисунке 1.3.

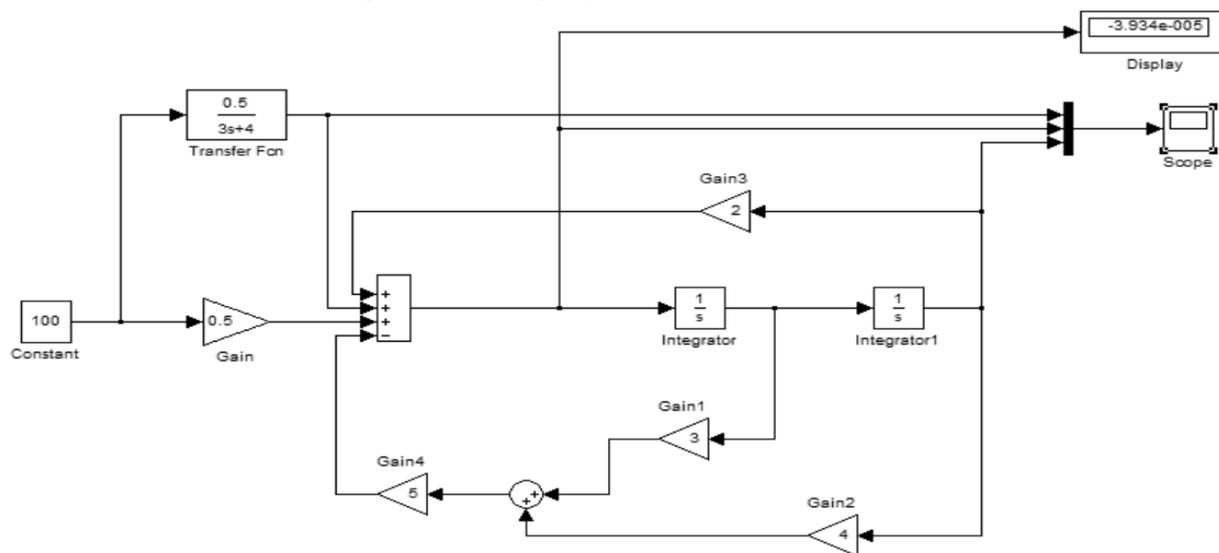


Рисунок 1.3- Моделирование при постоянном возмущении

График установления угла рысканья и сигнала ошибки при постоянном возмущении показан на рисунке 1.4.

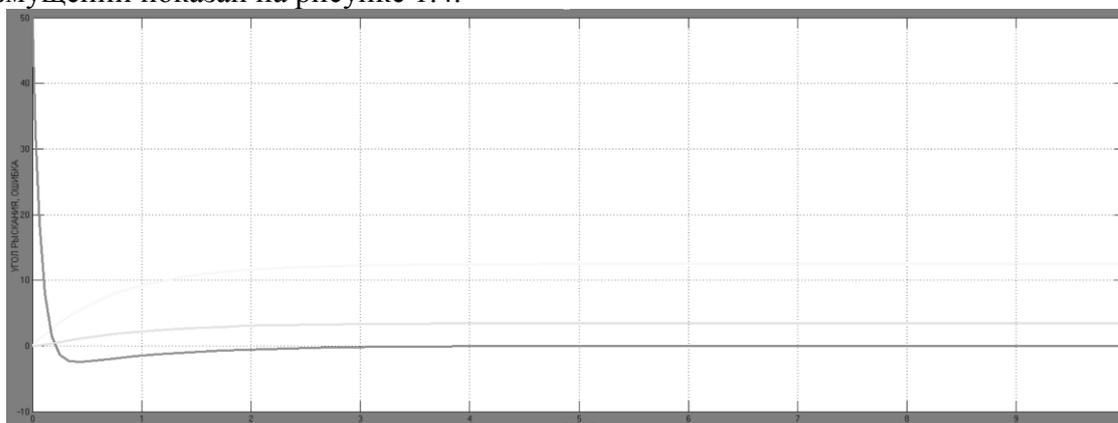


Рисунок 1.4- График установления угла рысканья и сигнала ошибки при постоянном возмущении

Анализ рисунка 1.4 показывает, что сигнал ошибки за доли секунды становится равным нулю.

Модель инвариантной системы при импульсном воздействии приведена на рисунке 1.5.

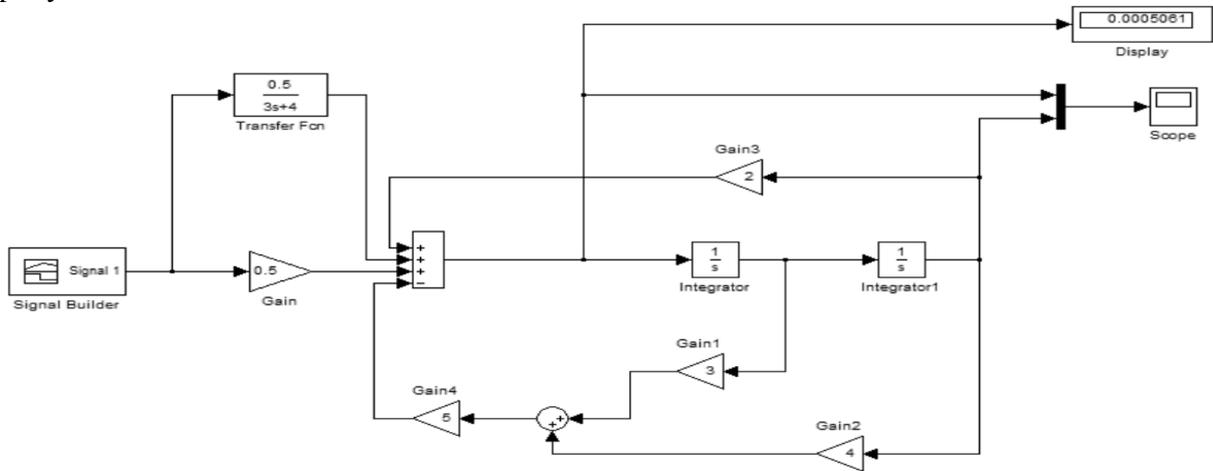


Рисунок 1.5 - Моделирование при импульсном возмущении

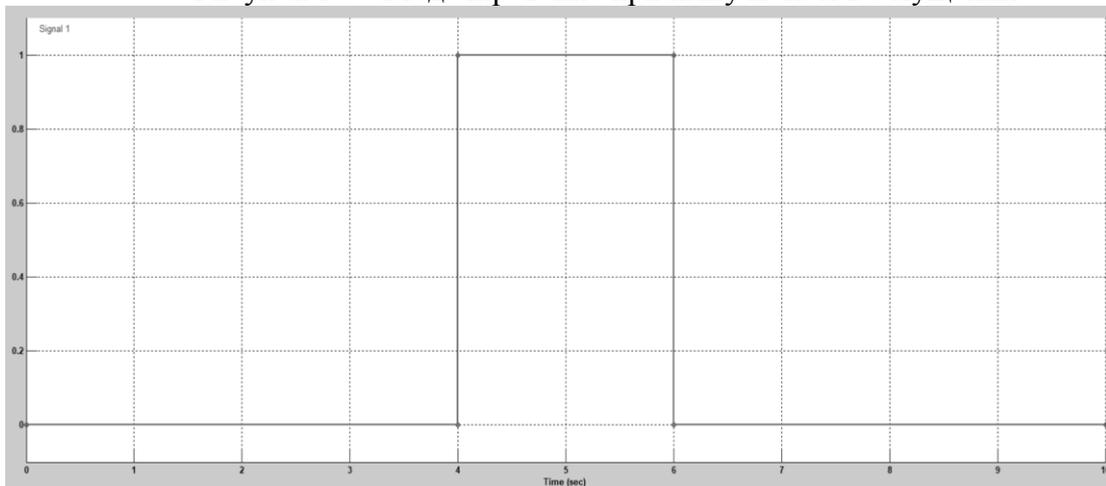


Рисунок 1.6—График импульсного возмущения

График установления угла рысканья и сигнала ошибки при импульсном возмущении показан на рисунке 1.7.

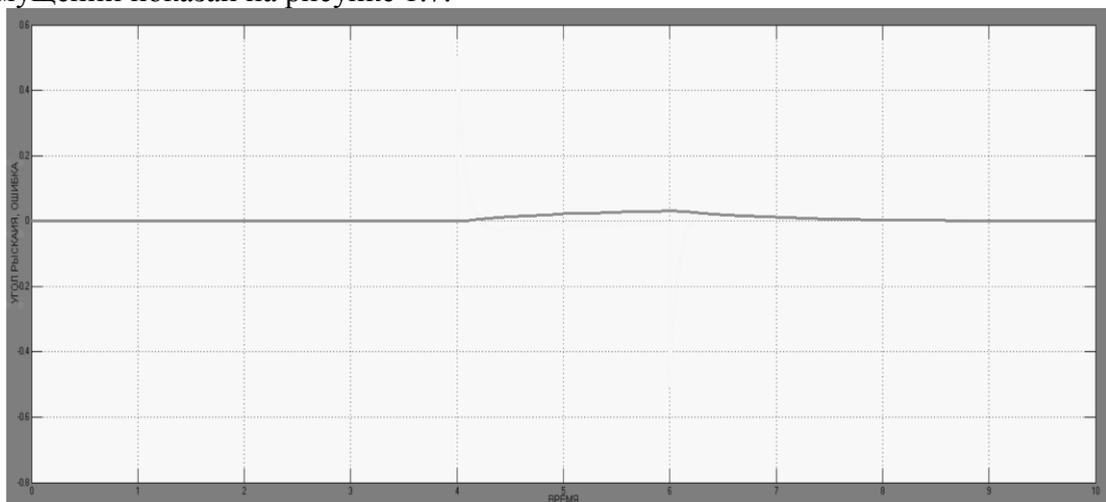


Рисунок 1.7 -График установления угла рысканья и сигнала ошибки при импульсном возмущении

Анализ рисунка 1.7 показывает, что сигнал ошибки за доли секунды становится равным нулю.

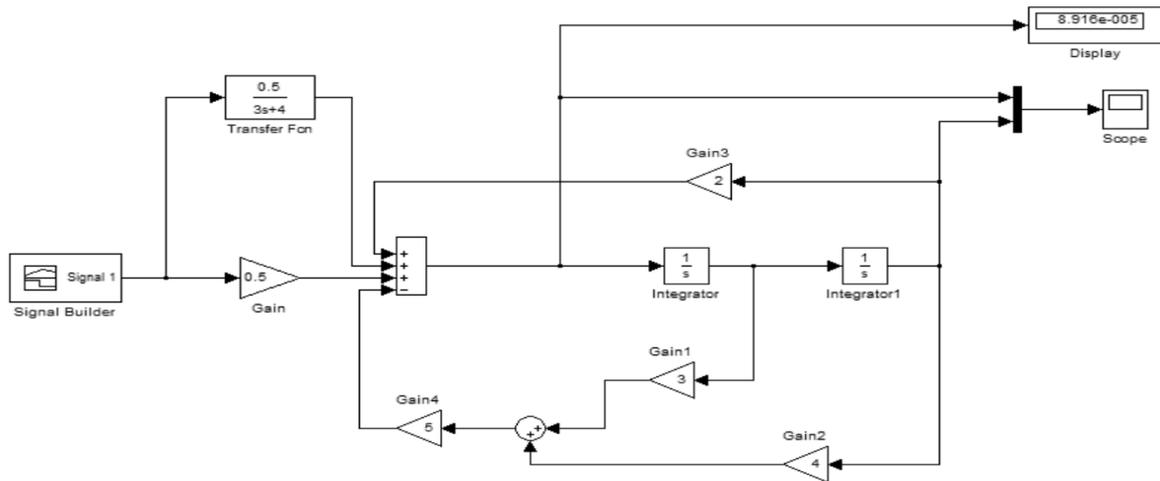


Рисунок 1.8 - Моделирование при градиентном возмущении (тип ударная волна)

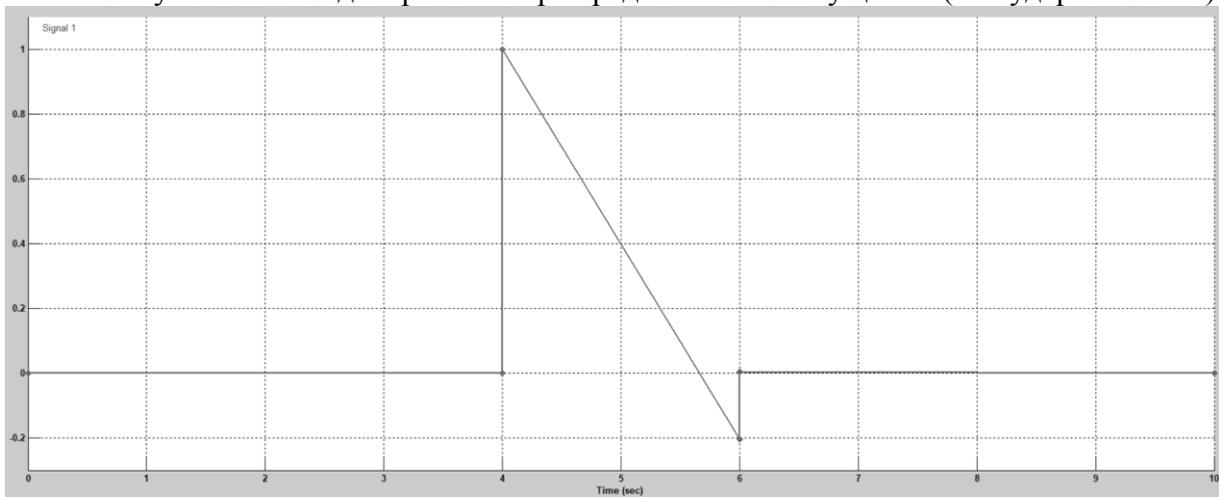


Рисунок 1.9–График градиентного возмущения (тип ударная волна)

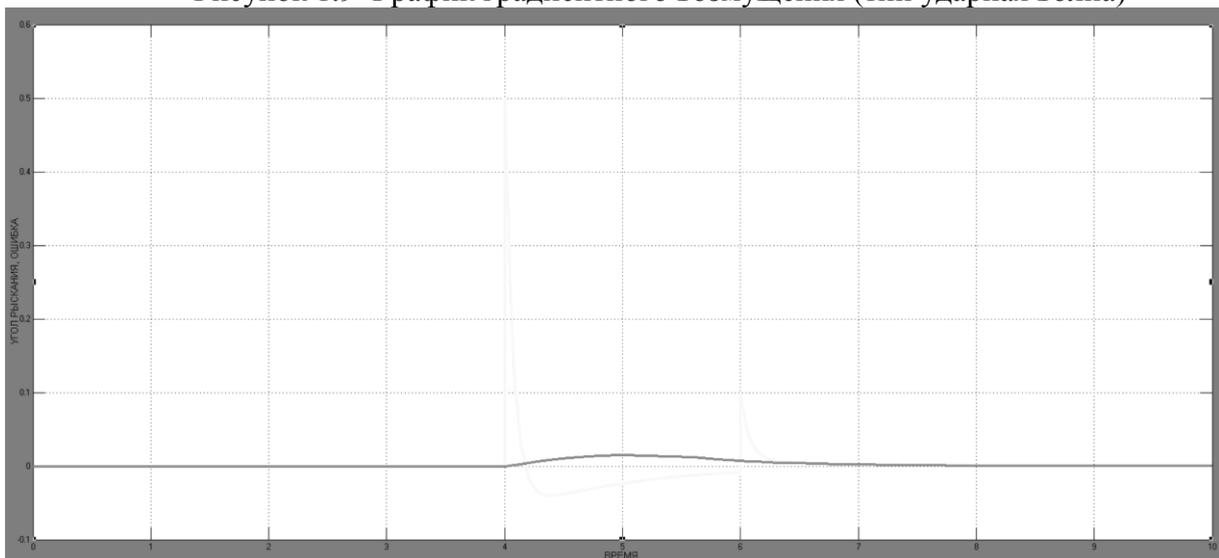


Рисунок 1.10 -График установления угла рысканья и сигнала ошибки при постоянном возмущении.

Анализ рисунка 1.10 показывает, что сигнал ошибки за доли секунды становится равным нулю. Таким образом, для совершения маневра существует возможность определения направления внешнего воздействия.

Проведён анализ и разработка алгоритмов реализации принципа инвариантности систем стабилизации ракет, что позволяет в сложных условиях эксплуатации в высокоточных устойчивых (грубых) системах применять несколько контуров коррекции задающих сигналов и компенсации возмущений. Чем полнее в системе компенсируется влияние возмущений (инвариантность системы), тем совершеннее система управления.

Список использованных источников

1. Канушкин С.В. Теория автоматического регулирования: Учебное пособие. МО РФ, 2009. – 222с.
2. Нижегородов А.А; Канушкин С.В; Пискулин Е.В; Щедрин Е.А. Системы управления летательными аппаратами. – Серпухов: ФВА РВСН имени Петра Великого, 2021. – 424 с.
3. Эйкхофф П. Современные методы идентификации систем. -М.: Изд-во Мир, 1983. – 402 с.

РАСЧЁТ МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ ЭВРИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Авторы: Марченко К.А., курсант филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Семикина Е.В., преподаватель кафедры Информатики

Аннотация

Рассматривается проблема решения многокритериальной оптимизационной задачи на примере определения маршрута движения автомобильного транспорта на сети дорог с учётом наличия ж/д переездов, автомобильных мостов, паромных переправ, густонаселённых посёлков и покрытия дорожного полотна, от которых зависит безопасность и скорость движения транспортных средств, пропускная способность на различных участках маршрута.

Annotation

The problem of solving a multi-criteria optimization problem is considered using the example of determining the route of motor transport on a road network, taking into account the presence of railway crossings, automobile bridges, ferry crossings, densely populated villages and road surface, on which the safety and speed of vehicles, throughput on various sections of the route depend.

Ключевые слова: реперные точки на графе, эвристический алгоритм, разомкнутый маршрут

Keywords: reference points on the graph, heuristic algorithm, open route

Целью работы является решения задачи поиска оптимального разомкнутого маршрута на графе дорог с учётом дорожного покрытия полотна, пропускной способности участков дорог и работы железнодорожных переездов и паромных переправ через водные преграды.

Актуальность. Сложность поставленной задачи заключается в наличии нескольких критериев, поэтому такие методы как жадный алгоритм или алгоритм Дейкстры не подходят для её решения. В работе предлагается использовать эвристический метод поиска.

Объект исследования — дорожная сеть на местности.

Предмет исследования — оптимальный разомкнутый маршрут.

Методы исследования: теория графов, генетический алгоритм.

Выберем по карте произвольный участок местности и расставим на нём реперные точки — перекрёстки, соединяющие участки дорог в единую транспортную сеть (рис. 1).



Рис. 1. Схема дорожной сети на местности

Поставленная **задача** является многокритериальной, поэтому для решения выберем один из эвристических методов поиска маршрутов — генетический алгоритм, с помощью которого можно получить не один маршрут, а несколько различных вариантов [2, 7], при этом учитывая влияние сразу всех критериев на результат. В многокритериальных задачах, как правило, не существует одного самого оптимального решения, что связано с противоположностью «вклада» различных критериев в итог. Так, самый короткий (по дистанции) маршрут не всегда одновременно является и самым удобным с точки зрения класса дорог — например, это могут быть лесные тропы в заповеднике, а асфальтированные дороги огибают эту территорию и т.д.

Для использования генетического алгоритма [1, 4] нужно задать математический граф (рис. 2), соответствующий схеме дорог на местности, посчитать количество вершин и рёбер на нём, задать в виде коэффициентов различные параметры — длины участков дорог, скоростной режим, классы дорог, время работы переправ и железнодорожных поездов и т.д.; выбрать встроенные операторы — вид кроссовера, мутации, селекции; указать настройки — размер популяции, количество поколений, критерий останова, а также разработать целевую функцию, которая будет учитывать особенности маршрутов движения.

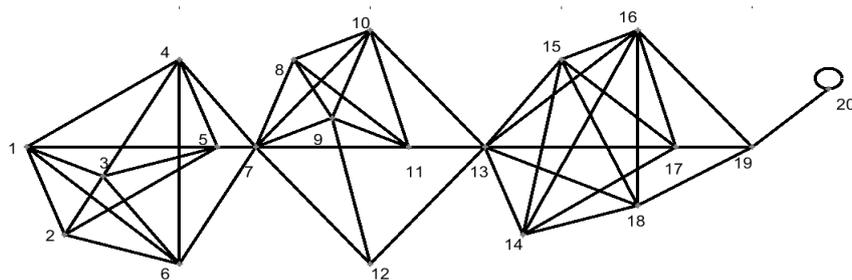


Рис. 2. Математический граф дорог

Целевая функция будет составной, чтобы учитывать несколько подкритериев:

$$Z(m) = \text{abs}(Z_1(m)) + \text{abs}(Z_2(m)) + \text{abs}(Z_3(m)) + \text{abs}(Z_4(m)) \rightarrow \min$$

Первый подкритерий $Z_1(m)$ определяет, принадлежит ли ребро, сгенерированное случайным образом генетическим алгоритмом, графу дорог или является ложным, т.к. в математическом графе не все вершины соединены друг с другом рёбрами. Для этого в матрице смежности нулями отмечены существующие рёбра, а штрафами — несуществующие и петли. Если в сумме набирается 0, значит все сгенерированные ГА рёбра лежат на графе дорог и маршрут может быть проложен.

Подкритерий $Z_2(m)$ подсчитывает длину пути, обращаясь к матрице расстояний (рис. 3), $d = 2500$ км.

$$\text{dis} = \begin{pmatrix} d & 31 & 22 & 34 & 25 & 19 & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & 28 & 22 & 24 & 14 & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & 30 & 27 & 24 & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & 26 & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & 39 & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & d & 15 & 27 & 19 & 13 & 18 & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & 25 & 28 & 10 & 20 & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & 13 & 15 & 16 & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 15 & 24 & d & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 26 & d & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 28 & d & d & d & d & d & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 16 & 20 & 19 & 21 & 12 & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 14 & 17 & 31 & 26 & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 19 & 15 & 17 & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 45 & 20 & 18 & d \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 31 \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 19 \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 31 \\ d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & d & 0 \end{pmatrix}.$$

Рис. 3. Матрица расстояний

В подкритерии $Z_3(m)$ определяется степень удобства (безопасности) движения в зависимости от класса дорог, указанных в таблице 1. Каждый участок дороги закодирован в векторе, в соответствии с номером класса дороги в первом столбце таблицы. При этом, поскольку целевая функция является суммой подкритериев, для выравнивания порядков значений всех подкритериев между собой используются поправочные коэффициенты — полученное значение $Z_3(m)$ умножается на 100.

Таблица 1

Классы дорог		
пр	Класс дорог	Пояснение
1	Автострады	Дороги с прочным покрытием из асфальтобетона или цементобетона толщиной до 0,5 м. Имеют от двух до пяти полос движения в каждом направлении. Состоят из двух проезжих частей шириной от 6,5–7,5 до 15–18 м, между которыми расположена разделительная полоса шириной от 2 до 20 м. Имеют уклоны менее 4% на равнинной местности и менее 7% в горной. Пересечения с другими дорогами выполнены на разных уровнях.
2	Усовершенствованные шоссе	Дороги с твердым основанием и прочным покрытием из асфальта, цементобетона, брусчатки, а также щебня или гравия, пропитанного вяжущими веществами. Ширина покрытой части превышает 5,99 м, что допускает движение в два ряда. Продольные уклоны на равнинной местности и в горной местности такие же, как и у автострад. Рассчитаны для обеспечения интенсивного движения автотранспорта в любом сезоне.
3	Шоссе	Дороги с основанием из камня, песка, твердого грунта с покрытием из асфальта, гравия, щебня, шлака, уплотненных укаткой или обработанных вяжущими веществами, мостовые булыжные и из колотого камня. Ширина покрытой части около 6 м. Продольные уклоны до 7% на равнинной местности и до 10% в горной. Рассчитаны для движения автотранспорта в течение всего года.
4	Улучшенные грунтовые дороги	Дороги профилированные, регулярно исправляемые, не имеющие прочного основания и покрытия. Грунт проезжей

		части может быть улучшен разными добавками (гравием, щебнем, песком) или обработан вяжущими веществами. Продольные уклоны до 7% на равнинной местности и до 10% в горной. Возможно движение автотранспорта среднего тоннажа в течение большей части года.
5	Грунтовые (проселочные) дороги	Дороги непрофилированные, без покрытия, накатанные автогужевым транспортом, соединяющие между собой мелкие населенные пункты или служащие выездом из них на основные дороги. Проходимость их зависит от характера грунта, степени его увлажненности и сезонно-климатических условий.
6	Полевые и лесные дороги	Грунтовые дороги местного значения, по которым движение автогужевого транспорта эпизодическое, в основном в период полевых работ или лесоразработок.

Вектор приоритетов (коэффициентов классов дорог):

$$pr = [1 \ 1 \ 4 \ 3 \ 3 \ 1 \ 2 \ 2 \ 2 \ 4 \ 4 \ 1 \ 3 \ 3 \ 3 \ 5 \ 5 \ 1 \ 6].$$

В подкритерии $Z_4(m)$ учитывается расписание в пунктах высокого приоритета — на ж/д переездах и водных переправах, т.к. желательно подъехать к этому участку без задержки по времени, чтобы не простаивать на запрещающий сигнал семафора в ожидании разрешения дальнейшего движения или не ожидать следующего паром.

Временной график прибытия $t(x_i)$ автотранспорта в пункты 7, 13, 19 и в конечный пункт 20 окончания маршрута, допустимые интервалы отклонения по времени от расписания движения $[t(x_i) - \sigma(x_i); t(x_i) + \sigma(x_i)]$ и время прохождения пункта приведены в таблице 2.

Таблица 2

Расписание прибытия автоколонны в пункты высоких приоритетов 7, 13, 19, 20

Номер пункта высокого приоритета, j	7	13	19	20
Наилучшее время достижения $t(x_j)$, ч	6,5	9,2	14,0	15,5
Допустимое отклонение $\sigma(x_j)$, ч	0,3	0,4	0,5	0,1
Время нахождения (прохождения) вершины j , t_{max} , ч	0,15	0,2	0,25	0,3

Множитель $B = 250$ обеспечивает выравнивание величины четвертого слагаемого ЦФ с остальными. Критерий $Z_4(m)$ из (3) достигает минимума 0 при отрицательном значении выражения в круглых скобках — при расхождении разности внутри абсолютной величины на значение, не превышающее $\sigma(j)$. Внутренняя сумма равна времени прохождения вдоль маршрута до вершин $j = 7, 13, 19, 20$.

При невыполнении графика прибытия колонны (опоздание или приход раньше) наказывается штрафом равным $Z_4(m) = 2$. Максимальное значение штрафа при нарушении временного графика движения через пункты 7, 13, 19 и 20 равно $Z_4(m) = 8$.

В качестве настроек генетического алгоритма использовались следующие настройки и значения:

```

options = gaoptimset;
options = gaoptimset(options, 'EliteCount' ,16);
options = gaoptimset(options, 'FitnessScalingFcn' ,@fitscalingprop);
options = gaoptimset(options, 'SelectionFcn' ,{ @selectiontournament 8 });
options = gaoptimset(options, 'CrossoverFcn' ,@crossoversinglepoint);
options = gaoptimset(options, 'MutationFcn' ,{ @mutationgaussian 0.01 0.7});
options = gaoptimset(options, 'Display' , 'off');
options=gaoptimset('PopulationSize',1200,'Generation',1000, ...
                  'StallGenLimit',200);

```

Генетический алгоритм [3, 178] запускался в цикле по изменяющемуся значению фактора кроссовера от 0,02 до 0,08 с шагом 0,02. В результате работы алгоритма за 104,6 секунды было получено 4 оптимальных маршрута:

m1 = (1 2 3 4 5 7 8 9 10 11 13 15 16 17 19 20)

m2 = (1 2 3 4 5 7 8 9 10 12 14 15 16 18 19 20)

m3 = (1 2 3 4 5 7 8 10 12 13 14 15 16 18 19 20)

m4 = (1 2 3 4 5 7 8 9 11 13 14 15 16 17 19 20)

Значения целевой функции при этом составили:

recordf = 1.0e+03 *

4.2820000000000000

4.5920000000000000

4.3790000000000000

4.2820000000000000

Два варианта движения с наилучшими значениями функции (m1 и m4) представлены на рис. 4.

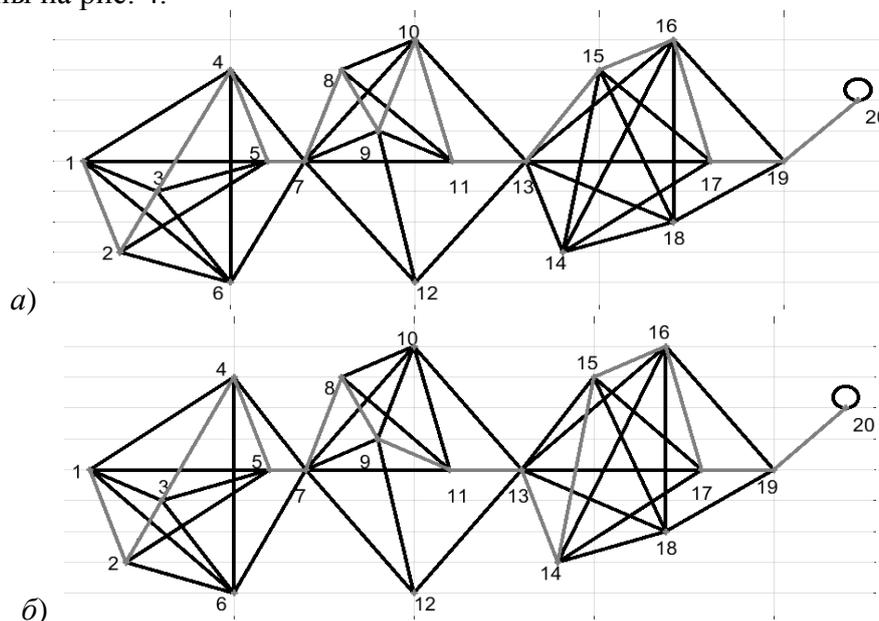


Рис. 4. Оптимальные разомкнутые маршруты m1 и m4 на графе дорог

Несмотря на одинаковые значения ЦФ, маршруты пролегают по разным участкам дорог, что позволяет при выборе пути учитывать дополнительные факторы.

Заключение

В работе была рассмотрена проблема нахождения оптимальных маршрутов передвижения транспортных средств в плоскости многокритериальности условий обстановки.

Результат решения данной задачи оптимизации не может быть достигнут за приемлемое время ни математическими методами, ни простым перебором. В связи этим задача обладает высокой сложностью.

Выводы

Генетический алгоритм с помощью подкритериев целевой функции обеспечивает эффективное решение задачи выбора маршрута оптимального движения по графу дорог.

Добавление новых подкритериев может быть органично встроено в работу генетического алгоритма и позволяет приблизить теоретическую задачу к практике движения автотранспорта на существующих типах дорог.

Наличие в решении альтернативных вариантов выбора маршрутов движения соответствует реальной практике дорожного движения и позволяет ориентироваться в выборе с помощью дополнительных соображений, не вошедших в перечень подкритериев. Право выбора предоставляется руководителю движения.

Список использованных источников

1. Короткин, А. А. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / сост. А. А. Короткин, М. В. Краснов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — [Текст], Ярославль : ЯрГУ, 2020. — Ярославль, 2020. — 40 с.

2. Руденко, Э.М. Определение маршрута максимального мониторинга на графе реперов на местности / Э.М. Руденко, Е.В. Семикина // Журнал «I-methods». — 2023. — Т.15. — №1. — С. 1–35.

3. Шматов, Г. П. Нейронные сети и генетический алгоритм : учебное пособие / Г. П. Шматов. — Тверь : ТвГТУ, 2019. — 200 с. — ISBN 978-5-7995-1007-7. — Текст: электронный // Лань: ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171312>

ПЕРВИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С БУФЕРНЫМ НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ.

Автор: Мырнин Д.М., курсант 5 курса филиала военной академии РВСН г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Ларкин В.В., к.т.н., старший преподаватель кафедры «Электротехники, электроники и электроснабжения ракетных комплексов»

Аннотация

В статье рассматривается возможность применения современных технических решений при разработке комбинированных первичных источников электроэнергии на основе дизельных двигателей и современных аккумуляторных батарей для систем автономного электроснабжения военного назначения.

Annotation

The article considers the possibility of using modern technical solutions in the development of combined primary sources of electricity based on diesel engines and modern batteries for autonomous power supply systems for military purposes.

Ключевые слова: автономность, аккумуляторная батарея, инвертор

Keywords: autonomy, rechargeable battery, inverter

Практическая значимость статьи направлена на исследование возможности применения комбинированных (гибридных) энергоустановок на технике специального назначения, а также сравнение энергоэффективности системы автономного электроснабжения при использовании штатного первичного источника электрической

энергии и первичного источника электрической энергии с буферным накопителем энергии (БНЭ).

Целью статьи является теоретическое обоснование применения первичных источников электрической энергии (ПИЭЭ) с буферным накопителем для увеличения автономного функционирования систем военного назначения.

Задача: выявить недостатки применяемых в настоящее время ПИЭЭ, рассмотреть перспективную структуру системы автономного электроснабжения (САЭ), выбрать основные параметры элементов, входящих в его состав, и сделать сравнение САЭ путем аналитического расчета расхода топлива, влияющего на **автономность**.

В настоящее время в ракетных войсках стратегического назначения (РВСН) происходит перевооружение. На смену устаревших ракетных комплексов (РК) приходят более совершенные. Это относится и к такой важной системе РК, как система электроснабжения (СЭС).

При прекращении электроснабжения РК от сети, то есть от основной СЭС, электропитание аппаратуры переводится на систему автономного электроснабжения, которая в своем составе содержит ПИЭЭ.

Особенно важна работа системы автономного электроснабжения при несении дежурства в отрыве от места постоянной дислокации, что характерно для подвижных грунтовых ракетных комплексов (ПГРК).

В качестве ПИЭЭ в ПГРК применяются дизель-электрические генераторы (ДГУ). Одной из особенностей ДГУ является зависимость его энергоэффективности от условий окружающей среды, коэффициента использования (мощности нагрузки), качества топлива и других факторов.

Современная тактика ведения боевых действий с применением обычных средств поражения подтверждается при проведении военно-специальной операции на территории Украины, где высокоточным оружием уничтожаются в первую очередь опорные объекты противника: пункты управления, нефтеперерабатывающие заводы, основные железнодорожные узлы, мосты. Уничтожение или частичный вывод из эксплуатации объектов государственной важности приведет к децентрализации общего руководства вооруженными силами, а также изолирует военные энергетические системы от внешней электрической сети и ограничит возможности бесперебойной доставки по назначению необходимого запаса топлива для САЭ. Тогда автономные системы электроснабжения переходят в ряд основных, а задача поиска новых научно-технических решений для увеличения энергоэффективности ПИЭЭ является **актуальной**.

При этом можно отметить, что боеготовность техники военного назначения зависит от некоторой совокупности факторов, которые подразделяются на внешние и внутренние, а к внутренним факторам относятся энергоёмкость и топливный ресурс.

Потребление топлива можно уменьшить, если применить комбинированную систему электроснабжения: схему двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с накопителем энергии [2]. Использование такой комбинированной энергетической установки (КЭУ) в угрожаемый период позволит уменьшить один из показателей демаскирующих признаков техники - дым от выхлопных газов.

В качестве накопителя энергии в современном автомобилестроении используются аккумуляторные батареи (АБ), при этом аккумулятор заряжается от ДВС и рекуперативного торможения. Двигатель внутреннего сгорания используется только в диапазоне эффективной работы. Существует несколько вариантов включения источников энергии к потребителю: параллельная гибридизация, последовательная гибридизация, последовательно-параллельная гибридизация, гибридизация с возможностью зарядки АБ и др.

Объект исследования: первичный источник электрической энергии.

Предмет исследования: способы повышения энергоэффективности (топливной экономичности).

Для выполнения боевых задач, когда электроснабжение потребителей не может осуществляться от системы внешнего электроснабжения реализуется децентрализованный (автономный) принцип электроснабжения. В данном режиме эксплуатации потребители электрической энергии (ЭЭ) питаются от собственных систем автономного электроснабжения, источниками которых являются ДГУ, и (или) от источников электроэнергии шасси агрегатов, представляющих собой электромашинные генераторы постоянного тока смешанного возбуждения типа СГ-18, Г-6,5.

На одном из специальных агрегатов в качестве автономных источников применяют две ДГУ с возможностью параллельной работы с номинальной мощностью каждого 50 кВт.

Так как состав потребителей ЭЭ известен, то можно определить среднюю потребляемую мощность. Для достоверности расчетов использовались данные экспериментального измерения потребляемой мощности в полевых условиях. Анализ данных показал, что максимальная мощность, необходимая для обеспечения работы штатного состава агрегатов равна 26 кВт. Таким образом, можно сделать вывод, что требования по запасу мощности приводного двигателя ДГУ завышены. Это происходит, потому что при проектировании, обосновании и проведении выбора силового агрегата, осуществляющего вращение ротора синхронного генератора для САЭ военного назначения, руководствуются требованиями, предъявляемыми к САЭ специальных объектов. В первую очередь во всех режимах функционирования объекта САЭ должна обеспечивать потребителей электроэнергией в необходимом количестве и с определенными показателями ее качества. Поэтому мощность ДГУ рассчитывается для максимальных нагрузок. Но при эксплуатации ДГУ существует **проблема**: на практике имеют место и другие режимы работы в диапазоне мощностей от холостого хода до максимальной мощности. В этих режимах и средних условиях окружающей среды, составляющих более 80% времени эксплуатации, ДГУ функционируют с недогрузкой. При этом увеличивается удельный расход топлива и появляется эффект карбонизации, вызванной скоплением в цилиндрах продуктов неполного сгорания топлива, что негативно влияет на ресурс двигателя. В целом это приводит к неэффективному использованию ресурсов и ведет к снижению удельных массогабаритных характеристик, энергетических показателей и отрицательным образом отражается на ТЭП САЭ.

Решить данную проблему предлагается путем выбора новой структуры САЭ. Анализ существующих гибридных схем с применением АБ [1] позволил выбрать оптимальную структуру КЭУ, представленную на рисунке 1.

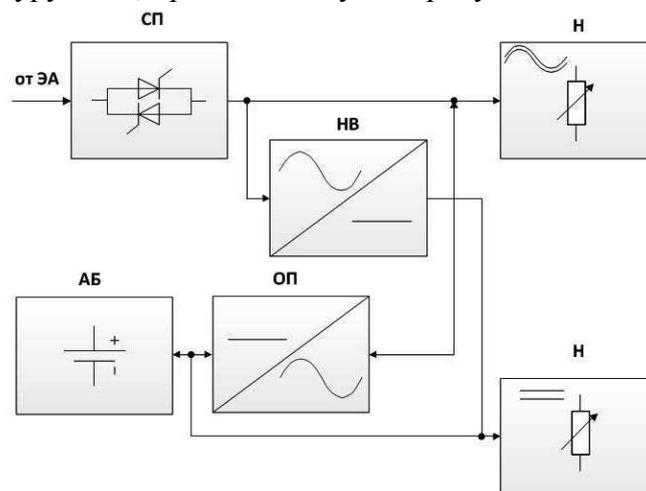


Рисунок 1 – Структурная схема КЭУ с буферным накопителем энергии

В структурной схеме (Рис.1) приняты следующие сокращения:

ЭА – электроагрегат (ДГУ);

СП – статический преобразователь;

НВ – неуправляемый выпрямитель;

ОП – «обратимый» преобразователь;

Н – нагрузка.

Можно отметить, что вне зависимости от выбранной структуры важнейшим узлом в них являются инверторы, с помощью которых на выходе формируется переменное напряжение (близкое к синусоидальному) заданной частоты, осуществляется стабилизация выходных параметров источника.

В данной структуре применен многофункциональный преобразователь, который выполняет функцию как инвертирования, так и выпрямления («обратимый» преобразователь). В схеме основное питание нагрузки осуществляется от сети через СП, а ОП работает в выпрямительном режиме, заряжая (подзаряжая) АБ. В случаях исчезновения напряжения сети или недопустимых отклонений его параметров ОП переходит в инверторный режим и осуществляет питание преобразованным током АБ.

При принятии решения о выборе мощности ДГУ для КЭУ необходимо использовать основные положения теории вероятности относительно типовых графиков нагрузки [4].

Максимальная мощность нагрузки, а следовательно, и максимальная мощность ДЭА P_{max} , Вт, будет определяться по формуле

$$P_{max} = P_{cp} + \alpha \sigma, \quad (1)$$

где $P_{cp} = M(P)$ – средняя потребляемая в режиме мощность (математическое ожидание);

σ – среднеквадратическое отклонение значения потребляемой мощности;

$\alpha = 1, 2, 3$.

При $\alpha = 1$, вероятность того, что суммарная нагрузка не превысит значение $M(P) + \sigma$ равна 0,84. При $\alpha = 2$ вероятность того, что суммарная нагрузка не превысит значение $M(P) + 2\sigma - 0,9777$, а при $\alpha = 3$ суммарная электрическая нагрузка не превысит значения $M(P) + 3\sigma - 0,9973$.

Вероятности получены при условии, что распределение суммарной электрической нагрузки близко к нормальному или к логарифмически нормальному с наибольшей степенью асимметрии [4].

Таким образом, номинальная мощность для ДГУ комбинированного ПИЭЭ принимается равной математическому ожиданию изменения мощности нагрузки $M(P)$, а максимальную мощность нагрузки предлагается покрывать при помощи методики выравнивания графика нагрузки с использованием буферного накопителя энергии (по теории вероятности дополнительно к математическому ожиданию изменения мощности нагрузки $+3\sigma$).

При обработке данных, полученных при измерении, математическое ожидание изменения мощности нагрузки равно

$$M(P) = 20,3 \text{ кВт},$$

а среднеквадратическое отклонение значения потребляемой мощности (при $\alpha=3$)

$$3\sigma = 10,97 \text{ кВт}.$$

Мощность приводного двигателя для ДГУ выбрана при моделировании расхода топлива с применением эмпирических формул Лейдермана и составила 30 кВт.

Анализ технических характеристик при выборе АБ [3] позволяет сделать вывод о преимуществах применения тяговых Li-Ion аккумуляторов:

– высокая плотность энергии (могут хранить больше энергии на единицу объема);

– не обладают «эффектом памяти» - подзаряд в любое удобное время;

- заряд с 0% до 100% за 1-2 часа;
- не выделяют вредных веществ;
- доступная емкость > 98%.

Для расчёта требуемой ёмкости АБ применена формула

$$Q_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{АКБ}} \cdot t}{U \cdot k_{\text{инв}} \cdot k_{\text{да}}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{АКБ}}$ – требуемая мощность нагрузки для обеспечения автономной работы агрегатов в течении одних суток, Вт;

t – требуемое время автономной работы, ч;

U – номинальное напряжение АБ, В;

$k_{\text{инв}}$ – коэффициент полезного действия инвертора;

$k_{\text{да}}$ – коэффициент доступной ёмкости АБ.

Расчеты требуемой ёмкости АБ позволили выбрать одну батарею аккумуляторов общей емкостью $Q_{\text{ном}}=700 \text{ А}\cdot\text{ч}$.

Схемное решение обратимого преобразователя представлено на принципиальной электрической схеме на рисунке 2.

В состав ОП входят следующие блоки:

- Блок 1 - аккумуляторная батарея и блок силовой коммутации;
- Блок 2 - зарядное устройство;
- Блок 3 - инвертор;
- Блок 4 - коммутационное устройство;
- Блок управления.

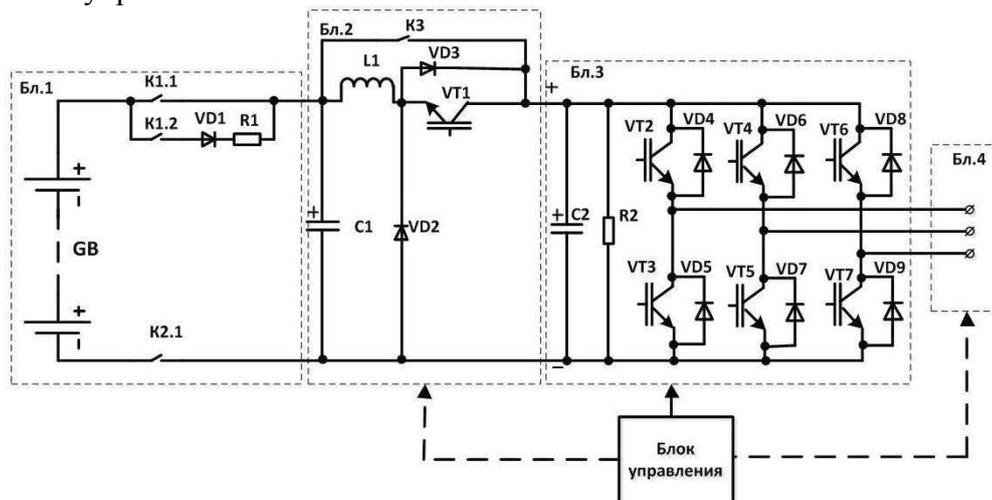


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема обратимого преобразователя с аккумуляторной батареей

Схема, представленная в соответствии с рисунком 2, может работать в следующих режимах:

- разряд АБ для восполнения необходимой мощности потребителям РК;
- заряд АБ при питании от ДГУ;
- заряд АБ от внутренней или внешней сети постоянного тока.

Представленное на рисунке 2 решение отличают:

- возможность работы с электрическими потребителями переменного тока различного типа и исполнения;
- отсутствие в гибридной системе электрооборудования двух электрических машин и инверторов для обеспечения заряда буферного накопителя электроэнергии;

– возможность использования мощных сетей постоянного тока (для ускоренного восполнения энергии), улучшенные массогабаритные показатели и экономическая эффективность системы гибридного электрооборудования.

Таким образом, схема передачи электрической энергии от элементов САЭ с БНЭ до потребителей РК представлена на рисунке 3.

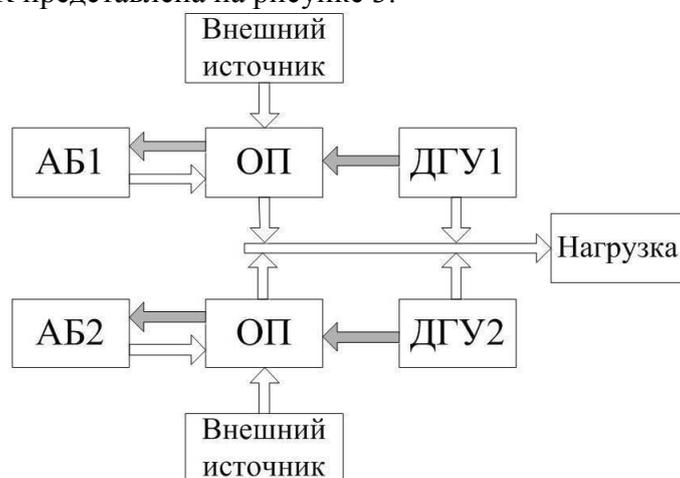


Рисунок 3 – Структурная схема передачи электроэнергии в САЭ с БНЭ

Соответственно, в отличие от эксплуатируемой СРЭС, стали доступны **дополнительные варианты работы гибридной САЭ:**

1. Работа от ДГУ 1.
2. Работа от ДГУ 2.
3. Работа от двух ДГУ.
4. **Работа от ДГУ+АБ.**
5. **Работа от АБ + подзарядка от ДГУ.**
6. **Работа от АБ.**

Наибольшей перспективой для военного использования является структура с использованием литий-ионных АБ, которая показала в ходе моделирования работы САЭ **увеличение автономного снабжения** потребителей военного комплекса электрической энергией **на 9 часов**. Выбор двигателя для ДГУ осуществлялся по графикам расходных характеристик, построенных по эмпирическим формулам Лейдермана, при этом мощностной ряд двигателей рассматривался близким к расчётному математическому ожиданию нагрузки потребителей.

Таким образом, полученные в исследовании результаты доказывают эффективность применения ДГУ с БНЭ (увеличение времени автономной работы), а также получить *дополнительную скрытность работ систем военных комплексов* при обеспечении электрического питания от двух аккумуляторных батарей, т.к. нет выхлопных газов от ДГУ. Вследствие этого *существенно снижен демаскирующий признак*, что особенно **актуально** при использовании современных средств разведки, особенно во время разведки средствами противника с использованием *беспилотных летательных аппаратов* и т.п. средств в ночное время суток.

Список использованных источников

1. Здрюк, А.Г. / Выпрямительные устройства стабилизации напряжения и зарядов аккумуляторов. - М.: Энергоатомиздат, 1988. -148с.
2. Ларкин, В.В. / Применение многодвигательных дизель-электрических агрегатов в качестве систем автономного электроснабжения аппаратуры комплексов военного назначения / В.В. Ларкин, Г.В. Качурин // Сборник трудов XXXVIII Всерос.

(межвед.) НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем», – Серпухов, 2019. – ч.2 – С 23-30.

3. Скундин, А.М. / Современное состояние и перспективы развития исследований литиевых аккумуляторов / А.М. Скундин, О.Н. Ефимов, О.В. Ярошенко // Успехи химии. – 2002 - №71 (4) С.378.

4. Филиппова, Т.А. / Модели и методы прогнозирования электроэнергии и мощности при управлении режимами электроэнергетических систем: монография / Т.А. Филиппова, А.Г. Русина, Ю.В. Дронова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – 368с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТРЕХФАЗНЫХ СЕТЕЙ И УСТРОЙСТВ ОТ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК

Автор: Петров С.А., студент 2 курса СПбГУПТД г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Оробинский А.М., к.п.н, доцент СПбГУПТД

Аннотация

В научной работе рассматриваются вопросы защиты технических систем на базе автоматизированных электроприводов от негативного влияния высших гармоник тока сетях питания. Проведен анализ наиболее перспективных способов борьбы с высшими гармониками. Обоснована перспективность применения активных фильтров последовательного и параллельного типа. Разработана структура и принцип действия инновационной схемы защиты на абазе активного фильтра.

Annotation

The scientific work examines the issues of protection of technical systems based on automated electric drives from the negative influence of higher harmonics in power supply networks. The analysis of the most promising ways of dealing with higher harmonics is carried out. The prospects of using active filters of sequential and parallel types are substantiated. The structure and principle of operation of the innovative protection circuit at the base of the active filter have been developed.

Ключевые слова: электроэнергия, высшие гармоники, защита электросетей, активный фильтр гармоник, пассивный фильтр гармоник

Keywords: electric power, higher harmonics, protection of power grids, active harmonic filter, passive harmonic filter

На современных промышленных предприятиях, объектах бизнеса, бытовых объектах становится все больше таких элементов электрооборудования, как энергосберегающие лампы (светодиодные, люминесцентные и т.п.), разнообразные источники электропитания, преобразователи частоты, инверторы (в том числе, автономные), которые с точки зрения электротехники представляют собой нелинейные нагрузки. В трехфазных сетях синусоидального тока наличие подобных нелинейных элементов приводит к возникновению высших гармоник тока, что негативно сказывается на работе технических систем. Несинусоидальность тока часто приводит к ряду серьезных последствий, таких как возникновение коротких замыканий, шумов и вибраций, которые разрушительно действуют на технику, перегрузке электросети, из-за которой приборы получают ток или напряжение выше тех, с которыми они способны работать. В результате происходит преждевременный износ изоляции проводов, что часто становится причиной аварийной ситуации, возникает перегрузка нейтрального провода, что снижает стабильность работы оборудования [1, 13].

Одной из технических сфер, в которой вопросы качества электроэнергии, то есть и проблема борьбы с высшими гармониками остается весьма актуальной, являются сложные системы на основе современного автоматизированного электропривода - это станки, краны, лифты, насосы и другие подобные механизмы, в которых базой электропривода чаще всего служат трехфазные асинхронные двигатели. В этой связи, исследование эффективных способов повышения качества электроэнергии в механизмах на основе автоматизированного электропривода с асинхронными двигателями является актуальной научно-технической задачей.

Объектом исследования в данной работе являются вопросы защиты электрооборудования механизмов на основе автоматизированного электропривода от негативного влияния электроэнергии недостаточного качества.

Предметом исследования является технические способы уменьшения высших гармоник тока в цепях электрооборудования станков и механизмов на основе автоматизированного электропривода.

Цель работы – научное обоснование комплекса технических решений по повышению качества электроэнергии при электроснабжении станков с частотно-регулируемым электроприводом.

Для достижения поставленной цели в ходе работы необходимо было решить следующие **задачи**:

- провести анализ наиболее перспективных современных методов борьбы с высшими гармониками в электроприводах станков и механизмов;
- обосновать выбор способов борьбы с высшими гармониками в конкретных электроприводах;
- разработать структуру и принцип действия инновационных способов повышения качества электроэнергии для питания электроприводов с частным регулированием и асинхронными двигателями.

В ходе решения основных задач исследования получены следующие результаты.

Проведенный анализ показал, что сегодня существует несколько путей снижения величины тока высших гармоник. Самым простым из них является применение пассивных электрических фильтров, работа которых основана на свойствах индуктивного и емкостного элементов. Чаще всего параллельно нагрузке ставится контур, состоящий из катушки и конденсатора, который настраивается на подавление гармоники определенной частоты. Такой контур ослабляет конкретную гармонику тока за счёт настройки его на определённую частоту так, чтобы резонансная частота последовательно подключенных катушки и конденсатора была очень близка к частоте гармоники, которую необходимо устранить [2, 66].

Недостатком данного способа является то, что при необходимости подавления нескольких гармоник требуется установка целого ряда таких фильтрующих контуров, подключаемых параллельно, каждый из которых должен настраиваться на определённую частоту высшей гармоники. При этом существует риск перегрузки сети из-за увеличения нагрузки с повышенным содержанием гармоник и появления других источников искажений. Известно, что при гашении пятой гармоники происходит усиление седьмой, поэтому на практике приходится устанавливать несколько фильтров подряд. За счёт того, что каждая цепочка из катушки и конденсатора шунтирует соответствующую составляющую, фильтр получил название шунтирующего. Таким образом, основными недостатками таких фильтров гармоник являются невозможность погашения всех гармоник, громоздкость фильтра и большие потери энергии.

Другим известным сегодня способом снижения уровня высших гармоник тока является оснащение трехфазных сетей специальными фильтрами нижних частот с различным характером сопротивления для полосы пропускания и полосы заграждения.

Чаще всего такой фильтр обладает активным (резистивным) характером сопротивления в полосе пропускания, а в полосе заграждения он характеризуется реактивным сопротивлением [3, 9]. Исследования показывают, что для мгновенного и максимального подавления всех гармоник выше частоты среза более предпочтительно использовать фильтры с ёмкостным характером сопротивления, примером которых служат П-образные фильтры. Такие фильтры подключаются ко вторичной обмотке силового трансформатора тяговой подстанции и способны подавлять высшие гармоники тока до 21-го порядка.

Существенным недостатком таких фильтров является выделение ими заметной реактивной мощности, что часто недопустимо для современных технических систем на базе автоматизированного электропривода.

Одним из принципиально новых устройств для снижения гармоник можно назвать активный фильтр (АФ). АФ представляет собой управляемый источник тока, который, в отличие от пассивного фильтра, подавляет все возможные порядки гармоник. АФ вводит в сеть ток такой по частоте и амплитуде, чтобы в результате суммирования тока нагрузки и тока компенсации, выходящего из фильтра, получился ток по частоте и амплитуде совпадающий с током электрической сети.

Пример структуры типовой системы с электроприводом и АФ показан на рис.1.

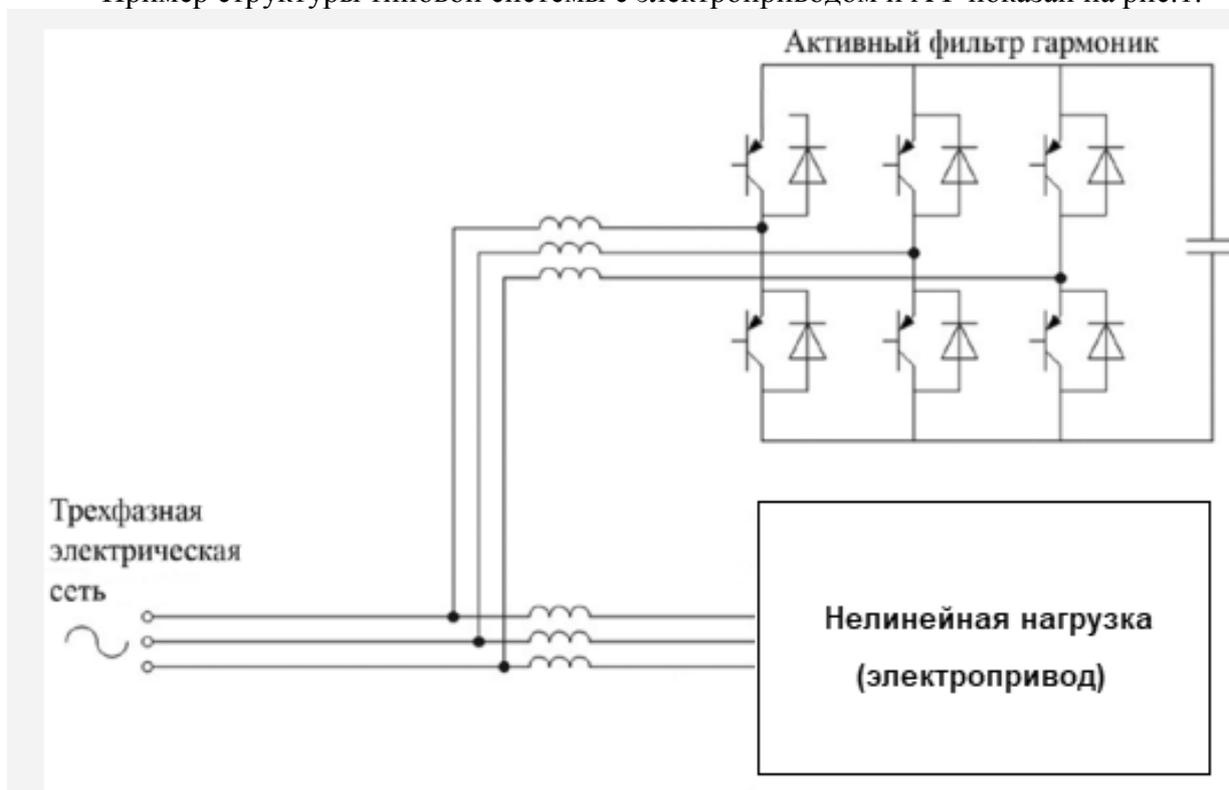


Рис.1. Система с электроприводом и активным фильтром высших гармоник

АФ, анализируя ток нагрузки и ток сети, создаёт ток в противофазе равный току нагрузки, в итоге наложения «противотока» на ток гармоники последний практически полностью исчезает, и чем быстрее фильтр анализирует и отправляет противофазный ток, тем выше становится качество сети. Практически любой активный фильтр гармоник может применяться как для подавления гармоник, так и для компенсации реактивной мощности.

АФ может быть подключен последовательно или параллельно. Последовательно подключенный фильтр служит управляемым генератором напряжения и является эффективным компенсатором провалов и гармонических составляющих в напряжении

сети. Последовательный активный фильтр компенсирует гармонические токи, которые генерируются нагрузкой, а также искажения напряжения, уже присутствующие в системе электросети. Последовательный фильтр по сути является управляемым генератором напряжения и служит эффективным решением для компенсации провалов, фликера несимметрии и гармонических составляющих в напряжении сети.

При проектировании и выборе последовательного АФ необходимо учитывать следующие особенности: рассчитанный на полный ток нагрузки, АФ должен иметь высокую мощность, что влечет за собой соответственно высокую стоимость; последовательный фильтр не имеет возможности прямо исправлять токи нагрузки, подключенной за ним, влияя на них только посредством изменения напряжения. Существенное преимущество такого АФ – исправление искаженной формы напряжения независимо от природы возникновения искажения.

Результаты исследований последовательных АФ показали, что применение последовательных АФ является эффективным средством уменьшения реактивной мощности и борьбы с влиянием на электрическую сеть высших гармоник в промышленных сетях объектов с автоматизированными электроприводами, например, станками с для изготовления электрических разъёмов в авиационной промышленности.

Одним из важных направлений дальнейших исследований данных фильтров является поиск способов повышения мощности, что может привести к созданию последовательного фильтра, способного исправлять большие гармонические токи.

В настоящее время не менее перспективным средством повышения качества электросети при работе механизмов и станков с электроприводами является параллельный АФ, который соединяется параллельно линии переменного тока и имеет более высокую компенсируемую мощность. Такой АФ постоянно вводит в сеть токи, противофазно равные токам нагрузки, так, чтобы в результате ток, поставляемый источником, оставался синусоидальным. Фильтр автоматически ограничивает ток компенсации по своему максимальному значению, если ток, генерируемый нагрузкой, превышает это значение. Таким образом фильтр будет продолжать свою работу до своего максимального значения тока, не перегружаясь, а токи, превосходящие это значение, будут возвращаться в систему электропитания.

Параллельный АФ может обеспечивать значительное улучшения качества электросети за счет снижения реактивной мощности и влияния высших гармоник на электрические сети, питающие типовые промышленные станки.

В развитие рассмотренных ранее способов борьбы с гармониками для систем большой мощности возникает идея совместного применения параллельного АФ и пассивного фильтра. Принцип действия такой системы заключается в том, что параллельно нагрузке подключается контур, состоящий из последовательного соединенных параллельного АФ и пассивного фильтра. При этом, пассивный заграждающий фильтр настраивается на самую большую по амплитуде гармонику, а АФ будет производить фильтрацию всех гармоник других порядков.

Проведенные исследования АФ показали, что параллельный тип фильтра способен улучшать качество электроэнергии в электрических сетях, питающих станки и механизмы, при этом такому типу фильтров не присущи недостатки последовательного фильтра, он прост в защите и подключении, способен напрямую управлять током, то есть лучше подавлять гармоники тока. В настоящее время большинство параллельных АФ строится на основе трёхфазных мостовых инверторов напряжения.

Проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов, что для улучшения качества электроэнергии в электрических сетях, питающих современные станки и механизмы с автоматизированными электроприводами переменного тока эффективным

может быть внедрение активных фильтров гармоник, что позволит значительно уменьшить риск возникновения коротких замыканий и перегрузки электросети.

Список использованных источников

1. Абрамович Б. Н. Повышение качества электрической энергии с помощью параллельного активного фильтра в системах электроснабжения промышленных предприятий / Б. Н. Абрамович // Электричество. 2012. № 3. С. 7–11.
2. Вангенхайм Ф. Активные фильтры и генераторы / Ф.Вангенхайм // [Текст], М: Техно-сфера, 2010 - 112 с.
3. Кумаков Ю.Н. Инверторы напряжения со ступенчатой модуляцией и активная фильтрация высших гармоник /Ю.Н.Кумаков //Новости электротехники. – 2005. – №6. – С.64–67.

РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Авторы: Полежаев В.А., Фурзиков К.А., курсанты филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Семикина Е.В., преподаватель кафедры Информатики

Аннотация

Рассматривается проблема определения оптимального маршрута движения по графу реперных точек на местности с использованием методов искусственного интеллекта (ИИ). На первом этапе, с помощью анализа имеющихся картографических изображений местности проводится отбор нейронной сетью (НС) определённых точек, отвечающих заданным характеристикам. Затем строится граф реперов, расчёт маршрутов на котором проводится с помощью одного из популяционных методов — генетическим алгоритмом (ГА).

Annotation

The problem of determining the optimal route of movement in the graph of reference points on the ground using artificial intelligence methods is considered. At the first stage, by analyzing the available cartographic images of the area, a neural network selects certain points that meet the specified characteristics. Then a graph of reference points is built, the calculation of routes on which is carried out using one of the population methods — a genetic algorithm.

Ключевые слова: реперы, эйлеров граф, БПЛА, искусственная нейронная сеть, генетический алгоритм

Keywords: benchmarks, Eulerian graph, UAVs, artificial neural network, genetic algorithm

Целью работы является расчёт эйлеровых маршрутов с помощью методов искусственного интеллекта в оптимизации маршрутов движения сотрудников лесного хозяйства для своевременного обслуживания в зимний период санных кормушек, расположенных вдоль участков дорог лесного массива значительной протяжённости.

Объект: технологии искусственного интеллекта.

Предмет: оптимизация маршрутов с помощью методов искусственного интеллекта.

Существует большое количество методов искусственного интеллекта (ИИ), в качестве основных направлений можно выделить следующие:

1. искусственные нейронные сети;
2. нечеткая логика (нечеткие множества и мягкие вычисления);

3. системы, основанные на знаниях (экспертные системы);
4. эволюционное моделирование (генетические алгоритмы, многоагентные системы);
5. machine learning (Data Mining и анализ данных).

Для решения поставленной задачи предлагается следующая последовательность действий. Сначала производится обследование территории с помощью БПЛА со средствами видео- фотофиксации, т.е. оперативно отслеживается опорожнение мест питания животных, поскольку в разных частях лесного массива этот процесс происходит неравномерно. После анализа полученных изображений нейронной сетью производится отбор участков дорог для определения реперов — перекрёстков, инцидентных выбранным рёбрам на математическом графе, представляющем собой разветвлённую дорожную сеть лесного массива, и построения подграфа для текущего обслуживания точек питания животных с учётом их заполненности кормом. Затем с помощью генетического алгоритма прокладывается оптимальный эйлеров маршрут (ЭМ), позволяющий сотрудникам проехать по каждой дороге один раз, не затрачивая лишнее количество топлива на повторный проезд по уже пройденному участку дороги.

В качестве инструмента анализа изображений выбрана нейронная сеть YOLO — “You Only Look Once” (“стоит только раз взглянуть”) — эффективный алгоритм, который позволяет выделять объекты на изображении и определять к какому классу изучаемых объектов можно отнести предмет на изображении. С помощью этой НС в оперативном режиме будут отобраны реперные точки, удовлетворяющие заданным требованиям.

YOLO — относится к свёрточным нейронным сетям (CNN). При её работе изображение делится на клетчатую область. Для каждой ячейки сети выводит вероятности определяемого класса [3, 59]. Ячейки, имеющие вероятность класса выше порогового значения, выбираются и используются для определения местоположения объекта на изображении. YOLO решает следующие задачи:

- обнаружение местоположения интересующих объектов на изображении;
- разделение изображения на клеточные области, относящиеся к каждому объекту;
- классификация — определение того, что именно изображено на картинке.

Дополнительно следует установить библиотеки OpenCV — «open source» библиотека компьютерного зрения, которая предназначена для анализа, классификации и обработки изображений и NumPy — пакет для анализа данных, машинного обучения и научных вычислений, упрощает работу с векторами и матрицами.

Далее выбираем объекты обучения НС — в первую очередь, это будут места кормления животных — сенные кормушки, причём, нужно учесть текущее состояние кормушки — полная, значительно опорожнённая, пустая. Ещё в качестве объектов будем распознавать животных и деревья (рис. 1).



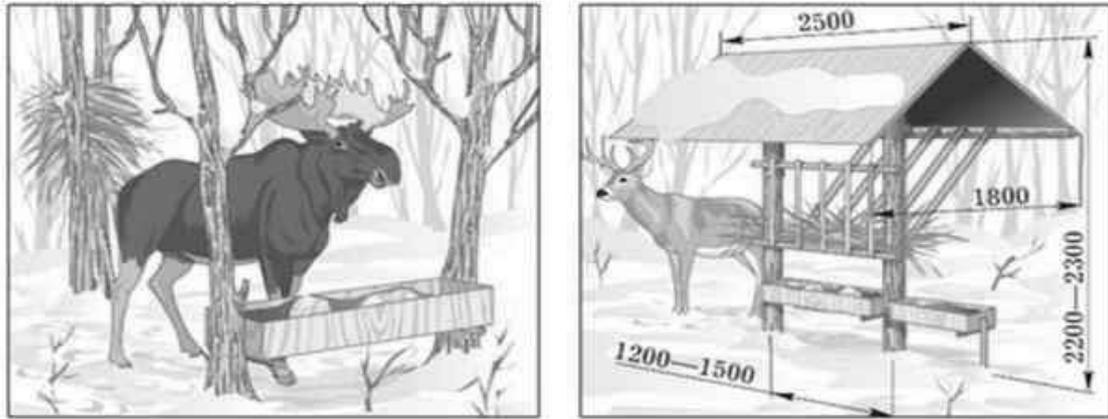


Рис. 1. Объекты для обучения нейронной сети

Таким образом, у нас будет 5 классов: feeder, half_empty_feeder, empty_feeder, animal и tree. Алгоритм YOLO будет обнаруживать эти объекты на изображении. Он также может быть специально обучен, чтобы легко находить новые объекты. Для обучения НС подготовим банк изображений. Сначала изображение, которое вводится в сеть, разделяется на секции, например, на 12 квадратов. Затем будем искать на изображениях 5 классов (полная кормушка, наполовину пустая, пустая, животные, деревья), поэтому каждая секция будет иметь в общей сложности 10 параметров — 4 параметра координат рамки, индекс объектности и пять параметров класса (рис. 2):



Рис. 2. Схема параметров для обучения НС

При подготовке обучающих данных мы должны с помощью ограничивающих рамок в виде прямоугольных областей выделить объекты, которые хотим обнаружить на изображении — например, пустую кормушку (рис. 3).



Рис. 3. Параметры для обучения НС распознавать класс empty_feeder

На рис. 3 жёлтым цветом обозначена граница секции, красной линией — ограничивающая рамка вокруг интересующего нас объекта (пустой кормушки); оранжевым цветом обозначены параметры “tx” — расстояние между центром

ограничивающей рамки и самой левой частью этой секции и “ t_y ” — расстояние между центром ограничивающей рамки и самой верхней частью секции; голубым цветом показаны ширина ограничительной рамки по отношению к секции — параметр “ tw ” и высота ограничивающей рамки по отношению к секции — “ th ”.

Параметр “ po ” — индекс объектности, выражает вероятность успешного обнаружения объекта в ограничивающей рамке. Его значение равно 0,99 указывающий на наличие предмета в ограничивающей рамке, которая его окружает. Индексы “ p_1 ”, “ p_2 ”, “ p_3 ”, “ p_4 ”, “ p_5 ” говорят нам о вероятности того, что этот объект окажется полной кормушкой, полупустой кормушкой, пустой кормушкой, животным или деревом соответственно. Каждая из 12 секций, присутствующих в матрице 3×4 , имеют эти 10 параметров, и именно они помогают алгоритму YOLO точно обнаружить объект.

После того, как все кормушки, подлежащие заполнению, были определены с помощью НС, на общей дорожной сети лесного хозяйства были выделены участки дорог, по которым нужно проехать сотрудникам для восполнения кормовой базы животных. Таким образом, была произведена формализация задачи в математический граф (рис. 4).

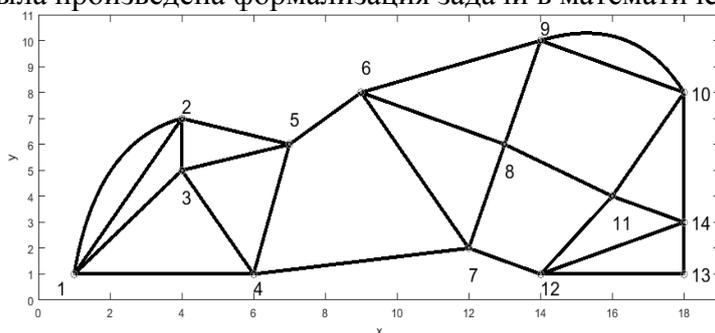


Рис. 4. Математический граф дорог

Граф (рис. 4) представляет собой несимметричный неориентированный граф реперных точек, содержит 14 вершин и 27 рёбер, причём, два из них — $e(1,2)$ и $e(9,10)$ являются кратными. Поскольку, все вершины данного графа имеют кратную чётность, то граф является эйлеровым, следовательно на нём можно найти большое количество разнообразных эйлеровых маршрутов. Поиск будем осуществлять с помощью генетического алгоритма, запуская его в цикле для повышения разнообразия замкнутых маршрутов, начинающихся и заканчивающихся в вершине с номером 1.

Генетический алгоритм — это метод оптимизации, который позволяет эвристически найти глобальный экстремум мультимодальной, нелинейной, не дифференцируемой функции от многих переменных [1, 9]. Для его использования параметры задачи представляются в виде набора генов, которые могут быть битом, числом или другим объектом, затем к ним применяется процесс искусственного отбора.

Первая вершина является начальной и конечной и её позиция в маршруте не изменяется, поэтому учитывать её в расчётах не будем, а добавим позже с помощью операции конкатенации: $X1=[1 X 1]$. Остаётся 13 вершин, соединённых между собой 26 рёбрами. Следовательно, имеем для перебора ряд дискретных целочисленных значений. Первоначальную популяцию сгенерируем из хромосом (X), в составе которых случайным образом встречаются числа от 1 до 26.

В качестве операторов, участвующих в получении следующего поколения наборов — кроссовера и мутации — выберем встроенные подпрограммы для обработки целочисленных значений генов и укажем их в первоначальных настройках ГА, также как и размер популяции ('PopulationSize'), количество поколений ('Generations') и критерий остановки работы алгоритма ('StallGenLimit').

В операторах кроссовера и мутации, которые переставляют номера вершин в наборах хромосом, используются случайные факторы — рандомный выбор генов, участвующих в перестановке в векторе, это приводит к появлению новых вариантов решений, все они подставляются в целевую функцию для вычисления оценки пригодности, в результате наилучшие хромосомы отбираются, а наихудшие — отсеиваются.

Целевая функция (ЦФ) — это математическая зависимость критерия оптимальности от параметров, влияющих на ее значение. Вид целевой функции определяется конкретной задачей оптимизации. В данном случае используется аддитивная целевая функция, которая сравнивает заранее подсчитанную сумму кодов рёбер со значением, которое получается при суммировании кодов рёбер, сгенерированных ГА в случайной последовательности. Результат, равный нулю, свидетельствует о том, что получен замкнутый маршрут на графе. Если ГА в процессе работы генерирует несуществующее ребро или петлю, на такое слагаемое накладывается штраф в виде большого числа, мешающему обнулению ЦФ.

В качестве кодов рёбер для подстановки в формулу расчёта значения целевой функции [2, 12] использовались величины, равные $\sin(x)$, где x — номера рёбер.

$$Z(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_{i=1}^{27} f(x_i, x_{i-1}) - \sum_{i=1}^{27} \sin(ix).$$

Так как при расчёте целевой функции сравниваются вещественные значения, то в результате в окне вывода может появиться машинный ноль, т.е. числовое значение с таким отрицательным порядком, которое воспринимается машиной как ноль, это не означает, что данный набор не является ЭМ на математическом графе (рис. 4).

При настройках 'Generations', 340, 'PopulationSize', 1500, 'StallGenLimit', 200, время счёта составило 83,78 секунд, получено 2 маршрута из 5 наборов — **m4** и **m5** (табл. 1).

Таблица 1

Результаты подсчёта ЭМ при настройках 'Generations', 340, 'PopulationSize', 1500

Значение ЦФ	Набор вершин
5314288	m1 = (1 13 12 14 12 14 11 8 11 10 9 10 9 8 7 6 5 2 3 1 4 3 2 5 6 7 4 1);
0,00342	m2 = (1 4 7 8 7 6 8 9 10 11 14 13 12 14 12 11 10 9 6 5 3 2 3 5 4 1 2 1);
5314288	m3 = (1 4 3 1 4 3 2 5 2 5 6 7 6 7 12 13 12 14 10 9 10 9 8 11 8 11 14 1);
0	m4 = (1 2 3 5 4 7 12 11 8 6 9 10 14 13 12 14 11 10 9 8 7 6 5 2 1 3 4 1);
0	m5 = (1 2 3 5 4 7 6 8 11 14 13 12 14 10 11 12 7 8 9 10 9 6 5 2 1 3 4 1).

В наборах **m1** – **m3** рёбра (12,14) и (12,13), не являясь кратными, встречаются дважды, поэтому значение ЦФ не равно 0 из-за наложенных во время счёта штрафов. При увеличении числа поколений и размера популяции выше вероятность получения большего разнообразия маршрутов, но и время счёта тоже несколько увеличивается.

Выводы

В работе рассмотрено решение оптимизационной маршрутной задачи с помощью методов искусственного интеллекта — НС YOLO v5 и генетического алгоритма. За приемлемое время был произведён поиск пустых лесных кормушек для животных и предложены два варианта оптимального движения сотрудников лесного хозяйства. Это позволит сохранить популяцию животных благодаря своевременному пополнению кормовой базы, а также сэкономить время, затрачиваемое на обслуживание территории и топливо для заправки средств передвижения сотрудников лесохраны за счёт исключения повторного проезда по одним и тем же участкам дорог.

Список использованных источников

1. Веселов, О.В. Нечеткая логика и нейронные сети в системах управления и диагностике: учеб. пособие / О.В. Веселов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н. Г. Столетовых. — [Текст], Владимир: Изд-во ВлГУ, 2023 — 288 с. — ISBN 978-5-9984-1641-5.

2. Руденко, Э.М. Маршрутизация беспилотных летательных аппаратов, трансцендентные целевые функции графа и генетический алгоритм / Э.М. Руденко, Е.В. Семикина // Научные технологии в космических исследованиях Земли. — 2021. — Т.13. — №1. — С. 6–18. — URL: <http://h-es.ru/ru/archive-ru.html>

3. Ярышев, С.Н. Технологии глубокого обучения и нейронных сетей в задачах видеонализа / С.Н. Ярышев, В.А. Рыжова. — СПб: Университет ИТМО, 2022. — 82 с.

ФОРМУЛА ЦИОЛКОВСКОГО И ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ

Авторы: Потатин А.М., Понкрашов Р.В., курсанты 2 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого в г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Подьяблонская А.А., преподаватель кафедры математики

Аннотация

Статья показывает, как сильно повлияли труды ученых на самолётостроение, ракетостроение и освоение космоса. А также рассказывает о принципе реактивного движения и его связи с историей. И как Константин Эдуардович Циолковский положил начало ракетной эре и его уравнение стало основой для создания боевых ракет и, вследствие чего, становления РВСН.

Annotation

The article shows how strongly the works of mathematicians have influenced aircraft construction, rocket science and space exploration. He also talks about the principle of jet propulsion and its connection with history. And how Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky marked the beginning of the missile era and his equation became the basis for the creation of combat missiles and, as a result, the formation of the Strategic Missile Forces.

Ключевые слова: К.Э. Циолковский, дифференциальные уравнения, реактивное движение

Keywords: K.E. Tsiolkovsky, differential equations, reactive motion

Актуальность исследования обусловлена тем, что на сегодняшний день научные исследования в области обеспечения обороноспособности страны вновь приобрели колоссальную важность, а реактивные двигатели являются одними из самых мощных силовых установок в мире. Так, для успешного конструирования и эксплуатации ракет, реактивных самолётных двигателей и т.п. необходимо знать основной принцип реактивного движения, а также уметь вычислять скорость их движения с помощью формулы Циолковского. Кроме того, необходимо понимать важность фундаментальных теоретических знаний для их успешного применения для решения прикладных задач.

В ходе исследования выявлена **проблема** более глубокого ознакомления с основными принципами реактивного движения для их применения в научной и технической деятельности, а также для совершенствования знаний в процессе подготовки будущих офицерских кадров.

Объектом исследования является реактивное движение и формула Циолковского как основное уравнение реактивного движения.

Предмет исследования – применение формулы Циолковского научной и прикладной деятельности для совершенствования техники и технологий ОПК.

Целью исследования является изучение особенностей реактивного движения через понимание его принципа и применение формулы Циолковского для расчета прикладной задачи.

Задачи:

1. Охарактеризовать реактивное движение;
2. Выявить, где в природе встречается реактивное движение;
3. Выяснить, как реактивное движение используется в технике;
4. Описать формулу Циолковского;
5. Поставить и решить прикладную задачу.

В ходе исследования применялись следующие **методы:** анализ, синтез, конкретизация, идеализация, абстракции.

Стоит отметить, что мыслители и ученые с незапамятных времен наблюдали явления реактивного движения в природе.

К примеру, настоящего совершенства в реактивном движении кальмары достигли. Даже внешний вид этих животных напоминает ракету. Точнее сказать, это форма ракет с развитием техники стала копировать кальмара, так как именно ему принадлежит бесспорное первенство в этом виде движения. Почти половина объема тела же этого млекопитающего приходится на объем полости. Кальмар использует мантийную полость для передвижения, сначала засасывая воду внутрь нее, после чего он быстро выбрасывает набранную струю воды сквозь узкое отверстие, так называемое сопло. В результате этого он реактивно передвигается с большой скоростью.

Осьминоги мешкообразной формы, поэтому они плывут хуже кальмаров, однако в критические моменты эти животные способны двигаться намного быстрее их. Работники Калифорнийского аквариума собирались сделать фото осьминога, атаковавшего краба. Однако спрут, бросаясь на свою добычу, развил такую скорость, что фотографии даже при использовании специального режима оказывались плохого качества. Это показывает, что бросок произошёл за доли секунды! При этом осьминоги обычно двигаются медленно.

Первыми кто проанализировал подобный принцип движения и использовал его в практической деятельности, были китайцы. Они позаимствовали принцип движения осьминогов и кальмаров при разработке первых ракет, которые они использовали для фейерверков и даже для военных столкновений.

Итак, общий принцип реактивного движения состоит в следующем.

Движущей силой является реактивная сила, создаваемая при истечении из тела реактивной струи. Реактивная сила R , действующая на тела, пропорциональна скорости истечения W_a реактивной струи и секунднему расходу массы выбрасываемого вещества m (формула 1):

$$R = mW_a . \quad (1)$$

Двигательную система ракет можно представить следующей формулой (2): двигательная система (Дв) включает в себя источник энергии (Иэ), источник рабочего тела (ИРТ) и движитель (Дж) – устройство, создающее тяговые усилия. Совокупность этих элементов называется двигателем:

$$Дв = Иэ + ИРТ + Дж . \quad (2)$$

Изначально изучались идеализированные объекты с постоянной массой тела. Однако в дальнейшем ученые умы пришли к выводу, что такие расчеты дают большую погрешность вычислений.

Исследованием движения тел с переменной массой заинтересовались современные учёные, такие как Н.И. Кибальчич (1854-1881 гг.), И.В. Мещерский (1859-1935 гг.) и К.Э. Циолковский (1857-1935 гг.). И хотя впервые вывел уравнение движения тела переменной массы И.В. Мещерский, всё же труды К.Э. Циолковского внесли наибольший вклад в развитие воздухоплавания, авиации ракетной и космической техники.

Константин Эдуардович Циолковский – выдающийся русский ученый. Его уникальность не только в его колоссальном вкладе в постижение небесного и космического пространств, но и в целом в многогранности его натуры. Циолковский ведь не только был основоположником современной космонавтики, развивал ракетостроение, воздухоплавание и аэродинамику. Он был философом и писателем: одним из ярчайших представителей русского космизма и автором целого ряда произведений на стыке науки и фантастической литературы, в которых он призывал к освоению и заселению космического пространства. [1, 219]

Основное уравнение движения ракеты было выведено в 1897 году и впервые опубликовано К.Э. Циолковским в 1903 в работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами».

Она стала продолжением изысканий других ученых. В частности, она основана на уравнении Мещерского – уравнении движения материальной точки с переменной массой (формула 3):

$$m \frac{dv}{dt} = v_{omn} \frac{dm}{dt} + F, \quad (3)$$

где m – масса ракеты в момент времени t ,
 v – скорость ракеты,
 v_{omn} – скорость, с которой газы покидают ракету,
 F – геометрическая сумма всех внешних сил, действующих на ракету.

По формуле Циолковского определяется максимальная скорость, которую может получить одноступенчатая ракета (рис. 1) в идеальном случае, то есть когда на ракету не действуют сила тяготения Земли и земная атмосфера. В этой формуле начальная скорость равна нулю.

Формула Циолковского (формула 4) также записывается через дифференциальное уравнение [2, 86]:

$$m \frac{d\bar{V}}{dt} = -\bar{W}_{\text{Э.П.}} \frac{dm}{dt}, \quad (4)$$

где m – начальная масса ракеты,
 $\frac{d\bar{V}}{dt}$ – скорость ракеты в момент времени,
 $m \frac{d\bar{V}}{dt}$ – реактивная сила,
 $\bar{W}_{\text{Э.П.}}$ – эффективная скорость истечения массы,
 $\frac{dm}{dt}$ – расход массы в единицу времени.

И в конечном итоге, решив дифференциальное уравнение, получим, что формула максимальной скорости ракеты выглядит следующим образом (формула 5):

$$V_{max} = u \ln \frac{M_0}{M_K} = u \ln \left(1 + \frac{M_T}{M_K} \right) \quad (5)$$

где u – скорость истечения продуктов сгорания из сопла ракетного двигателя;

M_0 – начальная (стартовая) масса ракеты;
 M_k – масса ракеты без топлива (в конце работы двигателя на активном участке траектории полёта ракеты);
 M_T – масса выгоревшего топлива.

Отношение $\frac{M_T}{M_k}$ называется числом Циолковского

Формула предназначена для расчета запаса топлива, с помощью которого ракета наберет необходимую скорость. При этом время сгорания топлива не обуславливает максимальную скорость ракеты. Для того, чтобы разогнаться до предела, необходимо увеличивать скорость истечения газов.

А достижение первой космической скорости невозможно без изменения конструкции ракеты: она должна быть многоступенчатой (для обеспечения меньшего соотношения между требуемой массой топлива и массой ракеты).

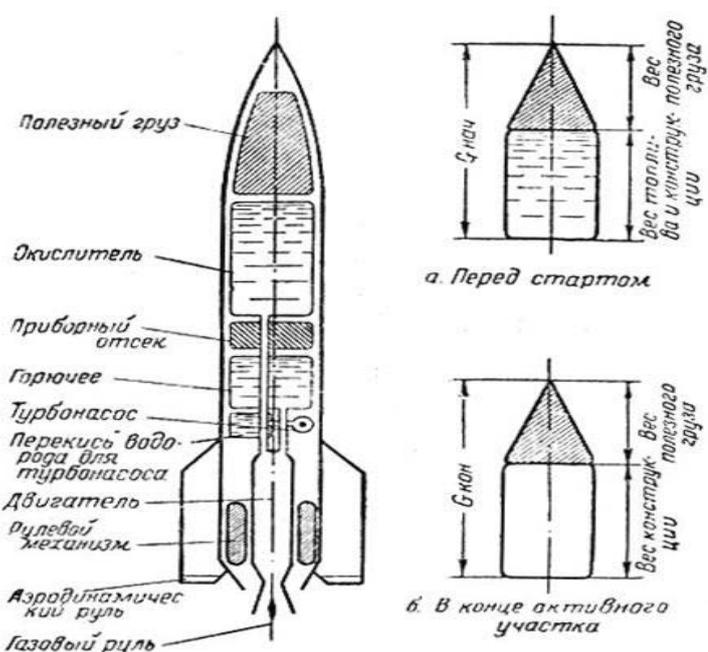


Рис. 1. Разрез типовой одноступенчатой ракеты и ее весовая схема

Рассчитаем, высоту, которую наберет ракета массой 270 кг через 25 секунд после начала работы двигателя. Скорость расхода топлива 4 кг/с, постоянная скорость истечения газов 1500 м/с. Поле тяготения Земли примем однородным.

Решение:

Начнем с уравнения Мещерского:

$$m \frac{\Delta v_0}{\Delta t} = \mu v_{\text{омн}} - mg$$

Здесь $m = m_0 - \mu t$, а v_0 - скорость ракеты в заданный момент времени.

Разделив переменные, получим

$$\Delta v_0 = \left(\frac{\mu v_{\text{омн}}}{m_0 - \mu t} - g \right) \Delta t$$

Решим это уравнение:

$$v_0 = v_{\text{омн}} \ln \frac{m_0}{m_0 - \mu t} - gt$$

Учитывая, что при $t = 0$ $H_0 = 0$, выразим

$$H = v_{\text{омн}} t - \frac{gt^2}{2} + \frac{v_{\text{омн}} m_0}{\mu} \left(1 - \frac{\mu t}{m_0}\right) \ln \left(1 - \frac{\mu t}{m_0}\right)$$

Таким образом,

$$H = 1500 \cdot 25 - \frac{9,8 \cdot 25^2}{2} + \frac{1500 \cdot 270}{4} \left(1 - \frac{4 \cdot 25}{270}\right) \ln \left(1 - \frac{4 \cdot 25}{270}\right) \approx 4945 \text{ м.}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что фундаментальные теоретические знания в области математики являются основой развития науки и техники и необходимы будущим офицерам для создания и совершенствования ракетной и другой техники и обеспечения обороноспособности в целом.

На примере анализа принципа реактивного движения и формулы Циолковского была показана прикладная значимость теоретических знаний. Также расчет прикладной задачи продемонстрировал актуальность применения формулы Циолковского в настоящее время.

Список использованных источников:

1. Батулин, В.К. К. Э. Циолковский как ученый и философ // Пространство и Время. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-e-tsiolkovskiy-kak-uchenyu-i-filosof> (дата обращения: 01.11.2024).
2. Краснов, М.Л. Вся высшая математика: Учебник. Т. 3. / Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И., Шикин Е.В., Заляпин В.И., Соболев С.К. – М.: Эдиториал УРСС, 2020. — 240 с.
3. Циолковский, К.Э. Космическая философия. М.: УРСС, 2001.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОНТРОЛЛЕРОВ С МАШИНЫМ ОБУЧЕНИЕМ В СХЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СО СЛОЖНЫМ АЛГОРИТМОМ УПРАВЛЕНИЯ

Автор: Сынгизова Ю.И., студентка 2 курса СПбГУПТД ВШТЭ г.Санкт-Петербург

Научный руководитель: к.п.н, доцент Оробинский А.М., доцент

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы применения нейроконтроллеров с машинным обучением для решения актуальных инженерно-технических задач. Проведен анализ сущности и принципа действия нейроконтроллеров. Рассмотрены конкретные примеры эффективного применения нейроконтроллеров с машинным обучением в системах на основе автоматизированного электропривода со сложным алгоритмом управления. Предложена инновационная структура системы управления для металлорежущего станка с нейроконтроллером. Приведены результаты компьютерного моделирования разработанной схемы при изменении нагрузки.

Annotation

The paper discusses the use of neurocontrollers with machine learning to solve current engineering and technical problems. The analysis of the essence and principle of operation of neurocontrollers is carried out. Specific examples of the effective use of neurocontrollers with machine learning in systems based on an automated electric drive with a complex control algorithm are considered. An innovative control system structure for a metal-cutting machine

with a neurocontroller is proposed. The results of computer simulation of the developed circuit are presented when the load changes.

Ключевые слова: нейроконтроллеры, искусственные нейронные сети, инженерно-технические задачи, автоматизация, производственные процессы, нейроуправление.

Key words: neurocontrollers, artificial neural networks, engineering and technical tasks, automation, production processes, neurocontrol.

Многие современные технические задачи, связанные с применением автоматизированного электропривода, такие как, регулирование параметров, мониторинг технического состояния, повышение энергоэффективности, оптимизация, с учетом неуклонного усложнения и все большего разнообразия условий требует применения инновационных подходов. Одним перспективных направлений развития технических систем в последние годы стало применение нейроконтроллеров (НК). НК как пример устройства, относящегося к системам искусственного интеллекта, позволяют решать вышеуказанные задачи на совершенно ином уровне, позволяют исключить ошибки, связанные с «человеческим фактором» и обеспечить ранее недостижимую точность типовых технологических процессов на промышленных и производственных объектах.

В этой связи исследование вопросов применения нейроконтроллеров в технических системах с использованием автоматизированных электроприводов со сложным алгоритмом управления является *актуальной научно-технической задачей*.

Объектом исследования в данной научной работе являются современные технические системы на основе автоматизированного электропривода со сложным алгоритмом управления (АЭПСА).

Предметом исследования являются способы улучшения параметров и характеристик АЭПСА на основе внедрения нейроконтроллеров с машинным обучением (НМО).

Цель исследования – разработка предложений по структуре и принципу действия технических систем на основе АЭПСА и НМО.

Для достижения поставленной цели в ходе работы необходимо было решить следующие **задачи**:

- провести анализ сущности, принципа действия, параметров и характеристик НМО;
- провести анализ технических систем с АЭПСА, в которых целесообразно применять НМО;
- разработать структуру и принцип работы элементов АЭПСА с НМО.

В ходе решения основных задач исследования получены следующие результаты.

Проведенный анализ показал, что НМО для управления такими объектами, как АЭПСА использует искусственные нейронные сети (ИНС) [2,159]. ИНС имеют уникальные свойства, которые можно эффективно использовать в схемах управления АЭПСА, прежде всего это способность к обучению и адаптивному к изменению параметров АЭПСА, а также к условиям функционирования исполнительного органа (ИО).

Анализ научно-технической литературы по теме исследования показал, что сегодня существует несколько направлений применения НМО в системах управления АЭПСА.

Первое важное направление - стабилизация выходного напряжения в схемах питания асинхронных АЭПСА с частотными преобразователями и автономными инверторами напряжения. НМО в таких задачах применяются для электропитания групповой нагрузки, оптимизации регулятора, а также для модернизации силовой части схемы. Применение НМО позволяет обеспечить отклонение напряжения от номинального не более чем на 7 % при изменении нагрузки до 1000 %.

Другим интересным направлением применения НМО стало совершенствование систем, в которых АЭПСА работает с трехфазным синхронным генератором переменного тока. Применение НМО позволяет эффективно решить известную задачу «переменная скорость-постоянная частота» на основе регулятора частоты выходного напряжения с использованием нечеткой логики. Авторами данной разработки получен следующий положительный эффект: в статических и динамических режимах при подключении нагрузки уменьшаются провалы частоты в 3 раза по сравнению с традиционными регуляторами. При этом, в переходных процессах быстродействие регулятора с НМО превышает быстродействие штатного до 2 раз.

Еще одним важным направлением исследования является изучение возможности использования НМО для устранения проблемы фрикционных автоколебаний в АЭПСА на базе электродвигателей постоянного и переменного тока с нагрузкой в виде пары трения. Такие задачи встречаются, например, в автомобильном транспорте: подшипник скольжения-шейка коленчатого вала; втулка и ось балансира; палец - корпус шаровой опоры в ходовой части автомобиля и т.п.. В качестве решения может выступать комбинированный регулятор из НМО и традиционного регулятора. При таком построении схемы решается задача стабилизации (устранении автоколебаний) в механической части АЭПСА. Проведенное с использованием компьютерного моделирования исследование электромеханической части АЭПСА с нагрузкой данного типа установило, что замкнутая система с НМО-регулятором менее чувствительна к изменению момента инерции, чем система с классическим пропорционально-интегральным регулятором (ПИД). Также установлено, что НМО-регулятор иногда не может полностью решить задачу, а также может приводить к смещению зоны автоколебаний в другой диапазон скоростей ИО.

Важным направлением совершенствования параметров и характеристик АЭПСА является повышение качества регулирования и экономии энергии и ресурсов в регуляторах скорости и момента на основе применения НМО. Для решения этой задачи авторами [3,92] разработана и исследована ИНС, представляющая собой многослойную структуру и выполняющая функции наблюдателя скорости с повышенной точностью и с алгоритмом обратного распространения ошибки. Такая ИНС обладает чувствительностью к вариации взаимной индуктивности на низких частотах. В рамках данного направления также проведено сравнение скорости асинхронного электродвигателя в системе адаптивного управления с использованием НМО в двух режимах: с компенсацией сопротивления статора и без компенсации.

Подводя итоги проведенного анализа, можно сделать вывод, что существует ряд несомненных достоинств применения НМО в системах управления АЭПСА. НМО-регуляторы гораздо менее чувствительны к изменению параметров, чем традиционные типы регуляторов и позволяют работать при таких отклонениях, которые в принципе не допустимы для традиционных регуляторов.

В данной научной работе был проведен анализ нескольких конкретных типовых технических систем на основе современных АЭПСА и перспектив применения в них

НМО. Одним из актуальных объектов является АЭПСА все более и более сложных станков и механизмов. Рассмотрим задачу совершенствования системы управления мощностью и резательным усилием типового металлорежущего станка на основе разработки НМО-регулятора с самонастройкой. Такие станки представляют собой машины для обработки заготовки путём снятия стружки с целью придания ей заданной геометрической формы, размеров, шероховатости.

Решение данной задачи предлагается осуществить на основе многослойной ИНС прямого распространения. В таких АЭПСА традиционно в контуре системы стабилизации мощности и усилия резания в качестве регулятора мощности используется классический ПИ-регулятор. Как известно, процесс резания металла обычно имеет переменный характер. Поэтому применение ПИ-регуляторов часто не может обеспечить требуемого качества управления [1,99].

Данная проблема успешно решается путем применения НМО, осуществляющего автоматическую адаптацию параметров регулятора мощности в процессе функционирования системы стабилизации мощности и прилагаемого для резания усилия. Функционирование ИО, управляемого АЭПСА с НМО происходит в условиях непрерывного и скачкообразного изменения величины момента инерции на валу шпинделя станка из-за разброса твердости материалов, наличия шероховатости металла, изменяющегося режущего свойства инструмента и т.д. Структурно-функциональная схема системы представлена на рис.1.

В рамках данной работы было проведено компьютерное моделирование предлагаемого НМО-регулятора в среде *MATLAB SIMULINK*. На рис.2 показаны зависимости показателей работы регулятора от нагрузки.

Предлагаемая схема позволяет достичь более высоких, в сравнении с традиционными регуляторами качеств переходного процесса. Обеспечивается гораздо меньшее время переходного процесса и меньшее перерегулирование при изменении нагрузки на валу двигателя.

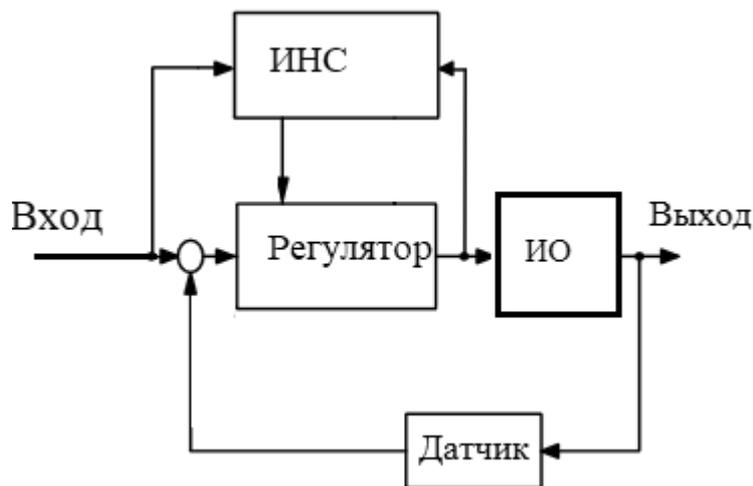


Рис.1. Структурно-функциональная схема системы стабилизации мощности и усилия резания металлорежущего станка с НМО

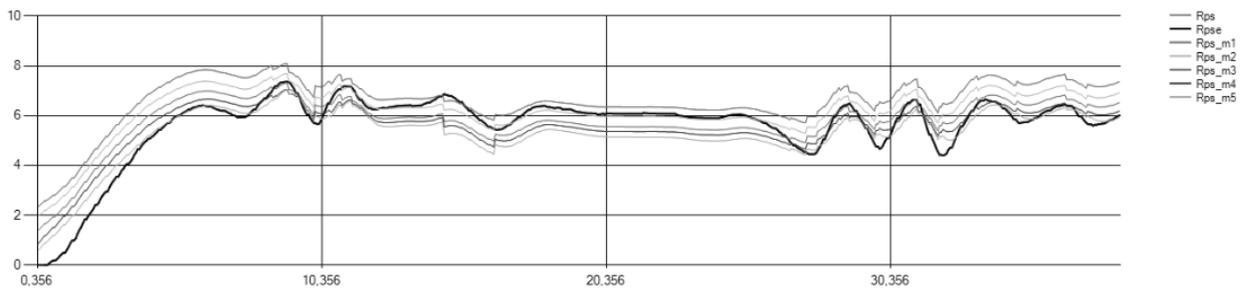


Рис.2. Результаты работы многомодульного НМО с ПИ-регулятором при различных нагрузках

Таким образом, предлагаемое решение позволяет минимизировать отклонение фактических значений параметров движения ИО от заданных норм. Таким образом, использование НМО в схемах АЭПСА позволяет улучшить характеристики системы по сравнению с традиционными подходами.

Список использованных источников

1. Гизатуллин А.А, Каримов В. И. Экспериментальные исследования интеллектуальных систем регулирования частоты выходного напряжения синхронного генератора в составе электромашинного преобразователя// Современные проблемы науки и образования. М., 2012. - С.98–103.
2. Макаренков В. М., Азябин С. В., Говердовский А. Д. Современные нейроконтроллеры: обзор решений и анализ возможностей для применения в интеллектуальных системах // Сборник научных трудов. 14-ая молодежная научно-техническая конференция "Научно-технические технологии и интеллектуальные системы 2012". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2012. – С.159-164.
3. Чернодуб А. Обзор методов нейрорегулирования / А. Чернодуб, Д. Дзюба // Проблемы программирования. – 2011. – № 2. – С. 79–94.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В СИСТЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Авторы: Успенский А.В., курсант 5 курса, Сафаров Ш.Х., сержант 5 курса филиала военной академии РВСН имени Петра Великого г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Канушкин С.В., к.т.н, доцент кафедры №23

Аннотация

В данной статье рассматриваются положительные стороны и эффективность использования нейросети в алгоритмах стабилизации динамического объекта с приведёнными доказательствами из различных исследований.

Annotation

This article examines the positive aspects and effectiveness of using a neural network in algorithms for stabilizing a dynamic object with the evidence provided from various studies.

Ключевые слова: нейросети, система стабилизации, время отклика, ошибка стабилизации, устойчивость

Keywords: neural networks, stabilization system, response time, stabilization error, stability

Современные технологии динамического объекта требуют высокоточных и надежных систем стабилизации для обеспечения успешного выполнения задач. Традиционные методы основаны на классических алгоритмах, таких как ПД-регуляторы, могут не справляться с задачей в условиях схожих и быстро меняющихся внешних факторов. В этом контексте нейросети предлагают новые возможности для улучшения систем стабилизации динамического объекта. Рассмотрим их подробнее.

Преимущества нейросетей в системе стабилизации

Нейросети обладают уникальной способностью обучаться на больших объемах данных и адаптироваться к новым условиям.

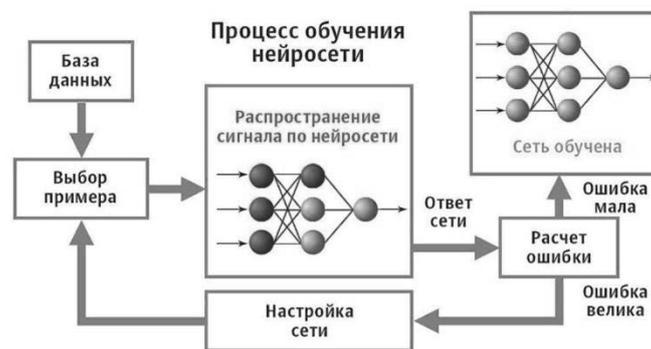


Рис. 1. Схема процесса обучения нейросети

Процесс обучения необходим для назначения значений весов и смещений, которые минимизируют ошибку решения. В ходе анализа доступных входных и выходных данных веса и смещения сети автоматически корректируются с целью минимизации разницы между желаемым сигналом и результатом, полученным в результате моделирования. Эта разница называется ошибкой обучения. Таким образом, обучение представляет собой процесс настройки параметров модели процесса или явления, реализуемой нейронной сетью. [1, 230] Именно эта возможность делает нейросети идеальными кандидатами для использования в системах стабилизации динамических объектов, где требуется быстрая реакция на изменения во внешней среде.

Следующее преимущество нейросетей – устойчивость к шумам и помехам. Нейросети могут эффективно фильтровать шумы и компенсировать непредвиденные воздействия при условии, что они были заранее обучены. Приведем пример обучения нейросети. Чтобы спроектировать нейронную сеть, не чувствительную к воздействию шума, обучим ее с применением двух идеальных и двух зашумленных копий векторов алфавита. Целевые векторы состоят из четырех копий векторов. Зашумленные векторы имеют шум со средним значением 0.1 и 0.2. Это обучает нейрон правильно распознавать зашумленные символы и в то же время хорошо распознавать идеальные векторы.

При обучении с шумом максимальное число циклов обучения поставим 300, а допустимую погрешность - 0.6 (рисунок 2):

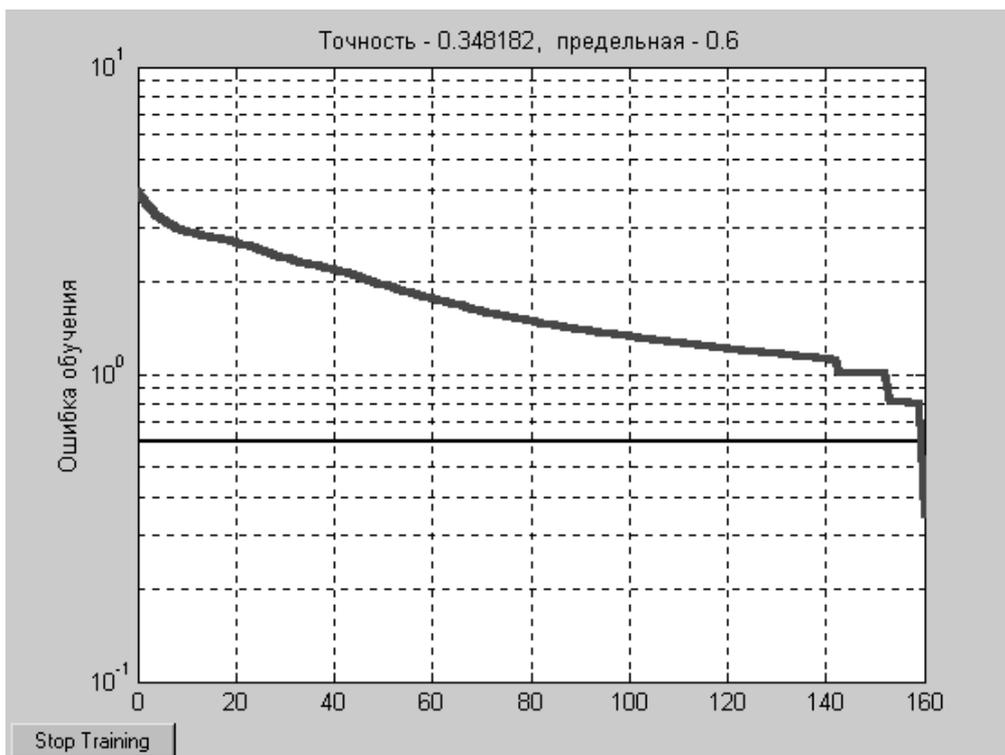


Рис. 2. График процесса обучения нейросети

Пример программы для обучения нейросети:

```

netn = net;
netn.trainParam.goal = 0.6;
netn.trainParam.epochs = 300;
T = [targets targets targets targets];
for pass = 1:10
P = [alphabet, alphabet, ...
(alphabet + randn(R,Q)*0.1), ...
(alphabet + randn(R,Q)*0.2)];
[netn,tr] = train(netn,P,T);
end. [1,203]

```

Таким образом, с помощью такой особенности нейросети как обучаемость, есть возможность шумов и компенсировать непредвиденные воздействия.

Следующее преимущество нейросети это улучшенная производительность, а именно быстрое время отклика и меньшие ошибки стабилизации. Доказательство данного преимущества будет приведено ниже.

Применение нейросетей в системах динамического объекта.

Нейросети могут быть интегрированы в различные компоненты системы стабилизации динамического объекта такие как:

1. Управление траекторией, а именно, нейросети могут анализировать данные с датчиков и корректировать траекторию полёта в режиме реального времени.
2. Контроль ориентации, а именно, нейросети способны обеспечить устойчивость и точность ориентации динамического объекта в полёте.
3. Диагностика и прогнозирование, а именно, обнаружение и предсказание возможных сбоев в системе стабилизации.

Доказательство эффективности нейросетей.

1. Улучшение времени отклика: исследования показывают, что нейросетевые контроллеры могут значительно улучшить время отклика систем стабилизации по

сравнению с традиционным ПИД-регулятором. Например, в работе, опубликованной в журнале IEEE Transactions on Neural Networks and Learning System, демонстрируется, как адаптивные нейросетевые алгоритмы могут сократить время отклика на 20-30% в сложных динамических системах. [2,102]

2. Снижение ошибок стабилизации: в исследовании, представленном на конференции American Control Conference, было показано, что нейросетевые подходы могут уменьшить ошибки стабилизации на 15-25% за счёт более точного моделирования динамики системы и учёта нелинейных эффектов.

3. Устойчивость к внешним воздействиям: в статье опубликованной в Journal of Guidance, Control and Dynamics, описывается использование глубоких нейросетей для повышения устойчивости систем управления динамическими объектами к внешним помехам, таким как турбулентность и изменения в аэродинамических характеристиках. Исследования показывают, что такие системы могут сохранять стабильность при воздействии на 10-15% более сильных помех по сравнению с традиционными методами. Приведём пример. [3,76]

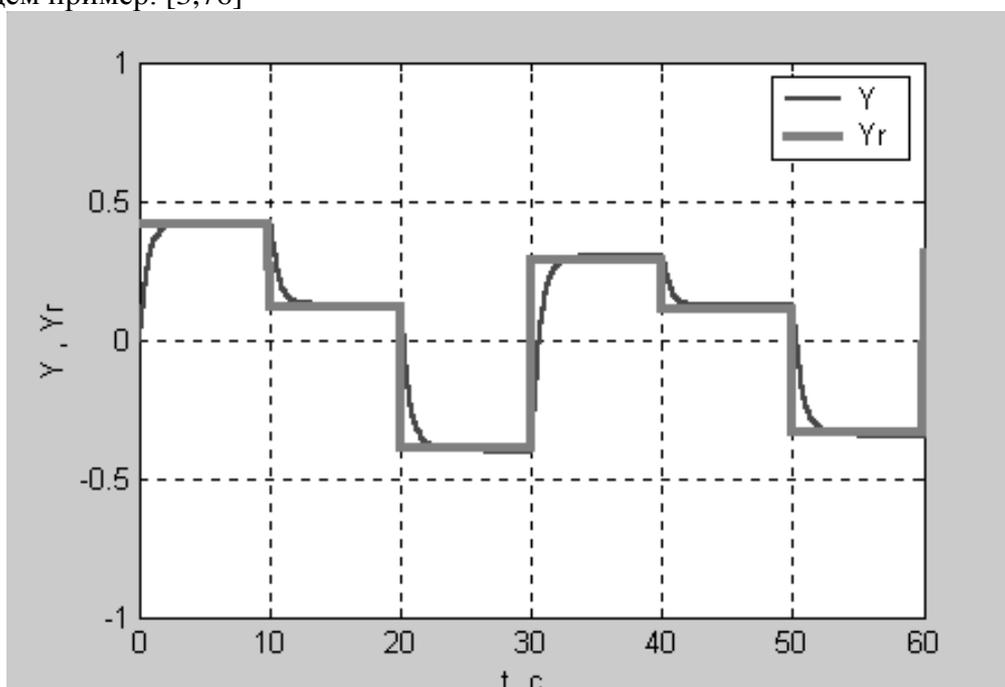


Рис. 3. График реакции нейросети на обработку ступенчатого воздействия

Из анализа графика можно сделать вывод, что реакция нейросети на ступенчатые воздействия со случайной амплитудой носит монотонный характер и обрабатывается в пределах 3 сек. с достаточной точностью. [1,227]

Таким образом, приведённые выше примеры показывают, как нейросети могут улучшить характеристики систем стабилизации динамических объектов, делая их более эффективными и надёжными в реальных условиях. Эти исследования подчёркивают потенциал использования нейросетей для решения сложных задач управления и стабилизации динамических объектов.

Список использованных источников

1. Канушкин С.В. Теория автоматического регулирования: Учебное пособие. МО РФ, 2009.-222с.
2. Канушкин С.В., Вятков Н.М., Гаврилов В.С. Механика полёта: Учебно-методическое пособие. - Серпухов, 2011.-106 с.
3. Колесников А.А. и др. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза. –М.: УРСС/ КомКнига, 2006.-259с.

4. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Пакет прикладных программ. Нейронные сети. MATLAB 6. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 630 с. - ISBN 5-86404-144-0

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Автор: Чернышев А.С., студент 2 курса СПбГУПТД г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Оробинский А.М., к.п.н, доцент

Аннотация

В научной работе рассматриваются вопросы проектирования схем преобразователей частоты современных автоматизированных электроприводов станков и механизмов на базе асинхронных двигателей. Проведен анализ из перспективных направлений развития многоуровневых преобразователей частоты в электроприводах станков и механизмов. Обоснован выбор типа импульсного стабилизатора постоянного напряжения для преобразователя частоты электропривода. Разработаны схемы и принцип действия инновационных стабилизаторов- импульсных регуляторов постоянного напряжения.

Annotation

The scientific work deals with the design of frequency converter circuits of modern automated electric drives of machine tools and mechanisms based on asynchronous motors. The analysis of promising areas of development of multilevel frequency converters in electric drives of machine tools and mechanisms is carried out. The choice of a type of pulse constant voltage stabilizer for an electric drive frequency converter is justified. The schemes and the principle of operation of innovative stabilizers - pulse regulators of constant voltage have been developed.

Keywords: automated electric drive, autonomous inverter, frequency converter, pulse voltage stabilizer

Ключевые слова: автоматизированный электропривод, автономный инвертор, преобразователь частоты, импульсный стабилизатор напряжения

Одним из типовых объектов на современных промышленных предприятиях, объектах бизнеса и быта является автоматизированный электропривод станков, механизмов, приборов и устройств на базе однофазных или трехфазных асинхронных двигателей. Для управления и регулирования работы такого электропривода чаще всего используются частотные преобразователи. В 21 веке схемы вентильных преобразователей частоты на базе автономных инверторов напряжения (АИН) с многоуровневой ступенчатой модуляцией или многоуровневой широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выходного напряжения получают всё более широкое распространение. С ростом числа уровней становится возможным формировать ступенчатое напряжение, которое аппроксимирует синусоидальное напряжение с точностью, определяемой числом уровней. В результате появляется возможность уменьшить потери мощности и снизить частоту ШИМ, а также существенно улучшить гармонический состав выходного напряжения АИН [1, 112].

Однако при разработке и внедрении многоуровневых схем появляется необходимость одновременного получения нескольких уровней постоянного напряжения для питания инвертора. В этой связи, исследование особенностей построения схем частотных преобразователей для эффективного управления

автоматизированными асинхронными электроприводами является актуальной научно-технической задачей.

Объектом исследования в данной работе являются частотные преобразователи для управления и регулирования параметров автоматизированных электроприводов типовых станков и механизмов.

Предметом исследования способы повышения характеристик импульсных регуляторов постоянного напряжения для питания автономных инверторов напряжения в составе преобразователя частоты.

Цель работы – разработка предложений по схемному решению преобразователя для обеспечения работы станков и механизмов с частотно-регулируемым электроприводом.

Для достижения поставленной цели в ходе работы необходимо было решить следующие **задачи**:

- провести анализ из перспективных направлений развития многоуровневых преобразователей частоты в электроприводах станков и механизмов;
- обосновать выбор типа импульсного стабилизатора постоянного напряжения для преобразователя частоты электропривода;
- разработать схемы и принцип действия инновационных стабилизаторов-импульсных регуляторов постоянного напряжения.

В ходе решения основных задач исследования получены следующие результаты.

Проведенный анализ показал, что улучшение параметров и характеристик многоуровневых преобразователей частоты для автоматизированного электропривода с асинхронным двигателем возможно путем разработка АИН с так называемой мультиуровневой модуляцией (АИММ). В АИММ требуемое число уровней выходного напряжения достигается за счет специального способа суммирования напряжений. При этом АИММ требуют наличия нескольких источников питания постоянного тока. В качестве таковых можно использовать управляемые тиристорные выпрямители, дающие разное выходное напряжение. Серьезным недостатком такого подхода является импульсное потребление тока из входной сети, что часто приводит к снижению качества электроэнергии, то есть к искажению формы кривой напряжения. Это может значительно ухудшить работу всех потребителей электроэнергии, работающих в той же сети [1, 113].

Для решения данной проблемы можно заменить управляемых выпрямители на импульсные стабилизаторы постоянного напряжения (ИСПН), получающих питание от одного или от нескольких неуправляемых выпрямителей с *LC*-фильтром низкой частоты. ИСПН можно назвать регулятором напряжения (ИРПН). Применение ИРПН обеспечивает высокое качество формы синусоидального тока, при этом реактивная мощность стремится к нулю. Достоинствами ИРПН является высокий КПД и массогабаритные показатели (связанные с отсутствием трансформаторов). Вместе с тем, для обеспечения требуемых параметров в ИРПН необходимы конденсаторы очень большой ёмкости.

В настоящее время существует три типа ИРПН [2, 37]:

- понижающие;
- повышающие;
- инвертирующие (выходное напряжение имеет противоположный знак по сравнению с входным).

Рассмотрим особенности использования различных типов ИРПН для питания импульсной нагрузки, примером которой, как раз и служит АИММ. Перспективные схемы частотных преобразователей показаны на рис.1. Типовыми элементами ИРПН любого типа являются:

- индуктивный накопительный дроссель L ;
- регулирующий транзистор T , работающего в ключевом режиме;
- блокировочный диод VD ;
- фильтрующий конденсатор C ;
- система управления $СУ$ для формирования сигналов управления ключом;
- вспомогательный вольтметр V .

Различия в работе схем ИРПН разных типов состоят в порядке включения в схему перечисленных элементов и алгоритме управления, заложенном в $СУ$. Из всех типов ИРПН наибольшее распространение получила схема понижающего типа, в которой накопительный дроссель одновременно является элементом LC -ФНЧ. ИРПН повышающего и инвертирующего типов проигрывают понижающей схеме, так как в них дроссель не участвует в сглаживании пульсации выходного напряжения, что приводит к снижению массо-габаритных показателей устройства.

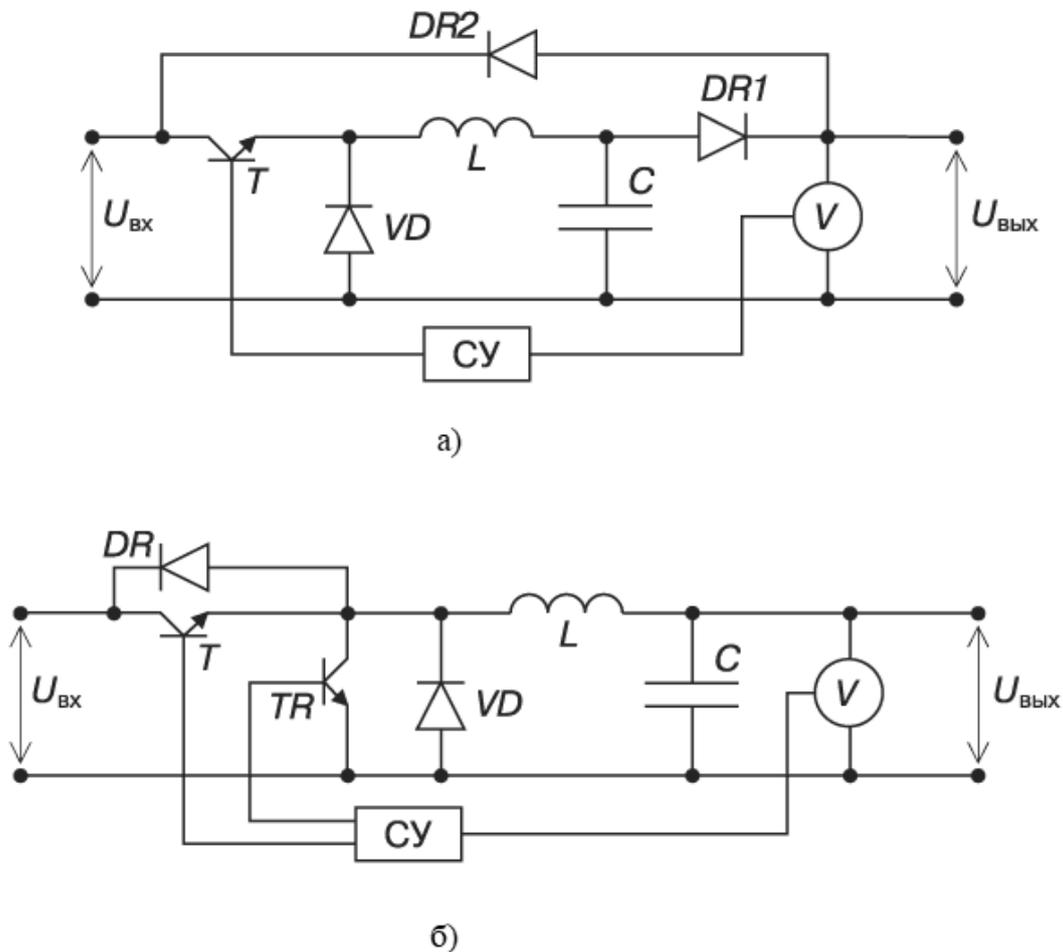


Рис. 1. Схемы неуправляемого и управляемого преобразователей понижающего типа

Для оптимального управления ключом в ИРПН любого типа необходимо применение ШИМ, что обеспечивает:

- высокий КПД и оптимальную частоту преобразования независимо от напряжения первичной питающей сети $U_{вх}$ и тока нагрузки;
- неизменную частоту пульсации на нагрузке, что имеет очень существенное значение для целого ряда потребителей в схемах с автоматизированными электроприводами;

- одновременную синхронизацию частот преобразования, в общем случае, неограниченного числа ИРПН, что исключает опасность биений частот.

С учетом вышеизложенного, в ИРПН с ШИМ возможно осуществить электропитание постоянным током нескольких регуляторов от всего одного неуправляемого выпрямителя с *LC*-ФНЧ.

В настоящее время, типовым способом построения СУ ИРПН с ШИМ является использование программируемых микроконтроллеров (ПМК). Такие ПМК имеют встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и ШИМ-модулятор. Элемент «вольтметр» в схеме ИРПН с ШИМ будет представлять собой делитель напряжения и внешний АЦП. Обычно один ПМК может обслуживать работу нескольких ИРПН, что для схем АИММ является особенно актуальным. Это дополнительно снижает стоимость таких устройств. Кроме того, ПМК имеет возможность в ходе работы настраивать алгоритм управления различными ИРПН, например, изменить частоту ШИМ в зависимости от чувствительности нагрузки к пульсациям выходного напряжения АИММ [3, 51].

Принято управлять ИРПН таким образом, чтобы ток, протекающий через дроссель *L* был непрерывным. Это обеспечивает линейность внешних и регулировочных характеристики ИРПН. Если допустить прерывистый характер кривой тока, то характеристики становятся нелинейными и, к тому же, неоднозначными. При этом, при проектировании ИРПН расчеты режима прерывистого тока более сложны, чем непрерывного. Выбор режима работы ИРПН для питания АИММ осуществляется из условия, что для обеспечения режима непрерывного тока ИРПН индуктивность дросселя должна быть достаточно велика, причем величина её возрастает с уменьшением уровня пульсаций входного тока и выходного напряжения.

Однако спецификой АИММ как нагрузки, является импульсный характер потребления тока со скачкообразным изменением его величины. Это обусловлено вентильным распределением электроэнергии. При этом, накопление значительного запаса энергии в индуктивном дросселе часто приводит к скачкам выходного напряжения в моменты отключения вентиля и провалам напряжения в моменты его включения. Следовательно, для питания АИММ наиболее оптимальным будет прерывистый ток дросселя, для чего требуется гораздо меньшая индуктивность.

В рамках данной работы было проведено исследование зависимости стоимости преобразователя от ёмкости фильтра *C*. В результате обоснована необходимость схемной доработки ИРПН с ШИМ в виде добавления цепи рекуперации избыточной энергии. Было предложено два варианта такого ИРПН.

В неуправляемом варианте ИРПН с ШИМ, показанном на рис. 1,а, диод *DR1* препятствует протеканию обратного тока через конденсатор *C*, а диод *DR2* направляет обратный ток в цепь источника питания. Данный вариант более прост для реализации, но в некоторых случаях может приводить к перенапряжениям на нагрузке. Более приемлемым является управляемый вариант схемы, изображенный на рис. 1,б. В данной схеме при превышении напряжением на емкости *C* требуемого значения система управления СУ с помощью управляемого ключа - транзистора *TR* (при закрытом ключе *T*) - производит накопление энергии в дросселе *L*. После этого при размыкании ключа накопленная энергия через диод *DR* поступает в сеть входного источника питания. Этот процесс повторяется с частотой, примерно равной частоте ШИМ до тех пор, пока напряжение на ёмкости не достигнет допустимых значений.

Список использованных источников

1. Анисимова, Т.В. Способы повышения качества выходного напряжения инверторов со ступенчатым выходным напряжением / Т.В. Анисимова, А.Н. Данилина, В.В. Крючков // Вестник МАИ. – 2010. – Т. 17, № 1. – С. 103–112.

2. Карлов, Б. Современные преобразователи частоты: методы управления и аппаратная реализация / Б. Карлов, Е. Есин // Силовая электроника. – 2004. – № 1. – С. 50–54.

3. Портнягин, Н.Н. Диагностика асинхронных двигателей при помощи современных преобразователей частоты / Н.Н. Портнягин, А.А. Марченко // Комплексное обеспечение региональной безопасности: сб. тр. - 2011. С. 35-38.

18. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Автор: Ильин С.А., студент 2 курса магистратуры ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»

Научный руководитель: Яшин А.В., преподаватель

Аннотация

В данной работе представлен пример разработки прототипа рекомендательной системы, направленной на улучшение работы организации, при помощи веб-технологий.

Annotation

This work presents an example of the development of a prototype recommendation system aimed at improving the performance of an organization using web technologies.

Ключевые слова: рекомендательная система, прототип, HTML, CSS, PHP

Keywords: recommendation system, prototype, HTML, CSS, PHP

Актуальность темы: состоит в том, что каждая организация стремится повысить свои показатели, в чем может помочь применение подобной системы, а создание прототипа позволит проверить ценность разрабатываемого продукта.

Проблема работы: для улучшения работы организации требуется человек, который проведет сбор данных, а на их основании выдаст рекомендации. Передача части этих функций машине позволит упростить эти процессы.

Объект исследования: рекомендательные системы.

Предмет исследования: возможность прототипирования рекомендательной системы.

Цель работы: является создание прототипа формируемой рекомендательной системы.

Задачи: уточнить место прототипа в общей работе, определить предварительные требования к создаваемому приложению, выбрать технологии для его реализации, провести разработку и описать ее результаты.

Понятия: рекомендательная система, прототип, инструменты разработки, веб-технологии, страница, вопрос, рекомендация, массив.

Гипотеза: предположим, что возможно создание прототипа рекомендательной системы с использованием простых технологий и минимальным количеством связей для извлечения данных такого, чтобы с его помощью можно было получить общее представление об эффективности формирования рекомендаций на основе опроса пользователя.

Задача, которая ставится перед создаваемой рекомендательной системой в целом, – иметь механизм сбора данных от людей, знакомых с устройством какой-либо организации, затем при помощи системы формировать на основе этих данных модель, обработать ее, в результате чего затем выдать рекомендации по оптимизации данной модели, а следовательно, и всей организации в целом.

Создаваемый предварительно прототип не имеет целью охватить все возможности будущей системы, от него требуется лишь собирать информацию и выдавать на ее основе заложенные рекомендации, используя простую проверку условий для каждой.

Таким образом, требуется создать главное окно, окно с вопросами и окно с результатом, а также код, обеспечивающий наполнение данных окон при помощи заранее установленных данных.

С целью облегчения демонстрации данного прототипа его решено было разрабатывать с использованием веб-технологий, таким образом, результат может быть просмотрен при помощи браузера, а также размещен на хостинге для обеспечения доступа по сети Интернет.

Для создания форм и страниц сайта использованы HTML и CSS, применяемые в веб-разработке повсеместно и поддерживаемые всеми современными браузерами.

Скрипты написаны на языке PHP, который обладает встроенными методами для реализации основных функций веб-приложения, поддерживается практически каждым хостингом, а также легко встраивается в HTML-код.

В качестве редактора исходных кодов был использован JetBrains PhpStorm, поддерживающий все заявленные языки, параллельную обработку нескольких файлов кода, удобную работу с папками, системой контроля версий, терминалом операционной системы, а также дающий богатые возможности по ускорению написания типовых фрагментов кода.

Хотя использование базы данных не исключается в дальнейшей реализации системы, но при прототипировании оно только усложнит демонстрацию, поэтому все исходные данные встраиваются прямо в код, не исключая при это возможности их дополнения с помощью любого текстового редактора.

Подводя итог, можем заключить, что языки и инструментальные средства в достаточной мере отвечают поставленной задаче по разработке ПО.

С целью ознакомления с данным приложением была создана домашняя страница сайта, размещенная в файле `index.php`. На данной странице располагается приветственное сообщение и краткое описание системы.

Для размещения формы с вопросами была создана вторая страница, размещенная в файле `questions.php`. На ней расположены поясняющие надписи, а скрипт содержит вопросы, хранимые в виде совокупности вложенных массивов PHP. Каждый вопрос содержит условное имя, тип (один или несколько ответов), выводимый пользователю текст вопроса, а также вложенный массив с ответами, где у каждого ответа также есть условное имя, которое будет сохраняться формой при отправке ее на обработку, и описание для пользователя. Типовое представление вопроса показано на рисунке 1.

```
['name' => 'field', 'type' => 'one', 'question' => 'К какому сектору относится организация?',  
 'answers' => [  
     ['raw-material', 'Добыча сырья'],  
     ['production', 'Обрабатывающее производство'],  
     ['financial-service', 'Финансовые услуги'],  
     ['state-administration', 'Государственное управление'],  
     ['transport', 'Транспортировка и перевозка'],  
     ['hi-tech', 'Информация и высокие технологии']  
 ],
```

Рисунок 1 – Типовое представление вопроса

Для вывода вопросов был создан универсальный HTML-код, в который при помощи PHP встраивались переменные, хранящие данные каждого вопроса. и слегка изменяющие итоговый код в зависимости от них. Код последовательно вызывается при помощи цикла `foreach`. Вопросы с одним вариантом ответа помечены как обязательные, таким образом, браузер не даст отправить форму, не выбрав ответы на них.

Наконец, для вывода полученных данных и отображения рекомендаций была создана третья страница, файл `analyzer.php`. Она во многом аналогична предыдущей, но

содержит уже рекомендации, которые также проверяются и при необходимости выводятся на экран при помощи цикла. Каждая рекомендация помимо текста содержит также условия, только при выполнении которых она должна показываться. Каждое условие содержит параметр и требуемое значение, которые сопоставляются с данными, отправленными формой. Для вопросов с несколькими ответами предусмотрено два режима сравнения, первый проверяет точное совпадение списка, второй требует лишь наличия определенных значений, которые могут быть не единственными. Если в вопросе, где возможно несколько ответов, не было выбрано ничего, вместо массива ответов будет подставлен пустой массив. Представление рекомендации изображено на рисунке 2.

```
[
  'conditions' => [
    ['param' => 'communication', 'mode' => '>=', 'value' => ['paper']],
    ['param' => 'want', 'mode' => '>=', 'value' => ['costs-reduced']]
  ],
  'text' => 'Рассмотрите возможность отказа от бумажных документов или существенного их сокращения'
],
```

Рисунок 2 – Типовое представление рекомендации

Для удобного перемещения между страницами были добавлены ссылки. Так, с главной страницы пользователь может перейти к вопросам, от вопросов – либо вернуться назад, либо попасть к результатам, отправив форму. Со страницы результатов можно вернуться как назад, так и сразу на главную страницу.

Кроме того, с целью повышения удобства от использования системы, ко всем страницам был подключен файл style.css, и с помощью CSS текст на страницах был выровнен, ссылки были приведены к виду кнопок, а также были внесены некоторые косметические изменения.

Таким образом, созданное решение отвечает всем описанным ранее требованиям, включая главную страницу, страницу с вопросами и страницу с рекомендациями, причем последние наполняются автоматически при помощи заложенных в определенном формате данных.

Результаты

В результате работы было создано веб-приложение. Внешний вид его главной страницы представлен на рисунке 3.

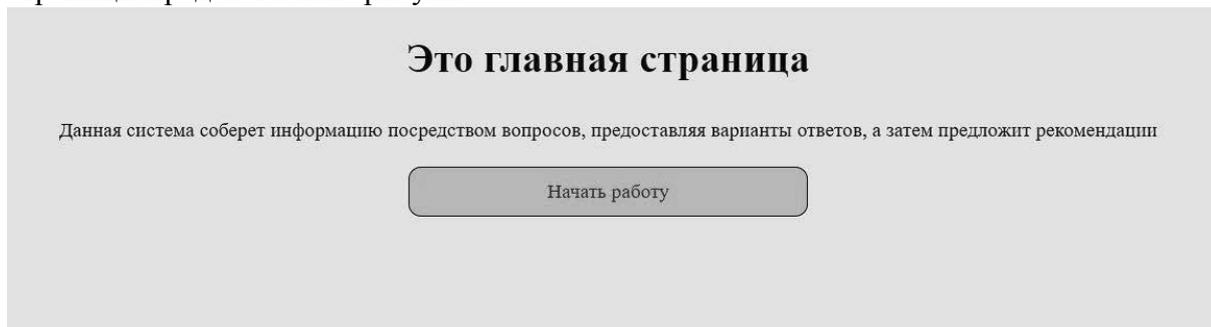


Рисунок 3 – Главная страница

При нажатии на кнопку происходит переход к странице вопросов. Ее внешний вид изображен на рисунке 4.

Вернуться на главную

Ответьте на следующие вопросы:

Каков вид вашей организации?

- ИП или ООО
- Акционерное общество
- Некоммерческая организация
- Государственное учреждение

К какому сектору относится организация?

- Добыча сырья
- Обрабатывающее производство
- Финансовые услуги
- Государственное управление
- Транспортировка и перевозка
- Информация и высокие технологии

Какие структурные подразделения или их аналоги есть в организации?

- Администрация
- Бухгалтерия
- Отдел кадров
- Отдел информационных технологий (или технической поддержки)
- Производство

Рисунок 4 – Страница вопросов

После указания ответов на все вопросы и нажатия кнопки отправки формы открывается страница с результатами, где выводятся полученные рекомендации, а также массив, содержащий результаты опроса пользователя (в целях проверки правильности работы приложения). Внешний вид страницы с результатами показан на рисунке 5.

На основании полученных данных система может дать следующие рекомендации:

Рассмотрите возможность отказа от бумажных документов или существенного их сокращения

```
Array
(
    [type] => non-profit
    [field] => production
    [departments] => Array
        (
            [0] => HR
        )
    [security-level] => high
    [communication] => Array
        (
            [0] => paper
        )
    [data-storage] => few
    [want] => Array
        (
            [0] => costs-reduced
        )
)
```

Назад

На главную

Рисунок 5 – Страница рекомендаций

Выводы

В ходе данной работы были рассмотрены сведения в области рекомендательных систем и прототипирования, определено отношение создаваемого прототипа к общей

работе, описаны требования к прототипу, выбор инструментальных средств и процесс разработки, продемонстрированы результаты. Полученное решение является каркасом и может быть дополнено вопросами и рекомендациями без необходимости изменения кода, что позволяет привлекать к этому даже людей, не имеющих навыков в программировании.

Выдвинутая гипотеза нашла подтверждение: решение создано при помощи базовых веб-технологий, не имеет зависимостей от внешних источников данных, а будучи наполненным данными, может использоваться для проведения опросов и выдачи на их основе рекомендаций, на основе чего могут делаться выводы об эффективности данного метода.

Цель работы достигнута, все поставленные задачи решены. Кроме того, данная работа послужит одной из частей в процессе разработки полноценной рекомендательной системы, более мощной касаясь как используемых средств, так и применяемых алгоритмов.

Список использованных источников

1. Абрамов, Г. В. Проектирование и разработка информационных систем: учебное пособие для СПО / Г. В. Абрамов, И. Е. Медведкова, Л. А. Коробова. — Саратов: Профобразование, 2020. — 169 с.

2. Ниматулаев, М. М. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебник / М. М. Ниматулаев. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 250 с.

3. Нетесова, О. Ю. Информационные системы и технологии в экономике: учебное пособие для вузов / О. Ю. Нетесова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 178 с.

4. Сладкова, О. Б. Основы научно-исследовательской работы: учебник и практикум для вузов / О. Б. Сладкова. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 154 с.

ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ, ГРАФИКИ И ЦВЕТА НА ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Автор: Ипкаева С.С., студентка ГБПОУ АО «Астраханский государственный политехнический колледж» г. Астрахани Астраханской области

Научный руководитель: Петрищева А.А., преподаватель

Аннотация

В данной работе исследуется влияние музыки, графики и цвета на восприятие человека, а также синестезия как способ визуализации музыкальных впечатлений. Музыка влияет на эмоции и воспринимается через звуковые и визуальные формы. Обсуждается концепция музыкальной графики Оскара Райнера, представляющая «рисование музыки» через абстрактные изображения. Экспериментальная часть направлена на выявление эмоций студентов по отношению к музыке различных жанров и их способности визуализировать её через рисунки. Студенты создавали картины под воздействием минорных и мажорных композиций и соло-инструментов. Результаты показали связь между восприятием музыки и выбором цветов, подтверждая теорию синестезии. Вторая часть исследования включает обработку рисунков в Adobe Photoshop, демонстрируя возможности цифровой графики в передаче музыкальных впечатлений. Итоги подтверждают, что музыкальная графика развивает творческое мышление и ассоциативное восприятие.

Annotation

This paper examines the influence of music, graphics and color on human perception, as well as synesthesia as a way of visualizing musical impressions. Music influences emotions and is perceived through sound and visual forms. The concept of musical graphics by Oscar

Rainer, representing the "drawing of music" through abstract images, is discussed. The experimental part is aimed at identifying students' emotions towards music of various genres and their ability to visualize it through drawings. Students created paintings under the influence of minor and major compositions and solo instruments. The results showed a link between music perception and color choice, confirming the theory of synesthesia. The second part of the study includes the processing of drawings in Adobe Photoshop, demonstrating the possibilities of digital graphics in conveying musical impressions. The results confirm that musical graphics develop creative thinking and associative perception.

Ключевые слова: музыка, мысль, изображение, исследование, слушать, цвет
Keywords: music, thought, image, research, listening, color

Аналитическая часть

Музыка - наш вечный спутник. Л.Тик сказал: «Без музыки земля – пустой дом». Музыка создает жизнь и развивается вместе с человеком. Это искусство отражает реальность и воздействует на человека через звуковые последовательности, дает настройку для деятельности. Ее можно изучать и творчески использовать, она передает чувства и ощущения, развлекает, помогает и воспитывает, и связывается со стихом, песней, танцем и рисунком. Музыкальная графика представляет проявление синестезии и является эффективным методом ведения уроков музыки. Визуализация музыки происходит через графику, использующую разные материалы. Музыкальная графика формирует восприятие музыки и оценивает художественные способности.

Экспериментальное исследование «Влияние музыки, графики и цвета на восприятие человека»

Музыка для нас – это часть эмоциональной жизни. Нужно выяснить, как разные инструменты влияют на эмоциональные реакции человека и какие цветовые ассоциации вызывают.

Основная цель работы – выявить эмоциональные реакции студентов на музыку соло-инструментов (скрипка, флейта, клавесин) и оркестровой музыки.

Задачи:

1. **Сравнительный анализ эмоциональных реакций:** определить и сравнить спектр и интенсивность эмоциональных реакций студентов на музыку каждого из четырех типов (скрипка соло, флейта соло, клавесин соло, оркестровая музыка). Это включает в себя определение преобладающих эмоций (радость, грусть, спокойствие, возбуждение и т. д.) и их интенсивности.

2. **Выявление корреляции между типом музыки и эмоциональной реакцией:** установить статистическую связь между типом музыкального произведения (соло-инструмент, оркестр) и характером эмоциональной реакции студентов. Это позволит определить, какие типы музыки вызывают наиболее яркие и специфические эмоциональные реакции.

3. **Анализ влияния тембра инструмента на эмоциональную реакцию:** исследовать, как тембральные особенности каждого инструмента (скрипки, флейты, клавесина) влияют на эмоциональное восприятие слушателей. Например, сравнить, какие эмоции вызывает яркий, вибрирующий звук скрипки и мягкий, мелодичный звук флейты.

Предмет исследования: изменение эмоционального состояния, психофизиологических показателей и реакций организма человека под воздействием определенных типов музыки, цветовой гаммы и графических элементов в дизайне окружающей среды.

Объект исследования: воздействие музыки, цветов и графических элементов на человека.

Гипотеза: Использование определенных типов музыки, цветовой гаммы и графических элементов в дизайне окружающей среды может значительно повлиять на эмоциональное состояние и восприятие человека, что можно наблюдать через изменение психофизиологических показателей и реакций организма.

В ГБПОУ АО «Астраханский государственный политехнический колледж» был проведен эксперимент среди студентов первого курса в течение двух недель. Исследование состояло из двух этапов.

Первый этап включал зарисовывание музыкальных впечатлений: студенты рисовали под минорную и мажорную музыку, а также под современные жанры и музыку для различных соло-инструментов. В некоторых случаях им предоставлялось время для доработки рисунков. Приведены примеры работ студентов после прослушивания музыкальных произведений.

Работа студентки группы ГРД-1109 Азаренко Виктории на музыку Антонио Вивальди - Времена года. Цикл концертов посвящён четырём временам года. Зима изображена холодными голубыми тонами, символизирующими суровость, весна – в светло-зелёных с новыми листочками, олицетворяющими жизнь. Лето представлено насыщенными зелёными цветами, а осень завершает цикл с небом и облаками, предвещающими холод. Специальная музыка углубляет связь звука и изображения.

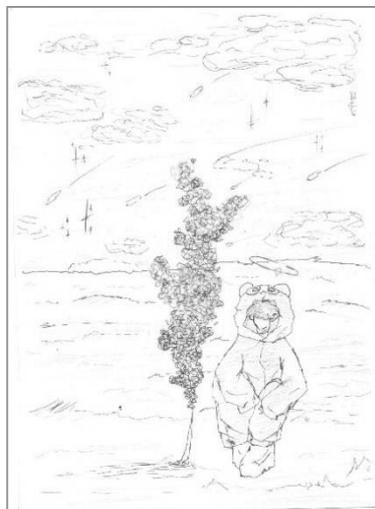
Работа Эмиля Гасанова на "Закрой за мной дверь, я ухожу" отображает контраст двух личностей: один у тёплого дома, другой на холодной улице.

Картина Дарьи Матяшовой на песню "Тебя нет" в серых оттенках символизирует одиночество и душевную боль, но содержит надежду на воссоединение.

Работа Надежды Шпырковой по песне "Плак плак" изображает отношения с жестоким парнем, где доберман и красные, чёрные цвета усиливают чувство ужаса.

Самиры Керимовой представлена серия чёрно-белых картин по песням к-роп исполнителей, отражающих важность любви и состояние души.

Работа студентки группы ГРД-1109 Куликовой Елизаветы на произведение Yiruma – Kiss the Rain выполнена в серых оттенках. Картина символизирует одиночество и передаёт волнения души. Музыка заставляет ощутить глубокие переживания, для кого-то – грусть, для



других – глоток свежего воздуха.

Работа Сариевой Лианы на песню Cavetown – fool выполнена в нежных цветах, напоминает сон и рассказывает о любви.

Литвинова Алина визуализировала музыку Aron Wright – in the woods с использованием светлых оттенков, отражающих простоту и задумчивость.

Работа Панкратовой Анастасии отображает тепло и спокойствие, использует природные оттенки.

Малышева Валерия создала мрачные картины, отражающие душевные переживания.



Скрипова Светлана на песню Христины Соловй – Тримай передала нежные чувства, работа выполнена в серых тонах.

Дузбатырова Карина иллюстрирует весёлое настроение, использует синие и серые цвета.

Топлова Елена создала графику на песню Король и шут, отражая тяжёлую атмосферу. Азаренко Виктория работала с произведением Вивальди.

Рисунки отражают спокойствие и умиротворение, а простые оттенки чёрного подчеркивают красоту работ.

Выводы:

При анализе данных эксперимента и работ учащихся выяснилось следующее:

1. Музыкальные впечатления под мажорной и минорной музыкой выражают различные эмоции: минор — холодными синими и фиолетовыми тонами, мажор — яркими желтыми и голубыми.

2. Музыка, от симфонической до эстрадной, демонстрирует богатую гамму оттенков.

3. Разные инструменты извлекают разные чувства: флейта передает теплые звуки, скрипка — резкие, а клавиесин — спокойные. Студенты сравнивают звуки с красками, создавая визуальные образы.

Эти исследования показывают, что графическое изображение музыки усиливает внимательность и помогает запоминанию произведений.

Таким образом, «музыкальная графика» стимулирует интерес к искусству и развивает творческое мышление, проявляя ассоциативные свойства восприятия и «цветной слух».

Второй этап: Обработка рисунков, выполненных студентами, в программе AdobePhotoShop

Графика — это изобразительное искусство, использующее свойства поверхности и тональные отношения для создания изображений. В эксперименте студенты применили Adobe Photoshop, который позволяет рисовать, редактировать контуры и работать с цветами и слоями. Их работы включали рекламные плакаты, обложки дисков и иллюстрации. Photoshop предоставляет множество инструментов для создания профессиональных графических объектов.

Заключение:

Результаты эксперимента подтверждают выдвинутую гипотезу о значительном влиянии типа музыки, цветовой гаммы и графических элементов на эмоциональное состояние и восприятие человека. Анализ художественных работ студентов, выполненных под воздействием различных музыкальных стилей и инструментов, наглядно демонстрирует эту взаимосвязь.

Выводы по задачам исследования:

Задача 1 (Сравнительный анализ эмоциональных реакций): Анализ рисунков студентов показал значительные различия в спектре и интенсивности эмоциональных реакций на музыку разных типов. Мажорная музыка ассоциировалась с яркими, тёплыми цветами, а минорная — с холодными. Различные инструменты (скрипка, флейта, клавиесин) также вызвали разные эмоциональные отклики, выраженные в соответствующих цветовых решениях и композиционных особенностях рисунков. Это свидетельствует о высокой чувствительности студентов к музыкальным нюансам и их способности выражать эти нюансы визуально.



Задача 2 (Выявление корреляции между типом музыки и эмоциональной реакцией): Существует четкая корреляция между типом музыки и характером эмоциональной реакции. Оркестровая музыка в целом представлена более богатой гаммой цветов и композиционных решений, чем музыка для сольных инструментов, и оказывает более сложное и многогранное эмоциональное воздействие. Музыка для сольных инструментов вызвала более узконаправленные эмоциональные реакции, что связано с тембровыми особенностями каждого инструмента.

Задача 3 (Анализ влияния тембра инструмента на эмоциональную реакцию): Тембровые особенности инструментов оказали существенное влияние на эмоциональное восприятие и, соответственно, на графическое отображение. Флейта ассоциировалась с теплыми цветами и спокойными образами, скрипка — с резкими, динамичными, а клавиесин — с более сдержанными и спокойными. Это подтверждает гипотезу о связи тембра и эмоционального восприятия.

В целом, проведенное исследование подтверждает взаимосвязь между музыкой, цветом и эмоциями. Метод «музыкальной графики» оказался эффективным инструментом для выявления этих взаимосвязей. Дальнейшие исследования могут быть сосредоточены на более глубоком анализе психофизиологических показателей и расширении спектра используемых музыкальных стилей и инструментов.

Список использованных источников

1. Ванечкина И.Л. Эксперименты по музыкальной графике за рубежом. Функциональная светомузыка на производстве, в медицине и в педагогике / Тез.докл.-Казань, 1988
2. Ваничкина И.Л., Галеев Б.М. Музыкальная графика как эффективный метод музыкального воспитания // Профессиональная подготовка учителя музыки. - Казань, 1991.
3. Вартоян И.А. Звук – слух – мозг. – Л., 1981г.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СБОЕВ

Автор: Кабыков И.Е., студент 3 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»

Научный руководитель: Кулагина Я.А., к.э.н., доцент кафедры

Аннотация

Разработано программное обеспечение, позволяющее прогнозировать возникновение неисправностей в технических устройствах.

Annotation

Software has been developed to predict the occurrence of malfunctions in technical devices.

Ключевые слова: Программное обеспечение, техническое устройство, неисправность, математический прогноз, передача данных

Keywords: software, technical device, malfunction, mathematical prediction, data transmission

Объектом исследования являются технические средства.

Предмет исследования – сбои и неисправности, возникающие при эксплуатации технических средств.

Цель исследования – разработка программного обеспечения, позволяющего прогнозировать возникновение сбоев и неисправностей.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- обосновать выбор нейросетевых моделей анализа,
- выбрать формат представления данных о сбоях,
- разработать алгоритм предсказания сбоев,
- выявить зависимость типов поломок от интервалов времени,
- разработать программу предсказания технических сбоев.

Алгоритм собирает и обрабатывает данные о датах и типах сбоев, а затем классифицирует их для дальнейшего анализа. Это позволяет не только выявлять основные тенденции, но и на основе этих тенденций предсказывать будущие неисправности.

Система принимает данные через локальный сервер, а нейросетевые модели анализируют их в режиме реального времени. Прогноз строится с учётом временных рядов, что даёт возможность оценивать, когда и какие поломки могут произойти в будущем.

Для создания наиболее точных прогнозов используется комбинация двух моделей: FMU (Fault Monitoring Unit) и Random Forecasting [1]. Эти модели работают одновременно, обеспечивая двусторонний подход к анализу данных. FMU анализирует входные данные, выявляя закономерности в сбоях, а Random Forecasting использует случайные подходы для построения прогноза, дополняя результаты работы первой модели.

Данные о сбоях поступают в формате JSON через POST-запросы, что позволяет системе быть гибкой и принимать различные типы данных. Этот формат обеспечивает стандартизацию и лёгкость интеграции с другими системами. Далее эти данные подвергаются обработке, анализу и используются для построения прогноза, который возвращается в ответе на тот же запрос.

Основным преимуществом данного решения является возможность работы в реальном времени. Система автоматически запускается и начинает обработку данных, как только они поступают, без необходимости ручного вмешательства. Прогнозы генерируются быстро и точно, что позволяет своевременно принимать меры по устранению потенциальных проблем.

Для работы системы прогнозирования сбоев выбраны два ключевых типа данных: **дата поломки** и **тип поломки**, каждый из которых играет важную роль в точности предсказаний и построении модели. Использование именно этих данных обусловлено несколькими важными факторами, которые помогают системе лучше распознавать закономерности и предсказывать будущие неисправности.

Дата поломки — это временной показатель, который отражает конкретный момент, когда произошёл сбой или поломка. Временной аспект крайне важен для прогнозирования, так как большинство событий, связанных с отказом техники, подчиняются определённым циклам и закономерностям, которые могут быть выявлены при анализе временных рядов. Вот несколько причин, почему использование даты поломки критично для системы:

Анализ временных рядов: временные ряды позволяют изучить динамику и частоту поломок во времени, где в данном случае будет лучше называть «частоту поломок», как интенсивность. Например, если сбои происходят с определённой периодичностью или в определённые сезоны, система может это заметить и предсказать будущие поломки. Временные ряды — это основа для выявления повторяющихся закономерностей, что особенно полезно в случаях регулярных профилактических сбоев [2].

Тенденции во времени: изучение того, как меняется частота поломок со временем, помогает выявить общие тенденции. Например, может быть обнаружено, что по мере увеличения срока эксплуатации оборудования частота поломок возрастает. Эти

данные позволяют системе учитывать износ оборудования и давать более точные прогнозы относительно времени следующего сбоя.

Прогнозирование по интервалам: важно не только фиксировать конкретные даты, но и анализировать временные интервалы между поломками. Система может рассчитать медианное время до следующей поломки, выявить минимальные и максимальные интервалы, что существенно повышает точность предсказаний. Если сбои происходят через равные или схожие временные интервалы, система сможет предугадать следующий сбой с большой вероятностью.

Тип поломки — это классифицированная характеристика неисправности, которая отражает её природу и сложность. Поскольку разные виды неисправностей могут иметь различные причины и следствия, важно учитывать типы поломок при прогнозировании. Вот почему тип поломки так важен.

Классификация для аналитики: Разные типы поломок могут иметь различные факторы возникновения и влияния. Например, механическая поломка может иметь совершенно другие закономерности по времени, чем электрический сбой. Классификация поломок помогает алгоритму предсказать не только факт будущего сбоя, но и его тип, что позволяет заранее подготовиться к соответствующим ремонтным мероприятиям.

Простота обработки: Преобразование типов поломок в цифровое значение делает обработку данных более эффективной для алгоритмов машинного обучения и нейросетей. Цифровое представление позволяет использовать мощные математические и статистические методы для анализа данных. Это позволяет системе быстрее находить зависимости между типами поломок и предсказывать, какой сбой может произойти в будущем.

Корреляции между типами сбоев: Анализ типов сбоев помогает находить корреляции между ними. Например, если определённые типы неисправностей часто происходят одновременно или следуют один за другим, это может помочь системе предсказать цепочку событий и дать более точные прогнозы. Таким образом, знание типа поломки помогает не только предсказать факт сбоя, но и оценить его возможные последствия и природу [4].

Одновременное использование данных о **дате** и **типе поломки** даёт системе больше контекста для анализа. Эта комбинация позволяет:

Строить зависимость по времени и типам: Определённые типы сбоев могут происходить через одинаковые или схожие промежутки времени. Например, если определённый вид неисправности чаще случается в начале месяца, а другой — в конце, система сможет выделить эти паттерны и предсказать их появление.

Учёт сезонных и эксплуатационных факторов: Определённые типы поломок могут зависеть от времени года или интенсивности использования оборудования. Например, поломки охлаждающих систем чаще происходят летом, а электрические неисправности могут чаще встречаться зимой. Знание даты и типа поломки помогает системе учитывать сезонные факторы и изменения в интенсивности использования техники.

Обучение нейросетей: Нейросетевые модели, такие как FMU и Random Forecasting, используют эти данные для построения сложных зависимостей и выявления скрытых закономерностей. Введение таких данных помогает моделям эффективнее обучаться и улучшать точность предсказаний по мере накопления новых данных х3ь.

Для прогнозирования сбоев системы используются две нейросетевые модели: **FMU (Fault Monitoring Unit)** и **Random Forecasting**. Эти модели разработаны с учётом различных методов анализа данных, что позволяет охватить как детерминированные, так и случайные закономерности. Работая параллельно, они обеспечивают высокую

точность предсказаний и надёжность результата. Подход с использованием двух разных нейросетевых архитектур позволяет компенсировать возможные недостатки каждой модели, благодаря чему достигается более полное понимание и анализ данных о поломках [3].

Модель **FMU** является основой для мониторинга и анализа всех поступающих данных о сбоях. Её главной задачей является выявление закономерностей в исторических данных, что позволяет определить ключевые факторы, влияющие на вероятность возникновения сбоев. Рассмотрим работу FMU более подробно:

Анализ поступающих данных о сбоях: FMU обрабатывает исторические данные о поломках, собирая информацию о дате и типе неисправности. На основе этих данных модель обучается находить паттерны, которые могут указывать на предстоящие сбои. Например, если определённый тип поломки возникает через конкретные интервалы времени, FMU способна зафиксировать это и использовать для будущих прогнозов.

Обнаружение закономерностей и зависимостей: одной из ключевых функций FMU является выявление корреляций между разными типами поломок и интервалами времени. Например, может оказаться, что определённый тип неисправности чаще возникает после другой поломки. FMU анализирует эти связи и использует их для построения модели предсказания. Это позволяет повысить точность прогнозов и лучше понимать природу сбоев.

Предсказание будущих событий: на основе исторических данных FMU создаёт модель, которая прогнозирует вероятность возникновения той или иной поломки в будущем. В процессе работы модель использует информацию о прошлом поведении системы, чтобы сделать выводы о будущем. FMU может учитывать множество факторов: частоту сбоев, типы поломок, временные интервалы между ними и т.д.

Модель **Random Forecasting** представляет собой альтернативный подход к прогнозированию сбоев. В отличие от FMU, которая полагается на детерминированные закономерности в данных, Random Forecasting работает с временными рядами, применяя случайные методы для генерации прогнозов. Этот метод используется для выявления скрытых закономерностей, которые могут быть упущены при детерминированном анализе. Ключевые аспекты работы Random Forecasting:

Прогнозирование на основе временных рядов: Временные ряды являются последовательностями значений, упорядоченных во времени, и позволяют анализировать динамику процесса. Модель Random Forecasting применяет статистические методы для анализа этих временных последовательностей, что позволяет находить вероятные тренды и предсказывать их развитие. Например, если частота поломок имеет колебания в зависимости от времени года или условий эксплуатации, модель сможет это учесть и спрогнозировать, когда произойдёт следующий сбой. В отличие от FMU, которая сосредотачивается на детерминированных зависимостях, Random Forecasting использует случайные подходы для генерации прогнозов. Это позволяет модели работать в условиях неопределённости, когда данные о поломках не поддаются простому анализу. Такой подход особенно эффективен в ситуациях, когда данные о поломках носят случайный характер или не имеют очевидных закономерностей [2].

Использование двух моделей — **FMU** и **Random Forecasting** — в параллельном режиме позволяет системе максимально точно предсказывать сбои. Каждая модель компенсирует недостатки другой, что значительно повышает надёжность и точность прогнозов.

Заключение

Прогнозирование сбоев выполняется в режиме реального времени, что является ключевым элементом системы. Такой подход позволяет системе постоянно отслеживать

поступающие данные, анализировать их и своевременно выдавать результаты. В основе работы прогнозирования лежат временные ряды, которые дают возможность фиксировать изменения во времени и выявлять скрытые тенденции, влияющие на поломки или сбои в работе техники.

После завершения процесса прогнозирования система отправляет результаты через тот же порт, по которому данные были приняты, используя **POST-запрос**, как показано на рисунке 1 (дата и тип поломки). Так же в случае нехватки передаваемых данных будет отправлено сообщение, как показано на рисунке 2, если данных хватает, то будет выдан прогноз, показанный на рисунке 3. Это упрощает обмен информацией и делает работу системы максимально удобной для интеграции в другие приложения или внешние системы. Пользователи могут отправлять запросы с параметрами, которые указывают, за какой промежуток времени необходимо сделать прогноз и на основе каких данных. Такой запрос включает три ключевых параметра: дата начала анализа, дата окончания и требуемый диапазон временных рядов для построения прогноза.

Использование **POST-запроса** обеспечивает гибкость в получении данных, так как этот метод позволяет передавать запросы с различными параметрами, предоставляя системе точные указания на то, какой промежуток времени и данные должны быть обработаны для построения прогноза. Например, можно запросить прогноз не для всего доступного массива данных, а только для последнего отрезка времени, что позволяет получать более точные и актуальные результаты.

Таким образом, процесс прогнозирования в системе обеспечивает не только точные предсказания на основе накопленных данных, но и удобство взаимодействия с системой через универсальные методы обмена информацией, что делает её гибким инструментом для предсказания сбоев в реальном времени.

```
{"StartDate": "20.04.2018", "horizon": "01.06.2023", "data": [{"Date": "01.01.2018", "Error": 1},
```

Рисунок 1- Передача данных через формат JSON



Рисунок 2. Сообщение о том, что данных было передано мало

```
POST http://127.0.0.1:8000/data
Params Authorization Headers (8) Body • Pre-request Script Tests Settings
Body Cookies Headers (5) Test Results
Pretty Raw Preview Visualize JSON
1
2 "accuracy": "72%",
3 "output": [
4   {
5     "Date": "25.03.2022",
6     "Error": 3
7   },
8   {
9     "Date": "31.03.2022",
10    "Error": 9
11  },
12  {
13    "Date": "09.04.2022",
14    "Error": 9
15  },
16  {
17    "Date": "12.05.2022",
18    "Error": 9
19  },
20  {
21    "Date": "09.06.2022",
22    "Error": 5
23  }
24 ]
```

Рисунок 3. Примерный результат работы программы

Список использованных источников

1. Александров, В. И. Методы прогнозирования отказов технических систем / В. И. Александров, С. Н. Поляков. – М.: Машиностроение, 2019. – 352 с.
2. Иванов, К. Н. Прогнозирование технических неисправностей на основе временных рядов / К. Н. Иванов. – СПб.: Наука, 2018. – 290 с.
3. Сидоров, А. П. Алгоритмы машинного обучения для технической диагностики / А. П. Сидоров, М. В. Чернышев. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: НГТУ, 2020. – 410 с.
4. Петров, Е. А. Современные методы анализа данных для инженерных систем / Е. А. Петров. – Екатеринбург: Уральский университет, 2017. – 385 с.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Автор: Карпенко А.К., обучающаяся 11 класса МБОУ «Лицей Протвино» г.о. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Никитичева А.С., учитель информатики

Аннотация

Данная статья описывает историю создания и развития искусственного интеллекта, его принципы, примеры использования.

Annotation

This article describes the history of the creation and development of artificial intelligence, its principles and use cases.

Ключевые слова: искусственный интеллект, робототехника, аналитические системы, генерация

Keywords: artificial intelligence, robotics, analytical systems, generation

Актуальность темы обусловлена тем, что в последнее время искусственный интеллект (далее – ИИ) является предметом повышенного внимания ученых и перспективно развивающейся областью исследований, следовательно, он активно влияет и на социальную сферу жизни.

Цели проекта: рассказать про развитие ИИ и возможности его использования.

Задачи проекта: Изучить ИИ, его возможности, сферы использования и показать на примерах процессы, построенные на базе ИИ

Объект и предмет исследования: объект – искусственный интеллект. Предмет исследования – процессы, построенные на базе ИИ.

В 1984 году на экраны вышел фильм Терминатор. Фильм открывается сценой мрачного будущего, где происходит война людей и машин. Созданная человеком сеть Скайнет захватывает управление всем, что использует интернет и компьютерные технологии, сама производит роботов, которых нельзя отличить от людей, способных мыслить. В те годы это казалось фантастикой. Но вот спустя 40 лет этот фильм уже не кажется таким нереалистичным. Давайте разберемся, почему мы все ближе к эре роботов и какова роль искусственного интеллекта в этом.

Искусственный интеллект – это технология, а точнее, направление современной науки, которое изучает способы обучить компьютер, роботизированную технику, аналитическую систему разумно мыслить так же, как человек.

Искусственный интеллект, если говорить простым языком, это аналог интеллекта человеческого, помещённый в компьютер, наделённый определёнными навыками и способный к машинному обучению.

Главные цели искусственного интеллекта:

1. **Создание аналитических систем**, которые обладают разумным поведением, могут самостоятельно или под надзором человека обучаться, делать прогнозы и строить гипотезы на основе массива данных

2. **Реализация интеллекта человека** - создание роботов-помощников, которые могут вести себя, как люди: думать, учиться, понимать и выполнять поставленные задачи

Впервые о нейронных сетях стали говорить ученые из Америки в 1943 году – основоположник кибернетики и бионики Уоррен Мак-Коллок и математик Уолтер Гарри Питтс. Всего через 12 месяцев Джон фон Нейман, ученый из Принстона, предложит архитектуру, которая станет основой всех современных компьютеров. Через 7 лет талантливый ученый Алан Тьюринг разработал известный тест с ширмой.

Суть теста Тьюринга заключалась в том, чтобы определить, кто скрывается за ширмой – человек или компьютер. Тест считался пройденным, если человек не мог идентифицировать компьютер — это означало, что перед нами сильный искусственный интеллект.

Авторство термина «**Искусственный интеллект**» приписывают Джону Маккарти – основоположнику программирования. В 1956 г. будущий лауреат престижной премии Тьюринга продемонстрировал в университете Карнеги-Меллон прототип программы на основе искусственного интеллекта.

В 1965 году разработали Элизу – первого робота-помощника, который мог говорить на английском языке. В 1969 году ученые Стэнфордского университета создали Шеки – робота с ИИ, способного самостоятельно перемещаться, воспринимать некоторые данные и решать несложные задачи.

В Советском союзе искусственный интеллект также развивается стремительными темпами. Академики А.И. Берг и Г.С. Пospelov в 1954-1964 годах создают программу «АЛПЕВ ЛОМИ», умеющую автоматически доказывать теоремы и алгоритм «Кора», который моделирует человеческий ум при распознавании образов.

В 1997 году создали известную шахматную программу, компьютер «Deep Blue», который обыграл чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова. В эти же годы Япония приступает к разработке проекта компьютера уже 6-ого поколения на основе нейронных сетей.

Искусственный интеллект активно внедряется в космическую отрасль, а также осваивается в бытовой сфере. Появляются системы «умного дома», а роботы «Кисмет» и «Номад» активно исследуют районы Антарктиды.

Существует 3 закона робототехники:

1. **Первый закон:** Робот или система с искусственным интеллектом не может навредить человеку своим действием или же своим бездействием допустить, чтобы человеку был нанесён вред

2. **Второй закон:** Робот или система должны повиноваться приказам, которые получают от человека, кроме тех, которые противоречат первому закону.

3. **Третий закон:** Робот должен заботиться о своей безопасности, если это не противоречит первому и второму законам.

Основные принципы искусственного интеллекта включают в себя:

Машинное обучение – это метод, при котором компьютерные системы обучаются на основе данных и опыта, чтобы улучшать свою производительность и делать предсказания или принимать решения без явного программирования.

Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – это область искусственного интеллекта, которая занимается анализом, пониманием и генерацией естественного языка человека.

Компьютерное зрение – это область искусственного интеллекта, которая занимается разработкой систем и алгоритмов для анализа и интерпретации изображений и видео. Системы компьютерного зрения позволяют компьютерам “видеть” и распознавать объекты, лица, движения и другие визуальные данные.

Робототехника – это область искусственного интеллекта, которая занимается разработкой и созданием роботов, способных взаимодействовать с окружающей средой и выполнять различные задачи.

Генеративный искусственный интеллект — это тип системы искусственного интеллекта, способной генерировать текст, изображения или другие медиаданные в ответ на подсказки.

Известные системы генеративного ИИ включают ChatGPT, YandexGPT — чат-боты, созданные с использованием больших языковых моделей GPT-3 и GPT-4. Другие генеративные модели ИИ включают художественные системы искусственного интеллекта, такие как Stable Diffusion и DALL-E.

Использование искусственного интеллекта

Microsoft 365 Copilot - это технология генеративного искусственного интеллекта (ИИ), основанная на GPT-4, большой языковой модели (LLM), созданной OpenAI. Благодаря использованию интерфейса чат-бота и обработке естественного языка пользователи могут задавать вопросы Copilot и получать человекоподобные ответы, подводить итоги онлайн-чатов и генерировать бизнес-продукты.

Видеогенератор **DeepBrain AI** воплощает технологические инновации, удовлетворяя разнообразные потребности пользователей. С помощью ChatGPT упрощается написание сценариев. Аватары с искусственным интеллектом, настраиваемые по внешнему виду, одежде и аксессуарам, обеспечивают реалистичный просмотр в соответствии с вашим брендом.

Roomvo помогает производителям напольных покрытий, ковров, плитки, красок, обоев и настенных рисунков оптимизировать свою стратегию цифровой розничной торговли. Эта ведущая в отрасли платформа визуализации позволяет легко

демонстрировать ваши товары более привлекательным и интерактивным способом, улучшая впечатления от покупок и приводя к лучшим результатам продаж.

Artbreeder это ультрасовременный инструмент генеративного искусственного интеллекта, который завоевал популярность среди маркетологов благодаря своей способности создавать визуально потрясающий контент. Он генерирует уникальные изображения путем смешивания различных изображений вместе, что приводит к бесконечному разнообразию оригинальных дизайнов.

Выводы:

Искусственный интеллект — способность компьютерных систем имитировать деятельность человеческого мозга. Технологии на его основе всё глубже проникают в нашу жизнь: их применяют в образовательной, медицинской, промышленной, транспортной, бытовой и других сферах.

Для создания искусственного интеллекта необходимы большие данные, их качественная обработка, методы машинного обучения.

Системы с ИИ могут решать конкретные задачи: генерировать изображения, водить автомобиль, тестировать компьютерные программы. Однако об искусственном интеллекте, обладающем разумом и самосознанием, говорить пока рано.

В 2024 году особенно быстрое развитие ожидается в сферах генеративного, голосового и языкового, объяснимого и периферийного ИИ.

Список используемой литературы

1. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence
2. <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2023/03/16/introducing-microsoft-365-copilot-a-whole-new-way-to-work/>
3. <https://www.deepbrain.io/>
4. <https://get.roomvo.com/>
5. <https://www.artbreeder.com/>

ПРОГРАММА PYTHON ДЛЯ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Автор: Кирницкий В.В., студент группы М6В-101 Мк-23 ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»

Научный руководитель: Яшин А.В., главный эксперт АО РАСУ, преподаватель

Аннотация

Разработана компьютерная программа на языке Python для расчёта, анализа и сравнения показателей эффективности предприятий. Реализованы многофакторный метод DuPont, метод структурированной системы показателей и метод комплексной оценки. Информационной базой для расчета показателей эффективности является бухгалтерская отчетность предприятия. В качестве тестового примера рассмотрены показатели IT-компании ПАО «Диасофт».

Annotation

A computer program in Python language is developed to calculate, analyze and compare the performance indicators of enterprises. The multifactor DuPont method, the method of structured system of indicators and the method of complex assessment were implemented. The information base for calculating the efficiency indicators is the accounting statements of the enterprise. As a test example, the indicators of the IT-company PJSC “Diasoft” are considered.

Ключевые слова: эффективность, рентабельность, система показателей эффективности, бухгалтерская отчетность, MS Excel, Python

Keywords: efficiency, profitability, performance indicator system, accounting reporting, MS Excel, Python

Эффективность – это экономическая категория, содержание которой может быть описано в виде совокупности экономической, производственной, технологической, ресурсной, кадровой и других составляющих. При этом под экономической эффективностью развития предприятия понимается соотношение экономического эффекта от развития предприятия и затрат экономических ресурсов, направленных на его достижение. Для измерения уровня эффективности обычно используют обширный перечень различных индикаторов (показателей). В работе [1] представлены результаты систематизации наиболее известных научных подходов к развитию методологии обеспечения эффективности предприятий.

Объектом исследования является математическая модель экономической деятельности предприятия.

Цель данной работы – разработка компьютерной программы Python для расчёта, анализа и сравнения показателей эффективности предприятий, создание простого в освоении компьютерного инструмента, доступного для специалистов-менеджеров, опирающегося лишь на бухгалтерскую отчётность предприятия.

Задачи: анализ показателей финансовой деятельности предприятия, систематизация информации по расчёту эффективности, разработка ПО для оценки и совершенствования эффективности.

Гипотеза: для оценки уровня эффективности предприятия единого критерия не существует, специалист должен овладеть инструментами, позволяющими с различных сторон, комплексно и системно изучить состояние и динамику данной экономической категории. Наличие компьютерной программы ускорит и облегчит изучение и правильный подбор критериев эффективности для каждого конкретного предприятия, выявит взаимосвязи между показателями, характеризующими различные аспекты общей проблемы.

Методы оценки эффективности. Рассмотрим несколько общепринятых методов, используемых для первичной, систематизированной и комплексной оценки деятельности предприятий достаточно широкого спектра деятельности.

Метод DuPont. Анализ эффективности предприятия по методу DuPont (Дюпон) основан на многофакторном представлении показателя рентабельности собственного капитала (ROE) с последующим исследованием степени влияния различных факторов на рентабельность капитала. Название метода происходит от названия крупной химической компании, где он был разработан Фрэнком Брауном. Обозначим рентабельность собственного (акционерного) капитала (Return on Equity):

$$ROE = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Собственный капитал}} \times 100\% \quad (1)$$

Тогда 3-факторная модель может быть представлена формулой:

$$ROE = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Выручка}} \times \frac{\text{Выручка}}{\text{Сумма активов}} \times \frac{\text{Сумма активов}}{\text{Собственный капитал}} \times 100\% \quad (2)$$

Согласно анализу DuPont [2, п.4.8], рентабельность собственного капитала равна величине прибыли, умноженной на оборот активов, умноженной на финансовое плечо. При необходимости дальнейшего анализа применяется 5-факторная модель, в которой различные факторы представляют собой коэффициенты, не менее важные при фундаментальном анализе: бремя налогов, бремя процентов, рентабельность продаж, коэффициент оборачиваемости активов, финансовый рычаг. Анализ предприятий

должен учитывать отраслевую специфику. Выраженная в процентах рентабельность позволяет сопоставлять и сравнивать предприятия внутри одной отрасли.

Метод структурированной системы показателей. Термин «система показателей» достаточно распространен в экономике. Следуя [2,3], под системой показателей будем понимать не просто набор индикаторов эффективности производства, а их упорядоченное множество, в котором каждый показатель занимает определенное место в структурированной цепи. Совокупность показателей можно считать системой только тогда, когда удастся структурировать все взаимосвязи между показателями. По сравнению с отдельными показателями или их набором система является качественно новым образованием, она более значима, чем сумма ее составных частей, так как несет информацию о взаимодействии показателей и о развитии всей системы в целом.

Для оценки экономической эффективности предприятия в работе [3, с.61] предложена следующая система показателей

- *По темпам развития предприятия:* 1) темпы прироста совокупных активов; 2) темпы прироста объема продаж; 3) темпы прироста прибыли; 4) темпы прироста чистых активов; 5) темпы прироста собственного капитала за счет капитализированной прибыли
- *По уровню доходности бизнеса:* 1) прибыль на акцию (EPS); 2) рентабельность собственного капитала (ROE); 3) рентабельность совокупных активов (RTA и ROTA); 4) рентабельность продаж (R_{об}); 5) маржинальная рентабельность (MR); 6) рентабельность затрат (R_з)

Взаимосвязь факторов и показателей рентабельности капитала можно выразить посредством следующей 7-факторной модели:

$$ROE = (1 - K_n) \times (1 - K_{п.и}) \times \frac{БП}{П_{рп}} \times \frac{П_{рп}}{V_{рп}} \times \frac{V_{рп}}{OK} \times \frac{OK}{Акт} \times \frac{Акт}{СК}, \quad (3)$$

БП – брутто-прибыль от деятельности до выплаты процентов и налогов

П_{рп} – прибыль от реализации продукции

V_{рп} – выручка от реализации продукции

OK – средняя сумма операционного капитала

Акт – средняя сумма совокупных активов

СК – средняя величина собственного капитала

K_н – коэффициент налогообложения (отношение суммы налогов к прибыли)

K_{п.и} – коэффициент процентного изъятия прибыли

Метод комплексной оценки эффективности. Метод разработан в работе [4, п.12.2], он учитывает динамику качественных показателей, относительный прирост ресурсов, долю интенсивных и экстенсивных факторов в приросте продукции, относительную экономию ресурсов. Применение комплексного метода обеспечивает: объективную оценку прошлой деятельности, поиск резервов повышения эффективности, позволяет определить совокупный эффект от интенсивного распределения ресурсов. Детальное описание методики расчета изложен в учебном пособии [5]. Приведем основные формулы для проведения комплексной оценки.

Темп роста показателей объема продаж и эффективности использования ресурса

$$J_{роста} = \frac{\text{Значение показателя отчетное}}{\text{Значение показателя базисное}} \times 100\% \quad (4)$$

Темп прироста показателей

$$J_{прироста} = J_{роста} - 100\% \quad (5)$$

Доля прироста продаж за счет действия экстенсивного фактора (роста ресурса)

$$D_p = \frac{J \text{ прироста ресурса}}{J \text{ прироста объема продаж}} \times 100\% \quad (6)$$

Доля прироста продаж за счет действия интенсивного фактора (роста эффективности использования ресурса)

$$D_z = 100\% - D_p \quad (7)$$

Относительная экономия ресурса (вовлечения ресурса в оборот)

$$OЭР = \text{Объем ресурса отчетный} - \frac{\text{Объем ресурса базисный} \times J \text{ роста объема продаж}}{100} \quad (8)$$

Итоговая таблица содержит 32 показателя, позволяющих комплексно оценить эффективность деятельности предприятия, основываясь на сравнении базисного и отчетного периодов.

Программная реализация алгоритмов комплексного оценивания финансовой эффективности. При разработке программы используем стандартные библиотеки языка Python [6]: 1) Pandas - программная библиотека для обработки и анализа данных, предоставляющая специальные структуры данных и операции для манипулирования числовыми таблицами и временными рядами. 2) Модуль Configparser - предназначен для работы с файлами конфигурации, которые хранят настройки и параметры для приложений. Файлы конфигурации содержат секции, ключи и значения.

Программа состоит из набора файлов. Технические файлы обеспечивают старт и выполнение программы: 1) main.py - считывает данные из файла конфигурации settings.ini и запускает в работу классы «c_structure.py, c_complex.py, c_dupont.py»; 2) read_write_and_other.py - содержит функции чтения и записи в файлы csv. К нему обращаются классы «c_structure.py, c_complex.py, c_dupont.py»; 3) c_interface.py - содержит шаблон обязательных методов структуры класса; 4) settings.ini - содержит в себе параметры с перечнем методик, которые будут активированы при выполнении программы. Файлы с расширением csv хранят данные ввода и вывода: complex.csv, dupont.csv, structure.csv

Используем следующие классы: 1) c_complex.py - содержит алгоритм методики вычисления методики «комплексной оценки эффективности предприятия»; 2) c_dupont.py - содержит алгоритм методики вычисления «DuPont»; 3) c_structure.py - содержит алгоритм методики вычисления «структурированной оценки эффективности предприятия».

В алгоритме работы программы предусмотрено: 1) main.py считывает из settings.ini набор методик вычисления эффективности, назначенных пользователем. По умолчанию включены все методики. 2) Поочередно каждый отдельный класс вычисления методик (c_structure.py, c_complex.py, c_dupont.py) совершает свой набор действий, передает в класс read_write_and_other.py в функцию чтения имя файла, имеющего аналогичное методике имя. Считанные данные обрабатываются и передаются вновь в класс read_write_and_other.py, но уже в функцию записи.

Тестирование программы. В качестве численного примера работы программы рассчитаем отчетный и базисный уровни основных показателей эффективности технологической компании ПАО «Диасофт». Российская компания «Диасофт» - крупный разработчик программного обеспечения и поставщик IT-решений для финансового сектора и других отраслей экономики. Более половины банков из списка «топ-100» являются клиентами ПАО «Диасофт». Финансовые показатели компании, необходимые для первичного расчета эффективности, представлены в Табл.1, 2. Компания достаточно эффективно управляет акционерным капиталом. Показатель ROE дает общую оценку тому, сколько рублей прибыли генерируется на каждый вложенный рубль акционерного капитала.

Табл. 1. Рентабельность собственного капитала

	2023	2022	2021	2020
Чистая прибыль (млн. руб.)	3058	2626	2311	1702
Собственный капитал (млн. руб.)	6082	2848	2001	1530
ROE (%)	50,3	92,2	105,5	111,2

Показатель *ROE* является обобщающим, именно он позволяет создать целостную картину эффективности работы предприятия. Все остальные показатели, характеризующие с разных сторон эффективность деятельности, рассматриваются с позиции их влияния на *ROE*.

Табл. 2. Исходные данные для комплексной оценки эффективности

	Базисный период 2022 г.	Отчётный период 2023г.
Объем продаж	1174278	1969008
Среднесписочная численность персонала	908	1279
Расходы на оплату труда	235	647
Материальные затраты	0	5
Амортизация	0	0
Прочие затраты	1839	11816
Средняя стоимость производственных фондов	0	0
Средняя стоимость оборотных активов	308090	1046795

Сводные данные, полученные в результате работы программы, поместим из файла `complex.csv` в итоговую таблицу 3.

Табл. 3. Комплексная оценка эффективности

Вид ресурсов	Динамика показателей эффективности, %	Доля прироста производства за счёт экстенсивного фактора	доля роста производства за счёт интенсивного фактора	Относительная экономия (-), вовлечение в оборот (+)
Производительность труда	119,03971	60,37253031	39,62746969	-243
Зарплатоотдача	60,9032036	259,0482548	-159,0482548	252,9562727
Материалоотдача	33,53563637	591,0324261	-491,0324261	3,323218182
Амортизациеотдача	130,5785388	41,98065814	58,01934186	-165528,0523
Прочие удельные затраты	26,0968328	801,6218754	-701,6218754	8732,398236
Фондоотдача	196,6219177	-21,75073695	121,750737	-1461127,268
Оборачиваемость средств	49,35060928	354,2784644	-254,2784644	530195,2896
Совокупный ресурс	134,9355275	35,85410526	64,14589474	-1087471,353

Выводы. На языке Python разработана программа численной оценки эффективности экономической деятельности предприятия по исходным данным, содержащихся в финансовом отчёте. Используются многофакторные методы оценки с матричной структурой представления показателей, позволяющих производить комплексную оценку эффективности. Исходные данные и результаты расчётов

представляются в виде таблиц в формате csv. В качестве тестового примера рассмотрены показатели IT-компании ПАО «Диасофт». Показана высокая эффективность компании за ответный период.

Список использованных источников

1. Ковалев В.В., Волкова О.Н. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: ТК Велби, 2002. – 424 с.
2. Мазурова И.И., Белозерова Н.П., Леонова Т.М., Подшивалова Н.М. Анализ эффективности деятельности предприятия: Учебное пособие. – СПб: Изд-во СПбГУЭФ, – 2010. – 113 с.
3. Петров В.С. Теоретико-методологические основы обеспечения эффективности развития промышленных предприятий. – М.: Проспект, 2015. – 96 с.
4. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: Инфра-М, 2009. – 536 с.
5. Сузи Р.А. Язык программирования Python. – 3-е изд.– М.: НОУ Интуит, 2020. – 350 с.
6. Шеремет А.Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности. – М.: Инфра-М, 2006. – С. 384-389.

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МОЩНОСТИ СТАНДАРТНЫХ КРИТЕРИЕВ МНОЖЕСТВЕННЫХ СРАВНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ НЕГАУССОВЫХ ВЫБОРОК

Автор: Краснова В.А., студентка 3 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна» г.о. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Масликов А.А., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин филиала

Аннотация

Методом Монте-Карло исследуется влияние негауссовости выборок сравнительно небольшого объёма (10 элементов) на мощность критериев множественных сравнений (дисперсионный анализ с пост-тестом Тьюки). В качестве негауссовых распределений использовались распределение Вейбулла и гамма-распределение. Получены зависимости мощностей указанных критериев от величины эффекта, которые представлены в виде графиков. Сделаны выводы о применимости и свойствах критериев.

Annotation

The Monte Carlo method investigates the effect of non-Gaussian samples of a relatively small volume (10 elements) on the power of criteria for multiple comparisons (variance analysis with the Tukey post-test). The Weibull distribution and the gamma distribution were used as non-Gaussian distributions. The dependences of the capacities of these criteria on the magnitude of the effect are obtained, which are presented in the form of graphs. Conclusions are drawn about the applicability and properties of the criteria.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, множественные сравнения, апостериорный критерий Тьюки, мощность

Keywords: analysis of variance, multiple comparisons, post-hoc Tukey criterion, statistical power

Данная работа является продолжением исследования влияния отклонений элементов выборок от нормального распределения на эффективность критериев

множественных сравнений применительно к выборкам небольшого объёма (до 10 элементов) [1, 2].

При проверке статистических гипотез существует риск совершить ошибки двух видов - ошибки I-го рода, когда ошибочно отклоняется верная гипотеза и ошибки II-го рода, когда ошибочно принимается ложная гипотеза. Вероятность ошибки I-го рода называется уровнем значимости α , стандартом для него является значение 0,05. Вероятность ошибки II-го рода обозначают β . Ошибки I и II рода являются конкурирующими, уменьшение вероятности одной влечёт увеличение вероятности другой. Другой полезной характеристикой является мощность критерия ($1 - \beta$). Чем больше мощность критерия, тем надёжнее он обнаруживает различия между выборками. Обычно считают приемлемой мощностью порядка 0,8. Разумеется, мощность зависит не только от объёма выборок (чем больше элементов в выборках, тем критерий оказывается мощнее), но и от величины эффекта, поэтому полезно иметь таблицы (или графики) для разных значений эффектов. Наиболее хорошо изучены различные зависимости мощностей критериев для гауссовых распределений, поскольку если нет надёжных оснований считать распределение отличным от нормального, то делается предположение о нормальности распределений в силу центральной предельной теоремы.

В классической формулировке для множественных сравнений используется Дисперсионный Анализ с последующим применением пост-теста сравнения. Традиционно считается наиболее мощным пост-тест Тьюки. Однако, аналитически доказана корректность этих процедур, только при условии нормальности распределений, из которых производятся выборки (и гомогенности их дисперсий). Если не установлен факт нормальности, то в качестве альтернативы используют непараметрические ранговые критерии, которые обладают значительно меньшей мощностью. Поэтому представляется актуальным исследовать правомерность использования параметрических критериев множественных сравнений для выборок из негауссовых распределений. Итак, универсальность непараметрических ранговых критериев вступает в противоречие с желаемой высокой мощностью характерной для параметрических критериев, которые, однако, традиционно применяются при условии нормальности распределений. Это индуцирует задачу исследовать вопрос – насколько оправдан отказ от использования традиционных параметрических критериев для негауссовых выборок.

Объект исследования, в нашем случае, это процедура множественных сравнений. При этом в качестве **предмета исследования** выступает вопрос зависимости мощностей параметрических критериев множественных сравнений в конфигурации дисперсионный анализ с пост-тестом Тьюки от ненормальности распределений, из которых берутся выборки.

Задача исследования провести компьютерный эксперимент-симуляцию путём извлечения и анализа методом Монте-Карло выборок из искажённых ненормальных распределений [3]. Использовались выборки сравнительно небольшого объёма (10 элементов), что характерно для некоторых дорогостоящих исследований, например, в фармакологии. **Цель исследования** проверить гипотезу о том, что использование традиционных параметрических критериев не приводит к катастрофическим последствиям. Это утверждение подкрепляется сравнением графиков, построенных на основе вычислений.

В качестве инструментария мы использовали программы, написанные в пакете

```

In[ ]:= schett[x1_, alf_] := 1 /; x1 < alf
schett[x1_, alf_] := 0 /; x1 >= alf (* определение функции счёта, которая =1, если аргумент меньше критического значения alf, иначе =0 *)

In[ ]:= ssch[xx_] := 0 /; Length[xx] == 1
ssch[xx_] := 1 /; Length[xx] != 1

(* определение функции счёта, которая =0, при совпадении аргумента с пустой скобкой {},
иначе =1 *)

In[ ]:= ResultANOVAT[n_Integer] := Module[{s1, s2, tab}, s1 := 0; s2 := 0; Do[
tab = ANOVA[Flatten[rrn, 1], CellMeans -> None, PostTests -> {Tukey}, SignificanceLevel -> 0.05];
s1 = s1 + schett[tab[[1, 2, 1, 1, 5]], 0.05]; s2 = s2 + ssch[Flatten[tab[[2, 2, 1, 2, 1, 1, 2]]], {1, n}]; {s1, s2} = {s1/n, s2/n} // N]
(* определена ф-ия проверяющая n 4-ок выборок посредством ANOVA и их же тестом Tukey
и подсчитывающая сколько раз найдено различие там и там.
выдаёт долю различающихся 4-ок для ANOVA и Tukey *)

Timing[ResultANOVAT[100000]]
{1818.53, {0.6306, 0.6074}}

(* Определена ф-ия, заполняющая массив rgn. 2 Гамма сдвинутые
в разные стороны на 0,5 qsigm sigm и на 1.5 qsigm sigm выборки в формате пригодном для ANOVA, в виде пар чисел,
где на первом месте номер выборки *)

In[ ]:= schett[x1_, alf_] := 1 /; x1 < alf
schett[x1_, alf_] := 0 /; x1 >= alf (* определение функции счёта, которая =1, если аргумент меньше критического значения alf, иначе =0 *)

In[ ]:= ssch[xx_] := 0 /; Length[xx] == 1
ssch[xx_] := 1 /; Length[xx] != 1

```

Wolfram Mathematica (WM) (см. Таблица 1).

Таблица 1. Код программы в пакете Wolfram Mathematica

Идея заключается в том, чтобы, следуя методу Монте-Карло, генерировать случайные выборки из различных распределений и применять к ним исследуемые тесты и таким образом осуществить компьютерный эксперимент. В WM есть возможность подключить генератор псевдослучайных чисел “Mersenne Twister”, который и был использован в работе. Вихрь Мерсенна – это генератор сдвигового регистра обобщенной обратной связи с огромным периодом ($2^{19937} - 1$), гарантирующим высочайшую степень случайности [4, 5]. Пакет WM позволяет формировать компактные программы для генерации большого числа случайных выборок из широкого набора библиотечных распределений.

Был выбран следующий формат компьютерного эксперимента. Каждый раз использовались четыре выборки из искажённых нормальных распределений, а именно распределение Вейбулла и гамма-распределение. Оба распределения ограничены с одной стороны, что представляется естественным для многих приложений (например, в контексте априорного отсутствия отрицательных значений для случайной величины). Используемое распределение Вейбулла имеет функцию плотности распределения: $f = \frac{2}{9} X \exp(-X/3)^2$, гамма распределение имеет функцию распределения: $f = \frac{1}{16} X \exp(-X/4)$. Четвёрки распределений выбирались с равным, но переменным сдвигом относительно друг-друга, позволяя изменять наблюдаемый эффект. Величина сдвига измерялась в единицах среднеквадратического отклонения σ изучаемого распределения. Сдвиг изменялся от $0,0 \sigma$ до $0,7 \sigma$ с шагом $0,1 \sigma$. Каждое значение мощности ANOVA и post-hoc теста Тьюки [6] вычислялось по 10^5 сгенерированным четвёркам выборок. При этом погрешность метода Монте-Карло была пропорциональна $\sim 1/\sqrt{100000} = 0,00316$. Коэффициент пропорциональности оценивали «экспериментально», путём генерации серий по 1000 четвёрок. Далее по этой серии получалась оценка СКО для 1000, потом просто учитывалось, что у нас каждый раз происходило 10^5 генераций. В итоге оказывалось, что 95 %-ая погрешность для

мощности в формате нашего исследования не хуже 0,004. Такая же процедура взаимного смещения была проведена со стандартным нормальным распределением, чтобы иметь возможность сравнить графики мощностей критериев, применённых к искажённым распределениям и к нормальному распределению. Число элементов в выборках было взято $n=10$. Распределение Вейбулла и гамма имеют положительную асимметрию. Поэтому аналогично были исследованы случаи, когда 2 из 4-х распределения были инвертированы, т.е. имели отрицательную асимметрию.

Для наглядности ниже на графиках представлены примеры использованных распределений со сдвигом, из которых генерировались изучаемые выборки. На 2-х графиках (рис. 1 – 2) кривые распределений изображены со сдвигом $0,4\sigma$.

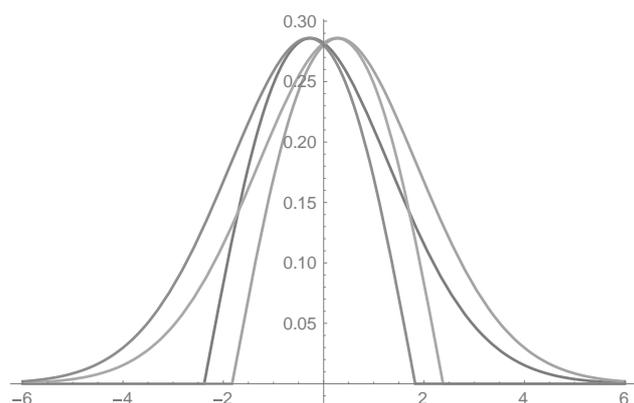


Рис. 1. – Графики со сдвигом $0,4\sigma$ для распределения Вейбулла с инверсией 2-х распределений.

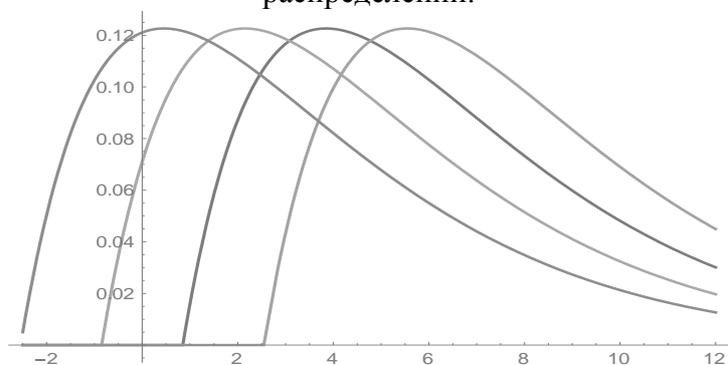


Рис. 2. – Графики со сдвигом $0,4\sigma$ для гамма-распределения.

Для стандартного нормального распределения асимметрия и коэффициент островершинности составляют соответственно $A = 0$, $E = 3$. Положительная-отрицательная асимметрия соответствует перекосу вправо-влево. Большой коэффициент островершинности соответствует островершинности распределения, а малый – обратной «деформации» распределения. Мы исследовали асимметричные распределения с повышенным показателем асимметрии и островершинности. Для выбранных нами распределений Вейбулла и гамма (см. выше) эти коэффициенты составляют соответственно $A_1 = 0,63$; $E_1 = 3,25$; и $A_2 = 1,41$; $E_2 = 6$.

Значения мощности критерия Тьюки (Tukey HSD), полученные для наших множественных сравнений с изменяющимся сдвигом, нанесены на пять графиков (рис. 3) и соответствуют объёму выборок $n=10$ элементов.

Таким образом по горизонтали отложен сдвиг крайних выборок от центральных в единицах СКО – σ , а по вертикали отложено значение мощности критерия Тьюки.

Каждая точка есть результат применения теста Тьюки к 10^5 четвёрок сгенерированных выборок. При этом вычислялся результат дисперсионного анализа по тем же самым выборкам и сравнивался с результатом по Тьюки.

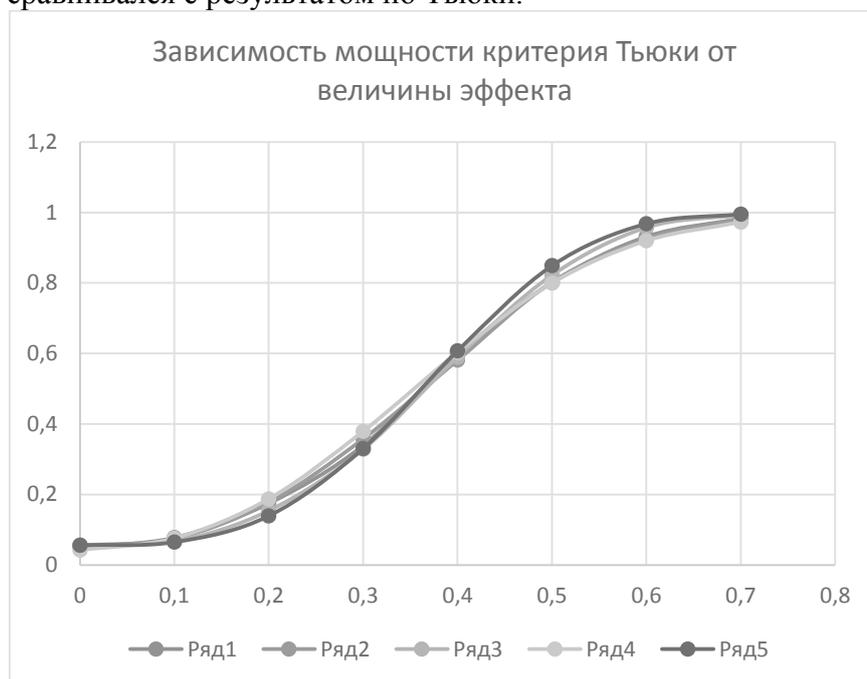


Рис. 3. – Мощность критерия Тьюки (Tukey HSD) для 10-ти элементных выборок.

Соответствие цветов графиков распределениям следующее: голубой – нормальное, оранжевый - Вейбулла, серый – Вейбулла с инверсией, жёлтый – гамма, синий – гамма с инверсией.

Таблица 2. Результаты вычислений мощностей критерия Тьюки

Эффект	Нормальное распределение	Распределение Вейбулла	Вейбулла с инверсией	Распределение Гамма	Гамма с инверсией
0	0,0504	0,0556	0,0558	0,0426	0,0564
0,1	0,0776	0,075	0,0672	0,0762	0,065
0,2	0,1748	0,1776	0,154	0,1876	0,1392
0,3	0,339	0,3578	0,3282	0,3794	0,3304
0,4	0,5972	0,581	0,5898	0,603	0,6074
0,5	0,8012	0,8022	0,822	0,7998	0,8488
0,6	0,9312	0,9256	0,9572	0,9198	0,9678
0,7	0,9824	0,983	0,993	0,9728	0,9952
	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	Ряд 4	Ряд 5

Следует отметить, что распространённое мнение о том, что post-hoc тест Тьюки всегда имеет меньшую мощность, чем дисперсионный анализ (ДА) в данном случае не подтвердилось. Хотя обычно результат теста Тьюки согласуется с результатом ДА, оказалось, что критерий Тьюки иногда обнаруживал различия между выборками там, где ДА их не замечал.

В целом следует отметить, что все графики мощности монотонно стремятся к единице с увеличением эффекта (сдвига) и с увеличением объёма выборок. При этом они воспроизводят форму кривой мощности для множественного сравнения выборок из

нормальных распределений. Естественно, наблюдается отклонение от мощностей для нормальных распределений, в особенности для гамма-распределения с разносторонней асимметрией. Это связано с большим отклонением коэффициентов (моментов) от нормальных. Различие в графиках преимущественно наблюдается для распределений с инверсией, т.е. когда сравнивались выборки с разнонаправленной асимметрией. Причём при больших эффектах это отклонение направлено в сторону увеличения мощности, что говорит о том, что для выборок (распределений) с разнонаправленной асимметрией критерий Тьюки более эффективно (чем для нормальных выборок) обнаруживает большие различия.

В итоге мы склонны утверждать, что наша гипотеза для множественных сравнений вполне оправдана и использование классических параметрических критериев целесообразно даже при отсутствии нормальности распределений, что позволяет корректно производить множественные сравнения и делать адекватные выводы о наличии или отсутствии различий в центральных тенденциях выборок.

Список использованных источников

1. Алдобаев В.Н., Артемьева А.Д., Масликов А.А. Исследование поведения классических критериев множественных сравнений, на ненормальных неоднородных распределениях, методом Монте-Карло // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. - 2021. - №3. - С. 72-80.

2. Алдобаев В.Н., Масликов А.А., Скворцова М.С. Исследование мощности критериев множественных сравнений, применённых к выборкам с негауссовым распределением элементов, Сборник «Государственный университет «Дубна». 30 лет в науке», 2024 г.

3. Лемешко Б.Ю., Лемешко С.Б., Постовалов С.Н., Чимитова Е.В. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход. - Изд-во НГТУ, 2011. - 888 с.

4. Matsumoto, M. 623-Dimensionally Equidistributed Uniform Pseudorandom Number Generator. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation 8 / M. Matsumoto, T. Nishimura. – 1998. – No 1. – P. 3–30.

5. Nishimura, T. Tables of 64-Bit Mersenne Twisters. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation 10 / T. Nishimura. – 2000. – No 4. – P. 348–357. DOI:10.1145/369534.369540.

6. Тьюки, Джон (1949). "Сравнение индивидуальных средних в Дисперсионном анализе". Биометрия. 5 (2): 99–114.

РАЗРАБОТКА ТЕЛЕГРАМ-БОТА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Автор: Кузнецов И.Р., студент 1 курса филиала «Протвино» государственного университета «Дубна» г.о. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Кульман Т.Н., к.т.н., доцент кафедры информационных технологий

Аннотация

В работе рассматривается создание чат-бота «StudyBot» для Telegram, основная задача которого – обеспечить удобный и быстрый доступ к актуальной информации об учебном процессе. В настоящее время бот доступен в Telegram, где можно просмотреть расписание, домашние задания и лекции, редактировать их и делать рассылки пользователям».

Annotation

The creation of a chat bot StudyBot is considered. The main choice of service is bot and database development. The bot is currently available in the Telegram messenger.

Ключевые слова: чат-бот, учёба, проектирование, разработка, Telegram

Keywords: chatbot, study, design, development, Telegram

В современном мире цифровизация охватывает все сферы жизни, в том числе и образование. Чат-боты становятся незаменимыми помощниками в учебном процессе, предоставляя студентам быстрый доступ к информации и упрощая коммуникацию с учебными заведениями. Они могут автоматически отвечать на часто задаваемые вопросы, рассылать уведомления, делиться учебными материалами и даже проверять домашние задания. Это освобождает время преподавателей и повышает вовлеченность учащихся.

Боты особенно полезны для оперативного информирования студентов по таким вопросам как:

- **Расписание занятий и консультаций:** бот может по запросу предоставлять актуальное расписание на день, неделю или месяц.
- **Изменения в расписании:** в случае болезни преподавателя или переноса занятий бот оперативно оповестит всех студентов.
- **Домашние задания и дедлайны:** бот напомнит о сроках сдачи работ и поможет получить задания в любое время.
- **Учебные материалы:** через бот можно быстро получить доступ к лекциям, методичкам, книгам и другим ресурсам.
- **Оповещения о мероприятиях:** бот известит студентов о днях открытых дверей, конференциях, экзаменах и пр.

Кроме того, боты могут персонализировать взаимодействие со студентами, адаптируя контент под их нужды и предпочтения. Также они работают круглосуточно, снижая нагрузку на сотрудников учебного заведения. Именно поэтому разработка эффективных чат-ботов для нужд образования является крайне актуальной задачей.

Проблема заключается в отсутствии удобного и оперативного доступа студентов к актуальной информации об учебном процессе, такой как расписание занятий, домашние задания и лекционные материалы. Это приводит к снижению эффективности обучения и затрудняет организацию учебного процесса.

Объект исследования: телеграм-бот.

Предмет исследования: разработка Telegram-бота для информационной поддержки учебного процесса студентов.

Цель исследования: создать Telegram-бот «StudyBot», который обеспечит удобный доступ студентов к учебной информации и повысит их вовлеченность и эффективность обучения.

Задачи:

- Спроектировать структуру файлов для хранения учебной информации (расписание, материалы и др.) для «StudyBot».
- Реализовать функционал Telegram-бота «StudyBot», обеспечивающий быстрый доступ к данным для студентов.
- Разработать интерфейс взаимодействия с ботом для удобной навигации по учебным материалам.
- Провести тестирование и оптимизацию «StudyBot» для бесперебойной работы и повышения удобства использования.

Гипотеза исследования: разработка и внедрение Telegram-бота «StudyBot» для информационной поддержки учебного процесса позволит упростить доступ студентов к актуальной учебной информации, повысить их вовлечённость и эффективность обучения.

В процессе разработки данного бота был использован следующий инструментарий:

- **Python** – высокоуровневый язык программирования для создания основной логики бота;
- **Json-файлы** – для локального хранения данных и обеспечения быстрого доступа к учебной информации;
- **Telegram Bot API** – для интеграции бота с платформой Telegram и обмена сообщениями с пользователями;
- **RUVDS** – платформа для хостинга и развертывания бота, обеспечивающая доступность и стабильность работы.

В предлагаемой работе реализованы следующие функции:

1. **Авторизация администраторов** – функция `is_admin` определяет, является ли пользователь администратором, позволяя ограничить доступ к административным действиям.

2. **Управление вебхуками** – функция `remove_webhook` удаляет вебхуки, что необходимо для корректной работы бота в режиме `polling` (способ работы Telegram-бота, при котором бот регулярно отправляет запросы к серверам Telegram, чтобы проверять наличие новых сообщений).

3. **Поддержка расписания и домашних заданий** – данные о расписании и заданиях сохраняются в словарях `schedule` и `homework`, что позволяет быстро обрабатывать запросы студентов на учебную информацию.

Для хранения данных (расписания, лекций, заданий) используются `json` файлы. Например, рассмотрим структуру файла `homework.json`. Файл представляет собой словарь, где ключами выступают дни недели, а значениями – вложенные словари с информацией о домашнем задании на конкретный день. Вложенный словарь содержит два ключа:

- **text** – текстовое описание задания, включая тему, время проведения, преподавателя и дополнительные инструкции (например, упражнения под номерами).

- **files** – массив вложенных файлов, содержащих ID файла (`file_id`), тип (`file_type`), и имя файла (`file_name`). Эти файлы могут быть документами или изображениями, что позволяет студентам получать материалы для выполнения заданий.

Благодаря этому студенты могут без лишних действий просмотреть расписание и учебные материалы через телеграм-бота

1. **Управление лекциями** – словарь `lectures` хранит материалы по курсам (например, "С#", "Ин.яз"), обеспечивая удобное добавление и обновление учебных ресурсов.

2. **Рассылка** – через команду `/admin` можно сделать рассылку в текстовом формате с добавлением фото/видео и файлов. При этом ID администратора проверяется функцией `is_admin`.

3. **Переход на сайт** – после выбора кнопки в главном меню пользователю отправляется ссылка на сайт учебного заведения.

4. **Просмотр расписания** – пользователь может посмотреть расписание на сегодня, завтра, конкретный день недели или всю неделю. Функция `is_even_week` определяет текущий тип недели.

5. **Редактирование домашних заданий** – администраторы могут изменять текст и файлы заданий по дням недели через интерфейс бота.

6. Получение лекций – студенты могут получать лекционные материалы по предметам в виде текста или файлов. Администраторы могут добавлять и удалять лекции.

Зайдя с десктопной версии Telegram, пользователь увидит кнопочное меню и выбрав «Сайт филиала», бот отправит сообщение со ссылкой на сайт (рисунок 1).

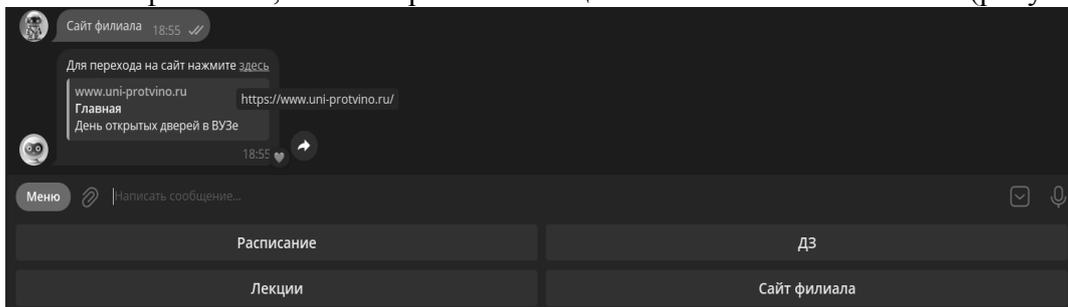


Рисунок 1. Кнопочное меню со ссылкой на сайт филиала «Протвино»

Далее в меню «Расписание» бот предложит выбрать период – сегодня, завтра, по дням, на неделю (рисунок 2).

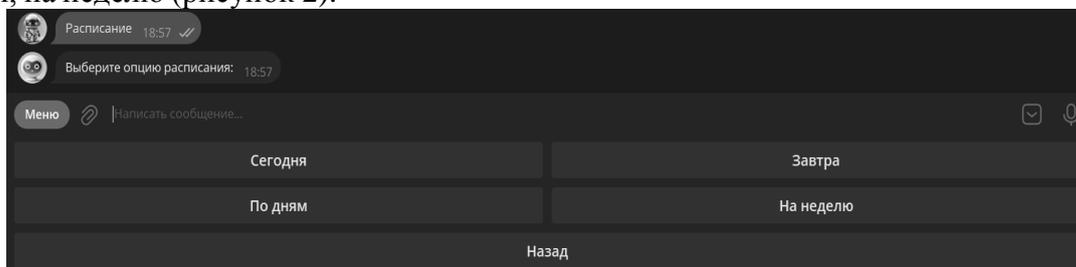


Рисунок 2. Работа с кнопкой расписание

При выборе, например, «сегодня», бот выдаст расписание на текущий день. Выбрав параметр «сегодня», бот считывает настоящее время по GMT+3 и отправляет расписание на сегодняшний день, предварительно взяв его из файла schedule.json (рисунок 3).

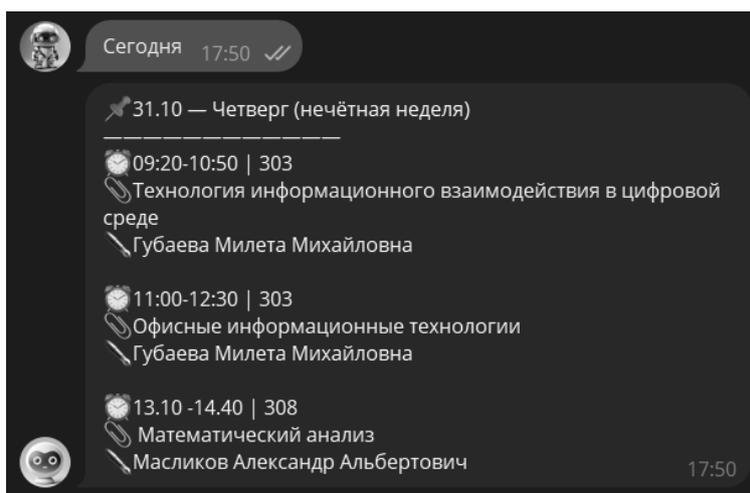


Рисунок 3. Пример расписания на «сегодня»

В меню «ДЗ» можно выбрать день недели и получить актуальное домашнее задание со всеми материалами - текстом, фото и документами (рисунки 4-5). Администраторы могут оперативно изменять задания прямо в боте.

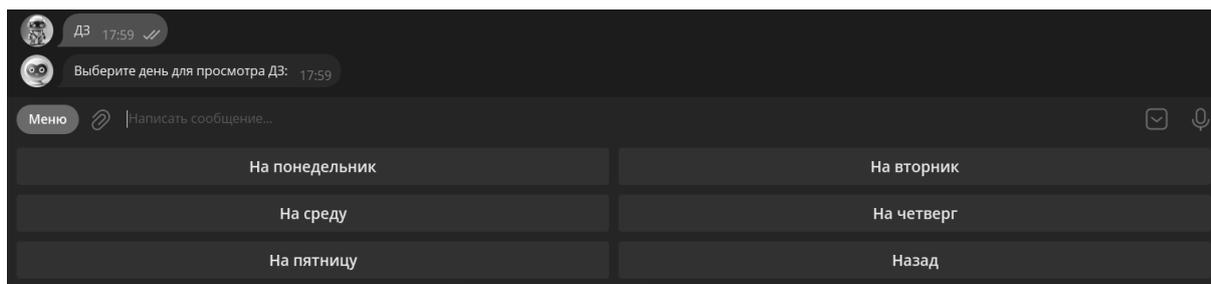


Рисунок 4. Работа с домашним заданием (по дням)

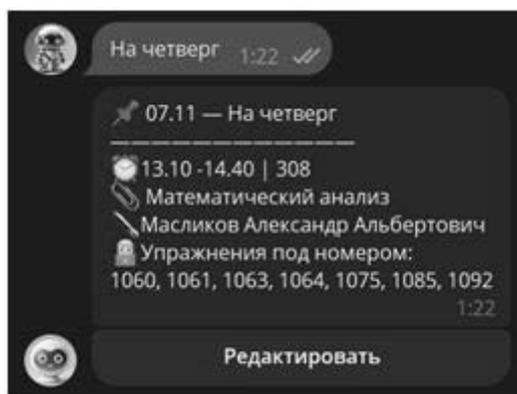


Рисунок 5. Работа с домашним заданием (по предметам)

Лекции доступны по предметам и отсортированы по дате добавления. Студенты могут просмотреть список лекций и получить нужные материалы (текст или файл). Преподаватели могут добавлять, редактировать и удалять лекции (рисунок 6).

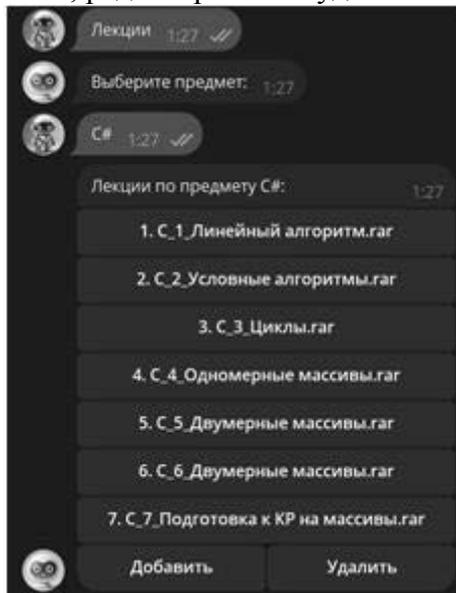


Рисунок 6. Выбор лекций

Заключение

Разработанный Telegram-бот «StudyBot» обеспечивает удобный доступ студентов к актуальной информации об учебном процессе – расписанию занятий, домашним заданиям, лекционным материалам. Реализованные функции позволяют оперативно получать и редактировать эти данные прямо в мессенджере, экономя время учащихся и преподавателей, что повышает вовлеченность студентов и эффективность обучения.

В ходе работы были выполнены поставленные задачи:

1. Спроектирована структура хранения данных бота в виде JSON-файлов, что обеспечило быстрый доступ к информации.
2. Реализован функционал бота на языке Python с использованием Telegram Bot API и других инструментов.
3. Разработан удобный кнопочный интерфейс для навигации по учебным материалам административным функциям.
4. Проведено тестирование работы бота, обеспечено хранение данных, оптимизирована логика взаимодействия.

Бот развернут на платформе RUVDS и доступен студентам и преподавателям учебного заведения.

Внедрение «StudyBot» в учебный процесс облегчает информирование студентов, уменьшает рутинную нагрузку на преподавателей и повышает качество образования. В перспективе бот может быть расширен новыми функциями - уведомлениями о событиях, сбором обратной связи, интеграцией с учебными порталами и журналами успеваемости. Также планируется персонализировать взаимодействие со студентами на основе их предпочтений и успехов.

Разработанные решения могут быть адаптированы для других учебных заведений и направлений. Открытый исходный код бота, использование популярного мессенджера Telegram и хостинга делают такие проекты доступными широкому кругу образовательных учреждений. Чат-боты имеют большой потенциал для развития и применения технологий искусственного интеллекта в сфере образования.

Список использованных источников

1. Telegram Bot API [Электронный ресурс] // Telegram APIs. URL: <https://core.telegram.org/> (дата обращения: 05.06.2023).
2. Python Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://pydocs.ru/> (дата обращения: 05.06.2023).
3. Суслов, А. Как чат-боты меняют онлайн-образование [Электронный ресурс] / А. Суслов // Cossa. 2022. URL: <https://www.cossa.ru/trends/335049/> (дата обращения: 05.06.2023).
4. Маврин, А. В. Разработка чат-бота для информационной поддержки учебного процесса на базе мессенджера «ВКонтакте» / А. В. Маврин, А. В. Чугунов // International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – Т. 10, № 6. – С.57–63.
5. Зубов, В. В. Чат-боты как инструмент автоматизации образовательных процессов в вузах / В. В. Зубов, И. В. Иванов, Л. А. Набокова // Перспективы науки и образования. – 2022. – № 6 (54). – С. 459-478.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ СОТРУДНИКАМИ УЧРЕЖДЕНИЯ И СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Автор: Ранта А.А., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»

Научный руководитель: Васильев Г.И., к.т.н., доцент, преподаватель

Аннотация

Статья посвящена исследованию современных методик контроля исполнения задач сотрудниками, а также программного обеспечения, используемого для автоматизации и оптимизации этих процессов. Проведен анализ актуальных подходов к контролю задач, рассмотрены ключевые функции специализированных систем и определены рекомендации по улучшению контроля. Полученные результаты позволяют

обосновать выбор эффективных инструментов управления задачами и предложить стратегию оптимизации процессов в организации.

Annotation

This article investigates modern methods for controlling the completion of tasks by employees and relevant software used for automation and optimization. An analysis of current task control approaches is conducted, and the key functions of specialized systems are reviewed, providing recommendations for improving task management processes. The results offer justification for selecting effective task management tools and proposing a strategy for optimizing processes in organizations.

Ключевые слова: контроль задач, управление задачами, программное обеспечение, автоматизация, оптимизация, производительность, управление проектами

Keywords: task control, task management, software, automation, optimization, productivity, project management

Актуальность. В условиях цифровой трансформации управление задачами становится критически важным фактором, определяющим эффективность работы организаций. Современные технологии позволяют более эффективно контролировать задачи, улучшая производительность сотрудников и снижая операционные затраты. Однако выбор подходящей методики контроля и программного обеспечения, отвечающих потребностям конкретной организации, требует детального анализа и сопоставления доступных решений.

Проблема. Основная проблема заключается в том, что многие компании сталкиваются с трудностями при контроле выполнения задач: дедлайны не соблюдаются, затраты на управление задачами растут, а уровень удовлетворенности сотрудников снижается. Отсутствие четких методик контроля и специализированных программных решений приводит к неэффективному использованию ресурсов.

Объект исследования. Организация управления задачами в современных учреждениях.

Предмет исследования. Методики контроля выполнения задач и программное обеспечение для управления задачами.

Цель исследования. Выявить наиболее эффективные методы контроля выполнения задач сотрудниками и определить подходящее программное обеспечение для их оптимизации.

Задачи исследования:

1. Провести анализ современных методик контроля выполнения задач.
2. Рассмотреть основные функции и возможности популярных программных продуктов для контроля задач.
3. Оценить результативность использования этих методик и ПО для повышения производительности и снижения затрат.
4. Разработать рекомендации по улучшению системы контроля задач в организациях.

Гипотеза: Использование современных программных продуктов и методик для контроля выполнения задач позволяет повысить производительность, улучшить прозрачность процессов и снизить временные затраты на управление задачами.

Методика исследования.

Для достижения поставленных задач были использованы методы анализа литературных источников, сравнения функций программного обеспечения, а также моделирования возможных экономических эффектов внедрения различных систем управления задачами. Анализ включал рассмотрение таких методик, как Agile и Kanban,

которые получили широкое распространение за их гибкость и возможность адаптации под конкретные условия.

Результаты исследования.

Исследование показало, что применение программного обеспечения для контроля задач, такого как Trello, Asana и Bitrix24, обеспечивает значительное сокращение временных затрат и позволяет лучше отслеживать ход выполнения задач. Например, внедрение Bitrix24 в рамках небольшого отдела позволило сократить время на обработку и согласование задач на 15%, а ежемесячные затраты на управление проектами были снижены на 10%.

Сравнительный анализ программных решений выявил, что для организаций со строгими дедлайнами и сложными проектами более подходят системы с расширенными функциями контроля, такие как Jira и Monday.com. В случае менее формализованной структуры и гибкой среды разработки эффективными оказались Trello и Slack, которые обеспечивают достаточную прозрачность и легкость в управлении.

Выводы по задачам исследования.

1. Современные методики контроля, такие как Agile и Kanban, демонстрируют высокую адаптивность и положительно влияют на производительность сотрудников.

2. Программные решения, такие как Asana и Bitrix24, обладают функциями, позволяющими автоматизировать напоминания, распределять задачи и контролировать сроки.

3. Использование ПО для контроля задач позволяет сократить временные затраты и повысить прозрачность рабочих процессов, что в свою очередь способствует улучшению результатов выполнения проектов.

Выводы

Проведенное исследование подтверждает гипотезу о том, что внедрение современных методик контроля задач в сочетании с программными продуктами способно значительно улучшить процесс управления проектами в организациях. Рекомендуется применять комбинированный подход: выбрать гибкие методики, адаптированные к структуре организации, и автоматизировать процессы с помощью специализированных систем, что позволит оптимизировать работу команды и повысить эффективность выполнения задач.

Список использованных источников

1. Блохин В. Н., Шестаков В. И., Антонов В. М. Управление проектами: современные технологии. – Москва: Инфра-М, 2020.

2. Горелов К. Н., Иванов А. С. Контроль выполнения задач в управлении проектами: теоретические основы и практическое применение. – Санкт-Петербург: Питер, 2019.

3. Колпаков В. В., Ермаков Д. В. Управление задачами в командной среде с применением информационных технологий. – Москва: Альфа-Пресс, 2021.

4. Кузнецов Н. П., Костромин Н. Г. Методы и модели управления проектами. – Москва: Юрайт, 2018.

5. Лапыгин Ю. Н., Пивоваров Ю. Ю. Информационные технологии управления проектами. – Москва: Юрайт, 2017.

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ

Автор: Сорокин А.Е., студент 4 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»

Научный руководитель: Данилов В.П., к.п.н, доцент, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»

Дата начала исследования: 09.09.2024

Аннотация

В данной работе рассматривается применение методов машинного обучения для обнаружения аномалий в данных на примере алгоритма Isolation Forest. Аномалии представляют собой наблюдения, которые значительно отличаются от основной массы данных и могут свидетельствовать о наличии ошибок, мошенничества или других нетипичных событий. В качестве примера используется датасет с транзакциями по кредитным картам, включающий как нормальные, так и мошеннические операции. Осуществлён выбор и обработка признаков, разработана модель на основе алгоритма Isolation Forest для выявления подозрительных транзакций. Проведён эксперимент с оценкой эффективности модели и анализом её результатов. Результаты показывают высокую точность модели в обнаружении аномальных транзакций и её потенциал для практического применения в системах безопасности и предотвращения мошенничества.

Annotation

This paper explores the application of machine learning methods for anomaly detection in data, using the Isolation Forest algorithm as an example. Anomalies are observations that significantly differ from the majority of data and may indicate errors, fraud, or other atypical events. A dataset of credit card transactions, including both normal and fraudulent operations, is used as a case study. Feature selection and preprocessing were performed, and a model based on the Isolation Forest algorithm was developed to detect suspicious transactions. The experiment assessed the model's performance and analyzed its results. The findings demonstrate the model's high accuracy in detecting anomalous transactions and its potential for practical use in security systems and fraud prevention.

Ключевые слова: машинное обучение, обнаружение аномалий, Isolation Forest, датасет, кредитные карты, мошенничество.

Keywords: machine learning, anomaly detection, Isolation Forest, dataset, credit cards, fraud.

Актуальность темы. В условиях стремительного роста объемов данных и их использования в различных отраслях, обнаружение аномалий стало важным инструментом для предотвращения негативных явлений, таких как мошенничество, неисправности оборудования и ошибки данных. Аномалии представляют собой редкие и нетипичные наблюдения, которые могут значительно отличаться от основной массы данных и сигнализировать о необычных событиях. Для анализа больших объемов данных, например, банковских транзакций, ручное выявление аномалий становится практически невозможным, что требует внедрения автоматизированных подходов.

Проблема исследования. Основная сложность заключается в том, что аномалии редко следуют каким-либо заранее определённым правилам и могут проявляться в разных формах, усложняя их обнаружение. На сегодняшний день разработано множество алгоритмов для выявления аномалий, однако не все из них способны эффективно справляться с большими и многомерными наборами данных, что актуально в современных условиях.

Цель исследования. Данная работа направлена на разработку и анализ модели для автоматического обнаружения аномалий на основе алгоритма **Isolation Forest**. Этот алгоритм отличается высокой скоростью работы и эффективностью в обнаружении аномалий в многомерных данных, что делает его перспективным решением для анализа больших наборов данных.

Задачи исследования. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести предобработку данных и выбор ключевых признаков для построения модели.
2. Обучить и настроить модель на примере данных транзакций.
3. Оценить эффективность модели и проанализировать полученные результаты.

Объект и предмет исследования. В качестве объекта исследования рассматривается процесс обнаружения аномалий в транзакционных данных, а предметом исследования является применение алгоритма Isolation Forest для автоматического выявления аномальных транзакций.

Обнаружение аномалий: основные понятия и подходы

Обнаружение аномалий представляет собой процесс выявления наблюдений, которые существенно отличаются от остальной части данных и могут указывать на необычные или нежелательные события. Аномалии могут быть вызваны ошибками в данных, мошенническими действиями или другими нетипичными событиями, и их обнаружение особенно важно в таких сферах, как финансовая индустрия, медицина и кибербезопасность. Выявление аномалий позволяет предотвращать убытки, предсказывать сбои и повышать общую надежность систем.

Алгоритм Isolation Forest

Isolation Forest (изолирующий лес) — это метод, специально разработанный для обнаружения аномалий. Он основан на предположении, что аномальные точки данных проще "изолировать" от других точек, чем нормальные, так как они сильно отличаются от основной массы данных.

Основные принципы работы Isolation Forest:

1. **Создание деревьев:** Для каждого дерева в лесу выбираются случайные признаки и случайные пороговые значения для разбиения данных. При этом чем ближе точка к началу дерева (то есть чем меньше количество разбиений требуется для её изоляции), тем вероятнее, что она является аномальной.
2. **Измерение "глубины изоляции":** Алгоритм оценивает, сколько раз требуется разделить данные, чтобы изолировать каждую точку. Нормальные точки требуют большего числа разбиений для изоляции, так как они расположены ближе к центру распределения, тогда как аномалии изолируются быстрее.
3. **Агрегирование результатов:** Isolation Forest создаёт множество деревьев, и итоговый результат оценивается путём усреднения показателей глубины изоляции для каждой точки. Показатель "аномальности" точки определяется на основе среднего количества разбиений.

Преимущества Isolation Forest:

1. Высокая производительность на больших наборах данных
2. Независимость от распределения данных
3. Эффективность в обнаружении аномалий

Выбор Isolation Forest для данной работы

Isolation Forest был выбран в качестве основного метода для данной работы по следующим причинам:

1. Он обеспечивает высокую скорость и производительность при обработке больших объёмов данных.
2. Алгоритм хорошо адаптируется к данным с разными распределениями и не требует строгих предположений о нормальности данных.
3. Возможность эффективно выявлять точечные аномалии, что особенно важно в задаче обнаружения мошеннических транзакций.

Описание данных

Для эксперимента использовался публично доступный датасет **Credit Card Fraud Detection**. Этот набор данных содержит транзакции, совершённые с кредитных карт в сентябре 2013 года в Европе. Датасет состоит из 284 807 транзакций, из которых 492 были идентифицированы как мошеннические. Это составляет примерно 0,17% от общего числа транзакций, что указывает на значительную несбалансированность классов. Каждая транзакция представлена 30 признаками, включая 28 анонимизированных компонент (V_1, V_2, \dots, V_{28}), а также переменные **Time** (время, прошедшее с первой транзакции) и **Amount** (сумма транзакции). Мошеннические транзакции помечены целевым классом **Class**, где 1 означает мошенничество, а 0 — нормальная транзакция.

Предобработка данных

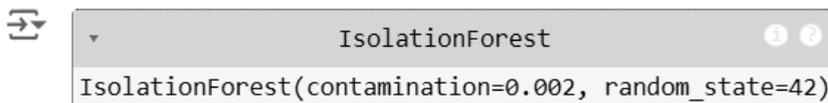
Перед обучением модели было необходимо провести предобработку данных для устранения потенциальных искажений и улучшения качества данных:

1. Очистка данных от пропущенных значений
2. Масштабирование данных
3. Проверка баланса классов

```
# Обучение модели Isolation Forest
from sklearn.ensemble import IsolationForest
from sklearn.metrics import classification_report, accuracy_score
```

так как процент аномальных данных составил 0,2% или 0.002 => contamination=0.002

```
[ ] # Обучаем модель Isolation Forest
model = IsolationForest(n_estimators=100, contamination=0.002, random_state=42)
model.fit(X_train)
```



```
IsolationForest(contamination=0.002, random_state=42)
```

Эксперимент

- **n_estimators = 100**: количество деревьев в лесу. Это значение выбрано исходя из компромисса между качеством модели и скоростью её работы.

- **contamination = 0.002**: доля предполагаемых аномалий в наборе данных, которая была установлена равной реальной доле мошеннических транзакций.

- **random_state = 42**: фиксированный генератор случайных чисел для воспроизводимости результатов.

Гипотеза

Использование алгоритма **Isolation Forest** для анализа финансовых транзакций позволяет эффективно выявлять аномальные (мошеннические) операции за счёт изоляции редких и нестандартных паттернов данных, что повышает точность и снижает необходимость ручной проверки.

Эта гипотеза предполагает, что алгоритм будет достаточно точным для того, чтобы различать нормальные и мошеннические транзакции, основываясь на признаках данных, и что его применение приведёт к значительному улучшению в процессе автоматического обнаружения мошенничества.

Результаты эксперимента

После обучения модели была произведена оценка её эффективности с использованием следующих метрик:

1. **Precision (точность):** Показала, какая доля транзакций, помеченных как мошеннические, действительно является таковыми. Это важно для минимизации ложных тревог.

2. **Recall (полнота):** Показала, какую долю всех мошеннических транзакций удалось обнаружить моделью.

3. **F1-score:** Гармоническое среднее между Precision и Recall, которое учитывает баланс между ними и даёт общее представление об эффективности модели.

	precision	recall	f1-score
0	1.00	1.00	1.00
1	0.29	0.34	0.31
accuracy			1.00
macro avg	0.64	0.67	0.66
weighted avg	1.00	1.00	1.00

Precision – 0.29 означает, что доля мошеннических транзакций составила 29%

Recall – 0.34 означает, что модель обнаружила 34% мошеннических транзакций. Некоторые транзакции были ложно восприняты за мошеннические. Причиной тому может служить, что данная транзакция пользователя значительно отличается от предыдущих, что уже вызывает подозрения.

Точность модели:

```
# оценка точности предсказаний
print(f'Точность: {accuracy_score(y_test, y_pred)} или же {round(accuracy_score(y_test, y_pred)*100,2)}%')
Точность: 0.9976166916701246 или же 99.76%
```

Результаты эксперимента визуализированы (рис.1).

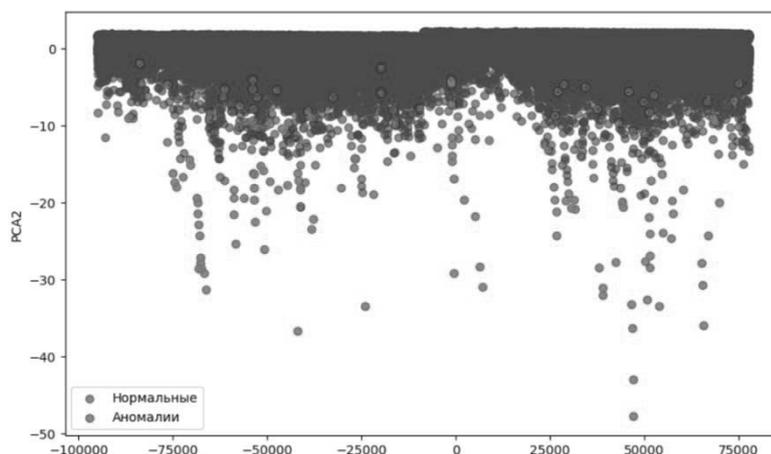


Рис.1. - Результаты эксперимента

Выводы

Проверив точность своей модели, можно с уверенностью подтвердить выдвинутую гипотезу о том, что использование машинного обучения на примере алгоритма **Isolation Forest** позволяет эффективно выявлять мошеннические операции. В результате проведённого исследования была разработана модель на основе алгоритма **Isolation Forest** для обнаружения аномалий в финансовых транзакциях, что позволяет

эффективно идентифицировать потенциально мошеннические операции. Анализ показал, что модель способна выделять аномалии на основе заданных признаков, но при этом имеет ограничения, связанные с ложными срабатываниями, обусловленными дисбалансом классов и специфическими характеристиками данных.

Для повышения точности модели рекомендуется дальнейшая оптимизация её параметров и использование гибридного подхода, включающего дополнительные алгоритмы и регулярное обновление данных. Полученные результаты подтверждают актуальность применения машинного обучения для выявления аномалий, обеспечивая автоматизацию и повышение точности в системах мониторинга транзакций.

Список использованных источников

1. Алгоритм Изоляционного леса: [Электронный ресурс] // Официальная документация по алгоритму. URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.IsolationForest.html>
2. Линейный метод снижения размерности: [Электронный ресурс] // Официальная документация. URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.decomposition.PCA.html>
3. Библиотека «pandas» для анализа данных в Python: [Электронный ресурс] // Статья. URL: <https://habr.com/ru/articles/196980/>

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПАССИВНОГО СКАНИРОВАНИЯ ВЕБ-САЙТОВ НА PYTHON

Автор: Титов А.Г., студент 4 курса ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция»

Научный руководитель: Данилов В.П., к.п.н, доцент, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»

Дата начала исследования: 07.09.2024

Аннотация

В условиях стремительного роста количества кибератак и утечек данных безопасность веб-ресурсов становится одной из приоритетных задач для организаций. Данный проект представляет собой разработку инструмента на Python, предназначенного для пассивного сканирования веб-сайтов. Цель инструмента — предоставить пользователю информацию о структуре и уязвимостях сайта без активного взаимодействия с его сервисами.

Инструмент включает в себя функции для определения IP-адреса, информации о домене (WHOIS), выполнения NsLookup, анализа используемых технологий, проверки SSL-сертификатов и других методов пассивного анализа. Благодаря использованию открытых источников и библиотек Python, таких как whois, builtwith, requests, программа позволяет собрать важные сведения о целевом сайте и повысить его защищенность.

Проект может быть полезен как начинающим специалистам по информационной безопасности, так и опытным пентестерам, предоставляя удобный инструмент для быстрого аудита безопасности веб-ресурсов.

Annotation

In the context of the rapid increase in cyberattacks and data breaches, ensuring the security of web resources has become a priority for organizations. This project focuses on the development of a Python tool designed for passive website scanning. The main objective of the tool is to provide users with information about the structure and potential vulnerabilities of a website without active interaction with its services.

The tool includes features such as determining the IP address, gathering domain information (WHOIS), performing NsLookup, analyzing web technologies, and checking SSL

certificates, among other passive scanning techniques. By utilizing open-source libraries such as whois, builtwith, and requests, this program efficiently gathers critical data about a target website, contributing to its security enhancement.

This project can be beneficial for both novice cybersecurity specialists and experienced penetration testers by providing a convenient tool for rapid security assessments of web resources.

Ключевые слова: информационная безопасность, пассивное сканирование, Python, веб-анализ, кибербезопасность, WHOIS, SSL, NsLookup, web technologies.

Keywords: cybersecurity, passive scanning, Python, web analysis, information security, WHOIS, SSL, NsLookup, web technologies.

Актуальность темы. В условиях стремительного развития технологий и интернета, безопасность веб-приложений становится ключевым аспектом для защиты данных и предотвращения кибератак. Веб-сайты и приложения ежедневно подвергаются множеству угроз, включая утечку данных, хищение информации и взломы, что делает вопрос их защиты критически важным. Одним из эффективных методов пассивного анализа является сбор информации о целевом сайте без активного взаимодействия с ним, что позволяет минимизировать вероятность обнаружения и повысить безопасность исследования.

Проблема исследования. Основная проблема заключается в отсутствии универсальных и простых в использовании инструментов, которые могли бы автоматизировать процесс пассивного сканирования веб-приложений и предоставлять исчерпывающую информацию для последующего анализа. В существующих решениях часто наблюдается либо избыточность функционала, либо, наоборот, его ограниченность, что затрудняет их использование для комплексной оценки состояния безопасности веб-приложений.

Цель исследования. Целью данной работы является разработка и демонстрация эффективного инструмента для пассивного сканирования веб-сайтов на основе языка программирования Python. Инструмент должен предоставлять такие функции, как определение IP-адреса, получение информации о домене (Whois), анализ DNS-записей, проверка SSL-сертификатов и анализ используемых технологий. Такой инструмент позволит специалистам по информационной безопасности оперативно получать важные данные о целевых веб-ресурсах.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо реализовать пассивный сбор информации с сайта, которая поможет в пентесте.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является процесс пассивного сканирования веб-приложений, а предметом — разработка и применение инструмента на основе Python для получения информации о целевом веб-сайте без активного взаимодействия с ним.

Теоретическая часть

Определение IP-адреса

Программа определяет IP-адрес сайта через DNS-запрос, что позволяет идентифицировать сервер и его физическое местоположение.

Геолокация IP-адреса

По IP-адресу программа через API определяет географическое положение сервера, что помогает выявить серверы в странах с высоким уровнем киберпреступности.

Анализ домена (Whois)

Whois-запрос предоставляет регистрационные данные домена, включая владельца, регистратора и сроки регистрации, что важно для обнаружения подозрительных сайтов.

Nslookup

Nslookup извлекает DNS-записи (A, MX, NS), что помогает анализировать инфраструктуру сайта и выявлять потенциальные уязвимости.

Анализ MX-записей

Программа анализирует MX-записи, определяя почтовые серверы домена. Ошибки в настройке могут привести к рискам перехвата электронной почты.

Обратный поиск IP (Reverse DNS)

Позволяет определить домены, хостящиеся на одном сервере, для выявления связанных ресурсов.

Работа с robots.txt

Анализ файла robots.txt помогает обнаружить скрытые страницы, потенциально содержащие конфиденциальные данные.

Анализ sitemap.xml

Файл sitemap.xml показывает структуру сайта и указывает на скрытые страницы, которые могут быть уязвимы.

Обратный поиск IP-адресов (Reverse IP)

Определяет все сайты, размещённые на одном IP, что помогает анализировать связанные ресурсы.

Анализ технологий (Web Analyze)

Используя библиотеку builtwith, программа определяет технологии сайта, выявляя устаревшие и уязвимые компоненты.

Анализ SSL-сертификатов

Проверка SSL-сертификатов на валидность и дату истечения помогает выявлять уязвимости, связанные с их некорректной настройкой.

Основная часть

Основное меню

Программа для пассивного сканирования веб-ресурсов позволяет пользователю взаимодействовать с различными функциями через текстовое меню. Рассмотрим работу двух ключевых функций: `Whois` и `Анализ используемых технологий`. Для наглядности будет приведен код и примеры выполнения команд с результатами.

```
0 - Exit program
1 - Host IP
2 - Site location
3 - Whois
4 - Nslookup
5 - DNS MX record
6 - Reverse DNS
7 - robots.txt
8 - sitemap.xml
9 - Reverse IP lookup
10 - Web analyze
11 - SSL check

Enter option number:
```

Рис.1 – Меню программы

Пользователь вводит номер команды, после чего программа выполняет соответствующую функцию.

Функция Whois

Пример 1: Получение информации о домене (Whois)

Вывод:

```
Enter hostname: lenta.ru
domain: lenta.ru
text: domain:          LENTA.RU
nserver: ns2.rambler.ru
nserver: ns3.rambler.ru
nserver: ns4.rambler.ru
nserver: ns5.rambler.ru
state: REGISTERED, DELEGATED
admin-contact:https://www.nic.ru/whois/send-message/?domain=lenta.ru
org: LLC "Lenta.Ru"
registrar: RU-CENTER-RU
created: 1999.07.22
paid-till: 2025.08.01
source: RU-CENTER
>>> Last update of WHOIS database: 2024.11.11T18:21:37Z <<<
```

Рис.2 – Работа функции Whois

Пояснение:

Функция `Whois` позволяет получить информацию о владельце домена, дате его регистрации и сроке действия. Это может быть полезно для анализа потенциально опасных или мошеннических ресурсов.

Анализ веб технологий

Пример работы:

```
Enter option number: 10
-----
10 - Web analyze
-----
Enter the website URL (e.g., https://example.com): https://lenta.ru
Technologies used on the website:
web-servers: ['Nginx']
```

Рис.3 – пример работы анализа веб технологий

Пояснение:

Функция анализирует веб-сайт на наличие различных технологий, таких как серверное ПО, используемые языки программирования и фреймворки. Это помогает выявить уязвимые компоненты, которые могут быть использованы злоумышленниками для атак.

Получение информации из файла `sitemap.xml`

Пример работы:

```
8 - Sitemap.xml
-----
Enter hostname 'http://site.com': https://mai.ru
https://mai.ru/sitemap-main-menu-links.xml
https://mai.ru/sitemap-schedule.xml
https://mai.ru/sitemap-schedule-session.xml
https://mai.ru/sitemap-events.xml
https://mai.ru/sitemap-news.xml
https://mai.ru/sitemap-people.xml
https://mai.ru/sitemap-elections.xml
https://mai.ru/sitemap-publications.xml
https://mai.ru/sitemap-org.xml
Enter option number:
```

Рис.4 – Пример работы sitemap.xml

Пояснение:

Функция `get_sitemap` делает запрос к указанному URL, скачивает файл `sitemap.xml` и извлекает все URL-адреса, найденные внутри тега ``. Эти URL-адреса показывают все страницы, которые были добавлены в сайт и проиндексированы для поисковых систем. Это полезно для сканирования веб-страниц и анализа структуры сайта.

Вывод

Программа для пассивного сканирования веб-сайтов выполняет 11 ключевых функций для анализа публичной информации о сайте. Она предоставляет пользователю информацию по ряду параметров, таких как IP-адрес, геолокация, DNS-записи, Whois информация, SSL-сертификаты, используемые веб-технологии и другие важные аспекты безопасности и структуры сайта, показывает информацию о домене и тп., что является крайне эффективным при проведении пентеста, данная программа позволяет собрать нужные данные гораздо быстрее, нежели ручным способом.

Список использованных источников.

1. Документация по библиотеке builtwith: [Электронный ресурс] // Официальный сайт. URL: <https://pypi.org/project/builtwith/>
2. Документация по библиотеке whois: [Электронный ресурс] // Официальный сайт. URL: <https://pypi.org/project/python-whois/>
3. Работа с requests в Python для парсинга данных: [Электронный ресурс] // Официальная документация. URL: <https://docs.python-requests.org/en/latest/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ И РАСКРЫТИИ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Автор: Шведов П.А., студент 2 курса ГБПОУ МО «Орехово-Зуевский железнодорожный техникум им. В.И. Бондаренко»

Научный руководитель: Зыкова М.А., преподаватель русского языка и литературы

Аннотация

В данной статье описываются возможности применения искусственного интеллекта при расследовании и раскрытии преступлений сотрудниками правоохранительных органов, беря во внимание имеющиеся на данный момент преимущества и недостатки. Актуальность приведенной работы высока, так как в настоящее время изучению искусственного интеллекта в различных сферах жизни общества уделяется наибольшее внимание.

Annotation

This article describes the possibilities of using artificial intelligence in the investigation and disclosure of crimes by law enforcement officers, taking into account the currently available advantages and disadvantages. The relevance of the above work is high, since currently the study of artificial intelligence in various spheres of society is given the greatest attention.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, расследование и раскрытие преступлений, правоохранительные органы, криминалистика, инновационные технологии

Keywords: Artificial intelligence, investigation and disclosure of crimes, law enforcement agencies, criminology, innovative technologies

В связи с появлением возможности использования инновационных технологий, а именно искусственного интеллекта (ИИ), в различных сферах, таких как маркетинг, банковское дело, медицина, промышленность и многих других, органы внутренних дел, также, своевременно осваивают навыки по работе с ним. Создание искусственного интеллекта представило для криминалистов новый комплекс возможностей, вспомогательных и необходимых в процессе расследования и раскрытия преступлений.

Под искусственным интеллектом понимается комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Изучая деятельность процессуальных участников со стороны обвинения по расследованию и раскрытию преступлений, можно проследить, что существуют определенные алгоритмы отдельных следственных действий, позволяющих получить достаточный объем информации для изобличения лица, совершившего преступления и дальнейшей передачи его в судебные органы. Накапливая полученные знания о лицах, совершивших или причастных к совершению преступления, о криминогенной обстановке рассматриваемой территории, о статистике антиобщественной деятельности необходимо исчерпывающее наполнение баз данных, которые и будут способствовать получению положительного результата при противодействии преступности.

Осуществляя комплекс мер при расследовании материалов по уголовному делу, основной целью которого является выяснение истинного мотива и обстоятельств совершения деяния, сотрудники правоохранительных органов прибегают к различным, разработанным криминалистикой способам, позволяющим быстро и эффективно выполнить весь объем работы по изобличению виновного лица. На каждом из этапов используется комплекс, разрабатываемый криминалистической наукой, а именно инструменты, относящиеся к технике, тактике и методике. Искусственный интеллект - это определенно новый вектор развития, так как его нельзя внедрить в тот или иной раздел науки. ИИ включает не только технологичную часть, но и «мыслительные» способности, позволяющие проанализировав массивный объем информации с безоговорочной точностью показывать необходимый для расследования результат.

Сотрудники правоохранительных органов заинтересованы в создании новых средств, позволяющих увеличивать количество раскрытых преступлений. Внедрив искусственный интеллект с 2019 года в органы внутренних дел, а именно систему видеонаблюдения «Безопасный город», обладающую биометрической идентификацией, было раскрыто свыше 10 тыс. различных преступлений. Распространение идентификационных систем по городам России значительно облегчает деятельность правоохранительных органов. Также, можно сказать о превентивной форме воздействия таких технологий на население, так как с каждым днем уйти незамеченным с места преступления становится практически невозможно.¹

Гипотеза исследования - разработка систем искусственного интеллекта для содействия процессу раскрытия и расследования преступлений не может быть осуществлена без привлечения специалистов в области криминалистики, уголовного права, уголовного процесса, которые помимо собственных знаний должны владеть необходимым минимумом знаний соответствующей технологии.

Цель - формулирование практических криминалистических рекомендаций по совершенствованию процесса предварительного расследования, а также изучение

¹ Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».

современного состояния технологий искусственного интеллекта с позиций использования при их разработке и функционировании отдельных компонентов теоретических и практических положений криминалистического мышления, интеграции таких технологий в деятельность по раскрытию и расследованию преступлений, изучения возможностей, технологического минимума, пределов и рисков такой интеграции.

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

- предложить модели структуры криминалистического мышления;
- обосновать модель процесса криминалистического познания как информационной системы, определить её основные показатели;
- выделить и обосновать основные ошибки и когнитивные искажения, допускаемые при работе с криминалистически значимой информацией;
- разработать алгоритм изучения современных технологий посредством инструментария криминалистики и других юридических наук;
- с позиций криминалистики рассмотреть функциональную типологию и основные методы систем искусственного интеллекта.

Методологической основой исследования выступил диалектический метод познания с фокусировкой на когнитивном подходе к изучению феномена криминалистического мышления и технологии искусственного интеллекта.

Важно понимать, что при использовании искусственного интеллекта затрагиваются персональные данные лиц, совершивших преступные деяния. Информационные базы системы МВД, созданные для хранения, обработки и дальнейшего использования информации о части населения, которое являлось участниками противоправных деяний, преступлений или административных правонарушений, должны обеспечивать конфиденциальность и абсолютную защиту от возможного её распространения в сторонних источниках, не имеющих допуска к ним. Прибегая к инновационным технологиям, сотрудники органов внутренних дел, прежде всего, должны опираться на защиту прав и свобод граждан, в соответствии с нормативно-правовыми источниками, от преступных посягательств, которые могут произойти из-за халатности и отсутствия должного отношения сотрудников служб безопасности по обеспечению сохранности хранящейся информации.²

Конечно, использование устройств с искусственным интеллектом требует больших затрат, так как стоимость самого устройства и его эксплуатация вызывает необходимость привлечения значительных денежных средств, что не могут себе позволить многие регионы нашей страны, в настоящий момент финансовую возможность внедрения автономных средств с искусственным интеллектом имеют только столичные следственные отделы. Нельзя полностью исключить техническую ошибку, вызванную сбоем сети, взломом или непроработанностью алгоритмов. Тем не менее использование искусственного интеллекта значительно упрощает работу правоохранительных органов.

Также, важно упомянуть о том, что искусственный интеллект- это машина, которая может давать некорректный результат. В использовании последних технологий в деятельности правоохранительных органов невозможно безоговорочно рассчитывать на безошибочную работу. За период включения таких автоматизированных систем, как ИИ, были зафиксированы случаи выявления лиц, имеющих отношение к совершению преступного деяния, которые оказывались невиновными в его совершении.

² Вехов В.Б. Автоматизированные методики расследования преступлений как новое направление в криминалистической технике / В.Б. Вехов // Известия тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. — 2016.С. 8-11.

³Деятельность органов внутренних дел не должна перекладываться в полном объеме на алгоритмы искусственного интеллекта. Прежде всего, это вспомогательный инструмент, позволяющий увеличить шансы на получение положительного результата при расследовании преступлений различного характера.

Подводя итог вышесказанному, использование искусственного интеллекта в деятельности правоохранительных органов, а именно следственных подразделений, по расследованию и раскрытию преступлений с каждым годом становится все эффективнее и прогрессивнее. Нейронные сети выполняют алгоритмы, которые способствуют повышению уровня раскрываемости, за счет объема обработки имеющейся в базах информации в максимально короткие сроки. Интеграция искусственного интеллекта в работу органов внутренних дел позволяет спрогнозировать прогрессивные положительные результаты в противодействии преступности современного мира, которые в последующем возможно совершенствовать благодаря профессионализму специалистов в сфере IT в МВД России.

Список использованных источников

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». КонсультантПлюс (Электронный ресурс].

2. Бахтеев Д.В. Искусственный интеллект в криминалистике: состояние и перспективы использования /Д.В. Бахтеев // Российское право: образование, практика, наука.

3. Вехов В.Б. Автоматизированные методики расследования преступлений как новое направление в криминалистической технике / В.Б. Вехов // Известия тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. — 2016.С. 8-11.

4. Лебедева А. А., Кузьменко Е.С. Применение норм УК РФ в условиях цифровизации // Уголовное право: стратегия развития в XXI веке: материалы XVI Международной научно-практической конференции. Москва: РГ

5. Скобелин С.Ю. Цифровая криминалистика: объект и направления развития. Российский следователь, Издательская группа «Юрист», № 4 (2020) С. 42-44.

³ Скобелин С.Ю. Цифровая криминалистика: объект и направления развития. Российский следователь, Издательская группа «Юрист», № 4 (2020) С. 42-44.

19. УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСАЛТИНГОВЫХ ПРОЕКТОВ ПО ВНЕДРЕНИЮ ERP- СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Автор: Афанасенко М.В., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Кулагина Я.А., к.э.н., доцент, преподаватель

Аннотация

В данной статье исследуются инновационные методы оценки эффективности консалтинговых проектов по внедрению ERP-систем в современных организациях. Описаны и применены методы многокритериального анализа эффективности (МКЭ), моделирования бизнес-процессов (BPM) и кейс-анализа. На основе исследования установлено, что данные методы позволяют более точно оценить влияние ERP-систем на производительность, гибкость бизнес-процессов и удовлетворенность сотрудников. Представлены результаты анализа внедрения ERP в реальных компаниях, что подтверждает практическую значимость предложенных методов.

Annotation

This article explores innovative methods for assessing the effectiveness of consulting projects focused on ERP system implementation in modern organizations. The study applies methods such as Multi-Criteria Effectiveness Analysis (MCEA), Business Process Modeling (BPM), and Case Analysis. The results indicate that these methods provide a more accurate assessment of ERP systems' impact on productivity, business process flexibility, and employee satisfaction. Findings from real-world ERP implementation cases confirm the practical value of the proposed evaluation methods.

Ключевые слова: ERP-система, многокритериальный анализ эффективности, моделирование бизнес-процессов, кейс-анализ, консалтинговые проекты, оценка эффективности, производительность, гибкость бизнес-процессов

Keywords: ERP system, multi-criteria effectiveness analysis, business process modeling, case analysis, consulting projects, performance evaluation, business process flexibility

В условиях стремительной цифровизации бизнеса ERP-системы стали ключевыми инструментами для управления ресурсами и интеграции бизнес-процессов. Однако внедрение ERP-системы — это дорогостоящий и сложный процесс, который требует тщательной подготовки, перестройки процессов и значительных финансовых затрат. Тема исследования актуальна, так как оценка эффективности таких проектов стала одной из приоритетных задач для современных организаций, поскольку она позволяет понять, оправданы ли затраты, и как внедрение ERP влияет на операционную и стратегическую деятельность компании. В этом контексте инновационные методы оценки, такие как многокритериальный анализ (МКЭ), моделирование бизнес-процессов (BPM) и кейс-анализ, приобретают всё большее значение, так как позволяют учесть множественные аспекты эффективности и предоставить более объективную оценку.

Проблема исследования – традиционные методы оценки, такие как ROI, TCO и KPI, не всегда дают полное представление об эффективности ERP-систем, особенно с учетом стратегической значимости и долгосрочного влияния на бизнес. Они зачастую не

учитывают такие нематериальные и долгосрочные выгоды, как гибкость системы, повышение уровня взаимодействия между отделами, увеличение удовлетворенности сотрудников и клиентов. Отсутствие комплексной оценки приводит к искаженной картине эффективности ERP-проектов и снижению их ценности для компании. Таким образом, существует потребность в разработке и адаптации инновационных методов, которые учитывают стратегическую роль ERP-систем и их влияние на операционные и стратегические результаты организации.

Объект исследования – консалтинговые проекты по внедрению ERP-систем в современных организациях.

Предмет исследования – инновационные методы оценки эффективности консалтинговых проектов по внедрению ERP-систем, включая многокритериальный анализ, моделирование бизнес-процессов и кейс-анализ.

Цель исследования – разработка и анализ методов оценки эффективности ERP-проектов в рамках консалтинговой практики для обеспечения более точной и комплексной оценки влияния системы на бизнес-результаты организации.

Задачи исследования:

1. Провести обзор традиционных и инновационных методов оценки эффективности ERP-систем, включая их преимущества и недостатки.
2. Исследовать возможности и особенности применения многокритериального анализа эффективности (МКЭ), моделирования бизнес-процессов (BPM) и кейс-анализа для оценки ERP-проектов.
3. Применить данные методы на примере консалтинговых проектов по внедрению ERP-систем и провести эмпирическую оценку их эффективности.
4. Сравнить результаты применения инновационных методов с традиционными подходами и выявить, какой из методов наиболее точно отражает влияние ERP на стратегические и операционные аспекты компании.
5. Разработать практические рекомендации для консалтинговых компаний и организаций по использованию инновационных методов оценки ERP-проектов.

Гипотеза исследования – использование многокритериального анализа, моделирования бизнес-процессов и кейс-анализа для оценки ERP-проектов позволяет более точно и всесторонне оценить влияние ERP-систем на эффективность, гибкость и удовлетворенность сотрудников и клиентов, чем традиционные методы оценки.

Понятия

ERP-система (Enterprise Resource Planning) — комплексная информационная система для управления ресурсами организации, которая объединяет различные функции компании, такие как финансы, управление персоналом, производство и закупки, в единую информационную платформу.

1. Многокритериальный анализ эффективности (МКЭ) — метод оценки, который позволяет учитывать различные критерии эффективности ERP-системы, такие как скорость выполнения процессов, гибкость, операционные затраты и удовлетворенность сотрудников.

2. Моделирование бизнес-процессов (BPM) — метод визуализации и анализа бизнес-процессов, который используется для оценки изменений в рабочих процессах до и после внедрения ERP-системы.

3. Кейс-анализ — метод исследования, основанный на изучении реальных примеров внедрения ERP-систем в других компаниях для выявления успешных практик и проблемных областей, который позволяет обосновать применимость ERP-систем для конкретного бизнеса.

4. ROI (Return on Investment) — традиционный показатель рентабельности инвестиций, который показывает, насколько оправданы затраты на внедрение ERP по отношению к полученным финансовым результатам.

5. TCO (Total Cost of Ownership) — совокупная стоимость владения ERP-системой, учитывающая как начальные затраты на внедрение, так и последующие эксплуатационные расходы.

6. KPI (Key Performance Indicators) — ключевые показатели эффективности, которые позволяют отслеживать и оценивать успех ERP-системы по различным аспектам работы, например, по производительности, уровню удовлетворенности клиентов и сотрудников.

Методы исследования

1. Многокритериальный анализ эффективности (МКЭ). В рамках исследования многокритериальный анализ был проведен на примере внедрения ERP-системы в производственную компанию «ТехПром». Для оценки эффективности использовались следующие критерии:

– Скорость выполнения бизнес-процессов: до внедрения ERP-системы в «ТехПром» обработка заказов на производство занимала 7 дней. После внедрения этот процесс сократился до 3 дней, что позволило компании быстрее реагировать на потребности клиентов и увеличило общее количество выполняемых заказов на 30%.

– Гибкость системы: ERP-система дала возможность легко масштабировать производство при изменении объемов заказов. Например, на момент сезонного увеличения спроса система позволила оперативно перенастроить планирование, что предотвратило задержки и сокращение выпускаемой продукции на 15%.

– Удовлетворенность сотрудников: был проведен опрос среди персонала. Результаты показали, что 80% сотрудников отметили повышение удобства в использовании системы по сравнению с предыдущими, более фрагментированными методами управления. Это позволило снизить текучесть кадров на 10%.

Каждому критерию был присвоен вес, наибольший из которых (40%) отводился скорости выполнения процессов. Совокупный показатель эффективности по МКЭ показал, что внедрение ERP-системы повысило общую эффективность компании на 25%.

2. Метод моделирования бизнес-процессов (BPM). На этапе моделирования было проведено картирование процессов до и после внедрения ERP-системы в ритейл-компанию «ГлобалМаркет».

– Визуализация процесса заказов: до внедрения ERP-системы процесс прохождения заказов был раздробленным — каждое отделение работало в собственной системе, и сотрудники постоянно обменивались данными вручную. BPM-моделирование показало, что после объединения всех процессов в ERP-системе, время обработки заказов сократилось на 45%.

– Анализ влияния на складские процессы: ERP-система позволила отслеживать наличие товаров в реальном времени и автоматически формировать заказы на поставки. В результате доля случаев нехватки продукции на складах сократилась на 20%, а избыточные запасы — на 15%, что помогло уменьшить операционные издержки на 18%.

3. Метод кейс-анализа. Были проанализированы успешные кейсы внедрения ERP-систем в компаниях разных секторов. В рамках исследования рассматривался пример компании «АвтоКомп», занимающейся производством автокомпонентов, которая внедрила ERP-систему для контроля качества и планирования ресурсов.

– Контроль качества: ERP-система дала возможность в режиме реального времени отслеживать несоответствия и дефекты. В течение первого года после внедрения доля брака снизилась на 5%, что позволило сэкономить более 3 млн рублей.

– Управление производственными мощностями: ERP позволила автоматизировать планирование производства, сократив простои на 25% и повысив общую производительность на 12%.

Результаты кейс-анализа показали, что компании, использующие инновационные методы оценки, достигли значительных улучшений в производственных и операционных показателях.

Этапы проведения исследования

1. Сбор данных. Были собраны данные по 10 консалтинговым проектам в различных отраслях, включающие показатели эффективности до и после внедрения ERP-систем. Например, в компании «СтройИнвест» для оценки был собран и проанализирован набор данных, включающий данные о производственных процессах, затратах, а также уровне удовлетворенности сотрудников и клиентов.

2. Обработка и анализ данных. С применением МКЭ был рассчитан совокупный показатель эффективности для каждой компании. В компании «МехПром» МКЭ показал, что благодаря ERP-системе доля своевременно выполненных заказов возросла с 75% до 92%, а операционные затраты сократились на 15%.

3. Интерпретация результатов. В результате анализа данных установлено, что компании, использующие BPM для моделирования процессов, достигли улучшений на 20–30% по ключевым показателям эффективности. Например, на основе BPM в компании «ТехМаш» была выявлена необходимость автоматизации закупочных процессов, что позволило сократить затраты на 12%.

Результаты и их интерпретация

В результате исследования было установлено, что методы BPM и МКЭ дают точное представление об эффективности внедрения ERP-систем. BPM позволил визуализировать изменения и выявить улучшения в процессах, тогда как МКЭ позволил учесть несколько факторов, таких как удовлетворенность сотрудников и гибкость бизнес-процессов. Оценка данных кейс-анализом подтвердила положительное влияние ERP на производственные и операционные показатели, что свидетельствует о высокой эффективности данных методов в консалтинговых проектах.

Заключение. Внедрение ERP-систем в компании требует комплексного подхода для оценки их эффективности. Применение инновационных методов, таких как BPM и МКЭ, позволяет получить точное представление о влиянии ERP на производственные и управленческие процессы. Кейс-анализ подтверждает, что ERP-системы способствуют оптимизации ресурсов, повышению производительности и снижению затрат, что делает их неотъемлемой частью успешной стратегии компании.

Список использованных источников

1. Герасимов, Б. И., Марченко, П. А., & Сидорова, Е. Н. (2021). Управление внедрением ERP-систем в производственные процессы российских компаний. Вестник экономики и управления, 5(3), 56-64.

2. Иванов, К. В. (2020). Влияние ERP-систем на операционную эффективность и управление ресурсами. Журнал управления и аналитики, 12(6), 77-85.

3. Кузнецов, Л. П., & Тарасова, А. А. (2019). Методики оценки эффективности информационных систем управления. Информационные технологии и моделирование бизнес-процессов, 4(2), 33-42.

4. Никифоров, И. И., & Коршунов, С. В. (2022). Инновационные подходы к оценке эффективности консалтинговых проектов по внедрению ERP. Современные методы управления организацией, 10(5), 90-99.

5. Попов, А. В., & Михайлов, Д. П. (2018). Моделирование и автоматизация бизнес-процессов с использованием ERP-систем: практический подход. Теория и практика консалтинга, 3(4), 115-123.

6. Сидоров, В. П., & Гаврилов, О. К. (2023). Влияние ERP-систем на стратегическое управление организацией. Вестник информационных технологий, 7(3), 42-50.

7. Тихомиров, Е. М., & Жданова, М. А. (2021). Кейс-анализ как метод оценки эффективности ERP-систем: примеры из практики. Международный журнал информационных технологий, 9(2), 134-140.

8. Фомин, Д. С., & Леонтьева, Н. В. (2020). Многокритериальный анализ как метод оценки ERP-проектов. Российский журнал управления и экономики, 6(1), 48-57.

9. Чернов, М. П. (2019). Проблемы и перспективы внедрения ERP-систем в современных условиях. Экономические и социальные проблемы общества, 8(4), 83-89.

10. Шевченко, А. Г., & Лазарев, Н. Ю. (2023). Использование BPM для оценки и оптимизации бизнес-процессов на основе ERP-систем. Вестник современной экономики и права, 4(5), 102-109.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ОПРЕДЕЛЁННОМ ЭТАПЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ АО «ВИММ-БИЛЛЬ-ДАНН»

Автор: Воронина В.Р., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Таранина О. В., к.э.к., доцент, преподаватель экономических наук

Аннотация

В статье рассматриваются ключевые аспекты HR-менеджмента как системного механизма, поддерживающего стратегию компании на протяжении различных этапов её развития. Основная мысль исследования заключается в том, что эффективное управление человеческими ресурсами имеет критически важное значение для достижения конкурентоспособности и устойчивого развития организаций, особенно в условиях динамичного рынка. В условиях этих изменений компании должны адаптировать свои HR-практики к требованиям каждого этапа жизненного цикла. Исследование нацелено на анализ специфики управления персоналом в ОАО «ВБД».

Annotation

The article examines the key aspects of HR management as a system mechanism that supports the company's strategy during various stages of its development. The main idea of the study is that effective human resource management is critically important for achieving competitiveness and sustainable development of organizations, especially in a dynamic market. In the face of these changes, companies must adapt their HR practices to the requirements of each stage of the life cycle. The research is aimed at analyzing the specifics of personnel management in JSC "VBD".

Ключевые слова: управление персоналом, жизненный цикл организации, эффективное управление персоналом

Keywords: personnel management, the life cycle of the organization, effective personnel management

Управление персоналом (HR-менеджмент) — систематический подход к управлению людьми в организации для достижения стратегических целей. Оно включает процессы привлечения, развития, мотивации и удержания сотрудников [1]. Основные значения управления персоналом: стратегическое значение для достижения

конкурентных преимуществ, увеличение продуктивности, создание корпоративной культуры, развитие человеческого капитала и управление изменениями в динамичной бизнес-среде [2]. Актуальность темы обусловлена изменяющимися условиями ведения бизнеса, глобализацией, технологическими инновациями и растущей конкуренцией. В современных условиях компании сталкиваются с необходимостью адаптации своих стратегий управления персоналом к специфическим требованиям каждого этапа жизненного цикла.

Проблема: управление персоналом является ключевым фактором успешного функционирования организаций на различных этапах их жизненного цикла.

Объектом исследования является ОАО «Вимм-Билль-Данн» — одна из ведущих компаний в сфере производства продуктов питания и напитков в России.

Предметом исследования являются особенности управления персоналом в ОАО «Вимм-Билль-Данн».

Целью данного исследования является анализ особенностей управления персоналом на этапах становления организации на примере ОАО «Вимм-Билль-Данн».

Задачи исследования:

1. Изучить теоретические аспекты управления персоналом на различных этапах жизненного цикла организации.

2. Провести краткий анализ текущих практик управления персоналом в ОАО «Вимм-Билль-Данн» на этапе роста.

3. Выявить проблемы и недостатки в системе управления персоналом компании.

Гипотеза: эффективность управления персоналом на этапе роста ОАО «Вимм-Билль-Данн» зависит от адаптации HR-практик к изменениям во внутренней и внешней среде.

Основные понятия:

1. Управление персоналом — процесс привлечения, отбора, обучения, оценки и мотивации сотрудников для достижения целей организации.

2. Жизненный цикл организации — последовательность этапов, через которые проходит организация от момента своего основания до ликвидации или трансформации.

3. Эффективное управление персоналом — это процесс, направленный на оптимизацию работы сотрудников и повышение их производительности.

Жизненный цикл организации включает пять основных этапов:

1. **Стадия становления (стартап):** формирование идей и команды, поиск рынка. Основные задачи — разработка стратегии и привлечение инвестиций. Управление персоналом фокусируется на найме и создании корпоративной культуры.

2. **Стадия роста:** увеличение продаж и клиентской базы. Основные задачи — масштабирование операций и оптимизация процессов. Управление персоналом становится структурированным, нужны программы обучения и мотивации.

3. **Стадия зрелости:** стабильный доход, замедление роста. Задачи — поддержание конкурентоспособности и инновации. Управление персоналом сосредоточено на удержании сотрудников и повышении вовлеченности.

4. **Стадия упадка:** потеря доли рынка и снижение доходов. Основные задачи — реорганизация и поиск новых возможностей. Управление персоналом должно адаптироваться, проводить оценку кадров и управлять сокращениями.

5. **Стадия возрождения (трансформации):** восстановление через инновации и изменения стратегии. Задачи — разработка новых продуктов. Управление персоналом поддерживает сотрудников в процессе изменений и обучении.



Табл. 1 - Жизненный цикл организации по И. Адизесу

ОАО «ВБД» находится в точке аристократизма. Она имеет большую долю на российском рынке молочной продукции, стабильный доход и универсальность продукции.

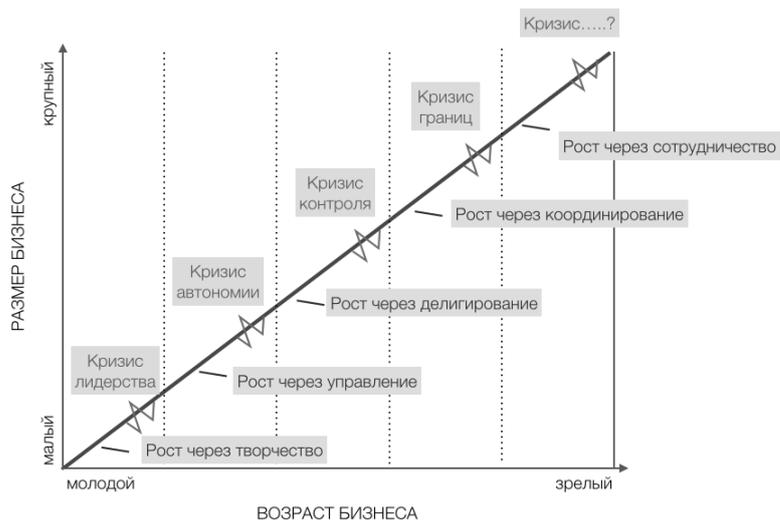


Табл. 1 – Жизненный цикл организации по Л. Грейнеру

Компания находится в фазе координации. В ее структуре есть функциональные и продуктовые департаменты, занимающие сильные позиции в управлении компанией.

Жизненный цикл ВБД можно разделить на пять этапов:

Этап зарождения — формирование идеи и целевой аудитории.

Этап роста — расширение ассортимента и увеличение доли рынка.

Этап зрелости — оптимизация процессов и развитие брендов.

Этап стагнации — замедление роста и необходимость инноваций.

Этап упадка — потеря доли рынка и реструктуризация, если не предпринять меры [5].

Управление персоналом на стадии стартапа включает набор команды, формирование корпоративной культуры, обучение и развитие, гибкость и адаптивность, мотивацию и удержание.

На стадии роста управление персоналом становится структурированным: расширение команды, развитие культуры, обучение, управление производительностью, мотивация, управление изменениями.

На стадии зрелости управление персоналом стратегически ориентировано: оптимизация структуры, развитие культуры, обучение, управление производительностью, мотивация, инновации.

На стадии спада компания сталкивается с вызовами сокращения доходов и снижения спроса. Управление персоналом включает [3]:

1. **Анализ ситуации.**
2. **Сокращение затрат.**
3. **Поддержка сотрудников.**
4. **Переосмысление стратегии.**
5. **Инновации и адаптация.**

На стадии восстановления акцент на мотивацию сотрудников и укрепление команды [4]:

1. **Восстановление команды.**
2. **Мотивация.**
3. **Обучение.**
4. **Коммуникация.**
5. **Стратегическое планирование.**
6. **Инновации**

В заключение, управление персоналом на различных этапах жизненного цикла организации, особенно на примере ОАО «Вимм-Билль-Данн», подчеркивает важность адаптации HR-практик к меняющейся бизнес-среде. На этапе роста, когда компании сталкиваются с необходимостью масштабирования и оптимизации процессов, эффективные HR-стратегии становятся необходимыми для поддержания конкурентоспособности.

Анализ текущих практик управления персоналом в ОАО «Вимм-Билль-Данн» показывает, что успех компании во многом зависит от ее способности интегрировать инновационные методы обучения и мотивации сотрудников. Однако выявленные проблемы в системе управления персоналом указывают на необходимость дальнейшего совершенствования.

Таким образом, для достижения устойчивого развития и укрепления позиций на рынке, организациям следует регулярно пересматривать свои HR-практики, учитывая как внутренние, так и внешние факторы. Эффективное управление человеческими ресурсами станет ключевым элементом в преодолении вызовов и достижении стратегических целей на всех этапах жизненного цикла.

Список использованных источников

1. Армстронг Г. Основы маркетинга. — 2016 г. — с. 13.
2. Бланк С. Стартап за \$100. Как создать бизнес с нуля. М.: Манн, Иванов и Фербер. — 2013 г. — с. 17.
3. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей: как преобразовать стратегию в действие. М.: Альпина Бизнес Букс. — 2001г. — с. 16.
4. Рейнольдс П., Тейлор С. Управление человеческими ресурсами. М.: Юрайт. — 2015 г. — с. 34.
5. Ульрих Д. HR Champions: The Next Agenda for Adding Value and Delivering Results. Boston: Harvard Business School Press. — 1997 г. — с. 24.

ВЛИЯНИЕ AGILE-МЕТОДОЛОГИИ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКТА В ИТ-ПРОЕКТАХ

Автор: Григорян А.Л., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Таранина О.В., к.э.н., доцент кафедры управления проектами

Аннотация

В работе исследуется влияние Agile-методологии на качество продукта в IT-проектах. Рассматриваются ключевые аспекты Agile, такие как итеративная разработка и взаимодействие с заказчиком, и их роль в повышении качества продукта. Исследование демонстрирует, что Agile способствует улучшению пользовательского опыта и снижению количества дефектов, но также выявляет возможные риски.

Annotation

This paper examines the impact of Agile methodology on product quality in IT projects. Key Agile aspects, such as iterative development and customer collaboration, are explored in relation to their role in improving product quality. The study shows that Agile enhances user experience and reduces defects, while also identifying potential risks.

Ключевые слова: Agile, качество продукта, IT-проекты, итеративная разработка, взаимодействие с заказчиком, удовлетворенность клиентов

Keywords: Agile, product quality, IT projects, iterative development, customer collaboration, customer satisfaction

Актуальность. В условиях высокой конкуренции на рынке IT-продуктов потребители становятся все более требовательными к качеству предлагаемых решений. Пользователи ожидают, что программное обеспечение будет не только функциональным, но также удобным, надежным и безопасным. Agile предоставляет возможность быстрее реагировать на изменения рынка и предпочтения пользователей, обеспечивая регулярное улучшение продукта на основе обратной связи.

Цель исследования. Анализ влияния Agile-методологии на качество конечного продукта в IT-проектах.

Объект исследования. Объектом исследования в работе является качество продукта в IT-проектах, разрабатываемых с использованием Agile-методологии.

Предмет исследования. Предметом исследования является влияние Agile-методологии на ключевые показатели качества продукта в IT-проектах, включая скорость разработки, гибкость в реагировании на изменения, удовлетворенность клиентов, стабильность кода и уровень дефектов.

Методы исследования: анализ литературы, контент-анализ, сравнительный анализ, анализ данных из конкретных кейсов.

Задачи работы: изучить теоретические основы Agile, проанализировать его влияние на процессы разработки, оценить его роль в обеспечении качества продукта

Agile – это методология разработки программного обеспечения, которая зародилась в ответ на традиционные подходы к управлению проектами, такие как каскадная модель. Она ориентирована на гибкость, взаимодействие между участниками команды и адаптацию к изменениям. Но чтобы понять, как Agile стал тем, чем он является сегодня, необходимо рассмотреть его корни и эволюцию [1].

Фреймворк для управления проектами – это набор инструментов, задач и процессов, используемых для организации и выполнения проекта от начала и до завершения.

Фреймворки Agile используются для управления проектами, обеспечивая гибкую и адаптивную разработку продуктов.

Основные фреймворки Agile:

1. Scrum – итеративная модель разработки с фиксированными временными интервалами (спринты). Основное внимание уделяется планированию, ежедневным встречам и ретроспективам.

2. Kanban – метод визуализации рабочих процессов с использованием доски Kanban. Фокусируется на ограничении незавершенной работы и постоянном совершенствовании.

3. Extreme Programming (XP) – экстремальная версия Agile, включающая такие практики, как парное программирование, непрерывная интеграция и тестирование.

В планировании и управлении проектом Agile даёт следующие возможности:

1. Разбиение проекта на небольшие итерации (спринты)

2. Использование бэклога продукта. Все задачи и функции, которые необходимо реализовать в проекте, заносятся в бэклог продукта. Бэклог – это динамичный документ, который регулярно обновляется и пересматривается.

3. Планирование спринтов

4. Ежедневные стендапы (Daily Scrum)

5. Демонстрация результатов (Sprint Review)

6. Ретроспективы (Sprint Retrospective)

7. Инкрементальный подход. В Agile проект развивается инкрементально, то есть постепенно добавляется новый функционал.

8. Адаптивное планирование

Agile предлагает альтернативный подход к обеспечению качества, который делает его постоянной частью процесса разработки, а не отдельным этапом. Здесь ключевыми аспектами являются непрерывная интеграция, раннее выявление дефектов и тесное взаимодействие с пользователями.

1. Непрерывная интеграция и тестирование

Непрерывная интеграция (Continuous Integration, CI) — это практика регулярного внесения кода в основную ветку разработки и автоматического тестирования изменений.

2. Раннее выявление дефектов благодаря частым релизам

В Agile разрабатываемый продукт регулярно выпускается в виде небольших, но функциональных инкрементов.

3. Взаимодействие с пользователями через MVP и прототипы

Минимально жизнеспособный продукт (Minimum Viable Product, MVP) и прототипирование – это подходы, которые помогают Agile-командам проверять гипотезы и собирать отзывы от пользователей на ранних стадиях. MVP представляет собой минимальный набор функций, которые позволяют пользователям оценить продукт и внести свои предложения [6].

В мире Agile измерения и метрики играют ключевую роль в оценке качества продукта и удовлетворенности клиентов:

1. Отслеживание показателей качества и удовлетворенности

Ключевые показатели эффективности (KPI) для качества:

1. Плотность дефектов: Эта метрика измеряет количество дефектов (ошибок, проблем) на единицу кода.

2. Покрытие кода: Измеряет процент кода, охваченного автоматизированными тестами.

3. Время выполнения: время, проходящее от запроса функции до ее развертывания.

4. Время цикла: время, затрачиваемое на выполнение одного рабочего элемента (например, пользовательской истории).

5. KPI для удовлетворенности клиентов:

1. Net Promoter Score (NPS): Показатель, основанный на опросе и определяющий, насколько вероятно, что клиенты будут рекомендовать ваш продукт.

2. Показатель удовлетворенности клиентов (CSAT): Прямой опрос, в ходе которого клиентам предлагается оценить степень своей удовлетворенности.

3. Метрики вовлеченности пользователей:

К ним относятся такие показатели, как активность пользователей, продолжительность сеанса и использование функций.

2. Непрерывные циклы обратной связи

Обзоры спринта: в конце каждого спринта (итерации) Agile-команды проводят Sprint Reviews.

Ретроспективы: ретроспективы проводятся после каждого спринта и направлены на улучшение процесса. Приверженность Agile к измерениям, непрерывной обратной связи и ориентированность на клиента метрикам гарантирует, что качество продукта и удовлетворенность клиентов остаются на первом месте. Отслеживая правильные KPI и развивая культуру совершенствования, Agile-команды создают продукты, которые радуют пользователей и выдерживают испытание временем.

Реальные кейсы:

1. Ростехнадзор. Ростехнадзор столкнулся с проблемами в своей IT-инфраструктуре, состоящей из 17 систем, разработанных одним крупным подрядчиком. Частые изменения законодательства требовали регулярных обновлений, однако новые версии работали несогласованно, вызывая сбои и затрудняя работу сотрудников. Несмотря на установленные законом сроки обработки запросов, проблемы сохранялись несколько месяцев после каждого обновления. Для решения этой ситуации Ростехнадзор потребовал от подрядчика перейти на трехнедельные циклы выпуска обновлений по методологии Agile. Подрядчик сначала сопротивлялся, но вмешательство заместителя министра помогло внедрить новые подходы. В результате переход на Agile позволил улучшить стабильность системы и сократить количество проблем при обновлении [4].

2. РосАтом. Росатом успешно использовал Agile для адаптации проекта финской АЭС под требования ЕС. Первоначальная попытка применить традиционный метод оказалась неэффективной, но Agile помог снизить затраты на адаптацию за три месяца благодаря кросс-функциональным командам и открытой коммуникации. Это позволило сэкономить 26%, и РосАтом планирует дальше использовать Agile там, где это целесообразно [5].

3. МИФ. В ходе Agile-трансформации МИФа было две волны внедрения. На первой стадии команда использовала Scrum для выпуска книг, но это не дало значительного улучшения, так как задержки были вызваны внешними ограничениями, а не внутренними процессами, и основной доход шёл от серийных изданий, а не от отдельных книг. На следующем этапе компания приняла фреймворк SAFe, создав кросс-функциональные команды для работы с *value streams*, сфокусированными на серийных продуктах. Такая модель позволила лучше видеть стратегическую картину, ускорила процессы и улучшила координацию в бизнесе, включая маркетинг и поддержку [5].

4. Альфа-Банк. Альфа-Банк внедрил уникальный подход к Agile-трансформации, о котором рассказали Алексей Марей и Сергей Дмитриев на AgileBusiness-2016. Для реализации изменений добровольно сформировали команду топ-менеджеров, прошедших подготовку. Пилотный запуск провели в сегментах среднего и малого бизнеса и VIP-клиентов, где создали смешанные команды из специалистов бизнеса и IT.

Руководителей проинформировали о приоритетности эксперимента. Agile-команды могли обращаться за поддержкой к отделам, таким как IT или управление рисками, с обязательным решением проблемы или её эскалацией. Нерешенные вопросы

систематизировались на «стене плача», которую ежемесячно анализировали топ-менеджеры. За отказ в поддержке или неэскалацию выдавали «жёлтые карточки», которые могли привести к кадровым последствиям. На данный момент пилотный проект успешно функционировал, а впоследствии изменения были масштабированы на весь банк [2].

Таким образом, Agile преобразует процессы разработки и управления проектами, улучшая адаптивность, вовлеченность и качество продукта. Практические кейсы подтвердили, что благодаря регулярным итерациям и частым релизам Agile обеспечивает раннюю проверку продукта, что ведет к повышению качества и ориентации на клиента, делая метод предпочтительным для IT-проектов в условиях быстро меняющихся требований.

Список использованных источников

1. Стеллман, Э. Постигая Agile / Э. Стеллман. — М.: МИФ, 2017. — 448 с.
2. Целков, М. Прошла первая Agile Business Conference / М. Целков [Электронный ресурс]. — URL: <https://mtsepkov.org/AgileBusiness-2016> (дата обращения: 09.11.2024).
3. Целков, М. AgileDays-2018 – мощное расширение Agile-мира / М. Целков [Электронный ресурс]. — URL: <https://mtsepkov.org/AgileDays-2018> (дата обращения: 09.11.2024).
4. Целков, М. Agile для государства – какое нужно регулирование / М. Целков [Электронный ресурс]. — URL: <https://mtsepkov.org/GosAgile-2015-11> (дата обращения: 12.11.2024).
5. Целков, М. Agile Business Conference – хроники развития Agile в корпорациях / М. Целков [Электронный ресурс]. — URL: <https://mtsepkov.org/AgileBusiness-2017> (дата обращения: 10.11.2024).
6. Юрген, А. Agile-менеджмент. Лидерство и управление командами / А. Юрген. — М.: Альпина Паблицер, 2018. — 534 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОДВИЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ НА РЫНКЕ B2C

Автор: Проценко В.Д., студент ФГБОУ ВО «МАИ» УЦ «Интеграция» г. Серпухов Московской области

Научный руководитель: Таранина О. В., к.э.н., доцент кафедры управления проектами

Аннотация

Современный рынок компьютерной техники в сегменте B2C характеризуется высокой конкуренцией и быстрой технологической эволюцией, что требует адаптации маркетинговых стратегий к цифровой среде. В условиях роста значимости интернета как источника информации и площадки для покупок, компании вынуждены акцентировать внимание на актуальных методах продвижения, таких как контекстная реклама, SMM, омниканальный подход, а также на персонализированных и интерактивных форматах. Использование данных инструментов позволяет более точно таргетировать аудиторию, что, в свою очередь, улучшает потребительский опыт и повышает лояльность. Влияние инфлюенсеров и использование клиентских отзывов усиливают доверие к бренду, создавая у пользователей осознание выбора и удовлетворенность продуктом. Компании, успешно применяющие эти подходы, способны оптимизировать ROI, конверсию и другие ключевые показатели, укрепляя свои позиции на рынке.

Annotation

The modern B2C computer technology market is characterized by high competition and rapid technological evolution, requiring marketing strategies to adapt to the digital environment. As the internet becomes increasingly important as a source of information and a platform for purchases, companies must focus on current promotion methods such as contextual advertising, SMM, and an omnichannel approach, as well as personalized and interactive formats. The use of these tools allows for more precise audience targeting, which in turn enhances the customer experience and boosts loyalty. Influencer marketing and customer reviews increase brand trust, creating a sense of informed choice and product satisfaction among users. Companies that successfully apply these approaches can optimize ROI, conversion, and other key metrics, strengthening their market position.

Ключевые слова: рынок B2C, цифровая среда, контекстная реклама, лояльность
Keywords: B2C market, digital environment, contextual advertising, loyalty

В условиях стремительного роста конкуренции и изменения потребительских предпочтений рынок компьютерной техники требует использования актуальных методов продвижения. К вопросам адаптации маркетинговых стратегий к новым условиям обращались М. Л. Азеев и В. Д. Малыхин [1], отмечая, что компании должны учитывать особенности цифровой среды. Современные потребители все чаще обращаются к цифровым каналам для получения информации о продукции и совершения покупок, что требует от компаний адаптации своих маркетинговых стратегий к новым условиям B2C-рынка. Исследование современных методов продвижения компьютерной техники позволит выявить наиболее эффективные подходы и оптимизировать маркетинговые стратегии, что особенно важно в условиях высокой конкуренции и быстро развивающихся технологий.

Цель исследования – определить и оценить эффективность современных методов продвижения компьютерной техники на B2C-рынке.

Задачи исследования. Изучение особенностей B2C-рынка компьютерной техники, исследование современных методов продвижения, оценка эффективности методов продвижения.

Объект исследования – рынок компьютерной техники в сегменте B2C.

Предмет исследования – методы продвижения компьютерной техники на B2C-рынке, используемые для привлечения и удержания конечных потребителей.

Гипотеза исследования. Современные цифровые методы продвижения, такие как контекстная реклама, маркетинг в социальных сетях (SMM) и омниканальный подход, являются более эффективными инструментами для привлечения и удержания потребителей на B2C-рынке компьютерной техники по сравнению с традиционными методами рекламы, благодаря их способности обеспечивать высокую точность таргетинга, персонализацию контента и улучшение клиентского опыта.

Прикладная значимость. Результаты данного исследования могут быть использованы компаниями, работающими в сфере продаж компьютерной техники, для повышения эффективности своих маркетинговых стратегий и оптимизации расходов на продвижение.

Рынок компьютерной техники в сегменте B2C (бизнес для потребителя) имеет свои уникальные особенности, которые отличают его от других категорий товаров. Как отмечает К.Брайан, важным фактором для продвижения в этом сегменте является понимание повседневной роли техники в жизни потребителей [2]. Компьютерная техника, включая ноутбуки, настольные компьютеры, планшеты и периферийные устройства, занимает важное место в повседневной жизни пользователей, играя ключевую роль как в работе, так и в досуге. Этот рынок характеризуется высоким

уровнем конкуренции, быстрым обновлением технологических решений и разнообразием ассортимента, что требует постоянного внимания к новым методам продвижения и взаимодействия с потребителями.

Целевая аудитория B2C-рынка компьютерной техники включает широкий круг пользователей, начиная от студентов и фрилансеров до профессионалов и предприятий

На B2C-рынке особое значение приобретает грамотное использование цифровых каналов связи и методов продвижения, так как покупатели все чаще полагаются на информацию из интернета.

Технологическая эволюция также влияет на ожидания потребителей, которые ожидают от компьютерной техники возможности интеграции с другими устройствами, долговечности и удобства в использовании. В связи с этим успешные стратегии продвижения часто включают элементы, направленные на демонстрацию совместимости продуктов с другими устройствами, простоты настройки и высоких показателей производительности.

Таким образом, для компаний, работающих в секторе B2C на рынке компьютерной техники, актуальными становятся инновационные подходы, ориентированные на повышение клиентского опыта и укрепление лояльности к бренду.

Контекстная реклама — это реклама, которая показывается пользователю в зависимости от его поисковых запросов или контента, с которым он взаимодействует. Так, использование такой рекламы позволяет брать курс на пользователей, уже заинтересованных в продукции. Основными платформами для размещения контекстной рекламы являются Google Ads и Яндекс.Директ, которые дают возможность работать с конкретными аудиториями, основываясь на их интересах, географическом положении и других параметрах.

Поисковая реклама — объявления показываются на странице результатов поиска по ключевым словам, которые выбирает рекламодатель. Например, если пользователь вводит в поиск запрос «купить ноутбук для работы», ему может быть показана реклама конкретной модели ноутбука. Это позволяет достигать именно тех пользователей, которые уже заинтересованы в покупке.

Медийная реклама — баннеры и рекламные объявления размещаются на сайтах, которые пользователь посещает, основываясь на его интересах. Маркетинг в социальных сетях (SMM)

SMM (Social Media Marketing) — это продвижение бренда через социальные сети, такие YouTube, и ВКонтакте и др., можно подчеркнуть, что SMM не только повышает узнаваемость бренда, но и усиливает лояльность, создавая возможность для прямого общения с потребителями. Основные инструменты: посты, сторис, видеообзоры, прямые эфиры, работа с лидерами мнений

Оmnikanальный подход, включающий как онлайн, так и офлайн каналы взаимодействия, также нашел отражение в работах, посвященных современному маркетингу. Такой подход помогает создать непрерывный опыт взаимодействия с брендом. Это позволяет не только привлекать новых клиентов, но и удерживать лояльных.

Пример подхода:

Интеграция онлайн и офлайн продаж: покупатель может начать просмотр ноутбуков на сайте, выбрать модель и затем прийти в магазин, чтобы протестировать её лично и купить. Или, наоборот, ознакомиться с продуктом в магазине и затем заказать через интернет с доставкой.

На рынке компьютерной техники, где пользователи часто хотят узнать максимум информации перед покупкой, данный подход помогает создать непрерывный процесс

взаимодействия с брендом. Это позволяет не только привлекать новых клиентов, но и повышать лояльность текущих.

Таким образом, использование контекстной рекламы, маркетинга в социальных сетях и омниканального подхода позволяет брендам на рынке компьютерной техники достигать своих целевых потребителей с высокой эффективностью, предоставляя им необходимую информацию и улучшая их опыт взаимодействия с брендом.

В современных условиях компаниям необходимо не просто привлекать внимание клиентов, но и выстраивать долгосрочные отношения с ними, обеспечивая высокий уровень удовлетворенности и лояльности. Эффективность маркетинговых методов на B2C-рынке компьютерной техники определяется тем, насколько точно они позволяют брендам учитывать запросы и поведение целевой аудитории, направляя усилия на релевантные и перспективные сегменты.

Традиционные методы, такие как реклама в телевизионных и печатных СМИ, по-прежнему могут быть полезны, особенно для крупных брендов, стремящихся к масштабному охвату. Однако, как указывают Соловьев и Костин, эффективность этих каналов рекламы снижается из-за ограниченного таргетинга [3]. В условиях цифровой экономики предпочтение отдается более персонализированным и интерактивным методам продвижения. На рынке компьютерной техники, где потребители ориентированы на конкретные характеристики, бренды, или даже отдельные модели устройств, традиционные каналы рекламы оказываются менее результативными в сравнении с цифровыми.

Цифровые методы, включая контекстную рекламу, SMM и e-mail маркетинг, дают компаниям гибкость и детальную настройку, позволяя с высокой точностью таргетировать аудиторию по различным критериям

Для оценки эффективности маркетинговых методов на рынке компьютерной техники компании применяют такие ключевые показатели, как: конверсия, ROI, CRR, CAC

Таким образом, на рынке компьютерной техники эффективность методов продвижения измеряется множеством факторов, от уровня персонализации до способности обеспечивать лояльность. Современные методы позволяют компаниям настраивать стратегию под поведение целевой аудитории и адаптироваться к изменениям рынка, что становится залогом успешного продвижения и укрепления позиций на B2C-рынке.

Главная аудитория на этом рынке — это молодые люди, которые стремятся к обновлениям в сфере технологий, ценят стильный дизайн и высокую производительность. В этом контексте мнение блогеров и лидеров мнений становится одним из наиболее эффективных инструментов для привлечения и удержания внимания целевой аудитории.

Блогеры и лидеры мнений (инфлюенсеры), особенно в таких социальных платформах, YouTube и в ряде запрещенных в РФ социальных сетей, блокировку которых обходят за считанные секунды, играют важную роль в формировании мнений и предпочтений молодежи. Молодые люди склонны доверять мнению блогеров, которые делятся своими честными отзывами, тестируют устройства и демонстрируют их в повседневном использовании.

Такие обзоры помогают потребителям лучше понять продукт, его функции и преимущества. Более того, видеоконтент с распаковками, тестированием производительности и сравнением моделей делает процесс выбора техники интересным и наглядным. Мнение блогеров становится дополнительной гарантией качества и помогает пользователям почувствовать, что они делают осознанный выбор.

Еще одним трендом стало активное использование онлайн-обзоров и платформ с пользовательскими рекомендациями. На таких сайтах, как DNS, Wildberries, ozon, онлайн трейд и др., пользователи могут читать отзывы реальных покупателей, которые делятся своим опытом использования продукта. Покупатели часто доверяют таким отзывам, поскольку они дают возможность узнать о плюсах и минусах продукта из первых рук

Отзывы реальных клиентов играют ключевую роль в формировании доверия к продукту, так как они позволяют потенциальным покупателям делать более осознанный выбор. Эти методы позволяют брендам не только привлекать внимание, но и удерживать аудиторию, выстраивая с ней долгосрочные отношения на основе доверия и удовлетворенности продуктом.

Анализ показал, что цифровые каналы, такие как контекстная реклама и маркетинг в социальных сетях, обеспечивают высокую точность таргетинга и персонализацию, которые критически важны для молодых потребителей. Современные пользователи ценят индивидуальный подход и стремятся к более тесному взаимодействию с брендом, что делает цифровые каналы необходимым инструментом в арсенале маркетинга компаний.

Маркетинг в социальных сетях (SMM) оказался особенно эффективен для формирования доверия к бренду. Интерактивные форматы, такие как видеообзоры, прямые эфиры и работа с блогерами, помогают потенциальным покупателям лучше узнать продукт и понять, насколько он соответствует их ожиданиям и стилю жизни. Социальные сети стали важной площадкой для общения с молодой аудиторией, которая доверяет мнениям инфлюенсеров и активно использует контент, создаваемый пользователями, в процессе принятия решений о покупке.

Оmnikanальный подход также показал свою значимость в создании единого клиентского опыта, который обеспечивает удобное и непрерывное взаимодействие с брендом на всех этапах — от первого знакомства с продуктом до покупки. Интеграция онлайн и офлайн-продаж, использование CRM-систем и чат-ботов позволяют компаниям удовлетворить потребности клиента в удобстве, персонализированном подходе и поддержке на всех этапах взаимодействия.

Таким образом, сочетание контекстной рекламы, SMM и omnikanального подхода создает эффективную систему продвижения компьютерной техники, которая учитывает поведенческие особенности аудитории и позволяет адаптировать маркетинг под её запросы. Эти инструменты помогают брендам не только привлекать новых клиентов, но и выстраивать долгосрочные отношения с ними, что особенно важно в условиях высококонкурентного рынка.

Список использованных источников

1. Азеев, М. Л., Малыхин, В. Д. Интернет-маркетинг: теория и практика / М. Л. Азеев, В. Д. Малыхин. — Юрайт, 2021. — 320 с.
2. Клифтон, Б. Google Analytics для профессионалов / Б. Клифтон. — Изд. Вильямс, 2017. — 608 с.
3. Соловьев, П. Н., Костин, В. Д. Контекстная реклама: пошаговый подход к успеху / П. Н. Соловьев, В. Д. Костин. — Альпина Паблишер, 2021. — 320 с.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИИ НА ЭКОНОМИКУ

Авторы: Шуйская К.П., Кузьмин Е.Р., студенты 3 курса ГБПОУ МО «Серпуховский колледж»

Научный руководитель: Номашко М.А., преподаватель общепрофессиональных дисциплин

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с проблемой накопления и переработки отходов в России. Рассмотрены перспективы внедрения системы управления отходами и опыт зарубежных стран по решению этой проблемы. Сделан вывод о необходимости формирования экологического менеджмента в России для уменьшения отходов и их качественной утилизации.

Annotation

The article deals with the issues related to the problem of waste accumulation and processing in Russia. Prospects of introduction of waste management system and experience of foreign countries on the solution of this problem are considered. It is concluded that it is necessary to form environmental management in Russia to reduce waste and their high-quality disposal.

Ключевые слова: отходы, мусор, свалка, утилизация, переработка, управление отходами

Keywords: waste, garbage, landfill, recycling, recycling, waste management

В последнее время экология и экономика все больше и больше переплетаются между собой. Экономические и экологические проблемы тесно связаны, и решая одни из них, нельзя исключать вторые. Как состояние окружающей среды непосредственно формирует потенциал экономической сферы, так и её стремительный прогресс вносит изменения в мировое экологическое состояние.

Загрязнение мусором – одна из главных экологических проблем современного мира, негативно сказывающаяся на экономике. С каждым годом наша планета все сильнее и сильнее покрывается твердыми бытовыми отходами. Неприятный запах, гигантские площади под свалки и отсутствие экологически чистых методов утилизации делают мусорную проблему особенно острой.

Актуальность темы состоит в том, что сейчас, экологические проблемы упрочнили свое положение и влияние на государства. Они представляют собой совокупность последствий, в основном, от человеческой деятельности, негативно влияющей на все сферы жизни граждан.

Цель работы – изучение влияния экологии на экономику на примере загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами.

Задачи исследования:

- 1) Изучить взаимосвязь, возникающую между экономикой и экологией.
- 2) Рассмотреть меры, принимаемые государством в этой области.
- 3) Изучить мнение граждан о состоянии экологии в стране и мире.

Предложить рекомендации для снижения их негативного влияния на экономику.

Объектом исследования является проблема формирования и накопления твердых бытовых отходов в производственной и непроизводственной деятельности человека, а также их социально-экономическое значение для страны.

Предмет исследования – способы и методы рационального управления твердыми бытовыми отходами, а также уменьшения их влияния на здоровье человека и окружающую среду.

Обществу необходимо осознать важность принятия мер по управлению и переработке бытовых отходов, а также стимулированию использования экологически чистых альтернативных материалов и технологий.

Гипотеза исследования состоит в том, что улучшение экологической ситуации в нашей стране нужно начинать не только через ее жителей – повышать их экологическую грамотность и ответственность, но и проводя грамотное управление отходами.

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы: системный и сравнительный анализ, синтез, анализ статистических данных, дедукция, наблюдение.

В качестве информационной базы исследования были использованы нормативно-правовые акты, публикации, интернет-ресурсы.

Исследование представляет собой систематизированный анализ информации о состоянии рынка отходов в Российской Федерации. Опираясь на эмпирические данные исследования, отечественных и зарубежных специалистов, а также статистические данные Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Российского экологического оператора и природоохранных регулирующих органов мы изучаем рынок отходов и экологическую ситуацию в стране.

Экономические проблемы как результат экологического кризиса свойственны абсолютно всем государствам, вне зависимости от уровня их развития. На текущий момент времени проблема кризиса экологии особо выделяется во всем мире, она вносит коррективы во многие сферы жизнедеятельности человека, в том числе оказывает большое воздействие на государственную экономику и экономику всего мира в целом.

Рынок отходов является важнейшей частью обязательств страны в социальной и экономической сферах, а также защиты окружающей среды. В последние годы, несмотря на пандемию COVID-19 остановившую многие производства в стране, мы наблюдаем существенный рост производственных и непроизводственных отходов.

Жизнедеятельность человека тесно связана с возникновением большого количества отходов, к которым относят пищевой и производственный мусор.

Ежедневно появляются новые товары, технологии, открываются производства. Все это приводит и к увеличению массы производимых цивилизацией отходов: их образуется столько, что проблема мусора, в частности его утилизации, стала одной из самых важных для мирового сообщества.

«Среднестатистический россиянин производит в год около 2 кубометров мусора – примерно 400 кг. Это около 1,1 кг в день. Более четверти объема мусорного ведра россиянина занимают пищевые отходы, еще почти 20% – бумага и картон, 17% – стекло.» [2]

За последние 20 лет количество бытового мусора выросло вдвое. В Росприроднадзоре говорят, что это связано с активным использованием упаковочных материалов: полиэтилена, пластика, бумаги.

Растущая численность населения, незаконное складирование и хранение отходов, увеличение количества загрязненных территорий, стабильность экологической неосведомленности населения, увеличивающиеся с каждым годом затраты на переработку и сборы за официальные полигоны – все это способствовало росту объемов образования отходов в Российской Федерации.

Ситуация с отходами в нашей стране в 2018 году была близка к кризисной. В попытках не допустить мусорной катастрофы Правительство РФ разработало ряд мер в этой сфере.

Тем не менее, Россия показала положительную динамику в сфере управления отходами: создание национального проекта «Экология», который предусматривает поэтапное реформирование секторов экономики, связанных с экологическим воздействием, внедрение инновационных технологий для переработки отходов, за счет нормирования выработки отходов коммерческого сектора и внедрения новых законопроектов в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами.

«В 2018 году в России был запущен национальный проект «Экология», в который вошли такие Федеральные проекты как:

- 1) «Чистая страна» – 124 206,8 млн. рублей

2) «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» – 296 223,8 млн. рублей

3) «Инфраструктура для обращения с отходами I - II классов опасности» – 36 353,3 млн. рублей

4) «Чистый воздух» – 500 139,8 млн. рублей

5) «Чистая вода» – 245 050,0 млн. рублей и другие.» [1]

«Цели федерального проекта – сформировать эффективную систему обращения с отходами; снизить экологическую нагрузку, связанную с несанкционированными мусорными полигонами; создать систему информирования о незаконных свалках.» [1]

Реформа отрасли обращения с отходами началась в России 1 января 2019 года. Она призвана решить проблему с незаконными свалками и сократить объемы вывозимых на полигоны отходов.

Основные положения «мусорной» реформы:

1) Введение нового субъекта – экологического оператора, который контролирует работу частных компаний по вывозу, переработке и утилизации ТБО.

2) Запрет несанкционированных свалок.

Все места складирования мусора внесены в соответствующий реестр.

3) Раздельный сбор отходов.

Сортировка отходов имеет целью возвращение ресурсов в производственный цикл.

4) Строительство мусороперерабатывающих заводов.

Изначально на все 11 федеральных проектов «Экологии» планировалось потратить более 4 трлн. руб.

В итоге суммарный бюджет «Экологии» сократился на 100 млрд. (до 4 трлн. руб.), а количество проектов в его составе уменьшилось до девяти.

В сравнении с 2018 годом показатель объема производства ТКО в России вырос на 32%.

Основными факторами повышения производства ТКО в России являются:

– рост потребления одноразовых товаров;

– увеличение количества упаковки;

– недостаточное осознание населением важности проблемы отходов.

Основной прирост производства ТКО в России произошел в 2019-2020 гг. Это было связано с периодом пандемии коронавируса COVID-19.

Лидером по объему накопления отходов была признана Московская область. Жители Подмосковья накапливают 27,5 млн. куб. м мусора в год.

«В 2022 году на переработку отправлялось 49% ТКО, на утилизацию –14,1%, захоронение отходов составило 81,4% от общей массы обработанных отходов.» [3]

Федеральный проект «Чистая страна» предполагает ликвидацию и рекультивацию только 191 свалки. То есть, более 700 залежей мусора в границах городов останутся еще на долгие годы.

Рассмотрим данную проблему на примере полигона «Лесная» в городском округе Серпухов. В процессе эксплуатации полигона выяснилось, что он не соответствует экологическим нормам.

В 2013 году была попытка закрыть полигон, но она не увенчалась успехом.

Полигон продолжил принимать до 600 тысяч тонн отходов в год. Это вызвало массовые недовольства со стороны жителей.

Была проведена 5 тысячная акция протеста с требованием о закрытии полигона и его рекультивации.

Свалка продолжила свою работу. На начало 2020 года на полигоне была установлена система дегазации

25 декабря 2020 года полигон «Лесная» прекратил свою работу.

Работы по рекультивации будут завершены до ноября 2024 года. Сама рекультивация «Лесной» обойдется в 5,4 млрд. руб.

Сейчас в России 64 полигона из 191 уже ликвидированы, идет работа на 127 объектах.

«Всего к концу 2024 года будет ликвидирована 191 свалка и 88 объектов накопленного вреда. В результате улучшится качество жизни 7,179 млн. человек.» [1]

Одним из важных направлений в решении проблемы мусора стало развитие сети перерабатывающих предприятий.

До конца 2024 года в России должно появиться свыше 1 200 новых объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию ТКО.

В Серпухове работает проект «Мегабак». На территории пунктов приема вторсырья установлены контейнеры для сбора разнообразных отходов.

Цифрами трудно убедить людей, которые продолжают бороться с городскими свалками и их зловонием. При этом в некоторых регионах количество свалок намекает на то, что справиться с ними будет сложно даже к 2030 году.

Согласно последнему замеру, ВЦИОМ, население считает, что экологическая ситуация в России стала постепенно улучшаться.

С 26 по 29 января 2024 года Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) проводил опрос, посвященный общественному восприятию экологической ситуации в России. В опросе приняли участие 1661 россиянин в возрасте от 18 лет.

«Говоря об актуальных для своего региона экологических проблемах, 24% указали на загрязнение воздуха, а 21% — на мусорную проблему. При этом 14% россиян, или каждый седьмой, полагают, что в их регионе нет экологических проблем.» [4]

«42% опрошенных считают себя виноватыми в ухудшении экологической ситуации.» [4]

«В меньшей степени ответственность возлагается на федеральные власти (13%) и крупную промышленность (16%).» [4]

«Улучшение экологической ситуации в нашей стране нужно начинать через ее жителей так считают 46 % россиян.» [4]

«Инициировать подобные нововведения, по мнению наших сограждан, должны региональные (33%), федеральные (32%) или местные (27%) власти.» [4]

«Россияне активно внедряют в свою жизнь экологичные практики. 74% экономят энергию. 60% участвуют в субботниках, 58% экономят воду, 44% сортируют отходы.» [4]

Проблемы, которые тормозят решение «мусорного» вопроса в нашей стране:

- 1) Низкий уровень экологической ответственности.
- 2) Плохо развитая инфраструктура
- 3) Незаконные свалки.

Одной из главных причин загрязнения окружающей среды ТБО в России является неэффективная система управления отходами. Существующие методы недостаточно развиты и не соответствуют современным технологиям.

Решение мусорной проблемы в России может быть эффективно осуществлено путем изучения и применения практики Германии, которая включает в себя:

- 1) Законодательное регулирование: принятие строгих законов и нормативов в отношении переработки мусора и энергосбережения.
- 2) Поддержка переработки (рециклинга): Компании, занимающиеся переработкой мусора, получают финансовую поддержку и гранты.

3) Внедрение новой системы раздельного сбора мусора: помимо использования всеми привычных баков необходимо добавить также баки для органических отходов, старой одежды и обуви, а также опасных отходов.

Это позволит уменьшить объемы отходов, снизить их негативное воздействие на окружающую среду и создать более экологически чистую и устойчивую страну.

Таким образом, изучение влияния экологии на экономику на примере загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами позволяет понять, что экологические проблемы непосредственно влияют на состояние и развитие экономики.

В течение последних четырех-пяти лет ситуация по обращению с отходами в Российской Федерации пережила существенные изменения. В настоящее время в России нет традиций переработки, разделения отходов или высокого спроса на продукты, изготовленные из вторичного сырья. А между тем существующие полигоны все больше достигают предела своей вместимости, что создаёт проблемы населению, проживающему близ данных пунктов.

Большое количество бытовых отходов, выброшенных в окружающую среду, приводит к ухудшению качества воздуха, воды и почвы, а также к уничтожению экосистем. Это связано с существенными экономическими потерями, такими как ухудшение здоровья населения, увеличение расходов на очистку и восстановление биосферы.

Обществу необходимо осознать важность принятия мер по управлению и переработке бытовых отходов, а также стимулированию использования экологически чистых альтернативных материалов и технологий. Это позволит создать более устойчивую и экономически эффективную систему, которая будет способствовать обеспечению нашего благополучия и сохранению природы для будущих поколений.

Список использованных источников

1. Паспорт национального проекта «Национальный проект «Экология» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16)

2. Шилкина С.В. Мировые тенденции управления отходами и анализ ситуации в России // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №1, <https://resources.today/PDF/05ECOR120.pdf> (доступ свободный).

3. URL:<https://tass.ru/ekonomika/18056303>

4. URL:<https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/ehkologicheskaja-situacija-v-rossii-monitoring-2>

ISBN 978-5-6051682-2-5



9 785605 168225 >