

Министерство образования Республики
Беларусь

Белорусский национальный технический университет

*Факультет информационных технологий и
робототехники*



Актуальные вопросы и направления в инженерии

Материалы 80-й студенческой научно – технической
конференции БНТУ

апрель – май 2024 года

Минск
БНТУ
2024

Редакционная коллегия:

А.М. Авсиевич, Ю.В. Полозков, С.В. Александровский, А.В. Бородуля,
С.М. Качан, М.В. Щукин, В.А. Мартинович

Составитель: В.А. Мартинович

Издание включает материалы 80-й студенческой научно-технической конференции «Актуальные вопросы и направления в инженерии», проведенной кафедрами факультета информационных технологий и робототехники: «Программное обеспечение информационных систем и технологий», «Робототехнические системы», «Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов», «Техническая физика» и «Высшая математика».

© Белорусский национальный
технический университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

КАМЕРА ВИЛЬСОНА НА ЭЛЕМЕНТАХ ПЕЛЬТЬЕ Верич А.В., Кулик А.В.....	14
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СВОБОДНЫХ ЗАТУХАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ Сироткин А.И.	18
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ УРАВНЕНИЯ КЛАУЗИУСА- КЛАПЕЙРОНА Журавлёва К.В., Хотенко Н.А.	21
ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРАХ Балаш Н. Г., Рокало Д. И.....	23
МГД-ГЕНЕРАТОРЫ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ Козицкий К.О, Паус В.А.....	27
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА Кот А.А., Гайков К.В.....	29
СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРЫ Прилуцкий И.В.....	32
ЧТО ЭКОЛОГИЧНЕЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ ИЛИ АВТОМОБИЛЬ С ДВС? Омельянович М.А., Турбиков Р.И.....	35
ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ. ФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СПОСОБАМ СНИЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ШУМА Кондратьев Д.П., Бородейко Я.М.	37
ЖИВАЯ И МЁРТВАЯ ВОДА Веремьев Н.В., Найдун А.А.	40
МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ, ЭФФЕКТ ХОЛЛА Борщёв А. И., Попов М. П., Прелов Е. С.....	42

ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА РУКИ Абразовская Д.А.....	46
--	----

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСА ПОДАЧИ
ХИМОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ В ДЕАЭРАТОРЫ ПОДПИТКИ ТЕПЛОСЕТИ
ФИЛИАЛА ТЭЦ-4 РУП «МИНСКЭНЕРГО»

Батура Д.С.	47
ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СТАНКА ПОДГИБКИ РАМКИ ТЕПЛОВОЙ ТРУБКИ	
Головач А. А.	50
ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОДАЧИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫЙ БРУДЕР	
Иванов В. С.	52
ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ BELGEE X-50	
Мищенко Е.В.	55
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА	
Прибыльский К. А.	57
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ	
Савко Н.О.	60
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД УСТАНОВКИ ЭМ 6015М1	
Соловьёв Б.С.	62
ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОДЪЁМНОЙ ПЛАТФОРМЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТА	
Шилов Н.А.	64
ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КОНВЕЙЕРА ЭЛЕКТРОПЕЧИ К-170	
Якимович А. Л.	66
ПРОТОТИПИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ СРЕД РАЗРАБОТКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Радкевич А. А.	68

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИВИВОЧНЫХ МАШИН: ТЕКУЩЕЕ
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Chengyi Yang	71
ВСЕНАПРАВЛЕННЫЕ КОЛЁСА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ	
Шишковец П.Д.	80
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ПРОПРИЕТАРНЫХ ПРОТОКОЛОВ В СИСТЕМЕ ДОМАШНЕЙ/ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ	
Юхно В. М.	84

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ ТОЛКАТЕЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ- СВАРЩИКОВ	
Семенчук Е.А.....	86
АЛЬТЕРНАТИВНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	
Леонов В.Д.	88
ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ	
А. П. Германович, В. П. Щеклеина, Т. А. Гришков.....	91
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРОГРАММИРУЕМОМ ЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЛЕРЕ SIEMENS LOGO! 8	
Шуляк Д. Э.....	94
РАЗРАБОТКА СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ RESNET	
Сухобоков А.А.	96
РАЗРАБОТКА КОРПУСА ДЛЯ BANANA PI M2 ZERO	
Макуцевич И.С.	98
АВТОМАТИКА СОВРЕМЕННЫХ СМА	
Виршич А. В.	100
ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ETHERNET	
Савченко И.С., Мельникова Е.А.	102
МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДСТАНЦИИ	
Хаткевич М.О.	105
ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОЦИЛИНДРА В МЕХАНИЗМ СИСТЕМЫ ОПРОХИДЫВАНИЯ КАБИНЫ БЕСКОПОТНОГО ГРУЗОВИКА	
Жихович Н.Ф.	106
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИИ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГЕТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМ МОДЕЛИ	
Баштовенко К.О.....	108
COMBINED-TYPE QUADCOPTER ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM FOR EFFICIENT MULTI-AGENT SEARCH OPERATIONS	
Olugola Samuel Chisom	110
AUTOMATED WATER TREATMENT FACILITIES FOR FISHERY COMPLEX	
Venus Evangalin Charles.....	111

AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM MILK PASTEURIZATION Lawrence Arokiathas Neichalathas	113
AVIONICS POWER PLANT TEST BENCH Obazee Valerie Omoeffe.....	115
AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF A TURBINE UNIT Madduma Patabendige Sadick Ranjith	117
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТАНКОВ С ЧПУ Щекало М.Н.	119
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ ТЭЦ Зуй А.А.	121
ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИЕ Тетерюков А.А., Мухачёв И.Б.	123
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПАСТЕРИЗАЦИИ ВОДЫ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Романов М.В.	126
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЗЕЛ ПРОДОЛЬНОЙ резки «FLYING SAW» Благодаров К.Е.	130
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИБКОГО ОБУЧАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РОБОТА Матькова К.Ю.	134
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЕДЕНИЯ УЧЁТА КНИГ В БИБЛИОТЕКЕ Буцанец С.А.	139

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ Арсений Сухобокос.....	141
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРАФА ПО МАТРИЦАМ ИНЦИДЕНТНОСТИ, СМЕЖНОСТИ, КИРХГОФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ВЕТВЛЕНИЯ Жоров Е. А.	144
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОКЛАДКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ Балаш Н. Г.	147

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ДОРОГУ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПРОГРАММЕ EXCEL Мельнова Е.М., Санько Н.В.	149
ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ Зыгмантовича М.А.	152
ПОСТРОЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНИМАЦИИ В МАТНСAD Аронова Е.А.	155
АЛГОРИТМ ВЕРШИННОЙ И РЕБЕРНОЙ РАСКРАСКИ ПЛАНАРНЫХ ГРАФОВ Корнейчик М. С.	158
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА МЕТОДОМ ПОИСКА В ШИРИНУ НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ Шкантов И. Н.	161
РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТЕ Федосюк А.А.	164
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И УСКОРЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ VASCPROPAGATION Пустошило А.В.	166
ВИРТУАЛЬНЫЕ ТУРЫ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ Живоглод Н.А., Павловский Н. С., Романко С. Ю.	169
ИНТЕГРАЛ ДЖОУЛЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ Курилович К.И.	172
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИКИ В КОМПЬЮТЕРНОМ ЗРЕНИИ Тетерюков А. А., Мухачёв И. Б.	173
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ASTAR ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА СЛЕДОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ Руселевич Д.Д., Трушко Я. Г.	175
ECDSA- И MQV-АЛГОРИТМЫ: ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ Кондратьев Д.П.	177
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭНЕРГЕТИКЕ И МАТЕМАТИКЕ Куцепалова Д. А, Адаменко А. О.	180
К ВОПРОСУ КОМПЬЮТЕРНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В MATLAB Кушнер Д.А.	182

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	
Маленков С.В.....	185
РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ	
Титко М. Ю., Мирончик Н. А.	188
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
Ермолина П. И.	190
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ	
Исаченко Е. В.....	192
МАТРИЧНЫЙ МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ	
Пашкевич П.А.....	196
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ФОНДОВОГО РЫНКА США НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА 2024 ГОД	
Киянко М.В., Толкач И.В.	198
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ	
Праслов К.Д., Косов А.А.	206
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЛИЧЕСТВА БАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ТЕСТИРОВАНИИ ПО МАТЕМАТИКЕ, ОТ БАЛЛА АТТЕСТАТА	
Гонтарев С.А., Левданский А.А.	209
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»	
Петрущенко А.А., Цеханович П.А.	212
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ РЕЛЕ МОЩНОСТИ	
Степанов Д.А.	214
ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ В КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ	
Поляков Н.П.....	217
ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ФУРЬЕ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
Попок Б.А.....	220
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ	
Поддубный А. В.	223
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ	
Праслов К.Д.	226

ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Неверович Д.А, Тихонков А.М 229

О ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ И КОНСТРУКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ИНВАРИАНТНОСТИ, СИММЕТРИИ И ОТНОШЕНИИ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Н. Д. Рудаков, И. Г. Черенкевич 232

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПАНДЕМИИ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Латышенко К.Е. 235

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЛЭП 6–10 КВ

Сташевский А.А. 238

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СИНХРОННОГО ПЕРЕВОДА

Юрченко И.А. 241

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ИЗМЕНЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

Данилович Д.В. 242

СТРАТЕГИИ СТОХАСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ: ПОНЯТИЯ, МЕТОДЫ И ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

Удодов А.П., Губаревич К.И. 244

ПРИНЦИПЫ И ТЕОРИЯ УПАКОВКИ: УПАКОВЫВАНИЕ, СПОСОБНОСТЬ УПАКОВЫВАТЬСЯ, ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ

Кравцов К. А., Цалко Н. А. 247

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Черняк В.И., Титовец Д.О. 248

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛЁННОГО ИНТЕГРАЛА И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЙ

Юреть Н.Г., Политыко А.В. 251

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ БЛУЖДАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В ДВУМЕРНОЙ ОБЛАСТИ

Бульбочка В.Д., Киянко М.В., Толкач И.В. 254

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ В СРЕДЕ MATHCAD Савельев И.П.	258
РЕШЕНИЕ СЛАУ С ТРЕХДИАГОНАЛЬНОЙ ЛЕНТОЧНОЙ СИММЕТРИЧНОЙ МАТРИЦЕЙ МЕТОДОМ ПРОГОНКИ Каленик И. К., Петруша П. А.	263
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАДОКСА МОНТИ ХОЛЛА Ковальков Р. В.	266
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТОКОВОЙ СИСТЕМЫ ШИФРОВАНИЯ А5 Керножицкий А.В., Беть Е.А.	268
ОПТИМИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ И ДОСТУПА К УЧЕБНЫМ ДАННЫМ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ В ОБРАЗОВАНИИ Бондаревич Б.Б. Дульский М.С.	274
МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ДАННЫХ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ Грайко И.А.	276
РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В АНАЛИЗЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ: ОБРАБОТКА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ Дульский М.С. Бондаревич Б.А.	279
МИГРАЦИИ БАЗ ДАННЫХ. ИНТЕГРАЦИЯ МИГРАЦИЙ В C# Зеленухо А. Д., Мацкевич Н.Н.	282
СИМВОЛЬНЫЕ КОДИРОВКИ В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ Кабыш Я.А.	285
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ХЕШИРОВАНИЯ Кабыш Я.А.	288
ИНТЕГРАЦИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ С СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ Каркота А.С., Сташинская М.С.	291
РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ Лозичный А.С.	292
ИНТЕГРАЦИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ И НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ Мацкевич Н.Н., Зеленухо А.Д.	295
WEB-ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ Савчик А.О.	297
РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: АНАЛИЗ УГРОЗ И МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ Селиванкина М.А.	300

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ДАННЫХ Серебкова А.К.....	303
ПРИМЕНЕНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ ОБУЧЕНИЯ: ХРАНЕНИЕ КУРСОВ И ДАННЫХ СТУДЕНТОВ Сташинская М.С., Каркота А.С.	305
БЕЗОПАСНОСТЬ И КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЗАЩИТЕ ДАННЫХ Торган Н.А.	307
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В SQL: НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ФУНКЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ Черепковский М.В.....	309
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ: ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ Шипица А.Д.....	312
РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРИГГЕРОВ И ХРАНИМЫХ ПРОЦЕДУР В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ Щербатов Н.В.	316
РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРТАТИВНОЙ СЕРВЕРНОЙ ПЛАТФОРМЫ И ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ OPEN SERVER Козловская Ю.Б.	318
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЗНЫХ ДОМЕНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CORS Силков М.С.	321
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АРТЕЗИАНСКОЙ СКВАЖИНОЙ АСУ АС Шишковец Ф.Д.	323
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА, ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА И ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ СЕРИИ ФСТ-03х Шлома И.М.	325
ПРОГРАММА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОРНЕВЫХ ГОДОГРАФОВ КЛАССИЧЕСКИХ И ИНТЕРВАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ Райкова Ю.Д.	328
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦИФРОВКИ ТРАНСПОРТНЫХ НАКЛАДНЫХ Вашковец Д.Д.	333

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ	
Гойлик Д. В.	336
УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ФУНКЦИОНАЛ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА	
А. А. Дастури	339
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ВЫБОРА УСЛУГ ИНТЕРНЕТ- ПРОВАЙДЕРА	
Емельянов Р.А.....	341
ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИОДА В ВИДЕОПОТОКЕ	
Мисякова В.А.....	343
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБРАЗОВАНИИ	
Ошуковская О.Э.	347
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОИСКА АНОМАЛИЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИТУАЦИЙ	
Пашков В. С.	350
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭСКИЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ ТИПОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Радюк Н. О.	352
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ОТЗЫВОВ О БНТУ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ	
Ходькова М.О.....	355
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ	
Яшкин К. В.	358
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕРСОНАЛА	
Долгий В.В.....	361
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА РЕЙТИНГА АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	
Рахман Д.К.	364
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ОБМЕНА ЭЛЕКТРОННЫМИ СООБЩЕНИЯМИ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ	
Ашейчик Д.С.	367
ПОДСИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ В РАМКАХ СИСТЕМЫ МГНОВЕННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ БАНКОВ	
Давидович Е.Н.....	370

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ КУРАТОРА УЧЕБНОЙ ГРУППЫ	
Ничипорук В.А.	373
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ МЕНЕДЖЕРОМ КОМПАНИИ	
Синявская У.А.	376
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАСЕЛЕНИЯ В СТУДЕНЧЕСКОЕ ОБЩЕЖИТИЕ	
Савчик А.О.	379
ИНСТРУМЕНТЫ ПАРАЛЛЕЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++	
Огородник И.В.	382
ПРОЕКТ И КОМПОНЕНТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ СЕТИ	
Купченко А.И.	385
ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕХОДА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ EDUCATS НА .NET 8	
Старовойтов И.Ю.	388

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

УДК 53.072

КАМЕРА ВИЛЬСОНА НА ЭЛЕМЕНТАХ ПЕЛЬТЬЕ

Верич А.В., Кулик А.В.

Научный руководитель – Качан С.М., к.ф.-м.н., доцент

Почувствовать или увидеть ионизирующее излучение (радиацию) невозможно, по причине ограниченных возможностей наших органов чувств. Но за все время изучения ионизирующего излучения были созданы различные счетчики регистрации частиц. Важным этапом в методике наблюдения следов частиц явилось создание камеры Вильсона. За это изобретение Ч. Вильсону в 1927 г. присуждена Нобелевская премия. В камере Вильсона треки заряженных частиц становятся видимыми благодаря конденсации перенасыщенного пара на ионах газа, образованных при взаимодействии заряженной частицы с атомами. На ионах образуются капли жидкости, которые вырастают до размеров, достаточных для наблюдения и фотографирования при хорошем освещении. Рабочей средой чаще всего является смесь паров воды и спирта.

Однако у оригинальной камеры Вильсона был заметный недостаток. Так как она работала в циклическом режиме, то устойчивое наблюдение треков частиц было затруднительно. Для того, чтобы наблюдать треки устойчиво, необходимо достигать нужных параметров рабочей среды не за счет адиабатического расширения, а за счет охлаждения нижней поверхности камеры [1]. Это охлаждение можно осуществить с помощью сухого льда, так как сухой лед имеет довольно низкую температуру и прост в эксплуатации. Но в таком случае возникает другая проблема – ограничение эксперимента по времени. Сухой лед очень быстро заканчивается!

Чтобы решить проблему стабильности проведения эксперимента по наблюдению треков заряженных частиц в камере Вильсона, было предложено использовать для охлаждения нижней поверхности камеры элементы Пельтье. Принцип действия элемента Пельтье как термоэлектрического охладителя (ThermoElectric Cooler - TEC) основан на возникновении разности температур при прохождении электрического тока через контакт двух разнородных проводников (эффект Пельтье) Конструкция стандартного элемента Пельтье приведена на рисунке 1.

Основной задачей данного проекта являлось создание автономной, стационарно работающей камеры Вильсона на элементах Пельтье, которую в дальнейшем можно было бы использовать в учебной лаборатории при выполнении практикума.

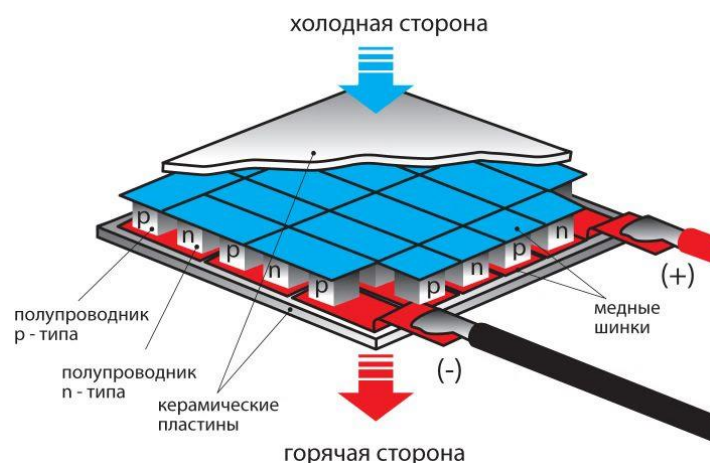


Рис. 1. Конструкция элемента Пельтье

На первом этапе стоял вопрос выбора модели элемента Пельтье и способа охлаждения его нагретой стороны. В качестве способа охлаждения рассматривались два варианта – воздушное охлаждение и водное. Выбор модели основывался на значении достижимого минимума температуры на «холодной стороне» при данном виде охлаждения. Не последнюю роль играла и площадь самого элемента Пельтье, так как для реализации камеры, способной демонстрировать полноценные треки альфа-частиц от радионуклидных источников со стандартной энергией до 5.5 МэВ, требуется охлаждаемая площадка размером не менее 8 см в диаметре (при центральном размещении радиоактивного источника).

Чтобы разобраться, какая модель элемента Пельтье проявит себя наилучшим образом, и за счет какого способа охлаждения, было проведено большое количество экспериментов. В итоге, наиболее эффективными были признаны модели TEC1-12706 и TEC1-12710 при водном охлаждении. На рисунках 2 и 3 приведены зависимости температуры «холодной стороны» элемента Пельтье от подаваемого напряжения, для моделей TEC1-12706 и TEC1-12710, соответственно. При этом температура охлаждающей воды в среднем была равной 23°C.

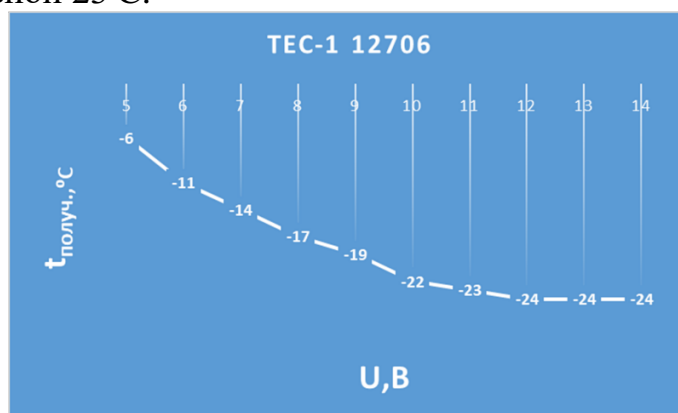


Рис. 2. Зависимость температуры «холодной стороны» элемента Пельтье от подаваемого напряжения при водном охлаждении для TEC1-12706

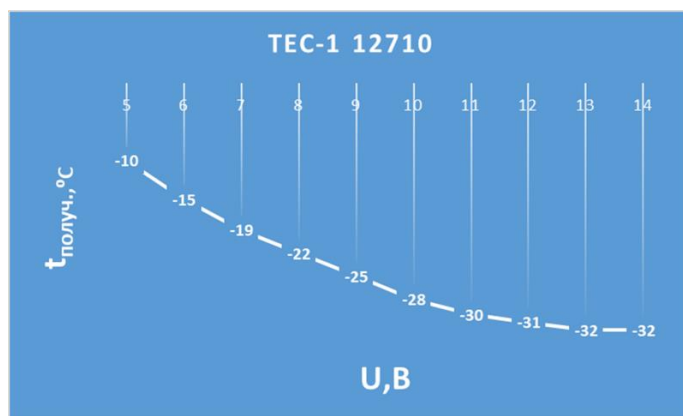


Рис. 3 Зависимость температуры «холодной стороны» элемента Пельтье от подаваемого напряжения при водном охлаждении для TEC1-12710

Как видно из рисунков 2 и 3, минимальную температуру «холодной стороны» удалось получить при использовании TEC1-12710. Однако, при сборке камеры Вильсона на TEC1-12710 стало ясно, что температура охлаждения поверхности недостаточна для конденсации в парах изопропилового спирта. Для решения этой проблемы было предложено использовать в качестве подложки стек из двух элементов Пельтье. Стек представляет собой соединение двух элементов Пельтье разной мощности. Важно было добиться того, чтобы нижний элемент стека успевал охлаждать верхний, и возможным это оказалось при минимальном напряжении верхнего элемента TEC1-12706 и размещении нижнего элемента TEC1-12710 на радиаторе с водным охлаждением. Зависимость температуры «холодной стороны» стека от подаваемого на нижний элемент Пельтье напряжения приведена на рисунке 4.

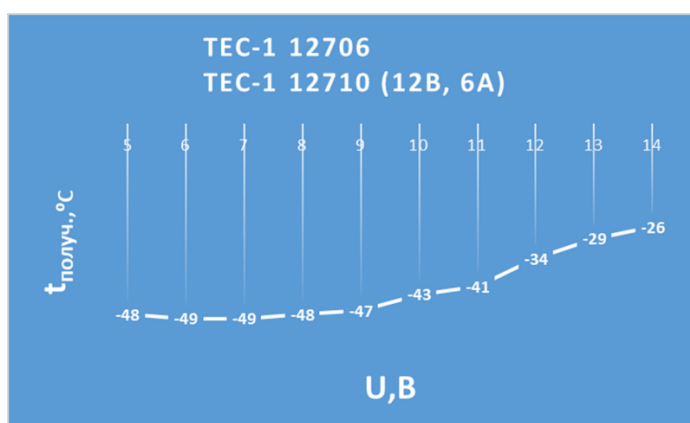


Рис. 4. Зависимость температуры «холодной стороны» TEC1-12706 от подаваемого напряжения на TEC1-12710 при водном охлаждении стека TEC1-12706/ TEC1-12710

В окончательном варианте сборки камеры Вильсона, рабочие пары изопропилового спирта которой охлаждались стеками из элементов Пельтье, была добавлена система воздушного охлаждения для водного теплоносителя, позволившая продлить время работы установки.

Принципиальная схема функционирующей камеры Вильсона на элементах Пельтье представлена на рисунке 5.

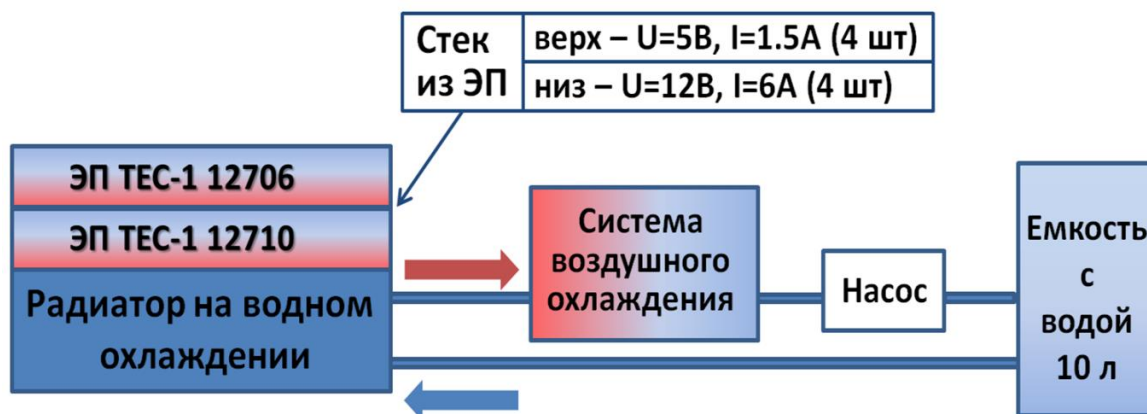


Рис. 5. Принципиальная схема камеры Вильсона на элементах Пельтье

Конструктивно камера Вильсона была организована путем помещения охлаждающей площадки из четырех стеков в пластиковый корпус. По периметру внутренней поверхности корпуса был помещен тканевый шнур, смачиваемый изопропиловым спиртом. В центре камеры, на высоте 3 см от охлаждаемой поверхности, зафиксировали радиоактивный альфа-источник на основе изотопа америция-241. Проверки работоспособности и стабильности рабочего режима камеры прошла успешно: демонстрация треков альфа-частиц продолжалась в непрерывном режиме на протяжении 2 часов.

В дальнейшем, на основе сконструированной камеры Вильсона, способной к длительной работе в стационарном температурном режиме, планируется создание лабораторной работы, целью которой будет: изучение принципов работы камеры Вильсона, определение энергии альфа-частиц по длине их пробега R , определение массы альфа-частиц по длине пробега R и потенциалу ионизации I паров. Возможности камеры Вильсона значительно возрастают при помещении её в сильное магнитное поле. По искривлённой магнитным полем траектории заряженной частицы определяют знак её заряда и импульс. Поэтому в дальнейшем планируется изучить возможность использования неодимовых магнитов для создания сильного квазиоднородного магнитного поля.

Литература

1. Ядерная физика в интернете [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/experiment/detectors/wchamber.htm>. – Дата доступа: 01.09.2024.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СВОБОДНЫХ ЗАТУХАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Сироткин А.И.

Научный руководитель – Трофименко Е.Е., к.ф-м.н., профессор

Традиционно при описании колебательных процессов применяется 2 метода: динамический и энергетический [1]. Первый метод предполагает составление дифференциального уравнения, описывающего данное колебание, и нахождение его решения с учётом заданных начальных условий. Зная закон изменения колеблющейся величины, можно найти её значение в любой момент времени. При решении задач вторым методом необходимо составить уравнения законов сохранения энергии и импульса данной колебательной системы и решить их в системе. Это даёт возможность найти кинематические (перемещение, амплитуда, скорость) или физические (масса системы) параметры колебательной системы.

Однако часто решение задач на колебания вышеуказанными способами является достаточно громоздким и длинным, так как требует решение сложной системы уравнений. В этом случае более удобной может оказаться графическая интерпретация колебаний – фазовая диаграмма. Она представляет собой график параметрически заданной функции вида (1):

$$\begin{cases} x = f(t), \\ \frac{dx}{dt} = g(t); \end{cases} \quad (1)$$

где: x – колеблющаяся величина; t – время; f и g – законы изменения величин x и $\frac{dx}{dt}$ [2]. График может получиться самым разнообразным и зависит от характера закона изменения колеблющейся величины. Например, можно показать, что для гармонического незатухающего колебания фазовая диаграмма – это эллипс, где одной полуосью является амплитуда колебаний, а второй – скорость колеблющейся величины [3]. С помощью построения фазовой диаграммы колебательной системы можно намного быстрее определить период колебаний, фазу колебательной системы в определённый момент времени, время затухания колебаний и т.д.

Графическая интерпретация колебаний может оказаться полезной и при рассмотрении более сложных видов колебательных систем, например, при изучении электромагнитных колебаний. Процессы, происходящие в колебательных контурах, состоящих из катушки индуктивности, конденсатора и активного сопротивления (R-L-C-контур), широко используются на практике в электротехнике и радиоэлектронике [3].

Рассмотрим дифференциальное уравнение свободных затухающих электромагнитных колебаний [2] в R-L-C-контуре (2):

$$\frac{d^2q}{dt^2} + 2\beta \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = 0; \quad (2)$$

где: q – электрический заряд; β – коэффициент затухания; ω_0 – начальная циклическая частота колебаний. Будем считать, что в начальный момент времени вся энергия колебаний была сосредоточена в конденсаторе. Тогда можно получить решение уравнения (2) в следующем виде:

$$q = q_{0m} e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0); \quad (3)$$

где: q_{0m} – изначальный заряд конденсатора; φ_0 – начальная фаза колебаний. Если продифференцировать выражение (3) по времени, то можно получить закон колебания силы тока в контуре:

$$I = \frac{dq}{dt} = q_{0m} e^{-\beta t} [-\beta \cos(\omega t + \varphi_0) - \omega \sin(\omega t + \varphi_0)]; \quad (4)$$

Используя метод вспомогательного угла, выражение (4) можно преобразовать к следующему виду:

$$I = q_{0m} e^{-\beta t} \omega_0 \cos(\omega t + \varphi_0 + \Delta\varphi) \quad (5)$$

где: $\Delta\varphi$ – разность фаз между колебаниями силы тока и заряда. Можно строго доказать, что $\Delta\varphi \in (\frac{\pi}{2}; \pi)$, т.е. сила тока опережает по фазе заряд на угол, более 90° . Это означает, что сила тока принимает своё максимальное значение в момент времени, когда конденсатор ещё полностью не разрядился. Данный факт значительно усложняет поиск максимумов силы тока традиционными методами ввиду того, что определить промежуток времени, когда сила тока в контуре максимальна, достаточно затруднительно.

Задачу о нахождении максимумов силы тока при затухающих электромагнитных колебаниях удобно решать методом фазовых диаграмм. Её можно построить по формулам (3) и (4), подставив в них соответствующие численные значения. Для примера зададимся такими исходными данными: $q_{0m} = 2$ Кл; $\beta = 0,2 \frac{1}{c}$; $\omega = 4 \frac{\text{рад}}{c}$; $\varphi_0 = 0$. Фазовая диаграмма таких колебаний, построенная с помощью компьютерной программы представлена на рисунке 1. Она представляет собой скручивающуюся к центру спираль, повёрнутую по отношению к координатным осям. На рисунке 1 наглядно показано, что максимумы силы тока в колебательной системе происходят в те моменты времени, когда заряд на конденсаторе ещё не равен нулю. Изменяя масштаб фазовой диаграммы, можно приближать определённые области и определять значения заряда и силы тока в рассматриваемых точках. В данном примере получаются следующие результаты: максимальная сила тока при первом колебании $|I_{m1}| = 7,41$ А, при втором – $|I_{m2}| = 6,35$ А, при третьем – $|I_{m3}| = 5,43$ А. С построенной фазовой диаграммы можно также снять значения максимального заряда, накапливающегося в конденсаторе при

последующих колебаниях. Однако данная задача решается довольно просто и аналитическими методами.

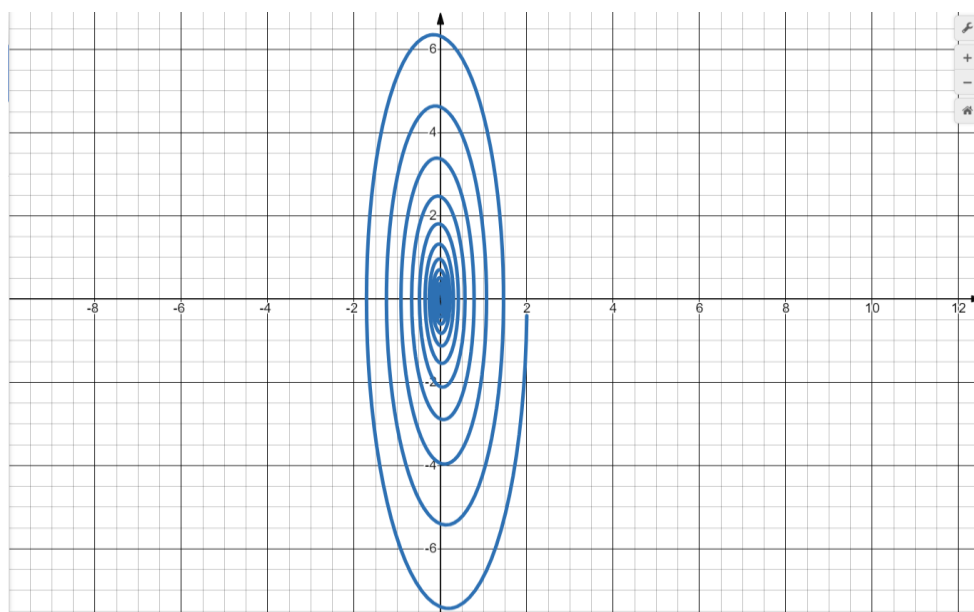


Рис. 1. Фазовая диаграмма свободных затухающих электромагнитных колебаний

Изучая характер фазовых диаграмм свободных затухающих электромагнитных колебаний при различных начальных данных, были также установлены следующие закономерности:

- при изменении начального заряда q_{0m} изменяется диаметр витков спирали;
- при изменении коэффициента затухания β изменяется количество витков спирали;
- при изменении циклической частоты колебаний ω изменяется плотность витков спирали;
- при изменении начальной фазы колебаний φ_0 изменяется расположение спирали относительно начала координат.

Таким образом, метод фазовых диаграмм является удобным, наглядным, а в некоторых случаях и более рациональным способом решения задач на колебания [1].

Литература

1. Белов, Ф Фазовые диаграммы колебательных систем / Ф. Белов // Квант. – 2021. – № 9. – С. 29–31.
2. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебник для студ. вузов / В.И. Трофимова. – М.: Высшая школа, 1985. – 432 с.
3. Савельев, В.И. Курс общей физики: в 3 томах / В.И. Савельев. – М.: Наука, 1970. – 1 том.

УДК 536.4.032

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ УРАВНЕНИЯ КЛАУЗИУСА-КЛАПЕЙРОНА

Журавлёва К.В., Хотенко Н.А.

Научный руководитель – Мартинович В.А., к.ф.-м.н., доцент

Уравнение Клапейрона – Клаузиуса [1] – термодинамическое уравнение, относящееся к равновесным процессам перехода вещества из одной фазы в другую (испарение, плавление, сублимация, полиморфное превращение и др.). Уравнение показывает, что температура фазового перехода первого рода (т.е. фазового перехода, сопровождающегося поглощением или выделением тепла) зависит от давления:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{q_{12}}{T(V_2 - V_1)}, \quad (1)$$

где q_{12} – удельная теплота плавления, $(V_2 - V_1)$ – изменение удельного объема вещества при переходе его из первой фазы во вторую, T – температура плавления.

Целью работы являлось исследование зависимости температуры плавления льда от внешнего давления, установление факта, что плавление льда возможно при температуре ниже нуля по шкале Цельсия, опытным путем.

В морозильном отделении холодильника был приготовлен кусок льда прямоугольной формы, который был помещен на опору. Далее через лед была переброшена тонкая струна с закрепленными на концах грузами. В ходе эксперимента рассматривалось прохождение стальной струны через кусок льда. Результат представлен на рисунке 1.

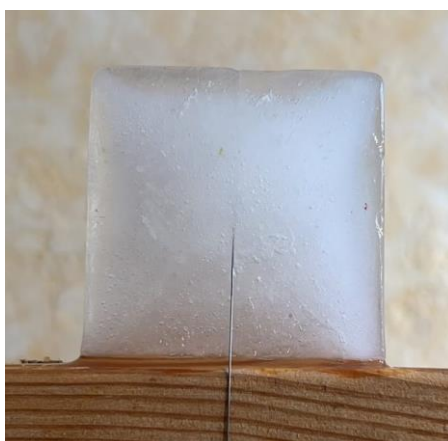


Рис.1. Прохождение стальной струны через кусок льда при внешнем воздействии

Через некоторое время после подвешивания грузов можно было заметить, что струна погружается в лед (что видно на рис.1), причем над струной разреза не появляется, лед остается сплошным. После того как струна погрузилась в лед достаточно глубоко, при внимательном изучении можно было заметить над струной некоторое изменение структуры льда в той плоскости, вдоль которой двигалась струна, как показано на рис. 2.



Рис.2. Структура льда после повторной кристаллизации

Давление на лед рассчитывалось по формуле:

$$p = \frac{mg}{dl}, \quad (2)$$

где m —масса груза, d —диаметр струны, l —длина струны, соприкасающейся со льдом. Диаметр струны определялся штангенциркулем, длина — линейкой.

Температура плавления льда рассчитывалась из формулы Клапейрона-Клаузиуса:

$$T = \frac{q_{12}T_0}{q_{12} - (p - p_0)(V_2 - V_1)}, \quad (3)$$

где T_0 — температура плавления при атмосферном давлении p_0 , p — давление, при котором происходит фазовый переход, т.е. давление струны с грузом.

В качестве объекта был взят брусок льда размером 8x8x3,5 см, замороженный в морозильной камере при температуре $t=-8^{\circ}\text{C}$. Внешнее давление создавалось проволокой диаметром 0.5 мм с прикреплёнными грузами. Длина струны, соприкасающейся со льдом, составляла 3,5 см. Проволока с грузами создавала давление 66,32 атм. Температура в помещении поддерживалась 295 К.

Таблица результатов эксперимента

N	Масса груза, кг	Диаметр струны, м	Контактная длина струны, м	Давление, атм	Расчетная температура плавления льда, К
1	12	0,0005	0,035	66,32	272,65

Расчетное значение температуры плавления льда получилось 272,65 К, что на 0,5 К меньше, чем температура плавления при атмосферном давлении.

Таким образом, лед под струной начинает плавиться при температуре, которая немного ниже, чем 0°C, а после прохождения струны, когда давление возвращается к атмосферному значению, снова замерзает. Едва видимая плоскость в слое льда над струной возникает вследствие того, что при замерзании воды над струной во льду образуются дефекты, которые меняют показатель преломления и делают этот слой видимым под определенными углами наблюдения.

В результате эксперимента был подтвержден тот факт, что температура плавления вещества не является постоянной величиной, она зависит от внешнего давления, оказываемого на вещество. Фазовый переход первого рода может осуществляться не только за счет передачи теплоты, но и под внешним силовым воздействием. Величина внешнего давления для тел с отрицательной разницей удельных объемов твердой и жидкой фаз определяет температуру плавления вещества в сторону ее понижения.

Литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов // 11-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 560 с.

УДК 539.184

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРАХ

Балаш Н. Г., Рокало Д. И.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н.

Использование квантовых компьютеров в повседневной жизни является перспективной областью науки и техники. Квантовый компьютер в отличие от обычного оперирует не битами, принимающими значение 0 или 1, а кубитами, имеющими значения одновременно и 0, и 1. Это позволяет

одновременно обрабатывать все возможные состояния, достигая существенного преимущества над обычными компьютерами в ряде алгоритмов. Однако для достижения высокой точности и надежности вычислений квантовые компьютеры требуют специфических условий работы. В частности, для обеспечения стабильности кубитов необходимо поддерживать их температуру близкой к абсолютному нулю. По мере роста интереса к квантовым компьютерам растет актуальность создания эффективных методов их охлаждения [1, 2].

В настоящее время для охлаждения квантового компьютера применяются методы гелийного, магнитного охлаждения, а также методы лазерного охлаждения.

Гелийное охлаждение основано на использовании гелия в качестве хладагента, который обладает высокой теплопроводностью. Гелий способен переносить тепло от одной части системы к другой, тем самым снижая ее температуру. Недостатками такого метода является высокая стоимость используемого изотопа гелия-3, а также опасность просачивания гелия через уплотнители, что может привести к снижению эффективности охлаждения.

Магнитное охлаждение базируется на магнитно-тепловом эффекте, заключающимся в том, что в процессе намагничивания среды происходит выравнивание магнитных моментов и соответствующее выделение тепла; в процессе же размагничивания температура среды снижается. Недостатками этого метода является высокая стоимость установки и высокие требования к соблюдению технологических параметров в ходе магнитного охлаждения для исключения перегрева кубитов.

Перспективным направлением решения данных проблем является создание лазерных методов охлаждения, основанных на том, что атомы, поглощая фотоны лазерного излучения, теряют кинетическую энергию и, соответственно, снижают свою температуру. Для квантовых компьютеров наиболее эффективным методом является лазерное доплеровское охлаждение. Механизм доплеровского охлаждения состоит в следующем. Пусть атом представляет собой двухуровневую систему с возможными энергетическими уровнями E_1 и E_2 ($E_1 < E_2$) и резонансной частотой перехода между этими уровнями ν_{21} , причём $\nu_{21} = \frac{E_2 - E_1}{h}$ (рис. 1a). На атом воздействуют лазерным излучением с частотой ν_ϕ , которая немного меньше частоты ν_{21} . Для атома, движущегося с некоторой скоростью (с импульсом p_A) навстречу фотону $h\nu_\phi$ (с импульсом p_ϕ), излучение испытывает доплеровское смещение с увеличением частоты фотона ν_ϕ' до резонансной

частоты ν_{21} , вследствие чего фотоны поглощаются атомом и атом переходит в возбужденное состояние.

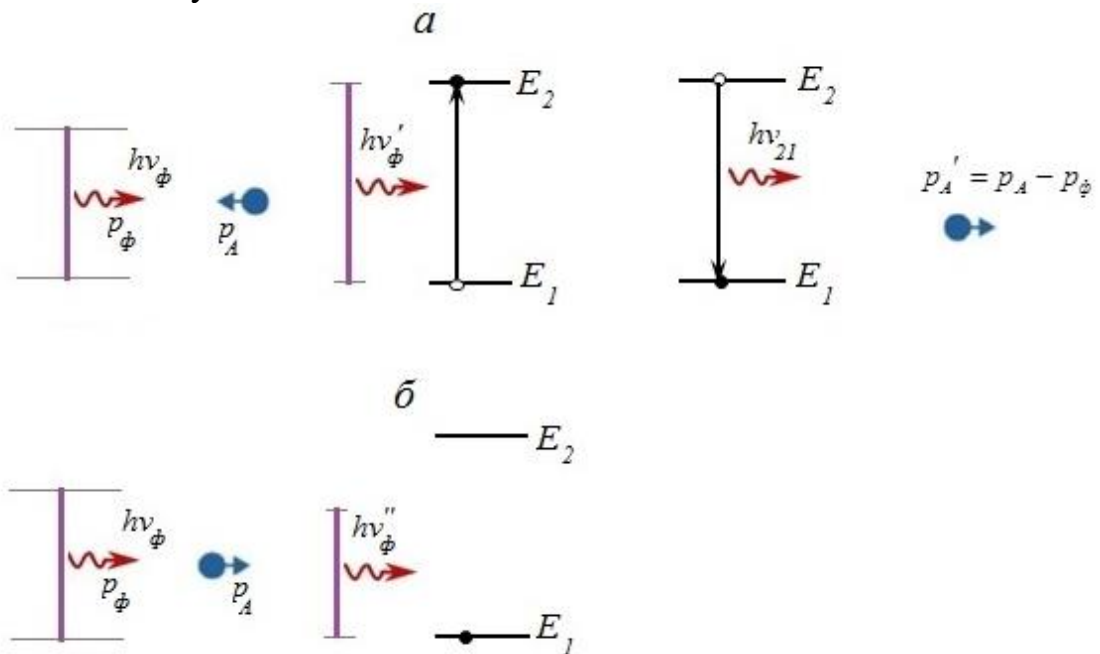


Рис 1. Схема доплеровского охлаждения: а – движение атома навстречу лазерному излучению; б – движение атома в направлении лазерного излучения

Возбуждённый атом в результате спонтанного перехода вернётся в основное состояние с испусканием фотона $h\nu_{21}$, энергия которого больше поглощенного фотона лазерного излучения $h\nu_{\phi}$. При этом импульс атома p'_A уменьшится на величину импульса фотона лазерного излучения согласно закону сохранения импульса: $p'_A = p_A - p_{\phi}$. Т.е. атом замедлится, его энергия теплового движения уменьшится, что приведет к охлаждению. Если же атом движется по направлению лазерного луча, то для него лазерное излучение испытывает доплеровское смещение с уменьшением частоты фотонов до ν_{ϕ}'' , ещё больше отдаляя её от резонансной, и поглощение фотона не произойдёт (рис.1б).

Процесс охлаждения не может продолжаться бесконечно, а имеет два принципиальных ограничения. Во-первых, когда атом спонтанно излучает фотон, он сам испытывает отдачу и по-прежнему обладает некоторой кинетической энергией. Никак невозможно охладить атом до температуры, меньшей «температуры отдачи», соответствующей этой энергии. Второе ограничение обусловлено тем, что если температура атомов меньше температуры, соответствующей ширине перехода, то исчезает разница

между атомами, движущимися вдоль и против лазерного излучения, – все они либо поглощают, либо не поглощают фотоны, и принцип охлаждения перестает действовать. Этот второй предел называется доплеровским. Он гораздо выше предела отдачи и составляет порядка десятков и сотен мкК.

Чтобы охладить атомы до температур ниже доплеровских, используют технологии «суб-доплеровского охлаждения». Одна из таких технологий реализована в магнитооптической ловушке. Суть её в том, что из-за быстрых изменений поляризации лазерных лучей удается добиться того, что атом по-прежнему поглощает только фотоны, движущиеся навстречу, даже когда его температура ниже доплеровской. Охлаждение с помощью магнитооптической ловушки успешно применялось для отдельных атомов, охлаждение же молекул осложняется более сложной структурой их энергетических уровней. Авторам статьи [3] впервые удалось решить эту задачу, охладив молекулы СаF до температур порядка 50 мкК, в то время как доплеровский предел был для них около 200 мкК. Это исследование открывает новые перспективы в охлаждении молекул, что может иметь важное практическое значение для разработки квантовых компьютеров.

Дальнейшее совершенствование лазерных методов охлаждения ускорит развитие базы квантовых компьютеров, повышение стабильности и надежности их работы.

Литература

1. Бетеров И. И. Квантовые компьютеры и ультрахолодные атомы / И.И. Бетеров // Природа. – 2023. – № 4 (1292). – С. 3–13.
2. Квантовые вычисления на основе одиночных ультрахолодных атомов в оптических ловушках / И. И. Рябцев [и др.] // Автометрия. – 2020. – Т. 56, № 5. – С. 72–80.
3. Laser cooling of optically trapped molecules / L. Anderegg [et al.] // Nature Physics. – 2018. – Vol.14. – P. 890-893.

УДК 621.314.5

МГД-ГЕНЕРАТОРЫ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Козицкий К.О, Паус В.А.

Научный руководитель – Хорунжий И.А., к.ф.-м.н., доцент

МГД-генераторы (магнитогидродинамические генераторы) — это устройства, которые используют для преобразования энергии движения проводящей среды (обычно плазмы) и магнитного поля в электрическую энергию. При движении плазмы через магнитное поле возникает электрический ток в направлении перпендикулярном как движению плазмы, так и магнитному полю. Возникновение поперечного электрического тока обусловлено тем, что на движущиеся с большой скоростью заряженные частицы плазмы действует сила Лоренца, которая разделяет частицы, имеющие электрические заряды разных знаков, которые собираются на электродах, тем самым создавая разность потенциалов. Привлекательность МГД-генераторов обусловлена простотой их конструкции и высоким КПД, который может достигать 50-65% [1].

Эксперименты, проведенные в 1962–1965 гг. в Советском Союзе на первом малом МГД-генераторе “У-02”, показали перспективность этого направления развития энергетики. А в 1971 году был запущен в опытно-промышленную эксплуатацию первый в СССР МГД-генератор мощностью 20–25 МВт [1].

Несмотря на потенциальные преимущества, МГД-генераторы до сих пор остаются объектом исследований и разработок, и их широкое коммерческое применение требует преодоления ряда технических и экономических препятствий.

Существует много вариантов конструкции МГД-генераторов, которые могут генерировать как постоянный, так и переменный ток. Рабочим телом в МГД-генераторах может быть плазма или проводящая жидкость. В 70-х годах прошлого века наибольшее распространение получили генераторы, в которых рабочим телом являются продукты сгорания ископаемых топлив с присадками щелочных металлов. Для эффективной работы МГД-генератора необходима высокая степень электропроводности рабочего тела, которая достигается путем ионизации газа. Для термической ионизации большинство газов необходимо нагреть до температуры порядка 10 000К, однако, при добавлении в газ продуктов сгорания щелочных металлов (например, К, Na) или их солей, необходимой степени ионизации газа можно достичь уже при 2700-3000К.

МГД-генераторы могут работать по открытому и закрытому циклам. В первом варианте рабочим телом являются продукты сгорания ископаемого

топлива, которые после их использования и удаления из них присадок щелочных металлов выбрасываются в атмосферу. В генераторах замкнутого цикла тепловая энергия, полученная при сжигании топлива, передается в теплообменнике рабочему телу, затем, пройдя МГД-генератор, возвращается, с помощью насоса или компрессора в теплообменник и снова нагревается.

Наибольшего КПД удастся достичь при работе комбинированной установки, включающей в себя МГД-генератор и парогенератор с турбиной и классическим генератором. В такой схеме удастся максимально использовать тепловую энергию отработавших газов и достичь суммарного КПД использования топлива 60-65% [1].

Дальнейшее развитие и применение МГД-генераторов в значительной степени зависит от энергетической политики государства и экономики. Поддержка со стороны государства и инвестиции в развитие новых технологий, включая МГД-генераторы, могут сыграть ключевую роль в их дальнейшем развитии и применении. Поддержка государством может включать в себя различные стимулы, такие как льготное налогообложение, субсидии и государственные программы исследований и разработок. Следует иметь в виду, что возрастающая обеспокоенность общества по поводу изменения климата и экологических проблем может стимулировать интерес к технологиям, которые могут быть более экологически чистыми и эффективными, включая МГД-генераторы.

МГД-генераторы конкурируют с другими источниками энергии, такими как солнечная и ветровая энергия, а также с традиционными источниками, такими как уголь и газ. Поэтому их широкое распространение также будет зависеть от сравнительной экономической эффективности и устойчивости по сравнению с этими альтернативами.

В заключение отметим, что, хотя МГД-генераторы обладают потенциалом для развития и использования в различных областях, их коммерческое применение будет зависеть от многих факторов, включая технические, экономические, политические и социальные аспекты.

Литература

1. Магнитогидродинамический генератор. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/072/415.htm>. Дата доступа 14.05.2024 г.

УДК 621.31

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Кот А.А., Гайков К.В.

Научный руководитель – Хорунжий И.А., к.ф.-м.н., доцент

Электрическая энергия является неотъемлемой частью нашей жизни. В настоящее время мы не можем представить свою жизнь без использования постоянного и переменного тока. В связи с развитием солнечной энергетики постоянно растут мощности солнечных батарей, которые вырабатывают постоянный ток. Возникает вопрос за каким электрическим током – постоянным или переменным будущее? В данной работе рассмотрим настоящее и будущие перспективы использования этих токов.

Развитие зеленой энергетики активизировало исследования по использованию энергии ветра и солнца. Международное энергетическое агентство (МЭА), сообщает, что суммарная доля солнечной и ветровой энергии в производстве мировой электроэнергии, в 2022 году составила 12%, а к 2050 году достигнет доли от 45 до 69% [1].

Ветряные турбины (ветряки) вырабатывают переменный ток. К плюсам можно отнести безопасность, экологичность, неисчерпаемость. К минусам – непостоянство ветра, визуальное и шумовое воздействие, столкновения птиц и летучих мышей, использование значительной территории, высокие первоначальные затраты.

Зеленая энергетика включает не только ветровую энергетику, но также и солнечную, которая вырабатывает постоянный ток.

Учёные оценивают потенциал солнечной энергии как самый большой и доступный для человечества, прогнозируют, что к 2060 г. доля энергии солнца на мировом энергетическом рынке составит более 50 % [1].

Системы солнечной энергии уже используются для подключения к электросети благодаря инверторам, однако в будущем они могут стать более интегрированными. Например, развиваются технологии использования солнечной энергии для других целей, например, для производства водорода, который может быть использован в качестве топлива для автомобилей и даже кораблей. Разрабатываются идеи использования гибридных систем, которые сочетают в себе несколько источников возобновляемой энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, для увеличения надежности энергоснабжения.

В мире всё больше набирают популярность такие технологии использования постоянного тока для соединения асинхронных энергосистем, а также ЛЭП сверхвысокого напряжения постоянного тока (HVDC).

В рамках HVDC существует два основных технических решения:

1. Первое – это системы на основе преобразователей с линейной коммутацией (LCC) – магистрали высокого и сверхвысокого напряжения (до 800 кВ). Строительство таких сетей оптимально для передачи электроэнергии на дальние расстояния (более 700 км), например, когда крупный генерирующий объект расположен вдалеке от конечных потребителей. Такие системы носят название «двухточечных» HVDC.

2. Ещё более современное решение – системы на преобразователях напряжения (VSC). Такие сетевые объекты имеют гораздо меньшие габариты по сравнению с LCC, что делает их оптимальным решением для подключения к магистральным сетям ветропарков на морских платформах. Это особенно актуально, когда расстояние до берега превышает 50 км.

Почему на большие расстояния лучше использовать постоянный ток, чем переменный?

Дело в том, что в линиях электропередач (ЛЭП) постоянного тока (ПТ) отсутствует реактивное сопротивление, а это очень важно, т.к. при протекании постоянного тока не возникает электромагнитного излучения, которое засоряет эфир. Кроме того, в ЛЭП (ПТ) отсутствует скин-эффект. Из-за этого эффекта переменный ток течет только по поверхности провода, постоянный же ток данному эффекту не подвержен, и он будет течь по всему сечению кабеля.

HVDC идеальны для соединения энергосистем разных стран не синхронизируя их при этом. Примером может выступать Япония со своими регионами в которых используются переменные токи разной частоты, в одном регионе частота напряжения может быть 50 Гц, а в другом 60 Гц. При добавлении линий постоянного тока к существующей сети переменного тока, благодаря возможности передачи энергии на сверхдальние расстояния и соединения асинхронных систем, мы можем получить глобальные «суперсети», одна из которых, европейская, может объединять и офшорные ветропарки в Северном море, и ГЭС в Скандинавии, и гигантские солнечные электростанции в Сахаре.

Умные сети (smart grids) — это новая веха в использовании электроэнергии. В этих системах используются современные датчики и элементы управления для мониторинга и управления потреблением энергии в режиме реального времени, обеспечивая стабильное и надежное электроснабжение. Способность переменного тока легко преобразовываться в высокое или низкое напряжение делает его идеальным для применения в интеллектуальных сетях. Умные сети — это переосмысление энергетики в целом.

Центральным элементом функционирования интеллектуальных сетей является бесперебойная связь и поток данных между различными компонентами сети. Вот более детальный взгляд на то, как это работает:

- **Датчики и счетчики.** Интеллектуальные сети оснащены множеством датчиков и счетчиков, стратегически расположенных внутри сети. Эти датчики контролируют потребление электроэнергии, уровни напряжения и состояние сетевого оборудования.
- **Передача данных:** данные, собранные этими датчиками, передаются в режиме реального времени через современные сети связи. Этот поток данных позволяет немедленно узнать о любых нарушениях или сбоях в сети.
- **Автоматизированные действия:** на основе анализа данных интеллектуальные сети могут предпринимать автоматические действия для оптимизации производительности сети.

Вот примеры для стран. Умная сеть Сингапура позволила снизить потребление электроэнергии на 20% и повысить надежность сети. Интеллектуальная сеть Дании обеспечила широкое распространение ветровой энергии, что сделало ее мировым лидером в интеграции возобновляемых источников энергии.

Но умные сети имеют и недостатки. Главные из них:

- **Проблемы кибербезопасности.** Поскольку интеллектуальные сети в значительной степени полагаются на цифровую связь, они уязвимы для угроз кибербезопасности
- **Модернизация сетей.** Обновление существующей инфраструктуры для внедрения технологии интеллектуальных сетей может оказаться сложной и дорогостоящей задачей.

Таким образом, оба типа тока имеют свои преимущества и области применения и вместо того, чтобы сравнивать их, мы должны видеть их как взаимодополняющие вещи. Современные системы энергоснабжения все чаще используют комбинацию обоих типов тока для обеспечения надежности и эффективности. Будущее энергетики зависит от совместного развития использования постоянного и переменного тока.

Литература

1. В. Сидорович. Доля солнца и ветра в производстве электроэнергии в мире достигла 12% в 2022 году. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://energystats.enerdata.net/renewables/wind-solar-share-electricity-production.html> . – Дата доступа: 14.05.2024.
2. Smart Grid или умные сети электроснабжения. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://eneca.by/novosti/energetika-i-energoeffektivnost/smart-grid-ili-umnye-seti-elektrosnabzheniya> – Дата доступа: 14.05.2024.

СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРЫ

Прилуцкий И.В.

Научный руководитель – Хорунжий И.А., к.ф.-м.н., доцент

Современные микропроцессоры получили очень широкое распространение, они применяются в различных устройствах, начиная с компьютеров, смартфонов, систем управления и заканчивая бытовой техникой. Вычислительные возможности современных микропроцессоров очень велики – они могут совершать миллиарды операций в секунду и их производительность неуклонно растет. За счет чего же достигается такое высокое быстродействие и как можно добиться дальнейшего повышения производительности микропроцессоров?

Первый параметр микропроцессора, на который обычно обращают внимание – тактовая частота [1, 2]. У современных микропроцессоров тактовая частота обычно находится в районе 4 ГГц и дальнейший рост этого параметра связан с очень большими сложностями, связанными с физическими ограничениями на работу микросхемы, которые преодолеть невероятно сложно. В частности, необходима еще большая миниатюризация элементов процессора, которые в настоящее время и так уже имеют размеры порядка нескольких нанометров. Т.к. тактовая частота процессора приблизилась к своему физическому пределу и дальнейшее ее повышение вызывает большие сложности и влечет все увеличивающиеся затраты, то начался поиск и практическое использование альтернативных путей повышения производительности микропроцессоров.

Следующим шагом повышения производительности микропроцессоров стало использование двух-, четырех- и многоядерных процессоров. Это означает, что в микропроцессоре используется два, четыре или более процессоров. С помощью специальных математических методов вместо последовательного вычисления нужного результата используются параллельные вычисления, которые одновременно выполняются разными процессорами, вследствие чего общее время достижения конечного результата существенно сокращается.

Следующий важный параметр, влияющий на производительность процессора – объем кэш-памяти. Процессор постоянно использует данные, размещенные в оперативной памяти, результаты вычислений он также размещает в оперативной памяти, однако наиболее часто используемые данные можно размещать в кэш-памяти, встроенной в процессор. Время доступа к данным, расположенным в кэш-памяти, существенно меньше и, следовательно, быстродействие процессора может быть существенно повышено. Кэш-память в современных процессорах может достигать

нескольких мегабайт на каждое ядро и неуклонно растет по мере разработки новых моделей процессоров.

Еще одна возможность повышения производительности микропроцессора – повышение частоты фронтальной шины, по которой происходит обмен данными между процессором и оперативной памятью. Пропускная способность фронтальной шины современных процессоров достигает 10 Гб/с.

Любой современный процессор состоит из огромного набора транзисторов, которые служат переключателями. Для повышения скорости переключения, необходимо уменьшать размеры транзисторов. Кроме того, производительность любого процессора определяется и количеством самих транзисторов. Поэтому со времён создания первой интегральной микросхемы в 1959 году неуклонно происходило уменьшение размера транзисторов и одновременно увеличивалась плотность их размещения на кристалле полупроводника.

Во время работы транзисторы рассеивают энергию от трех источников: коммутации, короткого замыкания и токов утечки. Коммутация и питание от короткого замыкания это динамические источники тепла, так как на них влияют включающиеся и выключающиеся транзисторы. Токи утечки относят к статическим источникам тепла, так как они постоянны и не зависят от работы транзисторов. По мере увеличения рабочей частоты микросхемы, происходит больше изменений состояния и больше мгновенных коротких замыканий. Это увеличивает тепловыделение чипа. По мере уменьшения размеров транзисторов, остается все меньше вещества, разделяющего соседние транзисторы, что приводит к возрастанию токов утечки. Поэтому доля тепловыделения за счет токов утечки увеличиваться с каждым поколением. В настоящее время проблема охлаждения чипов становится одним из главных сдерживающих факторов на пути дальнейшей миниатюризации микросхем.

Существует две основные формы охлаждения: пассивное и активное. Пассивное охлаждение – это радиатор, прикрепленный к чипу, который охлаждается окружающим воздушным потоком. Активное охлаждение – это применение вентилятора или иных технических средств для интенсификации потока воздуха через радиатор. В настоящее время широкое распространение получил прием, получивший название Thermal throttling (троттлинг) – это автоматическое снижение тактовой частоты процессора, для уменьшения нагрева, когда температура, измеряемая датчиками, доходит до критической точки.

Ключевой проблемой является отвод тепла от самого чипа к окружающей среде. Процессорные кристаллы изготавливаются с установленными сверху металлическими крышками для распределения тепла. Поскольку сам чип меньше по размеру, чем корпус, тепло распространяется на большую

площадь и в результате мы получаем более эффективное охлаждение процессора. Также важно использовать хорошую термопасту. Без неё тепло не так эффективно передается радиатору.

Жидкостное охлаждение сложнее по устройству, чем воздушное, но имеет более высокую эффективность, вследствие более высокой теплоемкости жидкости по сравнению с воздухом. При жидкостном охлаждении тепло передается от чипа охлаждающей жидкости через термопасту с высокой теплопроводностью. Циркулирующая жидкость нагревается и переносит тепло к радиатору, где оно может быть рассеяно.

Тепловые трубки – современный, высокотехнологичный метод охлаждения, основанный на использовании фазового перехода (испарения) для увеличения теплопередачи. Тепловая трубка представляет собой герметичную емкость, из которой откачан воздух и добавлено некоторое количество жидкости, которая при нагревании горячего конца трубки превращается в пар. Пар движется по тепловой трубке до тех пор, пока не достигнет «холодного конца» и не сконденсируется обратно в жидкость. Жидкость возвращается к «горячему концу» под действием силы тяжести или капиллярного эффекта. Превращаясь в пар жидкость поглощает тепло, а затем высвобождает его, при конденсации.

Встречаются и экзотические системы охлаждения, например системы охлаждения с использованием элементов Пельтье или нуждающиеся в расходных материалах, таких как жидкий азот или сухой лед.

В заключение приведем параметры флагманских моделей процессоров для домашних систем от ведущих производителей – AMD и Intel.

От AMD – Ryzen Threadripper PRO 7995WX мощный процессор на архитектуре Storm Peak, он имеет 96 ядер и 192 потока и изготовлен по 5 нм техпроцессу, максимальная частота составляет 5100 МГц, множитель разблокирован. Максимальная температура ядра 95 °С. Количество транзисторов 78,840 млн.

От Intel – Core i9-14900KS, это процессор на архитектуре Raptor Lake-R. Он имеет 24 ядра и 32 потока и изготовлен по техпроцессу Intel 7, максимальная частота составляет 5900 МГц, множитель разблокирован. Максимальная температура ядра 100 °С. Размер 257 мм².

Литература

1. Современные микропроцессоры [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.modlabs.net/page/sovremennye-mikroprocessory#google_vignette . – Дата доступа: 14.05.2024.
2. Современные микропроцессоры и их основные характеристики. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/7739715/page:12/> – Дата доступа: 14.05.2024.

ЧТО ЭКОЛОГИЧНЕЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ ИЛИ АВТОМОБИЛЬ С ДВС?

Омельянович М.А., Турбиков Р.И.

Научный руководитель – Хорунжий И.А., к.ф.-м.н., доцент

Последние десятилетия в центре внимания находится проблема глобального потепления и изменения климата, которую большинство ученых связывают с увеличением выброса в атмосферу парниковых газов. Для борьбы с этими тенденциями ставится задача уменьшить выбросы в атмосферу углекислого газа, как основного газа, создающего парниковый эффект. Автомобили с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) – это один из главных источников поступления в атмосферу двуокиси углерода, поэтому в настоящее время быстро увеличивается доля электромобилей как среди продаваемых автомобилей, так и среди находящихся в эксплуатации. В основе такой стратегии лежит утверждение, что электромобили не дают выбросов в окружающую среду и, следовательно, являются идеальным решением указанной выше проблемы. Однако, такой подход является очень поверхностным и не вполне объективным. Для сравнения нагрузки на окружающую среду, которую создают электромобили и автомобили с ДВС необходимо сравнивать общее количество парниковых газов, выбрасываемых в окружающую среду за весь жизненный цикл этих транспортных средств, включая их изготовление и утилизацию [1].

Главной особенностью электромобиля является наличие в нем аккумуляторной батареи большой емкости. Изготовление современных аккумуляторов требует использования большого количества лития, производство которого, в свою очередь, сопровождается выбросом в атмосферу большого количества парниковых газов. Точные данные о выбросе парниковых газов при изготовлении аккумуляторов являются конфиденциальной информацией, однако большинство экспертов склоняются к тому, что при производстве емкости на 1 кВт·ч в атмосферу выбрасывается от 100 до 200 кг углекислого газа [1]. При производстве стандартной батареи емкостью 35 кВт·ч в атмосферу выбрасывается примерно 5 т углекислого газа [1].

Возьмем для оценки один из наиболее распространенных и передовых брендов производителей электромобилей – Тесла. Современная линейка этого производителя включает средние, спортивные, внедорожные и премиальные модели, оснащенные аккумуляторами 50 – 75 кВт·ч. При изготовлении таких батарей в атмосферу было выброшено от 7 до 11,7 т углекислого газа соответственно. Производство двигателя внутреннего

сгорания сопровождается выбросом в окружающую среду 6–7 т углекислого газа.

Срок использования аккумуляторной батареи большинство специалистов оценивает в 8-10 лет. Оценим какое количество углекислого газа выбросит в окружающую среду автомобиль с ДВС за аналогичное время. Средний годовой пробег автомобиля в Европе обычно составляет 25 т.км. Предположим, что средний расход топлива составляет 8 литров на 100 км пробега. На загородных трассах расход топлива большинства современных автомобилей меньше указанного, но с учетом того, что у большинства автомобилей значительная часть пробега приходится на города, где расход топлива выше указанного, то для оценки можно остановиться на указанном расходе топлива. Несложный расчет показывает, что за год такой эксплуатации автомобиль с ДВС сжигает около 2000 л топлива, что соответствует примерно 1600 кг. Воспользуемся “Методикой расчета выбросов парниковых газов (CO₂-эквивалента)” [2]. Согласно этой методике при сжигании 1 т бензина в атмосферу выбрасывается около 3 т углекислого газа, а при сжигании 1 т дизельного топлива – 3,15 т. За 9 лет (среднее время эксплуатации аккумуляторной батареи электромобиля) автомобиль с ДВС выбросит в атмосферу порядка 43–45 т углекислого газа, что, с учетом выбросов, произведенных при изготовлении автомобилей приводит к разнице примерно 40 т в пользу электромобиля. Казалось бы, вывод очевиден: электромобиль намного экологичнее автомобиля с ДВС. Однако, для зарядки электромобиля нужна электроэнергия, поэтому возникает вопрос каким образом была выработана эта электроэнергия? Если она вырабатывалась на солнечных, ветровых, атомных или гидроэлектростанциях, то это не сопровождалось выбросом в атмосферу парниковых газов. Если же это была электроэнергия, получаемая на тепловых станциях, использующих ископаемое топливо, то выброс был просто перераспределен и сделан на электростанции, а не при непосредственной эксплуатации электромобиля. Кроме того, следует иметь в виду, что утилизация и переработка металлов не менее важна, а для лития она экономически нецелесообразна, что должно бы поставить крест на этом элементе.

Некоторые эксперты также подозревают, что использование электромобилей может привести к эффекту «отскока». То есть эффект от широкого внедрения электромобилей окажется противоположным, а наша атмосфера — грязнее. Это может быть обусловлено тем, что электромобили, которые считаются более чистыми, будут использоваться чаще и интенсивнее, чем обычные машины. Данные исследования, проведенного в 2014 году в Норвегии, — стране, где очень много электромобилей, — подтверждают это опасение [1].

Таким образом, дать однозначный ответ на вопрос, что экологически выгоднее электромобиль или автомобиль с ДВС весьма затруднительно. Для окончательного решения проблем экологии необходим не только переход на электромобили, но и повсеместное развитие зеленой энергетики и общественного транспорта, а также более широкое использование для небольших поездок велосипедов.

Литература

1. Электромобили наносят большой ущерб экологии: новое исследование [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/articles/41021/>. – Дата доступа: 14.05.2024.
2. Методика расчета выбросов парниковых газов (СО₂-эквивалента). [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://sro150.ru/index.php/metodiki/371-metodika-rascheta-vybrosov-parnikovyx-gazov>. – Дата доступа: 14.05.2024.

УДК 004.3'122

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ. ФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СПОСОБАМ СНИЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ШУМА

Кондратьев Д.П., Бородейко Я.М.
Научный руководитель – Блинкова Н. Г., к.пед.н.

Любой, даже самый небольшой город наполнен различными источниками шума: от обычной речи прохожих до гула транспорта, фабрик, заводов, электростанций, ТЭЦ и других производственных сооружений. Искусственный шум является причиной многих хронических проблем со здоровьем у современного человека, и по этой причине снижение уровня шума в больших городах – одна из наиболее приоритетных задач современной промышленности и технологического развития.

Задачи научной работы:

- Дать определение шумовому загрязнению и выявить, какое влияние оно оказывает на состояние здоровья живых организмов;
- Предложить способы снижения искусственного шума на основе применения физических методов, средств и процессов.

Основные источники шума в больших городах это: авиа-, авто- и железнодорожный транспорт, а также промышленные предприятия. Более

70% шумового загрязнения городов составляет именно автомобильный транспорт. Это связано с широкой распространенностью, частым использованием и громкостью работы двигателя и выхлопных систем машин. При систематическом шуме вокруг в процессе работы или в целом жизнедеятельности, у человека может развиваться тиннитус (хронический шум в ушах), бессонница, болезни уха, сердца, кровеносных сосудов, могут иметь место мигрени, хроническая усталость и раздражительность. В случае с животными, ситуация ещё более плачевная: если человек при возникновении шума может покинуть помещение, надеть наушники или предпринять другие меры, то животные зачастую вынуждены поневоле находиться в пределах источника шума и выносить все негативные последствия. К ним относят повреждение слуха, стресс, боль, когнитивные проблемы, снижение аппетита, долговременный страх, изменение маршрутов миграции, а также снижение способностей к обучению и запоминанию. Все эти обстоятельства принуждают и призывают к скорейшему поиску решения проблем роста шумового загрязнения городов, чтобы обеспечить больший комфорт жизни и избавиться от вредных последствий влияния шума. Говоря о масштабно применимых способах борьбы с шумовым загрязнением в различных сферах, необходимо выделить производственный шум (шум, возникающий в результате работы агрегатов и машин на предприятиях) и повседневный шум (шум, с которым часто сталкивается среднестатистический человек, к примеру, шум от автомобилей, поездов, самолетов, систем вентиляции, строительных площадок и т.п.). Одним из наиболее эффективных способов защиты на производстве являются индивидуальные средства защиты, такие как специальные шумозащитные костюмы, вкладыши, каски и наушники. Если говорить о борьбе непосредственно с источником шума, то тут можно отметить потенциальное применение полисинтетических смазок и масел для подшипников и вращающихся элементов, которые способны выполнять свою функцию при экстремально высоких температуре и давлении. В настоящее время разработкой таких составов занят ряд немецких и голландских компаний. Отмечается, что такие средства смогут значительно снизить уровень производственного шума, при этом цена на данные продукты будет оптимальной для широкого их применения. Следует выделить тенденцию постоянного развития в области исследования и синтеза новых шумопоглощающих материалов, таких как полиуретан, минеральная вата, напыления из различных полимеров, вспененный пенополистерол, многопластинчатые материалы и др., что в будущем позволит разработать уникальные материалы, комбинирующие в себе

свойства уже существующих с усилением эффектов шумо- и виброподавления. Предположительно, они могут состоять из синтетических волокон или геля, принимающего произвольную необходимую форму и заполняющего нужные зазоры и промежутки, тем самым гася как вибрацию, так и шум. Что касается повседневной жизни, то здесь нельзя не упомянуть о разработке российских физиков из университета информационных технологий, механики и оптики г. Санкт-Петербург. Они предложили использовать конструкции из метаматериала, которые помогут снизить акустический шум в городах в десять раз. Конструкции изготовлены в виде соединенных трубок–связанных резонаторов Гельмгольца, состоящие из воздухопроницаемых и светопрозрачных материалов. Данные конструкции выполнены при помощи печати на 3D-принтере и внешне напоминают форму «бублика». На низких частотах такая структура демонстрирует свойства акустического метаматериала, а на высоких–совмещает в себе свойства фононного кристалла и Рэлеевских рассеивателей звука. Разработка нейтрализует шум в диапазоне от 2 до 16.5 кГц, что составляет 70% слышимого диапазона звуков. Создатели решения сообщают, что их проект найдет широкое применение в парках, зеленых зонах, при изготовлении шумозащитных экранов вдоль автомобильных и железных дорог, что позволит значительно повлиять на ситуацию с искусственным шумом в крупных городах. Кроме того, со второй половины 2010-х годов активно ведутся разработки в области водородной энергетики, а именно в проектировании и производстве двигателей и топливных элементов на основе применения водорода в качестве топлива для двигателей. Внедрение таких двигателей позволит в разы сократить влияние газовых выбросов на атмосферу в результате работы бензиновых двигателей. Они практически не производят шума в сравнении с бензиновыми аналогами, что позволяет напрямую бороться с шумовым загрязнением. Однако, экономические и энергетические убытки производства водородных двигателей, невозможность быстрого перехода с традиционных источников энергии на альтернативные, сложности в транспортировке и хранении водородного топлива значительно осложняют и затормаживают массовое производство и использование автомобилей на водородном топливе с имеющимся технологическим оснащением, что не исключает такой переход в недалеком будущем. В свою очередь, для защиты от шума в квартирах и домах подходящим решением станет устранение неочевидных звуковых мостов (розеток, оконных щелей, дверных коробок и т.п.) при помощи современных материалов-герметиков, высадка растений (они обладают способностью поглощать некоторые шумы), укладка ворсистых ковров, установка

стеклопакетов с разной толщиной стекол в них (к примеру, 6 мм и 4 мм), отделка и декорирование стен и другие меры. Эти способы вполне неплохо помогут справиться с чрезмерным нежелательным шумом в жилищах.

Подводя итоги, хочется ещё раз сконцентрировать внимание на проблеме шумового загрязнения городов. В связи с пагубным воздействием постоянного шума на живых существ эта проблема остро нуждается в решении с применением комплекса мер, основанным на физической природе материалов и разработок в областях исследования и применения синтетических материалов и водородной энергетики. В каких-то сферах быстрый прогресс и результат в борьбе с шумовым загрязнением возможны, в каких-то – нет. Тем не менее, в недалеком будущем видится перспектива успешной реализации некоторых подходов к решению вышеописанной проблемы, как в глобальном, так и в локальном плане, что значительно повысит качество жизни людей в городской местности и обеспечит лучшую эффективность производства.

УДК 573.3

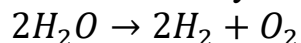
ЖИВАЯ И МЁРТВАЯ ВОДА

Веремьев Н.В., Найдун А.А.

Научный руководитель – Блинкова Н. Г., к.пед.н.

Введение. Живая и мёртвая вода — это два продукта, получаемые в результате электролиза обычной воды, которые, согласно различным источникам, обладают особыми лечебными свойствами. Эти жидкости находят применение в народной медицине и могут потенциально помочь в профилактике и лечении различных заболеваний, а также в хозяйственной деятельности.

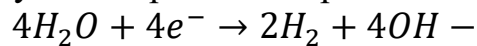
Получение. Процесс получения живой и мёртвой воды осуществляется посредством электролиза. Этот метод основан на использовании электрического тока для разделения молекул воды на кислород и водород:



Процесс электролиза. Электролиз включает два электрода: анод и катод. В зависимости от места их расположения в системе получают:

- **Мёртвая вода (анолит):** образуется на аноде. Она характеризуется высокой окислительной способностью и является мощным дезинфицирующим средством.
- **Живая вода (католит):** образуется на катоде. Она содержит активные формы водорода и обладает восстановительными свойствами.

Уравнение для электрохимической реакции. Процесс можно также описать следующим уравнением, которое показывает, как водород и кислород взаимодействуют во время электролиза:



Где:

- H_2O — молекулы воды,
- e^- — электроны, которые подаются через источник тока.

Свойства мёртвой воды. Мёртвая вода имеет уникальные свойства, которые делают её ценным средством в различных приложениях:

- **Антибактериальное действие:** уничтожает патогенные микробы и предотвращает распространение инфекций. Эффективно используется для обработки медицинских инструментов.
- **Противогрибковое действие:** помогает в борьбе с грибковыми инфекциями, особенно в области дерматологии.
- **Противоаллергическое действие:** может снизить аллергические реакции, улучшая состояние кожи.
- **Противовирусное действие:** активна против различных вирусов, что делает её полезной в период эпидемий.
- **Противозудное и противоотечное действие:** облегчает симптомы зуда и отека, что может быть полезно в лечении воспалительных процессов.

Эта вода часто используется для дезинфекции белья, стерилизации банок перед консервированием, а также для обработки кожных заболеваний.

Свойства живой воды. Живая вода обладает различными положительными свойствами:

- **Биостимуляция:** активизирует обменные процессы в организме, что способствует улучшению общего состояния здоровья.
- **Иммуностимуляция:** помогает увеличивать защитные силы организма, что особенно важно в условиях стресса или заболеваний.
- **Антиоксидантное действие:** защищает клетки от повреждений, вызванных свободными радикалами, что может замедлить процесс старения.
- **Заживляющее действие:** способствует быстрому заживлению повреждений, включая раны и ожоги.

Живая вода также находит применение в косметологии, улучшая состояние кожи и увлажняя её.

Применение. Живая и мёртвая вода находят широкий спектр применения в различных сферах:

- **Медицина:** используется для дезинфекции, обработки ран, профилактики инфекций и в комплексной терапии заболеваний.

- **Сельское хозяйство:** живая вода способствует лучшему росту растений и защищает их от вредителей. Мёртвая вода используется для обработки семян и почвы.
- **Косметология:** живую воду можно применять для ухода за кожей, улучшая её текстуру и общее состояние.
- **Бытовая химия:** обе жидкости используются для дезинфекции поверхностей в быту, обработки упаковок продуктов и уборки.

Заключение

Несмотря на отсутствие официального признания со стороны научного сообщества, живая и мёртвая вода активно используются в народной медицине и могут представлять интерес для дальнейших исследований. Их уникальные свойства и разнообразные области применения открывают новые горизонты для применения в медицинской практике, сельском хозяйстве и повседневной жизни.

Литература

1. Иванов И.И. "Лечебные свойства воды". Издательство "Здоровье", 2020.
2. Петрова А.А. "Народная медицина: мифы и реальность". Издательство "Наука", 2021.
3. Сидоров С.С. "Электролиз и его применение". Издательство "Техника", 2019.

УДК 537.811:537.633.2

МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ, ЭФФЕКТ ХОЛЛА

Борщёв А. И., Попов М. П., Прелов Е. С.
 Научный руководитель – Блинкова Н. Г., к.пед.наук

У многих людей наверняка возникал следующий вопрос: возможна ли левитация тел в реальности? Английский физик Самуэль Ирншоу в 1842 году сформулировал теорему, согласно которой левитация статических объектов в статическом электромагнитном поле в вакууме невозможна. Теорема применима не только к точечным зарядам, но и к протяженным упругим телам и говорит, что их свободный подвес в электростатическом, магнитостатическом и (или) гравитационном поле будет всегда неустойчив, следствием чего является невозможность подвесить один магнит под другим [1]. Однако в наше время, при наличии огромного количества

приборов, позволяющих корректировать положение объекта в пространстве, такая левитация вполне возможна.

Для начала введем понятие левитации. Левитация — это преодоление объектом гравитации, в результате чего он имеет статически и динамически устойчивое положение в пространстве, не опираясь ни на твёрдую, ни на жидкую поверхность.

Давайте подробнее рассмотрим явление магнитной левитации. Магнитная левитация — метод подъёма объекта с помощью одного только магнитного поля. В качестве подъемной силы в этом методе выступает магнитное давление, используемое для компенсации ускорения свободного падения или любых других ускорений.

Существует три способа реализации магнитной левитации:

1. С использованием постоянного магнита;
2. С использованием электромагнита;
3. С использованием сверхпроводящего магнита [2].

В нашем эксперименте рассматривается установка для магнитной левитации с применением электромагнита и датчика Холла.

Так как в работе нашей установки ключевую роль играет датчик Холла, принцип работы которого основан на эффекте Холла, следует привести описание эффекта Холла как физического явления и обосновать принцип работы датчика, основанного на этом эффекте.

Эффект Холла — это возникновение в электрическом проводнике, помещенном в поперечное магнитное поле, разности потенциалов (напряжения Холла) на краях проводника (при протекании тока перпендикулярно магнитному полю) [3].

Следовательно радиоэлемент, принцип работы которого основан на эффекте Холла, называется датчиком эффекта Холла.

Датчики Холла бывают:

1. Линейные (аналоговые);
2. Цифровые.

Цифровые датчики Холла в свою очередь подразделяются на:

1. Униполярные: реагируют только на один магнитный полюс магнитного вещества. На противоположный полюс датчик не реагирует (униполярный датчик применяется в нашей установке);
2. Биполярные: реагирует на изменение полярности магнитного вещества (датчик включен пока не изменится полюс магнита) [4].

Достаточно ознакомившись с теоретической частью, давайте поподробнее рассмотрим схему установки и принцип её работы.

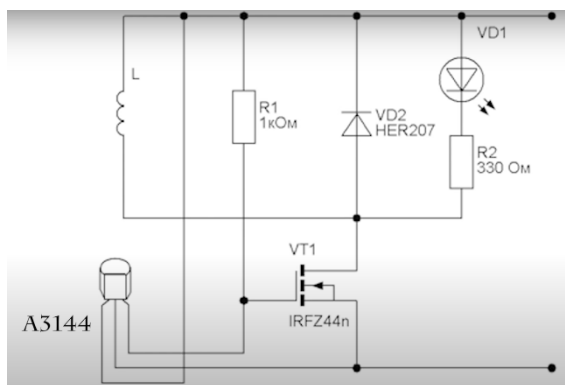


Рис. 1. “Схема установки”

Принцип действия установки следующий: Электрический ток поступает на электромагнит (катушку), подключенный с высокой частотой, создается магнитное поле, внутри электромагнита размещен однополярный датчик Холла (подключенный к затвору транзистора, ножки (исток и сток) транзистора подключены к источнику тока), принцип работы которого заключается в реагировании на высокую напряженность магнитного поля, то есть при приближении магнитного материала к катушке, датчик падает сигнал на затвор транзистора и транзистор прерывает электрический ток в цепи, следовательно магнитное поле исчезает и магнитный материал отдалается от катушки. Иными словами, электромагнит формирует переменное электромагнитное поле, в котором формируется суперпозиция векторов магнитной индукции, направленная вверх. В точке пересечения векторов формируется, так называемая, центральная точка, над которой находится левитирующий объект. Из-за того, что электромагниты формируют переменное электромагнитное поле, то объект не находится в статическом состоянии: он то падает, то вновь поднимается благодаря переменному электромагнитному полю. Объект совершает колебания, которые наш глаз не может распознать, в силу чего, нам кажется, что объект «парит» в воздухе без движения [1].

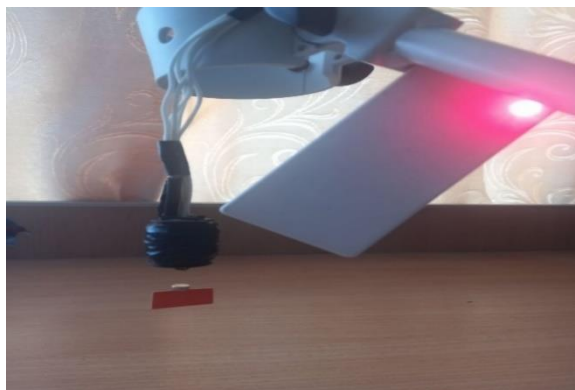


Рис. 2. “Демонстрация установки в действии”

На рисунке 2 изображена установка в действии. Для предотвращения переворота магнита в процессе левитации его центр тяжести смещается путем добавления к нему картонной пластинки.

Теперь следует обсудить практическое применение технологии магнитной левитации.

Ярким примером является современный железнодорожный транспорт на магнитной подушке (маглев). Такой состав, в отличие от традиционных поездов и трамваев, в процессе движения не касается поверхности рельса. Так как между поездом и поверхностью железнодорожного полотна существует зазор, трение между ними исключается, и единственной тормозящей силой является аэродинамическое сопротивление (для устранения и этого препятствия имеются проекты вакуумного поезда).

Также технология магнитной левитации широко применяется в конструировании магнитных подшипников, высокая износостойкость которых позволяет применять их даже в таких средах как Луна и Марс.

В рамках данной научной работы была рассмотрена концепция магнитной левитации во взаимосвязи с эффектом Холла, которая послужила основой для создания модели позволяющей на практике продемонстрировать магнитную левитацию и эффекта Холла, которые являются двигателями развития современного транспорта.

Литература

1. Техтиев В.И. Долгов Д.П. Сафонова В.Ю. Барсуков А.А. МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/magnitnaya-levitatsiya>. – Дата доступа: 20.09.2020
2. Википедия Магнитная левитация [Электронный ресурс]. –Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F. – Дата доступа: 12.07.2022
3. Википедия Эффект Холла [Электронный ресурс]. –Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B0. –Дата доступа: 07.01.2024
4. Практическая электроника Датчик Холла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ruselectronic.com/datchik-kholla/>. – Дата доступа: 10.07.2022
5. Википедия Магнитный подшипник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%88%D0%B8%D0%BF%D0%BD%D0%B8%D0%BA. – Дата доступа: 20.09.2023

ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

УДК 62-523

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА РУКИ

Абразовская Д.А

Научный руководитель – Нитиевский С. А.

С развитием технологий в области медицинской инженерии, биоэлектрические протезы становятся все более распространенным решением для восстановления функциональности у людей с ампутацией конечностей. Однако, чтобы максимально приблизиться к натуральной функциональности человеческой конечности, необходимо разработать эффективную систему управления и автоматизации для электропривода таких протезов.

Интеграция миоэлектрического управления: Использование миоэлектрических сигналов, получаемых от мышц оставшейся части конечности, для управления протезом позволяет реализовать более естественное и интуитивно понятное управление.

Сенсорная обратная связь: Интеграция сенсоров для обратной связи с пользователем позволяет повысить уровень комфорта и контроля над протезом. Это включает в себя тактильную обратную связь, информирующую пользователя о силе и положении протеза.

Алгоритмы обучения и адаптации: Разработка алгоритмов машинного обучения для адаптации к индивидуальным особенностям пользователя позволяет создать персонализированные решения, улучшающие эффективность и комфорт использования протеза.

Адаптация автоматизированной системы: Автоматизированная система должна быстро реагировать на изменяющиеся внешние условия. Должны быть установлены датчики обратной связи, увеличивающие быстроту и качество работы системы.

Интеграция с бионическими технологиями: Внедрение бионических компонентов, таких как протезные суставы с активной подвижностью, дополняет электропривод и повышает функциональность протеза.

Энергоэффективность и долговечность: Оптимизация системы электропривода с целью снижения энергопотребления и повышения долговечности батарейных источников питания является ключевым аспектом разработки автоматизированных систем протезов.

Автоматизация системы электропривода биоэлектрического протеза руки представляет собой сложную и многоаспектную задачу, требующую

интеграции современных технологий в области медицинской инженерии и машинного обучения. Однако, разработка и внедрение таких систем имеет потенциал значительно улучшить качество жизни людей с ампутацией конечностей, предоставляя им возможность вернуть утраченные функции и улучшить свою мобильность и независимость.

Литература

- 1) RAZNOVES.RU Весы и весовое оборудование [Электронный ресурс] / Официальный ресурс РАЗНОВЕС.РУ – Россия, 2024. – Режим доступа: <https://www.raznoves.ru/podderzhka/stati/provedenie-izmerenij-pri-pomoschi-medicinskih-dinamometrov-kistevogo-i-stanovogo/>. – Дата доступа 18.04.2024
- 2) Бионические протезы рук [Электронный ресурс] / Репозиторий Белорусского национального технического университета – 2023. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/127942>
- 3) Моделирование протеза кисти человека [Электронный ресурс] / Репозиторий Белорусского национального технического университета – 2017. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/30918>

УДК 621.311

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСА ПОДАЧИ ХИМОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ В ДЕАЭРАТОРЫ ПОДПИТКИ ТЕПЛОСЕТИ ФИЛИАЛА ТЭЦ-4 РУП «МИНСКЭНЕРГО»

Батура Д.С.

Научный руководитель – Горюнова В.А., старший преподаватель

Деаэратор – техническое устройство для очистки жидкости от присутствующих в ней нежелательных газовых примесей. Как правило, это кислород и углекислый газ. Они относятся к агрессивным веществам и обладают коррозионным эффектом, поэтому при попадании в отопительную систему способны существенно ускорить ее износ. Установка деаэраторов позволяет задержать и вывести газообразные примеси и в результате значительно продлить срок службы всех узлов отопительной системы. Такое оборудование применяется на тепловых электрических станциях и в котельных для обработки питательной воды, подаваемой в парогенераторы, и подпиточной воды, транспортируемой в тепловую сеть.

Насос подачи воды в деаэраторы подпитки теплосети является ключевым элементом системы, обеспечивающим стабильную и надежную подачу воды в деаэрационную установку. Этот насос предназначен для перекачки

воды из источника (например, водопровода или водохранилища) в деаэратор, где вода подвергается процессу деаэрации для удаления растворенных газов. Насосы, обеспечивают необходимый расход и давление воды, чтобы поддерживать стабильное функционирование системы теплоснабжения [1].

Чаще всего, в промышленности, для перекачки жидкости из одного резервуара в другой используют центробежные насосы. Центробежный насос – насос, в котором движение жидкости и необходимый напор создаются за счет центробежной силы, возникающей при воздействии лопаток рабочего колеса на жидкость.

Центробежные насосы – наиболее распространенные насосы, предназначенные для подачи холодной или горячей воды, вязких или агрессивных жидкостей, сточных вод, смесей воды с грунтом, золой и шлаком, торфом, раздробленным каменным углем. Принцип действия центробежных насосов заключается в преобразовании механической энергии привода в гидравлическую энергию жидкости за счет гидродинамического воздействия лопастной системы рабочего колеса, подвода и отвода.

Электропривод (ЭП) центробежного насоса является важным компонентом, обеспечивающим вращение рабочего колеса насоса и, как следствие, перекачку жидкости. ЭП может быть оснащен различными типами электродвигателей (ЭД).

Основные типы электроприводов центробежных насосов:

а) ЭП на основе асинхронного ЭД с короткозамкнутым ротором. Это наиболее распространенный тип электропривода для центробежных насосов. Он прост в эксплуатации, надежен и имеет низкую стоимость. Однако, частота вращения таких ЭД не регулируется, что является недостатком при необходимости регулирования расхода или напора насоса;

б) ЭП на основе асинхронного ЭД с фазным ротором. Такие двигатели позволяют регулировать частоту вращения с помощью реостатов, установленных в цепь ротора. Это дает возможность более точно контролировать работу насоса, однако такие двигатели сложнее в обслуживании и дороже;

в) частотно-регулируемый электропривод (ЧРЭП). Этот тип привода на основе асинхронного ЭД с короткозамкнутым ротором, управление осуществляется с помощью преобразователя частоты (ПЧ), который изменяет частоту и амплитуду напряжения, подаваемого на двигатель. ЧРЭП позволяет плавно регулировать скорость вращения двигателя и, соответственно, производительность насоса, что делает его энергоэффективным и удобным в управлении;

г) ЭП на основе синхронного ЭД. Такие двигатели вращаются с постоянной скоростью, и могут обеспечивать высокий момент на низких

скоростях. Синхронные двигатели часто используются в крупных насосных установках, где требуется высокая надежность и стабильность работы;

д) ЭП на основе электродвигателя постоянного тока. Хотя такие ЭП менее распространены в промышленности из-за необходимости использования силовых выпрямителей, они позволяют плавно регулировать скорость вращения, и обеспечивают хорошие динамические характеристики.

Наиболее рациональной для насоса подачи воды в деаэраторы подпитки теплосети ТЭЦ-4 является система ЧРЭП. Применение ПЧ обеспечивает следующие преимущества:

а) эффективное использование асинхронных электродвигателей, дешевых в эксплуатации и ремонте;

б) коэффициент полезного действия (КПД) ЭД во всем диапазоне регулирования максимально соответствует КПД ЭД в номинальном режиме;

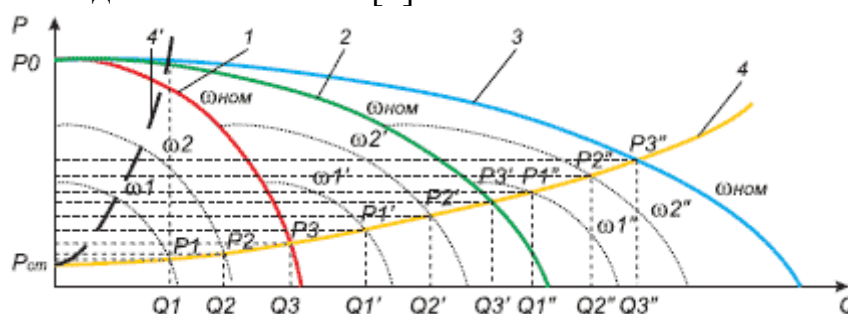
в) КПД преобразователя 95 – 98 %, коэффициент мощности около 1,0;

г) плавный пуск, отсутствие гидравлических ударов;

д) автономная безопасная работа, интеграция в автоматизированную систему управления технологическим процессом.

Универсальным методом изменения характеристики насоса является изменение числа оборотов привода. При этом надо учитывать, что подача находится в прямой зависимости от оборотов, а напор (в центробежных насосах) – в квадратичной зависимости.

На рисунке 1 показан качественный характер изменения параметров системы из трех насосов, в которой регулируется частота вращения рабочего колеса одного из насосов [2].



1, 2, 3 – характеристика изменения параметров насоса;

4, 4' – характеристика изменения параметров магистрали

Рис. 1. Комбинированное регулирование режима работы насосной станции

Увеличение подачи и давления производится в следующем порядке. На начальном этапе в работу включается один насос с ЧРЭП. Для обеспечения подачи Q_1 его частота вращения увеличивается до значения ω_1 . Дальнейший рост подачи и давления возможен до величин Q_3 и P_3 соответственно. Если необходимо обеспечить дальнейшее увеличение

подачи, то происходит переключение питания ЭП первого насоса с выхода ПЧ на сеть, а к выходу преобразователя частоты коммутируется ЭП второго насоса и частота вращения увеличивается до требуемого значения.

Например, для обеспечения подачи и давления $Q2'$ и $P2'$ соответственно частота вращения второго насоса должна быть увеличена до значения $\omega2'$. Таким образом, обеспечивается регулирование параметров насосной станции в области, заключенной между характеристиками 1 и 2. При необходимости дальнейшего увеличения подачи и давления до значений выше $Q3'$ и $P3'$ питание ЭП второго насоса переключается с выхода ПЧ на сеть и в работу вводится третий насос, управляемый ЧРЭП. В этом случае регулирование происходит в области, заключенной между характеристиками 2 и 3.

Литература

1 Что такое деаэратор, и зачем он нужен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.skds.ru/articles/chto-takoe-deaerator/>

2 Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемого электропривода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://power-e.ru/electrodrives/avtomatizacziya-nasosnoj-stanczii/>

УДК 62-523

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СТАНКА ПОДГИБКИ РАМКИ ТЕПЛОВОЙ ТРУБКИ

Головач А. А.

Научный руководитель – Нитиевский С. А.

Трубогибочный станок представляет собой устройство, применяемое для гибки труб, состоящих из различных материалов и разных диаметров. В данном проекте рассматривается программно-управляемый электропривод для станка гибки тепловых трубок.

Область применения станка гибки тепловых трубок:

1) Электроника. Тепловые трубки часто используются для охлаждения компонентов электроники, таких как процессоры, чипы памяти, источники питания и другие. Они помогают отводить излишнее тепло от электронных устройств, улучшая их производительность и надежность.

2) Теплообменное оборудование. В промышленности тепловые трубки применяются в системах теплообмена для эффективной передачи тепла между средами различных температур. Они могут использоваться в обогревателях, кондиционерах, холодильных установках и других устройствах.

3) Автомобильная промышленность. Тепловые трубки могут быть встроены в системы охлаждения двигателей автомобилей, чтобы эффективно отводить тепло от горячих точек и предотвращать перегрев двигателя.

4) Медицинское оборудование. В некоторых медицинских устройствах, таких как лазеры и медицинские приборы, тепловые трубки могут применяться для охлаждения или нагрева чувствительных компонентов.

Достоинства программно-управляемого электропривода в станке гибки тепловых трубок:

1) Высокая точность и повторяемость. Электроприводы, управляемые программно, обеспечивают высокую точность и повторяемость при выполнении заданных операций гибки трубок. Это особенно важно для производства деталей с высокими требованиями к точности.

2) Гибкость и адаптивность. Программное управление позволяет легко изменять параметры процесса гибки в зависимости от требуемых спецификаций детали. Это значительно сокращает время перенастройки оборудования между производственными партиями и позволяет быстро реагировать на изменения в производственном процессе.

3) Увеличение производительности. Благодаря возможности оптимизации работы электропривода с помощью программного управления можно добиться более эффективного использования времени и ресурсов производства, что в конечном итоге приводит к повышению производительности гибочного станка.

4) Улучшенная безопасность. Программные системы могут включать в себя функции контроля безопасности, такие как автоматическое отключение при обнаружении нештатных ситуаций или опасных условий работы. Это повышает уровень безопасности для операторов и окружающих.

Недостатки программно-управляемого электропривода в станке гибки тепловых трубок:

1) Сложность обслуживания и ремонта. Техническое обслуживание и ремонт программно-управляемых систем могут потребовать специальных навыков и квалификации. Кроме того, отказ такой системы может привести к простоему производства и значительным потерям.

2) Зависимость от электропитания и сетевых технологий. Программно-управляемые электроприводы требуют надежного и стабильного электропитания. В случае сбоев в сети или других проблем с электропитанием может произойти простой оборудования.

3) Недостаточная гибкость в случае отказа. В случае отказа программно-управляемого электропривода может потребоваться дополнительное время на восстановление или замену оборудования, что может привести к простоему и снижению производственной мощности.

В целом, преимущества программно-управляемого электропривода станка подгибки рамки тепловой трубки заключается в возможности тонкой настройки техпроцесса в зависимости от материала и диаметра обрабатываемого изделия.

Литература

1. Виды и устройство трубогибочного станка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sterbrust.com/articles/vidy-i-ustroystvo-trubogibochnogo-stanka/> – Дата доступа: 30.04.2024.

2. Тепловые трубы. Дан П.Д., Рей Д.А. 1979 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://books.totalarch.com/heat_pipes. – Дата доступа: 30.04.2024.

УДК 621.311

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОДАЧИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫЙ БРУДЕР

Иванов В. С.

Научный руководитель – Горюнова В.А., старший преподаватель

В целях межоперационного транспортирования сыпучих материалов для приготовления строительной смеси был выбран ленточный конвейер. Разработка автоматизированного электропривода конвейера с полной автоматизацией процесса управления является актуальной задачей.

Ленточные конвейеры представляют собой устройства для транспортировки материалов с использованием специальной ленты, часто адаптируются под конкретные требования производства и могут быть частью автоматизированных систем.

Наклонный ленточный конвейер – это транспортное средство, предназначенное для перемещения различных материалов вверх или вниз по наклонной поверхности. Они предполагают эффективное решение для транспортировки материалов на различные высоты и расстояния.

Основные компоненты наклонного ленточного конвейера [1]:

1) лента. Это непрерывная полоса материала (например, резины, текстиля или металла), перемещается между двумя барабанами благодаря механизму привода;

2) барабаны. Конвейер обычно имеет два барабана – приводной барабан и направляющий барабан. Приводной барабан оснащен механизмом привода, который обеспечивает движение ленты. Направляющий барабан служит для поддержания натяжения ленты и правильного ее направления;

3) механизм привода. Это оборудование, которое обеспечивает движение ленты. Обычно используются электрические или гидравлические приводы;

4) каркас. Это металлическая или жесткая конструкция, которая поддерживает ленту и обеспечивает прочность конвейера;

5) направляющие ролики. Помогают направлять движение ленты и предотвращать ее смещение;

6) бункер (загрузочный бункер). Место, где материал загружается на ленту;

7) система контроля. Включает в себя различные датчики и устройства, обеспечивающие безопасную и эффективную работу конвейера. Может включать в себя системы автоматического управления скоростью, датчики натяжения ленты и т. д.

Автоматизированный электропривод ленточного конвейера должен соответствовать определенным требованиям для обеспечения эффективной и безопасной работы. Требования к автоматизированному электроприводу ленточного конвейера:

- достаточная производительность для обеспечения требуемой пропускной способности конвейера;

- способность регулировать скорость движения ленты в пределах заданных параметров;

- высокая степень надежности работы для предотвращения простоев и сбоев в производственном процессе;

- системы резервирования для обеспечения бесперебойной работы при отказе одного из компонентов;

- оптимальное использование электроэнергии для снижения затрат;

- возможность реализации энергосберегающих технологий, таких как рекуперативное торможение;

- система автоматического управления для поддержания заданных параметров работы;

- мониторинг состояния оборудования для оперативной диагностики и предупреждения отказов;

- соблюдение стандартов безопасности, касающихся электроприводов и конвейерных систем;

- легкость доступа к компонентам для обслуживания и ремонта;

- возможность настройки параметров работы под конкретные потребности производства;

- гибкость в использовании различных типов материалов и грузов на конвейере.

Для обеспечения выполнения технологического процесса следует управлять двумя координатами: скоростью и нагрузкой на ленту конвейера. Регулирование скорости требуется для обеспечения движения ленточного конвейера с постоянной установившейся скоростью. Регулирование нагрузки

необходимо для установки разрешенного значения массы материала на ленте конвейера.

Наиболее рациональной для ленточных конвейеров является система «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ – АД). Преобразователи частоты позволяют изменять скорость вращения электродвигателя, что особенно полезно при изменении нагрузки на конвейере. Это повышает энергоэффективность и продлевает срок службы оборудования. Также высокая надежность и простота конструкции АД, их широкая доступность позволяет снизить время простоя при возможных неисправностях и уменьшить затраты на ремонт. Применение современных микропроцессорных средств позволяет реализовать сложную систему управления ПЧ с повышением их энергоэффективности [2].

Современное развитие автоматизации производства предполагает внедрение автоматизированных средств управления на основе микроЭВМ, что позволит на порядок снизить затраты, обеспечить повышение эффективности и расширение функциональных возможностей. Модульные программируемые контроллеры предназначены для экономичного решения широкого круга задач автоматического управления.

В качестве программируемого контроллера был выбран контроллер фирмы Siemens SIMATIC S7-400. В качестве центрального процессора выбран процессор CPU 417-4 для построения модульных систем автоматизации со сложными алгоритмами обработки информации, использующих системы локального распределенного ввода-вывода, подключаемые по PROFIBUS-DP. Особенности ПЛК S7-400 [3]:

- 1) эффективное программирование на языках STL, LAD, FBD;
- 2) высокое быстродействие (время выполнения 1К инструкций не превышает 0,22мс);
- 3) наличие конфигурируемых ретранзитных областей памяти для необслуживаемого сохранения данных при перебоях питания контроллера;
- 4) использование картриджа памяти для регистрации данных и сохранения электронных версий технической документации;
- 5) наращивание количества обслуживаемых входов и выходов за счет использования модулей расширения и/или система распределенного ввода-вывода на основе AS-Interface;
- 6) универсальность встроенного интерфейса центральных процессоров: поддержка протоколов PPI/ MPI/ USS/ MOD-BUS, свободно программируемый порт;
- 7) наличие съемных терминальных блоков для подключения внешних цепей, упрощающих выполнение операций монтажа и замены вышедший из строя модулей;
- 8) возможность редактирования программы без перевода центрального процессора в режим STOP.

Выбранный контроллер является совместимым с большинством ПЧ фирмы Siemens для полной автоматизации процесса управления ленточным конвейером.

Литература

1 Конвейеры: справочник / Р. А. Волков [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 367 с.

2 Преобразователи частоты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ls-lg.ru>

3 Контроллер Siemens Simatic S7-400 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.siemens-pro.ru>

УДК 621.311

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ BELGEE X-50

Мищенко Е.В.

Научный руководитель – Горюнова В. А., старший преподаватель

В настоящее время в мире происходят значительные изменения в области автомобильной промышленности, связанные с необходимостью перехода к экологически чистым и энергоэффективным технологиям. В рамках этого контекста электромобили становятся ключевым элементом стратегии снижения вредных выбросов.

Системы кондиционирования гибридных и электрических автомобилей и системы, работающие на традиционном двигателе внутреннего сгорания, достаточно сильно отличаются, но в основе обеих систем один компонент – компрессор. Обе системы предназначены для создания комфортных условий в салоне автомобиля. В гибридных и электрических автомобилях она должна охлаждать не только салон автомобиля, но и тяговую аккумуляторную батарею. Поэтому к надежности системы кондиционирования для электромобилей предъявляются особые требования — при выходе кондиционера из строя поездку может быть опасно из-за риска перегрева батареи.

Компрессоры в классических автомобилях с двигателями внутреннего сгорания приводятся в действие ременным приводом от двигателя. Однако электромобили таким приводом не обладают, а бензиновый двигатель гибрида нельзя нагружать еще и вращением приводного компрессора.

Для повышения производительности и оптимизации электромобилей применяются электрические компрессоры, которые обладают рядом преимуществ, подходящих к концепции новейших силовых установок. Традиционный приводной компрессор вращается с постоянной частотой, зависящей от оборотов двигателя, которая часто бывает избыточна.

Благодаря электронному управлению оборотами электродвигателя электрический компрессор работает только тогда, когда он нужен, и ровно настолько, насколько нужен. Это в значительно меньшей степени отбирает мощность от двигателя и экономит заряд тяговой батареи на многих режимах работы кондиционера. Такая «независимость» дает и второй серьезный плюс — возможность поддерживать комфортный климат в салоне даже во время стоянки с выключенным двигателем. Это способствует созданию комфортной атмосферы без раздражающего шума, что особенно актуально для практически бесшумных электромобилей.

Для электромобиля Velgee X-50 выбран электрический компрессор, который состоит из следующих элементов:

- узла компрессора, сжимающего хладагент. Используется компрессор спирального типа;
- электродвигателя переменного тока для приведения компрессора в действие. В качестве электродвигателя выбран синхронный двигатель с постоянными магнитами, который имеет сравнительно небольшие габариты и возможность плавного регулирования скорости;
- инвертора, питающего электродвигатель. Инвертор преобразует постоянный ток от высоковольтной аккумуляторной батареи в переменный ток для питания электродвигателя. Электронный блок управления системы кондиционирования подает управляющие сигналы на инвертор для управления частотой вращения электродвигателя электрического компрессора. В последнем поколении электрических компрессоров инвертор встроен в электродвигатель, что уменьшает вес и размеры компонента, а значит, экономит подкапотное пространство;
- маслоотделителя. Компрессорное масло может снизить эффективность системы кондиционирования, поэтому для отделения масла из циркулирующего хладагента используется маслоотделитель.

Автоматизация процесса термостабилизации электромобиля осуществляется на базе программируемого логического контроллера. Управления данной системой возможно из кабины водителя, как в ручном, так и в автоматической режиме. В случае выбора ручного режима работы можно регулировать температуру в салоне, при необходимости увеличить/уменьшить ее. В автоматическом режиме какие-либо манипуляции с изменением температуры исключены. Для сбора информации о текущей температуре в салоне используются датчики температуры, информация от которых будет поступать на

микроконтроллер, там обрабатываться и, исходя из результатов обработки, будет формироваться сигнал управления для электропривода.

Система термостабилизации электромобилей играет ключевую роль в разработке современных и будущих электромобильных технологий. Она позволяет повысить эффективность, надежность и конкурентоспособность электромобилей, способствуя переходу к устойчивой и экологически чистой мобильности.

Литература

1 Mechatronic system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mechatronic-systems.ru/informatsionnyie-ustroystva-i-sistemyi-mehatroniki/rezistivnye-datchiki.html>

2 ACDC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://acdc.by/p78627193-freon-r134a-icelong.html>

УДК 621.311

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА

Прибыльский К. А.

Научный руководитель – Горюнова В.А., старший преподаватель

В современном мире лифты являются важным элементом городской инфраструктуры, обеспечивая удобное и безопасное перемещение в многоэтажных зданиях. С развитием технологий и изменением потребностей пользователей стандартные лифтовые системы требуют постоянного обновления и модернизации.

К автоматизированному электроприводу лифта предъявляются следующие требования [1]:

- надежность. Электропривод лифта должен быть надежным и обеспечивать бесперебойную работу в течение длительного времени. Неполадки или сбои в работе привода могут привести к аварийным ситуациям или задержкам в перемещении пассажиров;

- безопасность. Привод должен обеспечивать безопасное перемещение пассажиров между этажами. Это включает в себя обеспечение стабильной скорости движения, точного останова на каждом этаже, а также системы аварийного торможения и предотвращения падения лифта;

- энергоэффективность. Автоматизированный электропривод должен быть энергоэффективным, чтобы минимизировать расходы на электроэнергию. Это может включать в себя использование систем регенерации энергии, оптимизацию работы двигателя и другие технологии

для снижения потребления электроэнергии;

- точность управления. Привод должен обеспечивать точное управление скоростью и положением лифта, чтобы предотвратить перепады скорости или дребезг в момент останова. Это обеспечивает комфортное и безопасное перемещение пассажиров.

Зачастую со временем, достижение требований, перечисленных выше, становится все сложнее. В этих случаях прибегают к модернизации электропривода лифтов.

Модернизация программно-управляемого электропривода лифта представляет собой важный этап в развитии лифтовой техники, направленный на повышение эффективности, безопасности и комфорта лифтового оборудования. Основной целью модернизации является обновление систем управления и привода лифта с использованием современных технологий, что позволяет значительно улучшить его характеристики и функциональность.

Существует несколько способов модернизации лифтов, включая следующие [2]:

1) улучшение механических компонентов:

- замена старых механизмов на более современные и надежные позволяет увеличить срок службы лифта и снизить затраты на обслуживание;

- установка современных систем безопасности и защиты обеспечивает высокий уровень защиты как для пассажиров, так и для операторов лифта;

2) обновление программного обеспечения:

- реализация системы управления энергопотреблением способствует снижению расходов на электроэнергию и повышению экологической эффективности;

- интеграция системы мониторинга и диагностики позволяет оперативно выявлять неисправности и предотвращать простои лифта;

3) интеграция с современными технологиями:

- внедрение системы умного управления лифтом позволяет оптимизировать работу лифта с учетом изменяющихся нагрузок и потребностей пассажиров;

- подключение к сети Интернет для мониторинга и дистанционного управления позволяет операторам следить за состоянием лифтов и оперативно реагировать на возникающие проблемы;

- использование системы распознавания лиц для безопасности пассажиров повышает уровень защиты от несанкционированного доступа;

4) модернизация автоматизированной системы электропривода:

- внедрение частотных преобразователей для более точного и энергоэффективного управления скоростью движения лифта;

- замена старых систем управления «управляемый выпрямитель – двигатель постоянного тока» на современные «преобразователь частоты –

асинхронный двигатель»;

- возможность программного управления скоростью и тяговым усилием в зависимости от нагрузки и других параметров.

Эти пути модернизации позволят улучшить производительность, энергоэффективность и безопасность работы лифтового оборудования, что в свою очередь повысит уровень комфорта и удовлетворенности пользователей. Применение современных технологий приведет к повышению безопасности и эффективности использования оборудования.

Модернизация программно-управляемого электропривода пассажирского лифта является важным шагом в развитии лифтовой промышленности и предоставляет ряд значительных преимуществ:

- повышение эффективности работы лифта и сокращение времени ожидания для пассажиров;

- увеличение безопасности как для пользователей, так и для операторов лифта;

- снижение затрат на обслуживание и ремонт лифтовых систем;

- улучшение управления энергопотреблением и экологическая эффективность.

Примеры успешной модернизации программно-управляемых электроприводов показывают, что эти технологии уже успешно внедряются в практику. Новые технологии и инновационные подходы открывают новые возможности для развития лифтовой промышленности. В странах СНГ и Китае есть лидеры в сфере модернизации лифтов, среди них: «Лифтстройсервис», «ЛифтМастер», «Shenyang Brilliant Elevator Co., Ltd.», «Suzhou Asia Fuji Elevator Co., Ltd.» и другие.

Литература

1 Форум о лифтостроении и лифтовой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.liftinform.ru>

2 Программное управление лифтами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.liftspas.ru/read/1/83-kratkaya-harakteristika-sistemy-upravleniya-liftom.html>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Савко Н.О.

Научный руководитель – Александровский С. В.

В условиях растущего интереса к экологически чистым и энергоэффективным транспортным средствам электромобили занимают центральное место. Развитие электромобильной технологии напрямую связано с эффективностью и надежностью его тягового электропривода. В данной тезисной статье рассматривается значимость моделирования тягового электропривода для повышения производительности и оптимизации электромобилей.

Тяговой электропривод электромобили: Тяговой электропривод электромобили является ключевым компонентом, определяющим его характеристики по эффективности, дальности поездок, скорости и динамике. Он включает в себя моторы, инверторы, аккумуляторы и управляющую электронику, которые взаимодействуют для обеспечения движения автомобиля.

Значение моделирования: Моделирование тягового электропривода играет важную роль в проектировании и оптимизации электромобилей. Это позволяет инженерам анализировать и прогнозировать работу системы, оценивать энергопотребление, эффективность передачи энергии и тепловые потери.

Преимущества моделирования: Моделирование позволяет проводить виртуальные испытания и оптимизировать параметры тягового электропривода до его физической реализации. Это снижает затраты на исследования и разработки, ускоряет процесс создания новых моделей и повышает точность прогнозирования их характеристик.

Технические аспекты моделирования: Моделирование включает в себя создание математических моделей компонентов электропривода, разработку программных симуляторов и использование методов анализа данных для оценки производительности и эффективности системы.

Перспективы развития: Дальнейшее развитие моделирования тягового электропривода направлено на улучшение точности моделей, внедрение новых методов оптимизации и адаптацию к изменяющимся требованиям электромобильной индустрии, таким как увеличение дальности поездок, снижение затрат и повышение надежности.

Одной из популярных сред моделирования является приложение MatLab. В данной среде есть готовый европейский стандарт, по которому

тестируется электромобиль – FTR74. Стандарт движения (скорость v , км/ч) электромобиля представлен на рисунке 1.

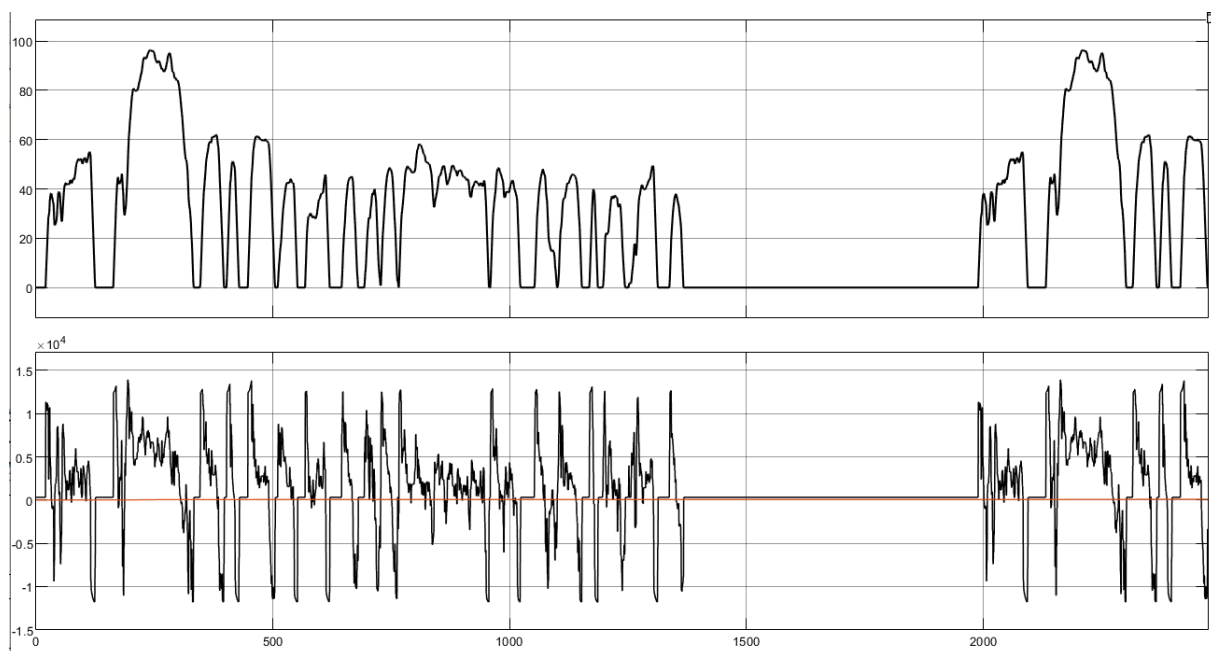


Рис. 1. Цикл движения электромобиля FTR74

Благодаря данному циклу движения можно промоделировать различные параметры как самого электромобиля, так и электропривода в частности, например: угловая скорость, момент, потребляемая мощность, ток рекуперации.

Моделирование тягового электропривода электромобиля играет ключевую роль в разработке современных и будущих электромобильных технологий. Оно позволяет повысить эффективность, надежность и конкурентоспособность электромобилей, способствуя переходу к устойчивой и экологически чистой мобильности.

Литература

1. Мигдалёнок, А.А. Моделирование электропривода на ЭВМ: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»: в 2 ч. / А.А. Мигдалёнок. – Минск: БНТУ, 2010. – Ч. 2.–94 с.

2. Расчет механической характеристики тягового электродвигателя электромобиля / Репозиторий БНТУ, 2017 [электронный ресурс] – режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/27367>

УДК 621.31.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД УСТАНОВКИ ЭМ 6015M1

Соловьёв Б.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Миронович А.В.

Выбор исполнительного электродвигателя координатного стола для установки ЭМ 6015M1.

Возможные виды электродвигателей

Выбор вида электродвигателя для координатного стола является ключевым, так как это непосредственно влияет на его характеристики.

Необходимо обеспечить следующие технические требования Точность позиционирования 1 микрон. Обеспечить высокую надёжность при минимальном обслуживании. Высокую динамичность системы.

С учётом заданных требований по динамичности были рассчитаны: номинальный и пусковой момент $M_H = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_{II} = 0,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$, расчётная требуемая мощность $P = 1 \text{ Вт}$.

В соответствии с данными требованиями выбор электродвигателя осуществляется из следующих вариантов: вентильно-индукторные, шагового и бесщёточного электродвигателя постоянного тока.

Рассмотрим их основные особенности и характеристики:

Вентильно-индукторные электродвигатели:

Принцип работы: двигатели используют переменный ток для создания магнитного поля в индукторе. Это поле воздействует на вентиль, который управляет потоком тока в обмотке статора. В результате происходит вращение ротора.

Преимущества: Надёжность и долговечность: ВИД-двигатели обычно имеют долгий срок службы. Высокий крутящий момент при низких оборотах: это делает их подходящими для приложений, где требуется высокий момент на низких скоростях.

Отсутствие щеток и коммутатора: это уменьшает износ и обеспечивает бесперебойную работу.

Недостатки: Сложная схема управления: ВИД-двигатели требуют сложной электроники для управления вентилем и обратной связи.

Ограниченная скорость вращения: ВИД-двигатели не могут достичь высоких оборотов, как бесщёточные двигатели.

Шаговые электродвигатели:

Принцип работы: Шаговые двигатели имеют фиксированный угол шага (например, $1,8^\circ$ или $0,9^\circ$). Они вращаются на определенный угол при каждом импульсе управления. Шаговые двигатели не требуют обратной связи для позиционирования.

Преимущества: Простое управление: Шаговые двигатели могут быть управляемыми простыми импульсами. Высокая точность позиционирования: Их угол шага обеспечивает точное позиционирование. Не требуют обратной связи: это упрощает систему управления.

Недостатки: Низкая максимальная скорость: Шаговые двигатели не могут достичь высоких скоростей. Не обеспечивают плавное вращение: Их вращение состоит из дискретных шагов. Могут потерять шаги при перегрузке: при слишком большой нагрузке они могут потерять позицию. Возможность проскальзывания ротора.

Бесщеточные электродвигатели постоянного тока (БДПТ): Принцип работы: БДПТ используют электронику для коммутации обмоток статора. Они не имеют щеток и коммутатора. Коммутация происходит с помощью датчиков и электроники.

Преимущества: Высокая эффективность: БДПТ обеспечивают высокую эффективность преобразования электроэнергии в механическую. Это особенно важно для батарейных систем, где энергосбережение играет ключевую роль. Высокая скорость вращения: БДПТ способны достигать высоких оборотов без потери крутящего момента. Плавное управление: благодаря электронной коммутации, БДПТ обеспечивают плавное изменение скорости и направления вращения.

Недостатки: Сложная электроника управления: для работы БДПТ требуется сложная система управления, включая инверторы и датчики обратной связи. Требуется обратная связь для позиционирования: для точного позиционирования (например, в координатных столах) необходимы датчики положения. Высокая стоимость: БДПТ обычно дороже других типов электродвигателей.

Точность позиционирования данных электродвигателей:

Шаговые электродвигатели: они обеспечивают точность позиционирования за счет фиксированного угла шага. Точность может быть улучшена с помощью микрошагового режима. Однако, они могут потерять шаги при перегрузке, что приведет к ошибке позиционирования. Точность достигает 0.05% от шага.

Бесщеточные электродвигатели постоянного тока: обеспечивают высокую точность позиционирования благодаря использованию датчиков обратной связи, таких как энкодеры. Они позволяют точно контролировать положение ротора, что идеально подходит для приложений, требующих точного управления.

Индукторные электродвигатели: Индукторные двигатели обычно используются в приложениях, где не требуется высокая точность позиционирования. Они могут обеспечивать достаточную точность для некоторых применений, но не сравнимы с точностью шаговых или БДПТ.

Виду вышеизложенного для координатного стола выбран бесщёточный электродвигатель постоянного тока. Выбор обусловлен

Высокой динамичностью данного электродвигателя, быстрый отклик на управляющие сигналы так как БДПТ способно быстро изменять скорость и направление вращения.

У БДПТ плавное управления электронная коммутация позволяет точно контролировать скорость и положение, что способствует плавности движения и точности позиционирования.

БДПТ способны достигать высоких оборотов без потери крутящего момента.

Надёжность Отсутствие щёток устраняет основную источник износа и потенциальных неисправностей в электродвигателях, повышая их надёжность и срок службы.

Малое количество движущихся частей снижает вероятность механических отказов.

Таким образом Бесщёточный электродвигатель постоянного тока является оптимальным выбором для координатного стола, где требуется высокая динамичность надёжность, а также точность позиционирования и плавность работы системы. Эти характеристики делают БДПТ предпочтительным вариантом.

Литература

1. Сайт <https://elektroznatok.ru/oborudovanie/elektrodvigateli>
2. Сайт Brushless DC Motor (BLDC) - Types, Construction and Working (electricaltechnology.org)
3. Ратмиров В. А., и др. Системы с шаговыми двигателями, М.—Л., Издательство «Энергия», 1964,
4. Сайт Вентильно индукторный двигатель | расчет вентильного двигателя (reductors.com)
5. Сайт Brushless DC Motors (BLDC): What Are They & How Do They Work? (electrical4u.com)

УДК 621.31.

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОДЪЁМНОЙ ПЛАТФОРМЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Шилов Н.А.

Мобильный робот представляет собой автономное устройство, способное перемещаться по заранее определенной территории без постоянного

управления человеком. Подъемная платформа предназначена для эффективного перемещения грузов с минимальными затратами времени и ресурсов. В данном контексте рассматривается подъемная платформа с четырьмя каналами управления, оснащенная четырьмя актуаторами, что обеспечивает равномерный подъем и снижает риск повреждения как груза, так и персонала, осуществляющего обслуживание.

Применение мобильного робота с подъемной платформой:

1) Логистика и складское хозяйство. Мобильные роботы с подъемной платформой нашли широкое применение в промышленности, складских комплексах и логистике благодаря своей гибкости и мобильности. Их способность к поднятию и перемещению грузов облегчает процессы складирования, сборки и транспортировки товаров в ограниченных пространствах.

2) Производственные линии. Мобильные роботы могут использоваться на производственных линиях для автоматизации транспортировки материалов или готовой продукции между рабочими станциями.

Достоинства подъемной платформы с четырьмя актуаторами:

1) Максимальная гибкость для различных типов грузов. Система легко настраивается для работы с различными видами и размерами грузов, что повышает её универсальность.

2) Равномерное распределение нагрузки. Нагрузка автоматически распределяется между четырьмя актуаторами, обеспечивая стабильность и снижая риск повреждения как платформы, так и груза.

3) Повышенная надежность. В случае выхода из строя одного актуатора остальные могут компенсировать его функцию, что повышает общую надежность системы.

4) Улучшенный контроль за грузом. Точное управление каждым актуатором обеспечивает более эффективное позиционирование платформы и груза, что позволяет адаптироваться к неровностям поверхности и снижает риск падения или неправильной установки груза.

5) Высокая точность позиционирования. Использование четырёх актуаторов позволяет точно регулировать положение платформы, что критически важно для аккуратной работы с грузами.

Недостатки подъемной платформы с четырьмя актуаторами:

1) Использование четырех актуаторов усложняет конструкцию, что повышает вероятность возникновения сбоев, усложняет обслуживание и требует высокой квалификации специалистов для обслуживания и ремонта.

2) Необходимость координации работы всех четырех актуаторов требует более сложной программной логики, что увеличивает время на разработку, отладку и настройку системы.

3) Большое количество актуаторов требует дополнительной энергии для работы, что может сократить время автономной работы робота.

4) При неправильной эксплуатации или настройке возможен риск перегрузки отдельных актуаторов, что может привести к их износу или поломке.

5) Увеличивается стоимость системы как при покупке, так и при последующем обслуживании, за счёт четырёх актуаторов.

В общем, принятие решения о выборе системы электропривода с четырьмя актуаторами требует основательного анализа требований к задаче и возможностей оборудования. Хотя такая система обеспечивает высокую точность, стабильность и гибкость управления, её применение также сопряжено с увеличением стоимости, сложности в обслуживании, повышенным энергопотреблением и дополнительными требованиями к технической поддержке. Эффективность использования этой системы определяется конкретными потребностями и имеющимися ресурсами.

Литература

1. Springer Handbook of Robotics. Springer / Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.), 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-32552-1> – Дата доступа: 30.04.2024.

2. Сравнительный анализ различных систем управления подъемными платформами для мобильных роботов / Васильев Н. А., Лебедев Д. Е. – журнал "Роботы и автоматика", 2016 г.

УДК 621.311

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КОНВЕЙЕРА ЭЛЕКТРОПЕЧИ К-170

Якимович А. Л.

Научный руководитель – Горюнова В. А., старший преподаватель

Электроприводы конвейеров играют важную роль в автоматизации и увеличении эффективности производственных и транспортных процессов. Современные технологии позволяют значительно улучшить характеристики электроприводов, сделав их более надежными, экономичными и удобными в эксплуатации.

Электропривод конвейера состоит из электродвигателя, который приводит в движение транспортерную ленту. В зависимости от типа конвейера и требуемых характеристик, могут использоваться различные типы двигателей, такие как асинхронные, синхронные или постоянного тока.

Современные системы управления позволяют точно регулировать скорость движения ленты, а также обеспечивают защиту и диагностику состояния оборудования. Применение частотных преобразователей позволяет оптимизировать работу двигателя и снизить энергопотребление.

Инновационные решения, такие как использование бесщеточных двигателей и системы векторного управления, открывают новые возможности для повышения эффективности и надежности электроприводов конвейеров.

Электропечи закалочного цеха являются ключевым оборудованием в процессе термической обработки металлов. Точность и стабильность температурного режима в этих печах напрямую влияют на качество закалки. В этом контексте, электропривод с векторным управлением играет важную роль, обеспечивая высокую точность и эффективность работы электропечей.

Векторное управление — это метод управления асинхронными двигателями, который позволяет точно регулировать как скорость, так и момент двигателя. Это достигается за счет изменения частоты и фазы тока статора, что позволяет добиться высокой динамики и точности управления.

Применение векторного управления в электропечах позволяет обеспечить равномерный нагрев и стабильное поддержание температуры, что критично для процесса закалки. Также это способствует снижению энергопотребления и повышению эффективности производственного процесса.

Развитие технологий электропривода конвейеров способствует повышению производительности и снижению затрат на обслуживание. Применение современных систем управления и инновационных решений делает электроприводы более адаптивными к изменяющимся условиям эксплуатации и требованиям производства.

Внедрение электроприводов с векторным управлением в электропечи закалочного цеха позволяет значительно повысить качество термической обработки металлов. Это обеспечивает не только высокую точность и повторяемость процессов, но и экономическую эффективность за счет оптимизации энергопотребления.

Литература

1. Конвейерная печь K170. Паспорт. Л.191.000.00.00-01.
2. Обзор систем электроприводов для конвейеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itexn.com>.

УДК 631.372

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ СРЕД РАЗРАБОТКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Радкевич А. А.

Научный руководитель – Павлюковец С. А., – к.т.н., доцент

Мобильные роботы, включающие в себя широкий класс автономных устройств, способны перемещаться в пространстве при помощи разнообразных движителей, таких как колёсные, гусеничные, бионические и т.п. Колёсные роботы являются одними из распространённых видов мобильных роботов, причём всё больший интерес представляют роботы на всенаправленных колёсах типов *omni* и *mecanum* за счёт своих голономных свойств при движении [1]. При этом их распространение ограничено условиями работы, требующими высокой энергоэффективности и передвижения по пересечённой местности [2].

Для успешной эксплуатации мобильного робота, а также для исследования его динамики и кинематики на стадии проектирования широко применяются принципы виртуального прототипирования, которые включают этапы создания цифрового двойника устройства, моделирование режимов его работы, динамических характеристик и свойств в компьютерных пакетах математического моделирования нелинейных динамических систем, оптимизация параметров и конструкции робота на основе анализа полученных результатов и создание опытного физического образца с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР).

Целью данной работы является описание методики виртуального прототипирования мобильного робота с колёсами всенаправленного типа *mecanum* на основе построения трёхмерной параметрической модели в программном пакете *SolidWorks* и дальнейшее изучение его динамических характеристик путём пошаговой интеграции составных компонентов пространственной модели робота в среду динамического моделирования *MATLAB Simulink*. Такой подход [2], связанный с интеграцией инженерных пакетов проектирования, позволяет автоматизировать процесс создания опытного образца с максимальной точностью и позволяет напрямую вносить корректировки и оптимизировать конструкцию робота путём анализа его функциональных зависимостей в *MATLAB Simulink*.

Процесс прототипирования мобильного робота состоит из шести последовательных этапов [2]:

1. Создание 3D модели в среде *SolidWorks* на базе эскизной модели, основанной на массогабаритных показателях робота.

2. Сборка и настройка подвижных и неподвижных частей робота, включающих в себя корпус, колёса *tesanum*, состоящие из ступицы, обода и вращающихся неприводных роликов, размещённых под углом 45° относительно оси вращения ступицы, электроприводы колёс и системы управления ими, бортовой контроллер управления движением робота, сенсорные устройства, механические передачи и связи, и другие элементы.

3. Создание блочной математической модели робота в программе *MATLAB Simulink* с использованием интегрированных в модель деталей, созданных ранее в среде *SolidWorks*, как изображено на рис. 1.

4. Моделирование требуемых режимов движения робота при заданных условиях и ограничениях.

5. Оптимизация конструкции мобильного робота в САПР *SolidWorks* на основе анализа полученных результатов моделирования.

6. Повторное моделирование оптимизированной конструкции робота в *MATLAB Simulink* до достижения желаемых результатов работы и повторная оптимизация конструкции при недостижении требуемых результатов.

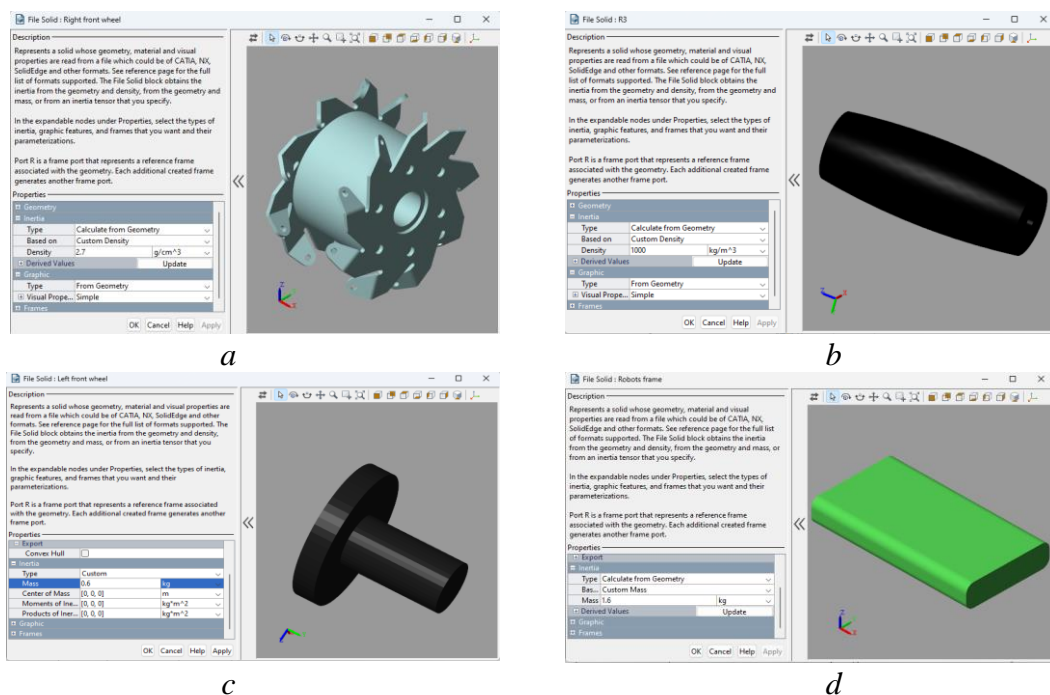


Рис. 1. Окна настроек блоков *File Solid* с импортированными из *SolidWorks* файлами компонентов: обода колеса (a), ролика колеса (b), ступицы колеса (c) и корпуса робота (d)

В рамках поставленной задачи изучения динамических характеристик мобильного робота с колёсами всенаправленного типа *tesanum* при помощи построенного цифрового прототипа модели было проведено моделирование движения по прямолинейной траектории на протяжении 1 м. Заданными параметрами для моделирования являлись угловые скорости

вращения колёс и линейная скорость центра масс робота, время на участках разгона, установившегося движения и торможения, а также требуемая дистанция пути. Выходными характеристиками системы являлись фактически пройденные траектории движения центра масс робота и каждого из колёс, фактическая угловая и линейная скорости колёс, фактически пройденное расстояние и ошибка по положению.

Результаты моделирования получены в пакете *MATLAB Simulink* в виде графиков зависимостей соответствующих параметров, а также в виде анимации движения робота в приложении *Mechanics Explorer*.

Следует отметить, что приложение *Mechanics Explorer* позволяет получить трёхмерную визуализацию движения объекта в плоскостях *XYZ*, однако моделируемое движение робота являлось плоскопараллельным. Результаты анимации движения колёсного робота по прямолинейной траектории, выполненной в приложении *Mechanics Explorer*, показаны на рис. 2.

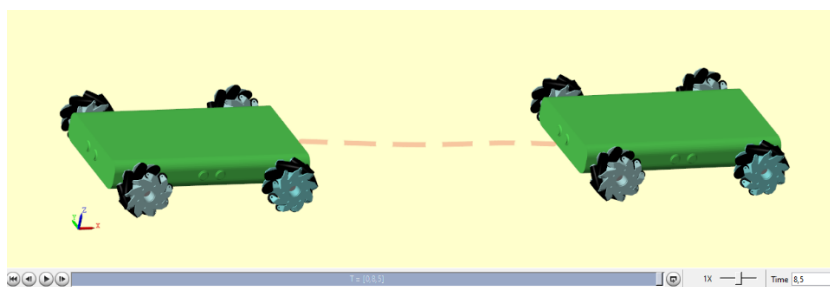


Рис. 2. Анимация движения мобильного робота по прямолинейной траектории в приложении *Mechanics Explorer* среды динамического моделирования *MATLAB Simulink*

В результате моделирования, полученные модельные данные позволили не только подтвердить и уточнить начальные предположения на счёт динамики робота, но и определить ряд ключевых зависимостей его функционирования. Полученные данные необходимы для внесения корректировок в цифровую модель робота и её оптимизации. Оптимизированный компьютерный прототип является основой для создания физической модели колёсного мобильного робота.

Литература

1. Павлюковец, С. А. К вопросу управления мобильным роботом с колесами всенаправленного типа / С. А. Павлюковец [и др.] // BIG DATA и анализ высокого уровня: сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции, Минск, 17–18 мая 2023 г. : в 2 ч. Ч. 2 / БГУИР ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2023. – С. 94–102.

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

УДК 621

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИВИВОЧНЫХ МАШИН: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Chengyi Yang

(Qingdao Agricultural University, Shandong Province, CHINA,266100)

Введение

Китай является крупной сельскохозяйственной державой, масштабы и урожайность овощеводства находятся на переднем крае во всем мире. Площадь посева овощных культур в Китае достигла 21985,71 тыс. га, что составляет более 55% от общей площади выращивания овощей в мире, а производство овощей достигло 775 млн. т, что составляет 55% от общего объема производства овощей в мире (Государственное статистическое управление Китайской Народной Республики, 2021). Опубликованный доклад «Сельскохозяйственные перспективы Китая» показывает, что в 2022 году общий объем производства овощей в Китае составил 791 млн тонн, что на 2 % больше, чем в предыдущем году. В то же время экспорт овощей из Китая занимает самое высокое место в мире, как показано на рис.1. В 2022 году общий объем экспорта овощей в Китае составил 11,83 млн. тонн, что эквивалентно 17,22 млрд. долларов США. Экспорт овощей составляет около 20% от общего объема экспорта сельскохозяйственной продукции Китая.



Рис. 1. Статистические данные об объеме экспорта свежих овощей из Китая с 2018 по 2023 год

Выращивание саженцев является важным этапом в процессе выращивания овощей, что напрямую связано с качеством и урожайностью продукции растениеводства. Во время роста саженцы семейства пасленовых страдают от многих заболеваний, низких температур и других экологических факторов. Поэтому саженцы в процессе выращивания часто прививают для решения вышеуказанных проблем [1].

Как показано на рис.2, общие методы прививки саженцев включают метод вставки, метод плоского соединения, метод опоры, метод раскола [2]. Ручная прививка имеет низкую точность прививки, требует значительных затрат на рабочую силу. Поэтому, когда спрос на саженцы значительный,

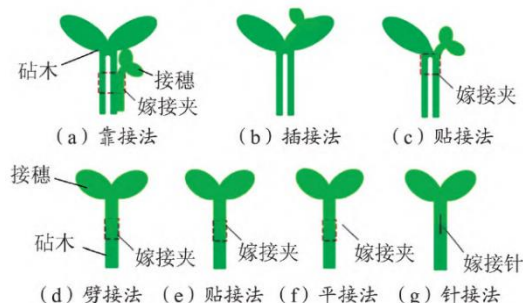


Рис.2.Основной способ прививки овощных культур

необходима массовая прививка. Прививочная машина имеет преимущества высоких показателей точности прививки, эффективности, выживаемости, производительности и стандартизации. Согласно данным третьей сельскохозяйственной переписи в настоящее время теплица в сельском хозяйстве занимает в общей сложности 1315 000 гектаров, что предполагает автоматизацию выращивания саженцев семейства пасленовых. Прививочные машины, как основное оборудование в технологии прививки, играют важную роль в выращивании и производстве сельскохозяйственных культур. В настоящее время на рынке существуют следующие машины для прививки саженцев семейства пасленовых: ручные, полуавтоматические, полностью автоматические прививочные роботы.

Прививка саженцев пасленовых культур

Саженцы пасленовых культур травянистые, невысокого роста, имеют толстый стебель высокой плотности с большим количеством листьев. Плотное прилегание прививаемого стебля в месте прививки со стеблем растения гарантирует высокую степень выживаемости.

Прививочные машин для саженцев пасленовых растений в развитых странах

В развитых странах создание прививочных машин для растений семейства пасленовых начались достаточно давно. В настоящее время технология автоматизированной прививки, в основном, освоена в Японии, Южной Корее, Нидерландах, Италии, Испании и других странах с передовыми сельскохозяйственными технологиями. На основе различных методов прививки обобщается текущее состояние исследований по созданию прививочных машин для саженцев пасленовых растений.

В 1986 году Японское агентство биологических исследований TGR взяло на себя инициативу, и в 1993 году была успешно разработана прививочная машина KGM0128. Голландская компания ISO Group, первая европейская компания в 2007 году успешно разработала прививочную машину серии Graft1000 (рис.3), обеспечивающую точный контакт прививки с производительностью до 1000 шт./ч и коэффициентом успешности прививки до 99% [3].



Рис. 3. Машина Graft1000

Дальнейшее развитие эта технология получила в 2010 году (модель Graft1200) [5] (рис.4), и в 2013 году (Graft1100) (рис.5).

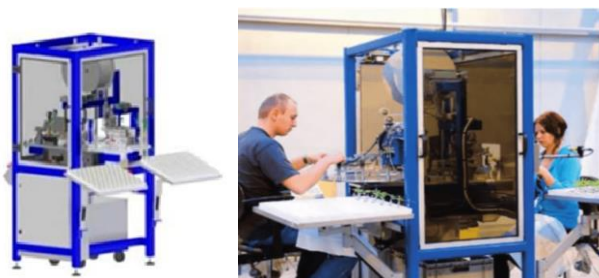


Рис. 4. Машина Graft1200



Рис. 5. Машина Graft1100

Южнокорейская компания Ideal System взяла на себя инициативу в разработке полностью автоматической прививочной машины для горизонтального типа (рис.6). Производительность машины составляет 1200 штук в час, коэффициент успешности прививки 95%. В 2004 году южнокорейская компания Helper Robotech представила роботизированную

систему сверхточной прививки типа AFGR - 800CS (рис.7) с производительностью до 800 шт. / ч [4].

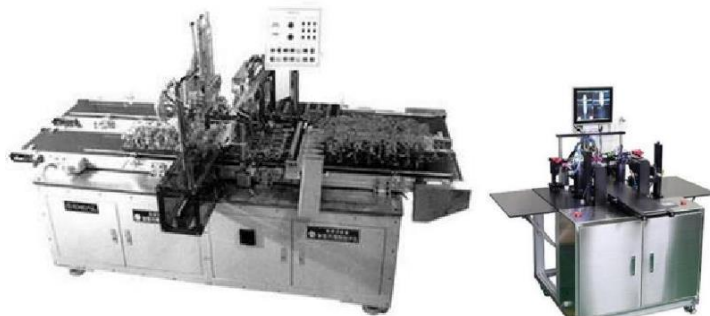


Рис. 6. Автоматическая машина компания Ideal System

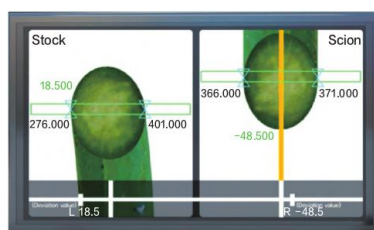


Рис. 7. Сверхточная роботизированная система для прививки AFGR-800CS

В 1992 году японская компания Mitsubishi Corporation запустила в производство полностью автоматизированную прививочную машину типа MGM600. В 1994 году японская компания Yangma разработала полностью автоматизированную прививочную машину AG1000 с коэффициентом успешности прививки 97%, но машина подходит только для саженцев пасленовых культур, поэтому практичность невелика.

Японская компания Jingguan и Институт биологических исследований совместно изобрели полуавтоматическую прививочную машину типа GRF803 - U в 2010 году (рис.8). К недостаткам такой машины следует отнести ручную работу по посадке саженцев. После того, как компания улучшила систему посадки саженцев в этой модели, была разработана прививочная машина с высокой степенью автоматизации типа GRF800 – U.



Рис.8. Японская машина для прививки GRF803-U (слева) и GRF800-U

Исследования в Китае

По сравнению с развитыми странами технология прививочных машин в Китае отстает. В концепции проектирования машины, параметрах

производительности, точности прививки, применимости и других аспектах существует определенный разрыв. Тем не менее, китайские прививочные машины получили развитие в последние годы. Китайские производители активизировали технологические обмены с развитыми странами, а некоторые компании также вкладывают больше средств в технологические инновации и НИОКР. В настоящее время китайские прививочные машины уже имеют определенные интеллектуальные характеристики и способны выполнять большинство прививочных операций. В настоящее время крупные сельскохозяйственные колледжи и университеты Китая проводят соответствующие темы НИР и сотрудничают с соответствующими научно - техническими предприятиями.

В 1998 году профессор Чжан Тьечжун из Китайского сельскохозяйственного университета взял на себя инициативу по созданию команды для проведения исследований по технологии прививки саженцев пасленовых культур и разработал прививочную машину типа 2JSZ - 600, которая может автоматически выполнять такие действия, как резка, подача зажимов и передача саженцев. Основываясь на вышеупомянутой теории исследований, профессор Чжан Тьечжун возглавил команду по совершенствованию и инновациям вышеупомянутой машины, интегрированной в роботизированную систему, а в 2003 году успешно разработал машину для реализации автоматизированной прививки саженцев. В 2005 году профессор Чжан Тьечжун добавил электромагнитные компоненты и разработал прививочную машину с обсадной трубой, которая заменила пневматические компоненты электромагнитами и снизила затраты на производство оборудования.

В 2008 году Китайский научно-исследовательский центр сельскохозяйственной информатизации инженерных технологий разработал прививочную машину типа TJ - 800 с широким диапазоном адаптаций для саженцев бахчевых и пасленовых культур с производительностью 800 штаммов / ч, коэффициентом успешности прививки 95%.

В 2009 году профессор Ку Сун из Южно-Китайского сельскохозяйственного университета взял на себя инициативу, чтобы возглавить команду по разработке прививочной машины типа 2JS - 1000, в основном, для прививки саженцев пасленовых культур, производительность прививки 1000 штаммов / ч, коэффициент успеха 95% [6, 7].

В 2010 году Национальный центр инженерных и технологических исследований сельскохозяйственного интеллектуального оборудования разработал полностью автоматизированную прививочную машину для саженцев на ямочном диске [8, 9], где может быть достигнута синхронная прививка пяти саженцев, что является первой крупномасштабной прививочной моделью в Китае.

В 2018 году Циндаоской сельскохозяйственный университет и Шаньдунская компания Zhongtianshengke Automation Equipment Co., Ltd. совместно разработали машину для прививки овощей типа JS - 6 (рис.9), которая может обеспечить отдельную вакцинацию шести саженцев

пасленовых овощей с чрезвычайно высокой эффективностью прививки [13].



Рис.9. Прививочная машина JS-6

В 2020 году ЛюКай и другие предложили конвейерный режим работы [14], а затем спроектировали и разработали полуавтоматическую прививочную машину для саженцев пасленовых культур, которая интегрирует такие шаги, как подача, резание, сращивание, перевязка и раскраска в процессе прививки в четыре рабочих места, что значительно повышает скорость работы, эффективность прививки достигла 1000 штук в час [15].

В 2021 году компания Hafei Jiaford Robotics Technology Co., Ltd. разработала полуавтоматический робот для прививки овощей модели JFT - A1500TG (рис.10) [16]. Максимальная скорость прививки 1500 шт./ч, коэффициент успеха выше 98% [18].



Рис.10. Полуавтоматический робот для прививки JFT-A1500TG

В 2023 году Инженерный факультет Южно-Китайского сельскохозяйственного университета предложил многопозиционную производственную линию автоматизированного режима прививки, где все звенья захвата, резки, верхнего зажима и обратной посадки устанавливаются на одной и той же транспортной линии, чтобы повысить производительность [19, 20]. Используемые материалы в технологии прививки [21] и применяемые системы управления автоматизированных линии нуждаются в дальнейшем развитии [22-25].

Также необходимо улучшить техническую поддержку и обслуживание в эксплуатации, чтобы повысить долговечность, надежность и качество

прививочных машин. Благодаря этим усилиям китайские прививочные машины смогут не только удовлетворить потребности местного рынка, но и стать более конкурентоспособными на международном рынке.

Заключение

В настоящее время прививочные машины имеют следующие технические проблемы [28]:

(1) Развитые страны в настоящее время разрабатывают модели технического уровня, ориентированные на крупные предприятия по выращиванию саженцев [29, 30], в то время как китайские предприятия по выращиванию саженцев в основном являются малыми и средними предприятиями, поэтому сварочные машины в развитых странах не соответствуют национальным условиям Китая [31, 32].

(2) Производство прививочных машин в Китае, в основном, находится на стадии исследований и разработок, еще не завершена коммерциализация [33], несколько моделей на рынке зависят от импорта [34]. Большинство сварочных машин китайского производства, которые в настоящее время созданы в экспериментальном производстве, в основном, являются полуавтоматическими машинами для ручной загрузки [35], эффективность и точность все еще недостаточны, чтобы реализовать коммерциализацию китайских машин. В настоящее время китайские исследования направлены на создание методов, которые могут повысить эффективность прививки [36-38].

В последние годы для создания машин для прививки используются лазерная резка, станки с ЧПУ для автоматизации и повышения точности прививки, дальнейшего повышения эффективности работы [39, 40]. Кроме того, постепенно появляются многофункциональные комбинированные прививочные машины [41-43]. В будущем машины для прививки пасленовых культур будут более широко использоваться для крупномасштабных посадок, тем самым повышая урожайность и качество сельскохозяйственных культур и удовлетворяя потребности различных регионов и различных условий выращивания [44]. В то же время вопросы устойчивости и охраны окружающей среды также станут важным аспектом для развития бизнеса, поэтому тенденция прививочных машин будет развиваться в направлении многофункционального, экономичного энергосбережения, чтобы адаптироваться к меняющимся рыночным потребностям [45]. Многие машиностроительные компании в мире проводят исследования, результаты которых внедряют в разработку и производство прививочных машин для выращивания пасленовых культур. Автоматизированные прививочные машины станут неотъемлемой частью реализации развития интеллектуального сельского хозяйства в Китае.

Литература

- [1] 赵倩,张涵,黄曦,等. 露白引发对黑籽南瓜种子萌发整齐度的影

- 响研究[J]. 植物学研究, 2021, 10(4):8.
- [2] 王兴才, 陈海燕. 黄瓜嫁接技术研究[J]. 河南农业科学, 1989(4):2.
- [3] 陈 仁, 林 文. 嫁接对番茄品质及经济效益的影响 [J]. 福建热作科技, 2009.
- [4] 战中才, 魏富奎, 冯晓霞, 等. 多工位种苗嫁接平台关键技术研究[J]. 南方农机, 2020, 51(12):56, 104.
- [5] 姜 凯, 冯青春, 王 秀, 等. 发达国家蔬菜嫁接机器人研究动态[J]. 农业工程技术, 2020, 40 (04) : 10-17.
- [6] 褚 佳. 全自动茄科穴盘苗整盘嫁接系统研究[D]. 中国农业大学, 2017.
- [7] 付小虎. 瓜类蔬菜穴盘苗整盘同步嫁接机的设计与试验 [D]. 华中农业大学, 2022.
- [8] 付月胜, 宋 健, 解福祥, 等. 蔬菜嫁接机研究现状及发展趋势[J]. 农业开发与装备, 2021(10):25-29.
- [9] 姜 凯, 辜 松, 郑文刚, 等. 瓜科全自动嫁接机设计与试验[J]. 农机化研究, 2010, (12) : 129-132.
- [10] 钱大鹏, 梁学强, 张 怡, 等. 便携式蔬菜自动嫁接机的研究[J]. 农业开发与装备, 2012(03):27-29.
- [11] 姜 凯, 郑文刚, 张 骞, 等. 蔬菜嫁接机器人研制与试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(04):8-14.
- [12] 褚 佳, 张铁中. 葫芦科营养钵苗单人操作嫁接机器人设计与试验 [J]. 农业机械学报, 2014, 45(S1):259-264+295.
- [13] 贾 靖. 机器视觉驱动的穴盘苗盘上嫁接作业定位方法研究和终端设计[D]. 浙江理工大学, 2019.
- [14] 刘 凯, 辜 松, 张 维, 陈思敏. 基于“流水线”的茄果类种苗半自动嫁接机研究[J]. 现代农业装备, 2020, 41(01): 27-32.
- [15] 杨清盈, 谢忠坚, 初 麒, 等. 茄果类蔬菜多工位嫁接作业效率分析[J]. 现代农业装备, 2023, 44(01):24-28+84.
- [16] 李友余, 刘 凯, 姜 凯. 茄果类蔬菜嫁接机切削装置工作参数优化与试验[J]. 机械设计与制造工程, 2020, 19(08): 43-47.
- [17] 谢忠坚, 辜 松, 初 麒, 等. 茄果类蔬菜种苗高效嫁接机器人研制[J]. 农业工程技术, 2020, 40(18):85.
- [18] 吕亚军, 辜松, 谢忠坚, 等. 茄果类种苗贴接法嫁接下压夹持试验[J]. 农机化研究, 2018, 40(08):159-162.
- [19] 彭玉平, 辜 松, 初 麒, 等. 茄果类嫁接机砧木上苗装置设计[J]. 农业工程学报, 2016, 32(11): 76-82.
- [20] 刘作明. 让茄子提前半个月上餐桌[N]. 鞍山日报, 2011-03-29(A01).

- [21] 牟永花.茄果类嫁接苗产业化生产技术体系和生长模型研究.浙江省,浙江传化生物技术有限公司,2008-08-07.
- [22] 常 康.台湾番茄嫁接机械化技术[J].台湾农业探索,2004(02):33.
- [23] 张 青.茄果类嫁接种苗的工厂化繁育技术与开发.辽宁省,海城市三星生态农业有限公司,2002-11-23.
- [24] 吕亚军.茄果类半自动高速嫁接机关键机构设计与试验[D].华南农业大学,2018.
- [25] 姜 凯,王 秀,张 骞,等.茄果类蔬菜嫁接装置设计与试验[J].农机化研究,2015. 37(04):131-135+139.
- [26] 冯 捷,李 恺,杨艳丽,等.2JT-M-2014型茄果类蔬菜嫁接切削器的研制[J].农机化研究,2015,37(08):107-111.
- [27] 徐祥朋. 茄果类嫁接排剪切削装置关键部件研究[D].华南农业大学,2016.
- [28] 田志伟,马 伟,姚 森,等.卧式蔬菜苗嫁接机设计与试验 [J].中国农机化学报 ,2022.
- [29] Zhang K,Chu J,Zhang T,etc. Development Status and Analysis of Automatic Grafting Technology for Vegetables[J]. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2017, 48. 1-13.
- [30] Yan G, Feng M,Lin W,etc.Review and Prospect for Vegetable Grafting Robot and Relevant Key Technologies[J]. Agriculture 2022, 12, 1578.
- [31] Chu J, Zhang T, Zhang L,etc. Design and experiment of tube-outputting device for vegetable grafting machine using tube-grafting method[D]. 2016, 47. 64-70.
- [32] Chu J, Zhang T. Design and experiment of vegetable grafting robot operated by one-person for cucurbitaceous seedlings cultivated in humus pots[J]. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2014,45. 259-264,295.
- [33] Ray Pankaj, Singh Hemant, Solankey Shashank S ,etc. Improvement of Vegetables Through Grafting in Changing Climate Scenario[EB/OL]. 2023,10.1007/978-3-031-20840-9_12.
- [34] Tamilselvan Ilakiya, Parameswari E , Davamani Veeraswamy,etc. Grafting Mechanism in Vegetable Crops[J]. 2022, 9. 18-26.
- [35] Yan Guoping , Feng Maoshuo, Lin Weiguo, etc. Review and Prospect for Vegetable Grafting Robot and Relevant Key Technologies[J]. Agriculture. 2022, 12. 1578.
- [36] Pradeepkumara N, Subhasmita Subhashree, Kb Kowsalya, etc. Grafting technique: a novel advancement in vegetable breeding[J]. 2022, 469-480.

[37] Majhi Prasanta, Bhoi Tanmaya Kumar, Sahoo Kishore, etc. Understanding the Genetics and Genomics of Vegetable Grafting to Ensure Yield Stability[J]. 2023.

[38] Kumar Udit, Ghosh Saipayan, Kumar Vivek, etc. Vegetable grafting: A new milestone for mitigating global climate change[J]. Pharmaceutica Analytica Acta. 2022, 10(12). 586-589.

[39] Mavlyanova R, Lyan E. Increasing the yield of melon in a greenhouse at vegetative grafting on vegetable marrow rootstocks[J]. Vegetable crops of Russia. 2022, 55-59.

[40] Malik Ajaz A, Malik Geetika, Narayan Sarath, etc. Grafting technique in vegetable crops -A review[J]. 2021, 23. 104-115.

[41] Mohanta Smaranika, Prasad BVG, Rahaman Sajidur, etc. Vegetable Grafting[J]. 2019, 2. 104-108.

[42] Giri Hom, Kharal Sudarshan, Shrestha Arjun, etc. Vegetable Grafting: Methods, Uses and Opportunities for Nepal: A Review[J]. Agricultural Reviews. 2021,10.18805/ag.R-160.

[43] Maurya Deepak, Pandey Ankit, Kumar Vikash, etc. Grafting techniques in vegetable crops: A review[J]. 2019,1664-1672.

[44] Singh Praveen, Selvakumar Raman, Singh Chand, etc. Vegetable grafting for combating stresses and to increase productivity[J]. 2021.

[45] Kumar Rishabh, Thakur Nikhil, Dogra B, etc. Vegetable Grafting: A novel approach for tolerance against environmental stresses[J]. 2023, 12. 2501-2507.

УДК 621.865.8

ВСЕНАПРАВЛЕННЫЕ КОЛЁСА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Шишковец П.Д.

Научный руководитель – Холод П.В., асс. кафедры РТС

Всенаправленное колесо – это тип колеса, которое может свободно вращаться более чем в одном направлении. Всенаправленные колёса широко применяются в робототехнике, позволяя мобильному роботу двигаться практически мгновенно в любом направлении, независимо от текущего положения и ориентации. Существуют различные конструкции всенаправленных колёс. Рассмотрим два основных типа: специальные всенаправленные колёса (Omni колёса) и колёса Mecanum.

Колёса Omni [2] специально разработаны для создания бокового движения в дополнение к обычному вращению, то есть к движению вперед и назад. Это стало возможно благодаря небольшим роликам,

установленными по окружности основного колеса. В фиксированном роботе движение колеса предшествует движению робота в стороны. Другими словами, роботы с фиксированными колесами смогут двигаться в стороны только в том случае, если их колеса начнут двигаться. Но колеса Omni могут двигаться вбок, без необходимости сначала двигаться вперед. Ролики, также называемые дисками, представляют собой небольшие колеса, установленные вокруг колеса. Omni колеса могут иметь несколько или множество роликов. Ролики можно изготавливать двумя путями. Из резины, чтобы свести к минимуму трение, вызванное катанием по земле, и, как следствие, уменьшить коррозию, которая может быть вызвана чем-то вроде металла[3]. Или непосредственно из металла, чтобы уменьшить сопротивление качению и заставить робота двигаться быстрее. Эти ролики играют решающую роль в движении робота. Между каждым роликом есть пустое пространство. Если расстояние между роликами значительное, существует вероятность, что колесо будет тереться о землю. Поэтому, чтобы предотвратить трение качения, это пустое пространство необходимо заполнить. Этого можно добиться, установив на колесо дополнительные ролики, но есть другой способ заполнить пустое пространство. Можно использовать колесо Omni с двойными пластинами[2] (рис 1). Эти конкретные колеса состоят из двух колес Omni, которые соединены вместе таким образом, чтобы заполнять пустые пространства между их роликами. Таким образом, когда они катятся, двойные пластины по очереди несут нагрузку. Это приводит к более плавному перемещению по сравнению с однодисковыми всенаправленными колесами.



Рис.1. Omni колесо с двойными пластинами [2]

Наиболее распространенной колесной формулой робота является трёх- или четырехколесная[3]. Трёхколесная версия оснащена тремя независимыми ведущими колёсами, расположенных на расстоянии друг от друга под углом 120 градусов. Когда двигатель подключен к каждому колесу, получаем три силы тяги от двигателей, которые в сумме образуют поступательную силу и вращающий момент (рис. 2).

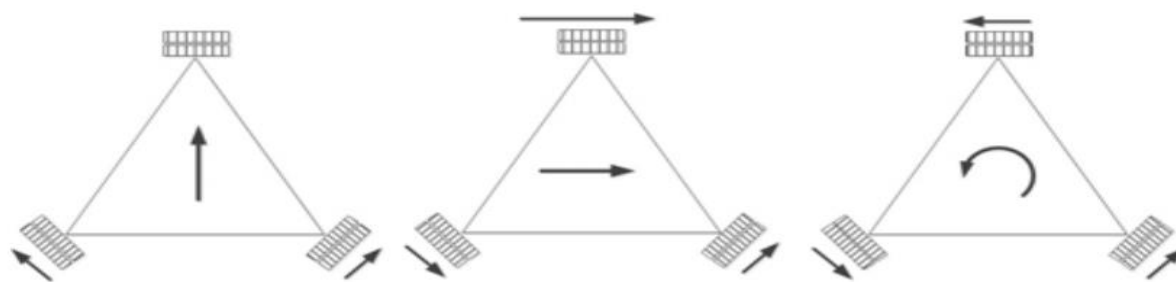


Рис.2. Кинематика в трёхколесном роботе [1]

Четырёхколесная версия оснащена четырьмя независимыми ведущими колёсами, расположенных на равном расстоянии друг от друга под углом 90 градусов. Здесь возможны два варианта размещения колёс под рамой робота. В первом варианте колёса расположены под углами 45, 135, -135, -45 градусов соответственно относительно начала координат. В другом же колёса расположены под углами 0, 90, 180, -90 градусов соответственно относительно начала координат. Благодаря такому расположению колёса могут не только перемещать робота вперед, но и вращать раму робота (рис.3).

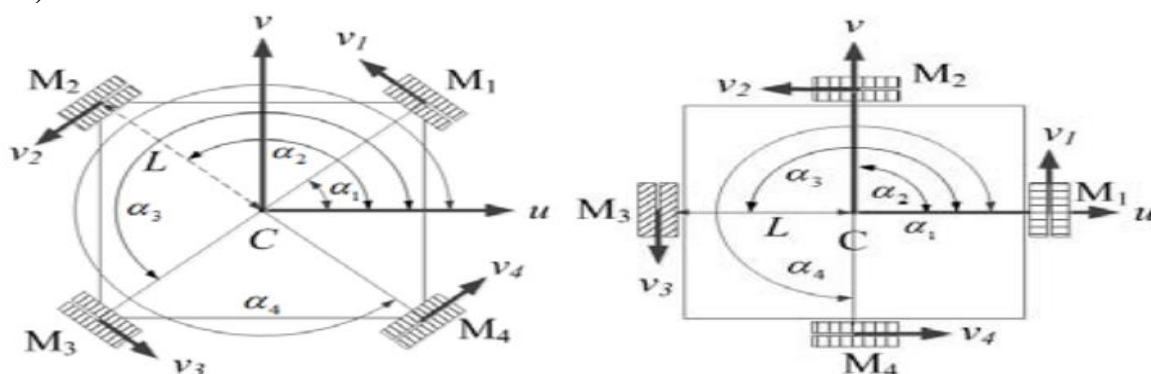


Рис.3. Кинематика в четырёхколесном роботе [1]

Колесо Mecanum [1] основано на концепции центрального колеса с серией свободных роликов, расположенных под углом вокруг периферии колеса. Ролики расположены так, что общий боковой профиль колеса круглый (рис.4).



Рис. 4. Колёса Mecanum [2]

Наклонный ролик передает часть силы в направлении движения колеса и перпендикулярно направлению движения колеса, чтобы результирующий

вектор сил был направлен под определенным углом к оси центрального колеса. Угол между осью роликов и центральным колесом может иметь любое значение, но в случае обычного колеса Mecanum, он составляет 45 градусов. Колесо Mecanum имеет три степени свободы. Но с помощью двигателя приводится в действие только одна степень свободы, тогда как другие пассивны, чтобы отделить «сдерживающие» силы, и добиться всенаправленного движения. Конфигурация платформы робота может быть квадратной или прямоугольной, колёса расположены в каждом углу корпуса (две зеркальные пары по диагоналям). Полученная комбинация всех сил, создаваемая каждым отдельным колесом, дают общий вектор силы, который перемещает робота в нужном направлении (рис.5).

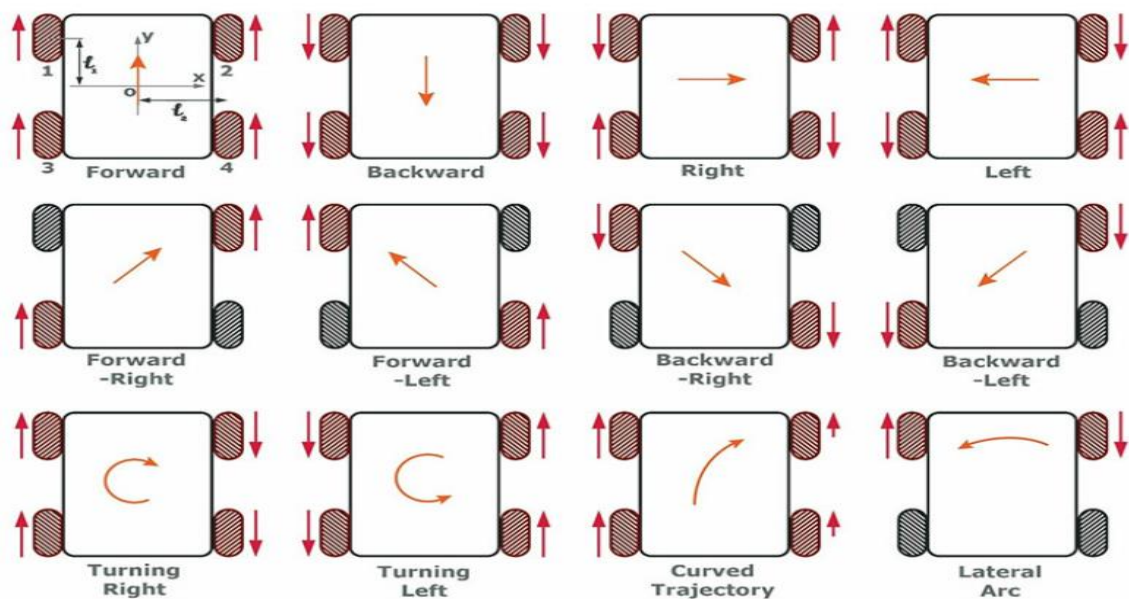


Рис.5. Различные движения робота на Mecanum колёсах [2]

Всенаправленные колеса стали популярны среди колесных мобильных роботов, поскольку они позволяют роботу передвигаться по прямому пути из одного места в другое без необходимости в стартовом повороте. Кроме того, поступательное движение по любому желаемому пути можно совместить с вращением, поэтому робот прибудет к месту назначения под правильным углом быстрее, чем робот с обычными колёсами при одинаковых скоростных характеристиках. Эти возможности сделали робота очень маневренным, что очень помогает как внутри, так и снаружи помещений, в частности, в узких пространствах и многолюдных помещениях.

Литература

1. Adascalitei, F. and Doroftei, I. (2011) ‘Practical applications for mobile robots based on Mecanum wheels – a systematic survey’, Proceedings of the International Conference on Innovations, Recent Trends and Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development, September, Bucharest, Romania, pp.112–123.

2. S. Soni, T. Mistry, J. Hanath. Experimental Analysis of Mecanum wheel and Omni wheel, IJSET – International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 3, May 2014

3. Asama, H., Sato, M., Bogoni, L., Kaetsu, H., Matsumoto, A. and Endo, I. (1995) ‘Development of an omni-directional mobile robot with 3 DOF decoupling drive mechanism’, Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, May, Nagoya, Japan, pp.1925–1930.

УДК 681.5

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ПРОПРИЕТАРНЫХ ПРОТОКОЛОВ В СИСТЕМЕ ДОМАШНЕЙ/ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Южно В. М.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель

В настоящее время, принимая во внимание скорость развития современных технологий, техника терпит моральное и физическое устаревание за всё более и более короткий временной интервал. Это может приводить к снижению производительности систем автоматизации в целом, их точности и быстродействия. Ввиду постоянной конкуренции и улучшения стандартов предоставления услуг и готового продукта, данные факторы являются критическими, ведь более медленная система снижает общий темп производства, что в свою очередь приводит к снижению получения прибыли и потере конкурентной способности на рынке.

Также, устаревание техники затрагивает и объекты непромышленного назначения. К ним относятся административные и общественные здания: бизнес-центры, офисы, вокзалы, спортивные комплексы, центры торговли, образовательные учреждения. На данных объектах на первый план выходит обеспечение физического и морального комфорта людей, их безопасности пребывания в помещениях.

В связи с данными факторами возникает потребность в улучшении систем в определенный момент времени. Но замена всей системы в целом на более новые решения обходится дорого, поэтому имеет смысл заменять систему поэтапно, выводя из эксплуатации наиболее устаревшие либо вышедшие из строя элементы. Сложность подбора в единую систему более современных элементов многократно увеличивает, как правило, конфликт рабочих протоколов передачи данных новых систем и элементов со старыми, либо наличие у последних своих собственных проприетарных протоколов.

Возникшую задачу призван решить аппаратно-программный комплекс для интеграции устройств с различными правилами обмена данных. Он

представляет собой информационный шлюз, получающий данные по различным протоколам и преобразовывающий их во внутренний формат, предоставляя возможность обрабатывать информацию всем объектам системы, независимо от их технического исполнения.

Аппаратно-программный комплекс для интеграции проприетарных протоколов в системе домашней/промышленной автоматизации включает в себя технические устройства и программные средства:

– Устройство *RS-485 – TTL*. Необходим для коммутации каналов передачи данных внешнего устройства с интерфейсом преобразующего устройства. Данное устройство представляет собой интерфейс либо комплекс интерфейсов, совместимых с используемым в проекте каналом данных, а также микроконтроллера, осуществляющего перевод данных во воспринимаемый следующим модулем вид.

– Устройство обработки поступивших данных. Представляет собой основное устройство, осуществляющее операции декодирования и кодирования над поступившими данными. Выдает итоговый результат на вход следующего устройства.

– Устройство *TTL – Ethernet*. Необходимо для коммутации каналов передачи данных внешних устройств с интерфейсом преобразующего устройства. Представляет собой интерфейс либо комплекс интерфейсов, совместимых с используемым в проекте каналом данных внешнего устройства, а также микроконтроллера, осуществляющего перевод данных во воспринимаемый конечным устройством вид.

– Программные средства просмотра и конфигурирования системы. Предоставляют возможности настройки, проверки преобразовывающего устройства используя графический интерфейс веб-браузера.

Таким образом, аппаратно-программный комплекс для интеграции проприетарных протоколов позволяет решить проблему невозможности совместной работы протоколов с различными правилами обмена данными, тем самым повышая гибкость системы, увеличивая диапазон устройств, которые можно внедрить в общую систему, не утратив какой-либо функционал.

Литература

1. «Промышленные сети» [А. А. Титаев], УДК 681.5(075.8), учеб. пособие.: Издательство Уральского университета, 2020. 6 – 92 с.

УДК 621.328

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ ТОЛКАТЕЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-СВАРЩИКОВ

Семенчук Е.А.

Научный руководитель – Заярный В.П., старший преподаватель

На сегодняшний день ни одно современное промышленное предприятие нельзя представить без различных механизмов, манипуляторов, сервоприводов и автоматизации производства. Огромнейшую роль в процессе производства играют роботы-манипуляторы, которые предназначены для сварки.

Механизм подачи электродной проволоки состоит из электродвигателя, редуктора и системы подающих прижимных роликов. Подача проволоки обеспечивается по шлагу в место сварки. Устройство подачи сварочной проволоки представляет собой совокупность механизмов, обеспечивающих бесперебойную и автоматическую подачу материала и защитного газа в зону сварки [1].

Электродвигатель представляет собой двигатель переменного или постоянного тока. Разница заключается в том, что при первом подача осуществляется ступенчато-сменными шестернями, а при втором – плавным регулированием благодаря изменению частоты вращения двигателя. При дуговой сварке роботом-манипулятором используются роликовые и планетарные безредукторные механизмы подачи сварочной проволоки.

Планетарные механизмы создают стабильную подачу с одновременной правкой проволоки, как результат – стабильное положение конца электродной проволоки, меньшее изнашивание тракта подачи и большая его длина, заметно снижаются силы трения проволоки о внутреннюю поверхность канала. Однако применение планетарных подающих механизмов требует хорошей обработки поверхности, стабильности формы и размеров сечения сварочной проволоки.

Рассмотрим математическую модель механизма подачи на ДПТ:

Первый этап решения – решение обратной задачи кинематики для звена робота. Матрица обратной задачи кинематики для звена робота имеет вид:

$$P = \begin{bmatrix} \cos \varphi \cos \theta \cos \psi - \sin \varphi \sin \psi & -\cos \varphi \cos \theta \sin \psi - \sin \varphi \cos \psi & \cos \varphi \sin \theta & x \\ \sin \varphi \cos \theta \cos \psi + \cos \varphi \sin \psi & -\sin \varphi \cos \theta \sin \psi + \cos \varphi \cos \psi & \sin \varphi \sin \theta & y \\ -\sin \theta \cos \psi & \sin \theta \sin \psi & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

Подставляя значения углов Эйлера и координат схвата робота в формулу (1.1), получаем матрицы однородных преобразований механизма подачи [2].

Второй этап – составление матриц однородных преобразований механизма подачи:

$$\begin{cases} x = k_1 c1 - k_2 s1, \\ y = k_1 s1 + k_2 c1. \end{cases} \quad (1.2)$$

где $k_1 = l_1 + l_2 c2$;
 $k_2 = l_2 s2$.

Для решения уравнений системы (1.2) выполним замену переменных:

$$r = \sqrt{k_1^2 + k_2^2} ; \quad \gamma = \text{ATAN} 2(k_2, k_1),$$

тогда

$$k_1 = r \cos \gamma ; \quad k_2 = r \sin \gamma .$$

Теперь систему уравнений можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{x}{r} = \cos \gamma \cos Q_1 - \sin \gamma \sin Q_1, \\ \frac{y}{r} = \cos \gamma \sin Q_1 + \sin \gamma \cos Q_1. \end{cases} \quad ($$

Откуда находим

$$\begin{cases} \frac{x}{r} = \cos(\gamma + Q_1), \\ \frac{y}{r} = \sin(\gamma + Q_2). \end{cases}$$

Лазерная сварка имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами сварки. Во-первых, лазерная сварка обеспечивает высокую точность и контролируемость процесса. Это позволяет создавать качественные сварные соединения с минимальными деформациями и требованиями к последующей обработке. Во-вторых, лазерная сварка может быть применена для соединения широкого спектра материалов, включая металлы, пластик и стекло. Кроме того, лазерная сварка обладает высокой скоростью сварки и может быть автоматизирована для использования в промышленных производственных линиях [3].

Литература

1. <https://nt-welding.ru> [Электронный ресурс]. Сварочное оборудование и материалы.
2. <https://dspace.tltsu.ru> [Электронный ресурс]. Математическое моделирование механизма подачи.
3. <https://overclockers.ru> [Электронный ресурс]. Промышленные роботы в современном производстве.

УДК 004.81

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Леонов В.Д.

Научный руководитель – Холод П.В, асс. кафедры РТС

Введение

В целях обеспечения безопасности и комфорта своих обучающихся и работников БНТУ [1] ввел на своей территории систему контроля и управления доступом (СКУД) – совокупность программно-технических средств, предназначенных для управления и автоматизации пропуска на территорию или в помещение для сохранения безопасности. В БНТУ функционирует реализация СКУД, где преграждающее устройство – турникет, идентификатор – карточка, считыватель – считыватель идентификатора-карточки. Обязательное наличие карточки идентификатора у обучающегося или работника университета является характерным недостатком для данной реализации СКУД, так как порой в силу различных обстоятельств студент или сотрудник может не иметь при себе карточки-идентификатора, что кратно усложняет возможность студента попасть на пары, а работника на работу, или карточка-идентификатор не может выполнять свои функции, чему в свою очередь сопутствуют дополнительные затраты на восстановление/обновление пропуска на территорию университета. В связи с этим возникает необходимость в альтернативной реализации системы ограничения пропуска посторонним людям.

Цель работы: разработка СКУД, минимизирующую влияние различных факторов на удобство прохождения обучающихся и сотрудников университета.

Задачи:

- анализ уже установленной в БНТУ СКУД, определения достоинств и недостатков такой реализации;

- анализ существующих на рынкеСКУД решений. Оценка их применимости в контексте БНТУ;
- разработка прототипа альтернативнойСКУД.

Основная часть

В качестве альтернативной реализацииСКУД предлагается система, основанная на распознавании лиц, где в качестве идентификатора используется лицо сотрудника или обучающегося, в качестве считывателя – устройство записи и передачи изображения. Функционирование такой системы заключается в сравнении информации, полученной от устройства записи и передачи изображения с базой данных, хранящей в себе информацию о лицах, которым разрешен доступ. Такая база данных может быть основана на фотографиях лиц обучающихся, снимаемых для изготовления студенческого билета, выдаваемого каждому студенту. Преимущества такой реализации перед существующей:

- независимость студента или сотрудника от карточки-идентификатора, способной выйти из строя или быть вне доступа работника/обучающегося;
- уникальность человеческого лица решает проблему входа на территорию университета лица, не являющегося сотрудником или студентом, но завладевшим карточкой;
- отсутствие необходимости в изготовлении/поддержки карточек-идентификаторов.

Таких результатов в оптимизации функционированияСКУД позволяет добиться технология компьютерного зрения. Как научная дисциплина, компьютерное зрение относится к теории и технологии создания искусственных систем, которые получают информацию из изображений. Видеоданные могут быть представлены множеством форм, таких как видеопоследовательность, изображения с различных камер или трехмерными данными [2]. Сравнение информации, полученной от устройства записи и передачи изображения с базой данных, хранящей в себе информацию о лицах, которым разрешен доступ производится непосредственно средствами технологии компьютерного зрения. В практической плоскости вопроса технология компьютерного зрения представлена такими библиотеками с открытым исходным кодом как OpenCV, TensorFlow, Keras, содержащие в себе удобные инструменты для работы с информацией, полученной с устройств записи и передачи изображений, предобученные классификаторы для поиска лиц, различные алгоритмы машинного обучения, а также хорошо задокументированный API.

Существующие алгоритмы распознавания лица зачастую строятся на решении нескольких подзадач [3]. **Обнаружение:** алгоритм использует методы, основанные на **теории детектирования объектов**, чтобы найти в

кадре лицо. Это может быть каскад классификаторов Хаара или более сложные нейронные сети, основанные на сверточных нейронных сетях. **Извлечение признаков:** из найденного лица извлекаются его уникальные особенности. Для этого используются методы, основанные на **линейной алгебре и анализе изображений**. К этим признакам относятся расстояние между глазами, форма носа, углы наклона бровей и т.д. **Создание модели:** извлеченные признаки преобразуются в **вектор признаков**, который представляет собой математическое описание лица. **Сравнение:** вектор признаков нового лица сравнивается с векторами признаков из базы данных лиц, используя методы **метрического обучения** или **сравнения шаблонов**. **Распознавание:** если расстояние между вектором нового лица и вектором из базы данных достаточно мало, алгоритм распознает личность. Уровень порогового значения расстояния определяет строгость и точность распознавания.

Заключение

В ходе проделанной работы были выделены основные недостатки СКУД в БНТУ, а также описана альтернативная реализация СКУД посредством технологии компьютерного зрения, приведены ее главные преимущества перед уже введенной системы в университете. В ближайшем будущем планируется разработка опытного прототипа предложенной СКУД, а также ее апробация в реальных условиях с последующим анализом полученных результатов.

Литература

1. БНТУ сообщает: система контроля и управления доступом начинает свою работу в тестовом режиме // Новости БНТУ URL: <https://times.bntu.by/news/14204-bntu-soobshaet-sistema-kontrolya-i-upravleniya-dostupom-nachinaet-svoyu-rabotu-v-testovom-rezhime> (дата обращения: 13.05.2024).
2. Everything You Ever Wanted To Know About Computer Vision. // towardsdatascience URL: <https://towardsdatascience.com/everything-you-ever-wanted-to-know-about-computer-vision-heres-a-look-why-it-s-so-awesome-e8a58dfb641e> (дата обращения: 11.05.2024).
3. What is Facial Recognition – Definition and Explanation // Kaspersky URL: <https://usa.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition> (дата обращения: 12.05.2024).

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

А. П. Германович, В. П. Щеклеина, Т. А. Гришков
Научный руководитель – Воюш Н.В., старший преподаватель

Окрашивание фасадов является рядовой задачей внешней отделки при строительстве, она осложнена рядом проблем, например, рельеф и структура поверхностей могут быть неудобны для использования подвесных люлек, а высота может не позволять использовать различного рода подъемники, также её трудо- и времязатратность являются предпосылками для автоматизации этого процесса. Для этого предлагается применять дроны, оснащенные специальным подвесным оборудованием, которые могут свободно перемещаться вдоль необходимых поверхностей сложных форм и больших габаритов. Однако для реализации подобного дрона нужно обеспечить точное и стабильное позиционирование рабочего прибора для нанесения краски.

Одной из основных сложностей, связанных с подвесным оборудованием, установленным на БПЛА, заключается в вибрации, вызванной двигателями и наклонами (тангаж, рысканье, крен), которые выполняет аппарат для полетов и стабилизации положения при зависании. Широкое применение для решения этой проблемы приобрели трехосные стабилизаторы, в частности они стабилизируют камеру дрона. Однако на положение аппарата влияет не только его собственное перемещение, но и внешние факторы (к примеру, резкие порывы ветра). В ряде ситуаций такое смещение может быть критично. Одной из таких задач является работа с графикой, отрисовка тонких контуров и отдельных элементов с помощью дрона. Чтобы предотвратить отклонения, необходимо сочетать линейную и угловую стабилизацию. Для решения этой проблемы можно использовать стабилизатор (рисунок 1), основанный на кинематике платформы Стюарда, что даст возможность стабилизировать подвесное оборудование по всем осям.

Платформа Стюарта – тип параллельного манипулятора, который использует октаэдральную конфигурацию стоек. На этой платформе основывается весь принцип работы стабилизатора. Этот механизм имеет шесть независимых ног на шарнирных соединениях и шесть степеней свободы, что обеспечивает максимальную мобильность. Длины ног можно регулировать, изменяя таким образом ориентацию платформы, или в нашем случае рабочего инструмента дрона, что позволит достичь эффективной стабилизации и позиционирования. Этот тип платформы позволяет перемещать рабочий орган в шести направлениях: поперечное, продольное

и вертикальное перемещение (по осям x , y , z) и три вращения вокруг этих осей (тангаж, крен и рыскание). Основу механизма составляет параллельная конструкция, где шесть приводов работают совместно для управления движениями верхней платформы. Это обеспечивает стабильность и точность перемещений. Двенадцать шарниров используются для соединения приводов с платформами, обеспечивая гибкость в движениях и возможность осуществления широкого диапазона перемещений. Непосредственное движение обеспечивается за счет шести опор, способных изменять свою длину. Это могут быть как линейные приводы, приводимые в движение гидравликой, пневматикой или электромоторами, так и рычажные приводы. Возможность изменения длин ног позволяет варьировать ориентацию платформы. Данный механизм является решением обратной кинематической задачи, при которой необходимо определить длины ног по заданному положению и ориентации платформы [1].

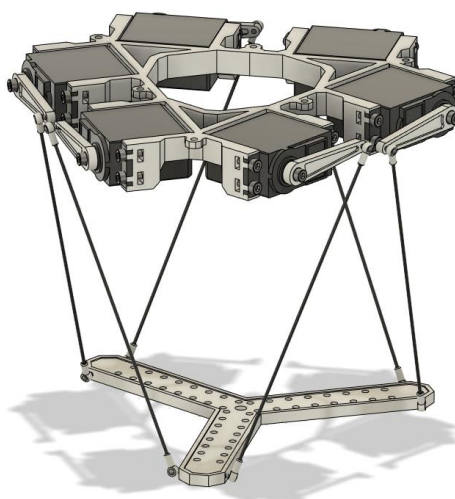


Рис. 1. Модель шестиосевого стабилизатора

Особенностью платформы Стюарта является расположение тяжелых элементов, таких как приводы, на нижней платформе, что позволяет максимально уменьшить вес верхней. В обычных условиях это позволяет снизить инерцию и увеличить скорость перемещения верхней платформы. [2]. Еще одной особенностью является то, что все приводы расположены на расстоянии друг от друга. Это позволит воздуху проходить через стабилизатор и не оказывать значительного влияния на дрон.

Несмотря на все положительные стороны применения платформы Стюарта, существует и значительный недостаток – массивность. Так как при большом весе подвешенного оборудования необходима большая мощность дрона, а, значит, и больше затрат при его работе, возникает необходимость в поиске способа облегчения конструкции.

Стабилизатор должен быть прочным и устойчивым к механическим нагрузкам, но в то же время достаточно легким. Поэтому его для создания

оптимальными будет использование композитных материалов. Одно из важнейших достоинств композитных материалов – возможность создания элементов изделий с заранее заданными свойствами, наиболее полно отвечающими характеру и условиям работы конструкции. На данный момент существует широкий выбор различных композитных материалов, например, углепластик, стеклопластик, арамидные волокна и т.д. Остановим свой выбор на углепластике, который является наиболее популярным и перспективным видом композитных материалов для БПЛА. Углепластики – полимерные композитные материалы из переплетённых нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных (например, эпоксидных) смол. Материал отличается высокой прочностью, жёсткостью и малой массой. Он обладает хорошей коррозионной стойкостью, устойчивостью к химической и солевой коррозии и имеет длительный срок службы в суровых атмосферных условиях. Также углепластик имеет хорошие термостойкие свойства, в условиях высоких температур он сложно поддается деформации, не теряет своей прочности и обладают стабильностью размеров. Углепластики чаще всего изготавливают с применением связующих на основе эпоксидных смол. Среди видов армирующих волокон широко распространены однонаправленные жгуты и тканые полотна. Для изготовления из углепластиков можно применять такие методы, как контактное или вакуумное формование.[3]

Таким образом применение дронов, оснащенных шестиосевыми стабилизаторами на основе платформы Стюарта, может значительно облегчить процесс выполнения работ по окраске различных типов поверхностей. Благодаря программному управлению и автономной работе аппарата можно автоматизировать процесс изготовления сложных муралов, что позволяет сэкономить финансовые и временные затраты, а также обезопасить строительные работы за счет исключения человеческого фактора.

Литература

1. Stewart, D. (1965). A Platform with Six Degrees of Freedom. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 180(15), 371-386.
2. Johnson, A. "Stewart Platform Applications in Aerial Systems." International Conference on Unmanned Vehicles, 2020.
3. Молчанов Б. И., Гудимов М. М. Свойства углепластиков и области их применения //Авиационная промышленность. – 1997. – №. 3-4. – С. 58-60.

УДК 621.38

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРОГРАММИРУЕМОМ ЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЛЕРЕ SIEMENS LOGO! 8

Шуляк Д. Э.

Научный руководитель – Заярный В. П., старший преподаватель

Типичная система управления (СУ) пневматическим промышленным роботом (ППР) на программируемом логическом контроллере (ПЛК) Siemens Logo! 8 состоит из блока питания (БП), подключенного к ПЛК, на входы которого подаются информационные сигналы с датчиков ППР и с выходов которого подаются управляющие сигналы на ППР. Количество входов/выходов на ПЛК ограничено, в случае если это количество не удовлетворяет требованиям, к ПЛК можно добавить модули расширения. Структурная схема типичной СУ ППР на ПЛК Siemens Logo! 8 представлена на рисунке 1.

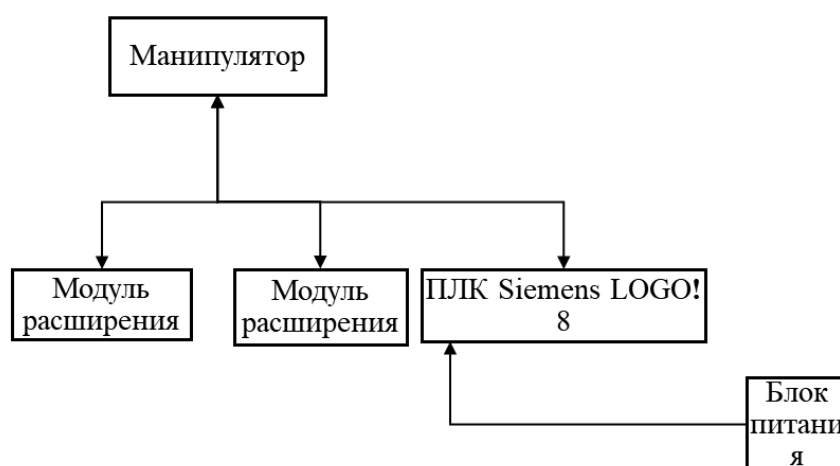


Рис. 2. Структурная схема типичной системы управления на ПЛК Siemens LOGO! 8.

Добавлены 2 модуля расширения

Управление осуществляется управляющей программой. Программа создается в программном обеспечении Logo Soft Comfort и загружается в ПЛК Siemens Logo! 8 через Ethernet или micro SD-картой.

Использование ППР имеет ряд преимуществ:

- Пневматическая система привода обладает большой мощностью;
- Повышенная безопасность при работе с ППР. При обнаружении неполадки можно отключить подачу воздуха на отдельный ППР, не отключая остальные манипуляторы;
- Меньше технического обслуживания. ППР требуется меньше обслуживания, их проще и дешевле восстанавливать в случае поломки.

Использование ППР имеет так же ряд недостатков:

- Сложное управление скоростью перемещения звеньев манипулятора. У большинства моделей ППР есть только две настройки подачи воздуха – включение и выключение подачи. Регулирование скорости перемещения частей манипулятора является сложной задачей;

- Высокие долгосрочные эксплуатационные расходы. ППР могут быть более эффективными, но в долгосрочной перспективе такое оборудование обходится дороже;

- Склонность к образованию конденсата. Как и любая система сжатого воздуха, ППР могут быть подвержены вредному воздействию конденсата.

Пример реализации СУ ППР МП-11 на ПЛК Siemens Logo! 8 изображен на рисунке 3. Кинематическая схема МП-11 изображена на рисунке 2, рабочая зона МП-11 представлена на рисунке 4.

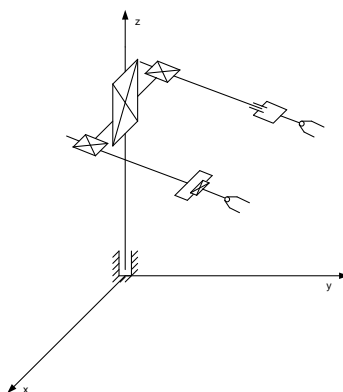


Рис. 3. Кинематическая схема пневморобота МП-11

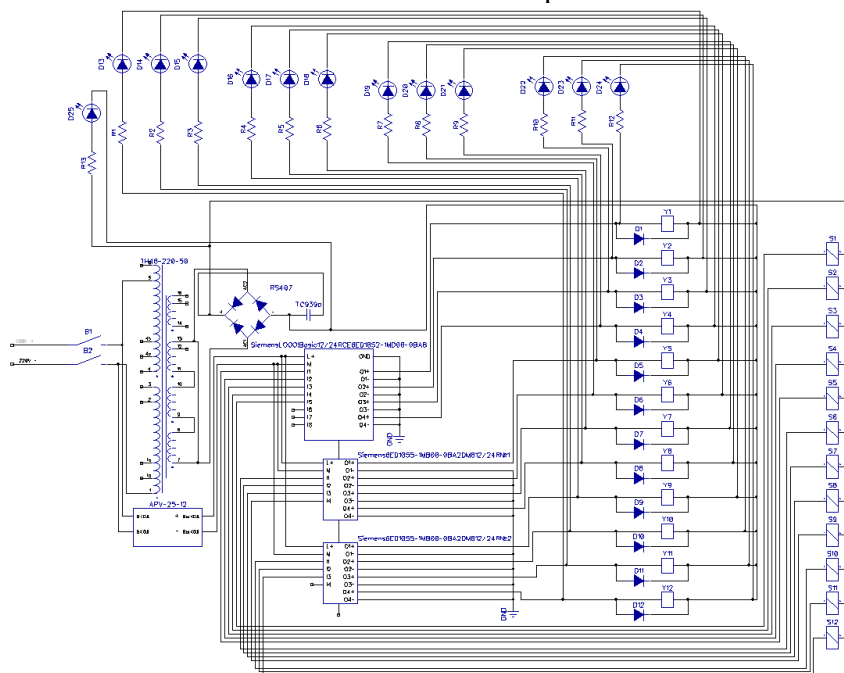


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема СУ ППР МП-11 на ПЛК Siemens Logo! 8

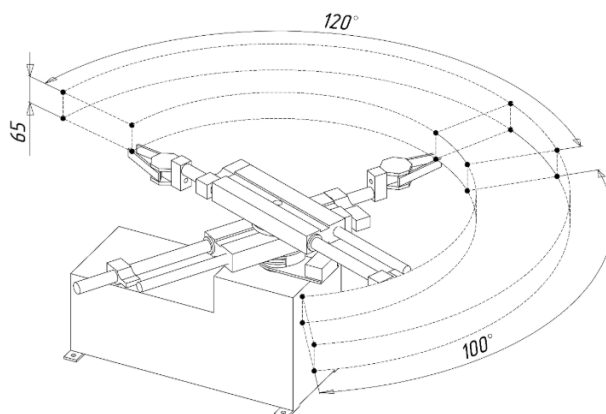


Рис. 5. Рабочая зона пневматического робота-манипулятора МП-11

Таким образом, ППР имеют широкие возможности для внедрения на производстве и являются актуальными на момент написания этой статьи. В частности, как и любой промышленный робот, они полезны для повторяющихся или опасных для человека операций, что расширяет круг возможностей использования ППР далеко за пределы промышленных предприятий и объектов.

УДК 004.032.26

РАЗРАБОТКА СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ RESNET

Сухобоков А.А.

Научный руководитель – Воюш Н.В., старший преподаватель

Для решения задачи классификации объекта на изображении самым эффективным инструментом будут являться сверточные [1] нейронные сети. По результатам тестирований [2] лучшей некомбинированной моделью является ResNet с процентом ошибки 3.57%. Ее преимущество заключается в том, что связь между некоторыми слоями представляет собой остаточные соединения, которые помогают решить проблему затухающего градиента “весов” признака объекта и улучшать обучение самых глубоких слоев [2].

Были выбраны в качестве среды разработки – язык программирования Python 3, а также библиотеки TensorFlow [3] и Keras. TensorFlow и Keras [4] предоставляют инструменты для создания и обучения различных моделей машинного обучения. Преимущество TensorFlow – графовое представление вычислений, что оптимизирует процесс обучения, особенно на больших датасетах данных. Дает возможность использовать средства GPU для ускорения обработки. Keras предоставляет архитектуры нейронных сетей и есть возможность эксплуатирования с TensorFlow.

Разрабатываемая модель будет состоять из 152 сверточных слоёв, различных размеров, зависящих от используемых “фильтров”. Проверяем архитектуру на готовом датасете Imagenet. После успешной проверки базовой модели, меняем архитектуру слоев, уменьшая размерность фильтров. Для того, чтобы натренировать нейронную сеть на своем наборе данных, используем последний слой как вывод из измененной модели и подключаем его на вход новой модели такой же версии. После компиляции полученной модели, можем запускать обучение. Без компиляции модель не получит необходимых метрик и не пройдет тестирование. Необходимый набор данных предварительно до объявления модели необходимо преобразовать при помощи функций TensorFlow. Датасет генерируется имея разделения на необходимые классы и имеет 3 типа обрабатываемых данных train – для тренировки, valid – для подтверждения, test – тестирование изображения не используемые в обучении нейронной сети. Тренировка проходит по этапам, называемыми эпохами (epoch). Большее количество “эпох” приведет к более эффективному обучению и в следствии более точным результатам. Но увеличение этапов приведет к большим затратам как ресурсов производительности, так и времени, с этим помогает tensorflow.gpu, позволяющий разделить потребление.

Для удобства отслеживания прогресса обучения, визуализации работы обученной нейронной сети на новых для нее данных подключены библиотеки matplotlib и tkinter.

Результатом описанной работы является обученная модель нейронной сети ResNet152-v2 на датасете размером 14 тыс. изображений, разделенных на 2 класса: повреждения стен и повреждения дорог. Графический анализ обучения данной модели представлен на рис. 1.

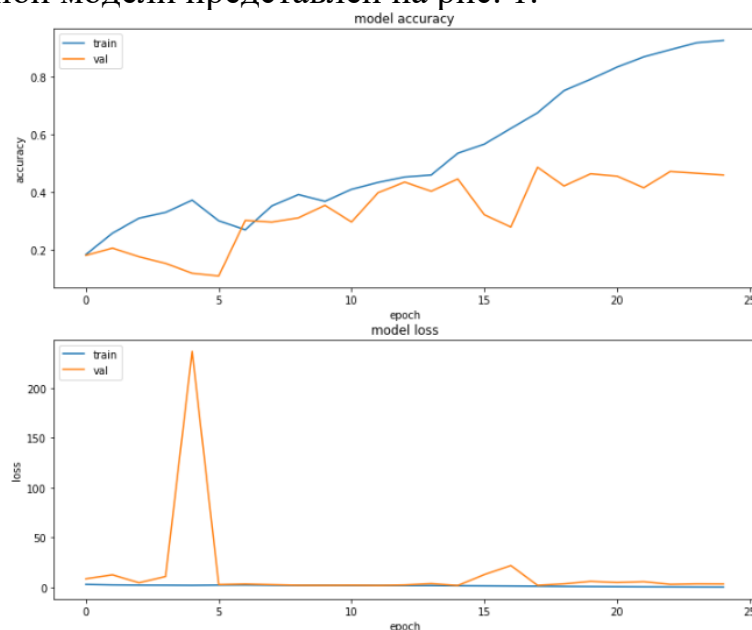


Рис. 6. Графики точности классификации для массивов данных тренировки и подтверждения

Литература

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин – М.: Изд-во Вильямс, 2018, 1104 с
2. Kaming He. Deep Residual Learning for Image Recognition. [Электронный ресурс]. – URL: https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2016/papers/He_Deep_Residual_Learning_CVPR_2016_paper.pdf (дата обращения: 12.05.2024)
3. TensorFlow. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tensorflow.org/> (дата обращения: 10.05.2024)
4. Keras [Электронный ресурс]. – URL: <https://keras.io/> (дата обращения: 10.05.2024)

УДК 621.38

ББК 30В6

РАЗРАБОТКА КОРПУСА ДЛЯ BANANA PI M2 ZERO

Макуцевич И.С.

Научный руководитель – Лобатый А.А., профессор, д.т.н.

Banana Pi M2 Zero – миниатюрный компьютер, все компоненты которого расположены в пределах одной платы. В современное время используется во многих различных сферах, где нужен бюджетный, не требующий высокой вычислительной мощности компьютер.

Основными проблемами Banana Pi M2 Zero является то, что не предусмотрено встроенного охлаждения. Поэтому разработка корпуса с охлаждением для Banana Pi M2 Zero несет за собой 2 цели: обеспечить необходимое охлаждением для работы Banana Pi M2 Zero, а также защиты от внешних воздействий. Другой проблемой является то, что данное устройство не обладает портов для подключения к локальной сети, решением этой проблемы является подключения платы расширения Raspberry Pi Ethernet / USB HUB NAT к Banana Pi M2 Zero [1].

Для определения размеров пассивного радиатора необходимо воспользоваться формулой для вычисления требуемого теплового сопротивления радиатора [2]:

$$Q = (T_2 - T_1) / (P - Q_2 - Q_1)$$

Из этого следует что рабочая площадь пассивного радиатора необходима равняться: $S = 640 \text{ мм}^2$

Для уменьшения самого размера пассивного радиатора его выполняют с выполняют с вырезанием пазов, для увеличения рабочей площади. Корпус

должен быть составной, для того чтобы поместить Banana Pi M2 Zero в его пределы.

Активное охлаждение необходимо для моментов, когда нагрузка на Banana Pi M2 Zero максимальна, оно выполняется благодаря вентилятору EC2008HH05C встроенного в сборку.

Общий вид готового корпуса с пассивным и активным охлаждением с встроенным внутри Banana Pi M2 Zero и Raspberry Pi Ethernet / USB HUB NAT (рис. 1):

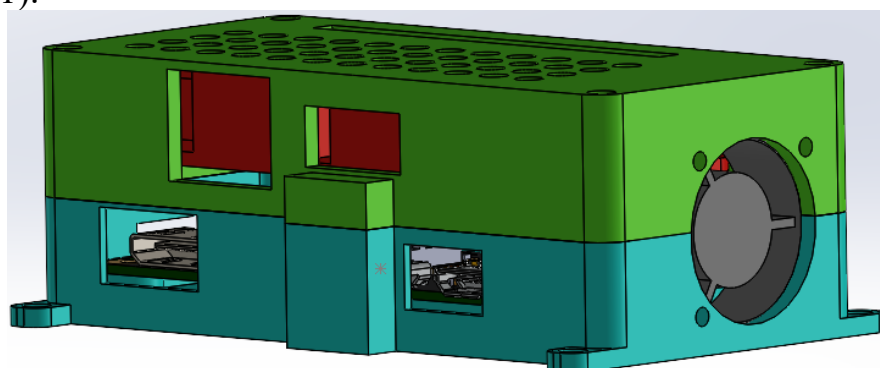


Рис.1. Корпус с пассивным и активным охлаждением с встроенным внутри Banana Pi M2 Zero и Raspberry Pi Ethernet / USB HUB NAT

При помощи CAE-модуля в SolidWorks были произведены тепловые исследования, необходимые для проверки пассивного и активного охлаждения. CAE-модуль – программное обеспечение, позволяющее произвести симуляцию физических процессов.

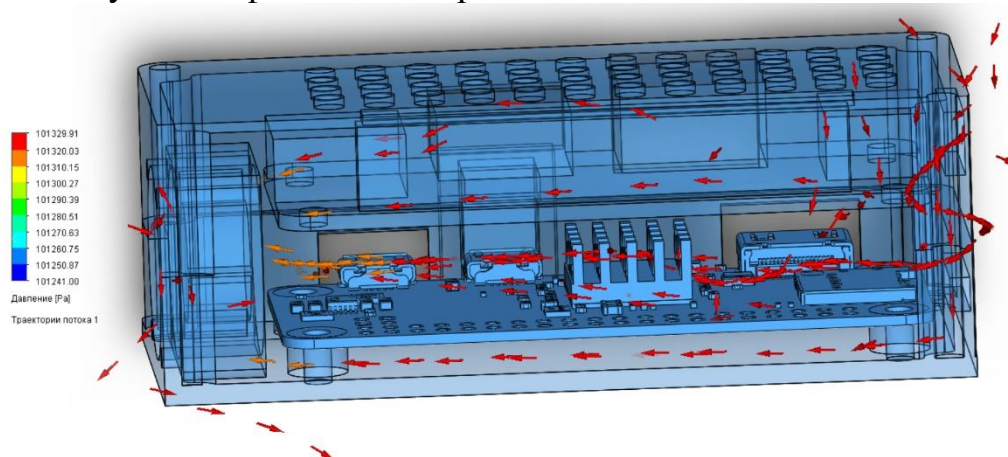


Рис.2. Визуализация симуляции движения потока воздуха внутри сборки.

Визуализация симуляции движения потока воздуха внутри сборки позволила показать, что разработанный корпус позволяет работать Banana Pi M2 Zero в комфортных для него условиях.

Разработка нового корпуса для Banana Pi M2 Zero позволит использоваться данную конфигурацию в еще более различных сферах применения, даст новый виток развития.

Литература

1. Banana Pi M2 Zero [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wiki.banana-pi.org/Banana_Pi_VPI-M2_ZERO. Дата доступа: 18.05.2024.

2. Якубович, А. И. Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей. Исследования, параметры и показатели / А. И. Якубович, Г. М. Кухаренок, В. Е. Тарасенко. – Минск : БНТУ, 2014. – 300 с. – ISBN 978-985-550-458-1

УДК 62-111.2

АВТОМАТИКА СОВРЕМЕННЫХ СМА

Виршич А. В.

Научный руководитель – Заярный В.П., старший преподаватель

В 1947 году компания *Vendix* выпустила первую автоматическую стиральную машину, которая выполняла все этапы стирки без вмешательства пользователя. Это стало настоящим прорывом в индустрии. Началось активное использование и развитие стиральных машин.

Современные стиральные машины оборудованы сенсорами, инверторными двигателями, звуковой и световой индикацией [1]. Кроме этого в них заложены различные программы и функции стирки, которые позволяют подстроить процесс стирки для конкретных вещей и тканей. Но и на этом развитие СМА не останавливается. Разрабатываются и внедряются новые двигатели, датчики и функции. Кроме этого существуют различные программы, которые могут заранее смоделировать тот или процесс, работу электродвигателя и так далее. Все это очень помогает и ускоряет процесс разработки и создания новых моделей [1,3]. Основой этих моделирований являются математические модели, состоящие из уравнений, и структурные схемы, позволяющие выразить эти уравнения в виде графиков. Для этих целей отлично подходит программа *Matlab-Simulink*. Рассмотрим создание математической модели на примере двигателя постоянного тока, который активно используется в стиральных машинах. Структурная схема для определения тока в якорной цепи выглядит следующим образом.

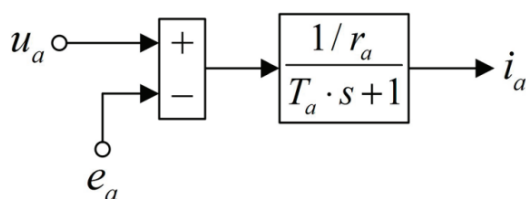


Рис. 1. Структурная схема для определения тока в якорной цепи

Так же необходима структурная схема для определения скорости. Она имеет следующий вид.

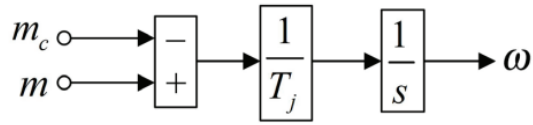


Рис. 2. Структурная схема для определения скорости ротора

Итоговая математическая модель двигателя постоянного тока приведена на следующем рисунке.

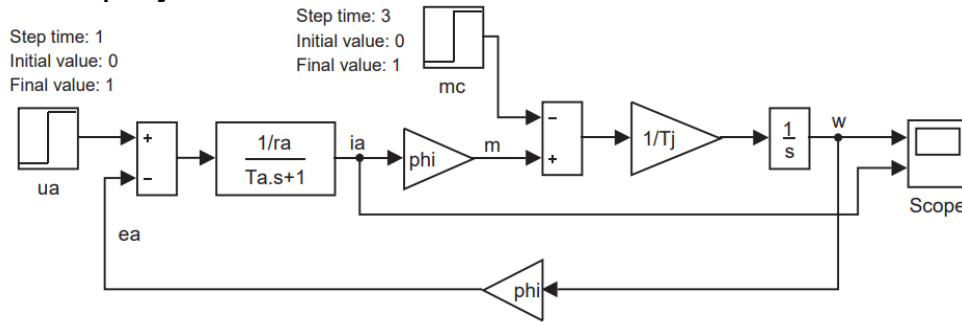


Рис. 3. Математическая модель ДПТ в Matlab-Simulink

Запустив созданную модель, получим графики скорости и тока, которые можно использовать для последующего моделирования и проектирования.

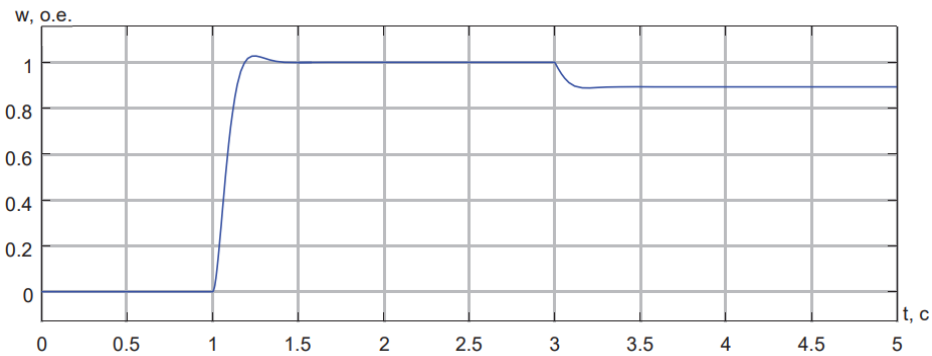


Рис. 4. График скорости ротора

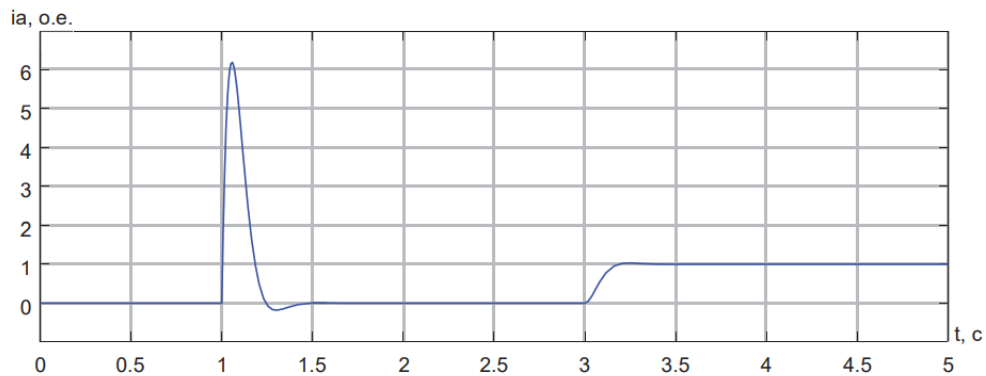


Рис. 5. График тока в якорной цепи

Литература

1. Этапы развития стиральных машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZNIYxeMVzjZTiJfm> – Дата доступа 19.05.2024.
2. Родин А. В., Тюнин Н. А. Современные стиральные машины. Солон-пресс 2020 г.
3. Фираго Б. И., Павлячик Л.Б. Регулируемые электроприводы переменного тока. Закрытое акционерное общество «Техноперспектива» 2004 г.

УДК 004.7

ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ETHERNET

Савченко И.С., Мельникова Е.А.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель

В настоящее время технология Ethernet является наиболее актуальной в повседневной жизни каждого человека, а также неотъемлемой частью большинства промышленных предприятий мира.

Ethernet – это семейство технологий пакетной передачи, в основном описанное стандартами IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) группы 802.3.

История Ethernet берет свое начало в 1973 году. Именно тогда сотрудником компании Xerox, Робертом Метклафом, с целью подключения как можно большего числа компьютеров к одному лазерному принтеру, был изобретён Ethernet. Через некоторое время компании Xerox, Intel и DEC решили объединиться и использовать Ethernet в качестве стандартного сетевого решения, что привело к появлению Ethernet II. В 1982 году был разработан стандарт IEEE 802.3, который и положил начало Ethernet в привычном для нас понимании.

Главными отличиями технологии Ethernet от аналогичных технологий того времени, таких как TokenRing, FDDI и ARCNET, являются следующие: Ethernet имеет возможность легко масштабироваться из небольших локальных вычислительных сетей в достаточно крупные корпоративные инфраструктуры, а также эта технология отличается своей относительной простотой в реализации и более доступной ценой, по сравнению с более дорогостоящими и сложными технологиями, такими как FDDI.

В технологиях Ethernet I и Ethernet II в качестве передающей среды использовался коаксиальный кабель, однако ему пресущи несколько недостатков: относительная дороговизна, ограничения по длине (до 500 метров для цифровых сигналов высокой скорости и до 2 километров для аналоговых сигналов) и пропускной способностью (до 10 гигабит в

секунду). Тогда технология Ethernet была ограничена и доступна только некоторым институтам и организациям, в основном занимающимся важными исследованиями и инновациями.

Расширение области использования технологии Ethernet стало возможным за счёт постоянного улучшения таких качеств передающей среды, как максимальная пропускная способность и максимальное расстояние между двумя узлами локальной сети.

Промышленный Ethernet начинает зарождаться уже в середине 1990-ых годов, когда компанией Belden, специализирующейся на разработке, производстве и продаже сетевых продуктов и решений, был представлен первый в своем роде промышленный коммутатор. Это устройство было необходимо для соединения нескольких узлов в единый сегмент в рамках одной компьютерной сети.

С течением времени формировалась все более очевидная потребность в увеличении пропускной способности, обусловленная все большими объемами обрабатываемых данных. На данный момент скорость промышленного Ethernet в среднем составляет от 1 до 10 Гбит/с, хотя на отдельных предприятиях скорость может быть как значительно ниже средней, так и выше.

Основной областью, в которой промышленный Ethernet нашел своё применение, является область автоматизации технологических процессов и производств. Здесь он применяется в основном для поддержания связи и обмена данными между программируемыми контроллерами, а также для удаленного подключения и работы с датчиками, исполнительными и иными аналогичными устройствами.

Данная технология активно применяется, например, в энергетике. Автоматизированные системы контроля и учёта (АСКУ), Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) и многие другие системы попросту не могут функционировать в нужном формате при отсутствии подключения к Ethernet. Главной причиной этому служит возможность передачи больших объемов данных на высоких скоростях за короткие сроки без вмешательства человека. Именно благодаря повышению пропускной способности, использование Ethernet стало возможным и в индустрии 4.0.

Индустрия 4.0 – это концепция, описывающая новый уровень промышленного развития, характеризующийся интеграцией современных технологий в производственные процессы.

Промышленный Ethernet (Industrial Ethernet) стал неотъемлемой частью реализации Индустрии 4.0 благодаря своей способности обеспечивать высокую пропускную способность и надежную передачу данных в промышленных средах. Это позволяет использовать Ethernet не только для управления и мониторинга, но также для сбора и анализа данных в реальном

времени, что является ключевым аспектом цифровой трансформации в производстве. Здесь Ethernet используется для создания гибких и адаптивных производственных систем, способных реагировать на изменения в режиме реального времени и оптимизировать производственные процессы. Благодаря своей гибкости и способности интегрироваться с другими технологиями, Industrial Ethernet играет ключевую роль в создании «умных» заводов и предприятий, которые адаптируются к рыночным условиям и потребностям клиентов. Таким образом, Industrial Ethernet – это не только основа для реализации концепции Индустрии 4.0, но и ключевой инструмент для создания эффективных, гибких и инновационных производственных систем, способных вывести промышленность в новую эру цифрового развития. Постоянное развитие Industrial Ethernet и связанных с ним технологий, позволяет совершенствовать производственные процессы, повышать эффективность и надежность систем управления, сокращать затраты и время на обслуживание и ремонт оборудования. В результате компании станут конкурентоспособными на международном рынке, что будет способствовать их устойчивому росту и развитию.

Однако, несмотря на все преимущества, Ethernet имеет свои проблемы и риски. Важно обеспечить надежную защиту сетевой инфраструктуры от киберрисков и других внешних атак, а также обеспечить совместимость и взаимодействие между различными устройствами и системами, работающими в одной производственной среде.

Таким образом, появление и постоянное расширение функциональных возможностей и сфер применения Ethernet даёт возможность открытия новых горизонтов в использовании этой технологии. С его помощью реализуются все современные технические решения в промышленности, производстве, автоматизации технологических процессов и производств и, несомненно, в повседневной жизни каждого человека.

Литература

1. Волоконно-оптические кабели: преимущества, недостатки и варианты использования [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ascentoptics.com/blog/ru/fiber-optic-cable-advantages-and-disadvantages/Ethernet>

УДК 004.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДСТАНЦИИ

Хаткевич М.О.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель

Модернизация дистанционной системы мониторинга и управления релейной защиты и автоматики электрической подстанции (ДСМУ РЗА) является процессом обновления и улучшения существующей системы с целью повышения ее эффективности и надежности.

Модернизация системы может включать следующие шаги:

1. Замена устаревшего оборудования. В ходе модернизации происходит замена старого оборудования на новое, более современное и функциональное. Это может включать замену релейной защиты, контрольно-измерительных приборов, систем связи и других компонентов.

2. Внедрение цифровых технологий. Модернизация может включать внедрение цифровой релейной защиты, системы сбора и анализа данных, удаленное управление и мониторинг. Это позволяет повысить точность и скорость обнаружения и реагирования на аварийные ситуации.

3. Интеграция с другими системами. Модернизация может включать интеграцию ДСМУ РЗА с другими системами управления и мониторинга, такими как системы управления энергопотреблением, системы управления нагрузкой и другие. Это позволяет более эффективно управлять электрической сетью и оптимизировать расход энергии.

4. Обучение и поддержка персонала. Модернизация требует обучения персонала, для эффективного использования обновленных функций системы. В дополнение необходима поддержка и техническая помощь со стороны поставщиков оборудования, разработчиков программного обеспечения.

Модернизация дистанционной системы мониторинга и управления релейной защиты и автоматики электрической подстанции позволяет повысить надежность и эффективность работы подстанции, улучшить контроль и защиту электрической сети, а также снизить риски аварийных ситуаций.

Дистанционная система мониторинга и управления релейной защиты и автоматики электрической подстанции отвечает за контроль и защиту электрической сети. Она позволяет операторам удаленно наблюдать и управлять работой подстанции, а также обнаруживать и реагировать на аварийные ситуации.

УДК 629.735

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОЦИЛИНДРА В МЕХАНИЗМ СИСТЕМЫ ОПРОХИДЫВАНИЯ КАБИНЫ БЕСКОПОТНОГО ГРУЗОВИКА

Жихович Н.Ф.

Научный руководитель – Околов А.Р., доцент, к.т.н.

Электроцилиндры или электромеханические цилиндры – это особо мощные штоковые актуаторы, отличающиеся от обычных по большинству параметров, поэтому их принято выделять в отдельный класс. Свое название они получили по аналогии с широко распространенными гидроцилиндрами и пневмоцилиндрами, для замены которых электроцилиндры главным образом и предназначены, а также совместимы по установочным габаритам [1].

Общий вид электроцилиндра с шарико-винтовой парой и установленным жгутом подключения к МТК (рис. 1):



Рис. 1. Электроцилиндр с шарико-винтовой парой и установленным жгутом подключения к МТК

Одной из ключевых трудностей является интеграция электроцилиндра с существующими механическими и электрическими системами автомобиля. Это требует тщательного анализа совместимости новых компонентов с уже установленными, что может повлечь за собой необходимость доработки или полной замены некоторых узлов. На этого разрабатывается схема подключения электроцилиндров к существующему блоку управления. Физическая установка электроцилиндров осуществляется в заранее подготовленные монтажные места. Электроцилиндры монтируются взамен демонтированных гидравлических цилиндров, обеспечивая корректное механическое крепление и подключение к электропроводке. Критически

важно выполнение монтажных работ с высокой точностью для предотвращения механических повреждений и обеспечения надежного функционирования системы.

Следующий этап включает программирование и настройку блока управления для корректной работы с новыми электроцилиндрами. Это может потребовать обновления прошивки блока управления и настройки параметров работы системы, таких как скорость движения цилиндров и усилие. Целью является обеспечение согласованной работы всех компонентов системы [2].

Электроцилиндры позволяют значительно повысить точность и контроль над процессом опрокидывания кабины. Электрические системы управления предлагают возможность точной регулировки параметров движения, таких как скорость, усилие и позиция. Это достигается благодаря использованию сенсоров и алгоритмов обратной связи, которые обеспечивают точное соответствие реальных параметров заданным. Их внедрение способствует повышению энергоэффективности системы. В отличие от гидравлических систем, которые часто работают при постоянном давлении и требуют значительных энергетических затрат даже при отсутствии активного движения, электроцилиндры потребляют энергию только в моменты работы. Это снижает общие энергетические расходы и уменьшает нагрузку на источники питания [3].

Использование электроцилиндров снижает требования к техническому обслуживанию и эксплуатационным расходам. Гидравлические системы подвержены утечкам, износу уплотнений и требуют регулярной замены гидравлической жидкости. Электроцилиндры, в свою очередь, имеют более простой конструктивный принцип, что уменьшает вероятность механических отказов и снижает затраты на обслуживание.

Литература

1. Романов, В.А. Электроцилиндры в современных транспортных средствах [Электронный ресурс]. – Автотехник. – <https://avtotehnik.ru/elektrotsilindry-v-transportnykh-sredstvakh/>
2. Смирнов, А.П. Энергосберегающие технологии в автомобильной промышленности [Электронный ресурс]. – АвтоИнновации. – <https://avtoinnovatsii.ru/energoberegayushchie-tehnologii/>
3. Иванов, Н.С. Преимущества и недостатки электрических систем опрокидывания кабины [Электронный ресурс]. – ТехАвто. – <https://tekhavto.ru/elektricheskie-sistemy-oprokidyvaniya-kabiny/>

УДК 004.41

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИИ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГЕТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМ МОДЕЛИ

Баштовенко К.О.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель

В современном цифровом мире эффективный сбор, обработка и анализ данных имеют решающее значение для различных отраслей промышленности, включая управление производственными процессами и оптимизацию процессов. Информационные системы, использующие телеметрию и модели СИМ (Computer Integrated Manufacturing), играют важную роль в достижении этих целей.

Телеметрия – это технология, которая позволяет осуществлять удаленный мониторинг и сбор данных с удаленных объектов или датчиков. В производственном контексте телеметрические системы передают данные о производительности, состоянии оборудования, параметрах на центральный сервер или систему управления.

Применяя телеметрию, предприятия могут собирать данные из различных источников, включая: датчики на оборудовании, отслеживающие параметры, такие как температура, вибрация и расход энергии; системы управления производством (MES), которые предоставляют данные о производительности, расписаниях и заказах на производство; системы автоматизации, которые собирают данные о процессах и эффективности оборудования.

СИМ-модели (модели интегрированного производства) – это цифровые представления производственной среды, которые включают данные о продуктах, процессах, оборудовании и других ресурсах. Эти модели служат для интеграции и анализа данных, собранных с помощью телеметрических систем.

Интеграция телеметрии с СИМ-моделями позволяет: автоматизировать сбор данных и устранить ручные процессы; централизовать данные для более легкого доступа и анализа; связывать данные с цифровым представлением производственного процесса; проводить моделирование и оптимизацию производственных процессов.

Применение информационных систем сборки и обработки данных с использованием телеметрии и СИМ-моделей дает ряд преимуществ, включая:

- повышение эффективности производства: Мониторинг данных в реальном времени позволяет быстро выявлять проблемы, сокращать простои и оптимизировать процессы;

- снижение затрат: Централизованный сбор данных и автоматизация устраняют ручные процессы, экономя время и ресурсы;
- повышение качества продукции: Телеметрия и СИМ-модели помогают отслеживать производственные параметры и выявлять отклонения, что приводит к более высокому качеству продукции;
- улучшение обслуживания оборудования: Проактивный мониторинг оборудования с помощью телеметрии позволяет планировать техническое обслуживание и предотвращать неисправности;
- оптимизация использования ресурсов: Анализ данных помогает оптимизировать использование сырья, энергии и других ресурсов, снижая затраты и воздействие на окружающую среду.

Несколько примеров применения информационных систем сбора и обработки данных с использованием телеметрии и СИМ-моделей в производственной среде включают:

- умные фабрики: телеметрия и СИМ-модели используются для мониторинга и управления всеми аспектами производства, от цепочки поставок до конечной продукции;
- автоматизированное производство: интегрированные системы позволяют автоматизировать производственные процессы, повышая эффективность и снижая производственные затраты;
- оптимизация обслуживания: Телеметрия и СИМ-модели используются для прогнозного обслуживания, предотвращения простоев оборудования и увеличения срока службы активов.

Таким образом, информационные системы сбора и обработки данных с использованием телеметрии и СИМ-моделей представляют собой мощные инструменты, которые трансформируют производственные процессы. Обеспечивая сбор данных в реальном времени, централизацию данных и возможности моделирования, эти системы позволяют организациям оптимизировать производство, повышать качество, снижать затраты и принимать обоснованные решения. Внедрение таких систем имеет решающее значение для повышения конкурентоспособности и устойчивого роста в современной производственной среде.

Литература

1. International Electrotechnical Commission. (2016). IEC 61970: Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base. Geneva: IEC.
2. Anuradha Annaswamy. (2018). Smart Grid Control: Towards intelligent power systems. Springer.

COMBINED-TYPE QUADCOPTER ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM FOR EFFICIENT MULTI-AGENT SEARCH OPERATIONS

Olugola Samuel Chisom

Scientific supervisor – Zayarny Vladimir Petrovich

Distributed multi-robotic systems (MRS) or multi-agent systems (MAS) have found extensive applications in various fields such as search and rescue, environment monitoring, surveillance, and landmine detection. These systems offer advantages such as reduced mission time, robustness to individual robot failures, and lower cost. In particular, quadcopters equipped with downward-facing cameras have proven to be suitable for tasks like searching for survivors in disaster-stricken areas or detecting mines and enemy targets.

In this thesis, we propose a multi-agent search strategy using quadcopter UAVs as search agents and downward-facing cameras as sensors. We introduce a practical approach where the search effectiveness of the camera varies across its image frame, with maximum effectiveness at the center and gradual degradation towards the edges. We model the lack of information about the presence or absence of targets as an uncertainty density distribution, where uncertainty is represented by values of 1 or 0. Based on this uncertainty distribution and the decreasing search effectiveness model, we address the problem of optimally deploying quadcopters to maximize uncertainty reduction and information gain.

Inspired by the concept of centroidal Voronoi configuration, we formulate a deployment and search strategy. The quadcopters are deployed to a configuration that maximizes uncertainty reduction and then perform search operations. This process continues until the average uncertainty over the entire search space falls below a predetermined threshold, indicating successful target detection with a desired level of confidence.

We also focus on the spatial variation of the camera's effectiveness in target detection. By conducting experiments using AuRuco markers and triangular-shaped objects as targets, we obtain a sensor effectiveness model for downward-facing cameras in different scenarios. We establish that an exponential function with two parameters can effectively represent the spatial variation of the camera's search effectiveness.

To validate our proposed search strategy, we develop a simulation platform using ROS/Gazebo and Matlab. This platform allows us to conduct realistic simulation experiments and compare the performance of the strategy under different parameters such as camera search effectiveness, sensor range, and number of robots. We present detailed results of the experiments and simulations, highlighting the effectiveness of our approach.

The simulation platform can also be utilized for experiments using physical AR Drones, providing a bridge between simulation and real-world scenarios. By conducting a large number of simulation and physical experiments, it becomes possible to determine optimal parameters for specific search scenarios, including the number of quadcopters and the type of cameras to be used.

In conclusion, our proposed multi-agent search strategy, supported by the experimental setup and simulation platform, offers a practical approach for efficient and effective search operations. By bridging theory and experimentation, our work contributes to the advancement of multi-robotic systems in real-world applications.

Bibliography

1. Altshuler, Y., Yanovsky, V., Wagner, I. A. & Bruckstein, A. M. (2008), 'Effiffifficient cooperative search of smart targets using UAV swarms', *Robotica* 26(4), 551– 557.
2. Baum, M. & Passino, K. (2002), A search-theoretic approach to cooperative control for uninhabited air vehicles, in 'AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit', Paper No. 2002–4589.

УДК 621.328

AUTOMATED WATER TREATMENT FACILITIES FOR FISHERY COMPLEX

Venus Evangalin Charles

Scientific supervisor – Zayarny Vladimir Petrovich

Water management in ponds is crucial for various purposes such as aquaculture, irrigation, and environmental conservation. However, manual water pumping and treatment processes can be laborintensive, time-consuming, and prone to errors.

The sensor network consists of input devices, controller, and output devices. This sensor network was used to sense pH, temperature, and turbidity of the water so as to ensure good water quality in order to achieve a healthy environment for the fishes. The block diagram in Figure 1.1 briefly shows these parts.

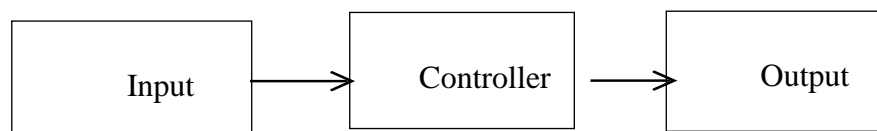


Figure 1.1: Block diagram of the Sensor Network

A wireless actuator was needed to open the vent of the hopper that contains the fish feeds. To achieve this, a DC servo motor was used and it was interfaced with a decoder, 433MHz receiver, and then the Arduino Mega controller.

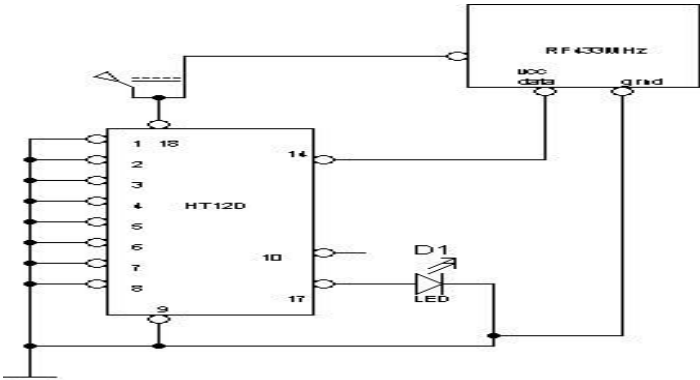


Figure 1.2: Circuit diagram of RF433MHz Module with decoder

The GSM module was used in this system to alert the farmer whenever the pH value of the pond water was out of the set range (6.8 – 8.5). To achieve this, sim800L was used. However, this device requires 4.3V to power it as specified in its data sheet. To achieve this voltage from the 5V generated by the voltage regulators, a diode was used to drop the voltage. Equation shows this.

$$\begin{aligned}
 \text{Voltage to be cut off} &= V_{cc} - \text{voltage needed} \\
 &= 5 - 4.3 \\
 &= 0.7V
 \end{aligned}$$

The system then reads the temperature, pH and turbidity through the various sensors. The system then checks if the pH is out of the set range. If so, it sends an SMS through the GSM module to the farmer. Else, it goes back to read the parameters again.

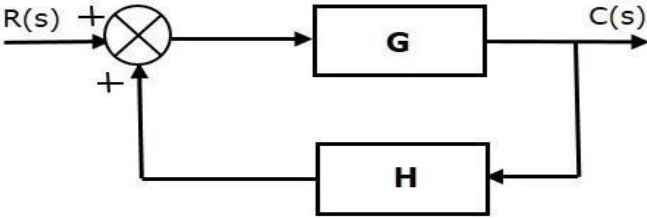


Figure 1.3: Matlab feedback for sensing network in water

Reference

1. Alam Md. E., Kader M. A., Prama S. A. and Sharma S. (2018). Development of a Voice and SMS Controlled Dot Matrix Display Based Smart Noticing System with RF Transceiver and GSM Modem. *IEEE 21st International Conference*.
2. Alan G. S. (2011). *Introduction to Arduino: A piece of cake*. Scotts Valley, US: Create Space Independent Publishing Platform.

3. Alimentarium (2019). The History of Aquaculture. Retrieved on August 22, 2019 from <https://www.alimentarium.org/en/knowledge/history-aquaculture>

УДК 621.328

AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM MILK PASTEURIZATION

Lawrence Arokiathas Neichalathas

Scientific supervisor — DUBININ S.V., assistant professor

General Concepts and research motivation methods of pasteurization

Milk can be defined as the lacteal secretion practically free of colostrum. However, the contamination of milk from the udder and teat surface, as well as soil bedding, manure, feed, milking equipment, milk handlers invariably lead to the introduction of psychotropic and mesophilic bacteria at reasonably high numbers. To ensure the increase in shelf life of the bovine milk, thermal treatment with three generic techniques have been evolved in dairy industries.

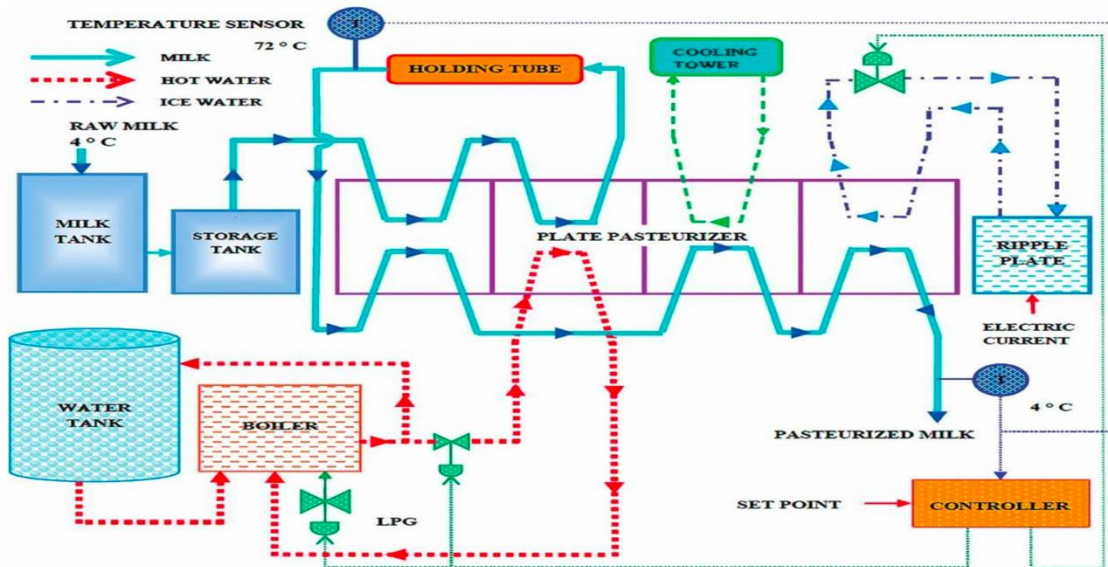


Figure 1 The schematic diagram of the HTST milk pasteurization process

Pasteurization is a nonlinear and multivariable interacting process of heating the raw milk from 6°C to 70°C, holding it for a period of 15 seconds in the holding tube and cooling it down for upto 2-4°C depending upon the setpoint in the controller. It is difficult to control this system by the conventional on-off controllers

$$G_C(s) = K_P + \left(\frac{K_I}{S}\right) + K_D S^\mu$$

The biggest challenge for controller design in front of dairy producers and plant builders is to ensure that the process parameters are under steady state conditions followed every time and as closely as possible. Any deviation can lead to changed features or contamination, in overall to product recall and loss.

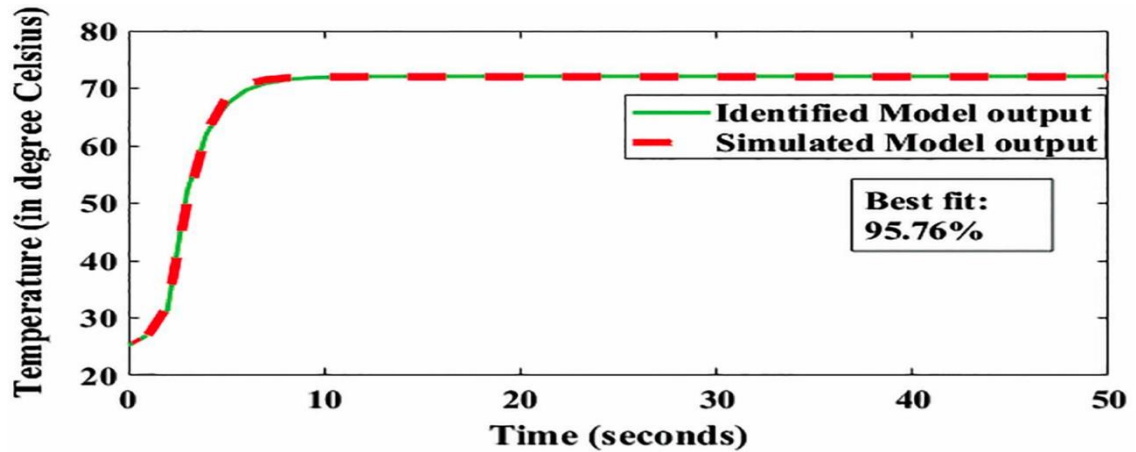


Figure 2 Identified and Simulated model output of the Heating Stage

The process was conducted for the time of 30 min. In which 15 min was taken to maintain the steady state with the aid of classical PID controller. In order to minimize the time taken for steady state response, the proposed controllers were used. This controller was operated based on the response outputs obtained from the classical controller as process with time delay. The process model was obtained based on the equations provided on the section with time delay function using the Deep reinforcement learning based on RL (reinforcement learning) agents.

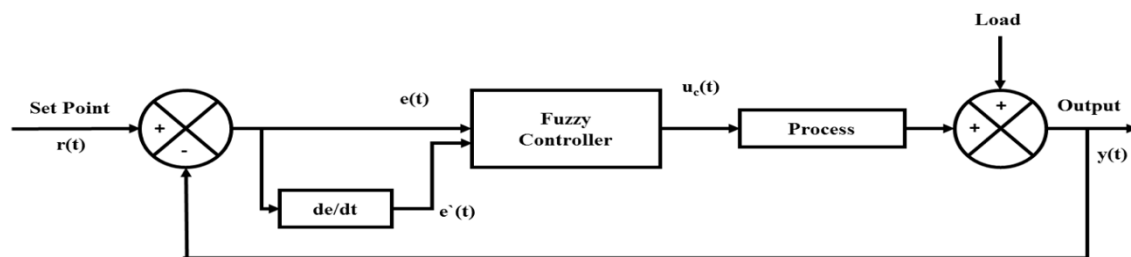


Figure 3 The closed loop fuzzy logic control

Literature

1. Alastruey CF, Sen M & Garcia-Sanz M 1999, 'Modelling and identification of a high temperature short time pasteurization process including delays', Proceedings of the 7th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED99) Haifa, pp.1890-1896.
2. Awuah, GB, Ramaswamy, HS & Economides, A 2007, 'Thermal processing and quality principles and overview', Chemical Engineering and Processing, vol. 46, pp. 584–602

AVIONICS POWER PLANT TEST BENCH

Obazee Valerie Omoefe

Scientific supervisor – Zayarny Vladimir Petrovich

General Concepts and research of avionics power plant test branch

An avionic power plant test bench is a sophisticated system designed for testing and evaluating aircraft engines and related power systems. These test benches are essential in the aerospace industry for ensuring the reliability, performance, and safety of aircraft engines before they are installed in aircraft.

Key Components and Features of an Avionic Power Plant Test Bench.

1. **Engine Mounting and Support System:** This system securely holds the engine in place during testing. It must accommodate various engine types and sizes, providing stability and precise alignment.

2. **Control and Monitoring Systems:** Advanced control systems manage the engine's operation, while monitoring systems collect data on parameters such as temperature, pressure, vibration, and rotational speed. These systems often include data acquisition software that provides real-time analysis and recording.

3. **Fuel Supply System:** A reliable and adjustable fuel supply system is essential for simulating different operating conditions. It includes fuel tanks, pumps, flow meters, and filters.

4. **Air Supply and Exhaust Systems:** These systems ensure the engine receives adequate air for combustion and safely expels exhaust gasses. They must replicate the conditions the engine will face in actual flight.

5. **Cooling Systems:** To prevent overheating and ensure the engine operates within safe temperature ranges, cooling systems using air or liquid coolants are necessary.

6. **Load Absorption Devices:** These devices simulate the aerodynamic and mechanical loads an engine experiences during flight. They can include dynamometers, which measure the power output of the engine.

7. **Safety Systems:** Comprehensive safety measures are critical, including emergency shutdown mechanisms, fire suppression systems, and containment structures to handle potential failures or explosions.

8. **Noise and Vibration Isolation:** Test benches often incorporate systems to reduce noise and vibration, ensuring accurate data collection and a safer working environment.

Types of Tests Conducted.

1. **Performance Testing:** Evaluates the engine's power output, fuel efficiency, and operational limits.

2. **Endurance Testing:** Assesses the engine's reliability over prolonged periods under various conditions.

3. Environmental Testing: Simulates extreme conditions such as high altitude, temperature variations, and humidity to ensure the engine can withstand different environmental factors.

4. Vibration and Stress Testing: Measures the engine's response to vibrations and mechanical stresses to identify potential issues.

5. Emissions Testing: Monitors the engine's exhaust gasses to ensure compliance with environmental regulations.

Importance in the Aerospace Industry.

- Safety Assurance: Ensures engines meet stringent safety standards before use in aircraft. – Performance Optimization: Helps manufacturers optimize engine performance and fuel efficiency.

-Regulatory Compliance: Assists in meeting regulatory requirements for emissions and noise. – Research and Development: Supports the development of new engine technologies and improvements to existing designs.

Conclusion.

An avionic power plant test bench is a vital tool in the aerospace industry, enabling thorough testing and validation of aircraft engines. By replicating real-world conditions and stresses, these test benches help ensure that engines are safe, reliable, and efficient, ultimately contributing to the overall safety and performance of aircraft.

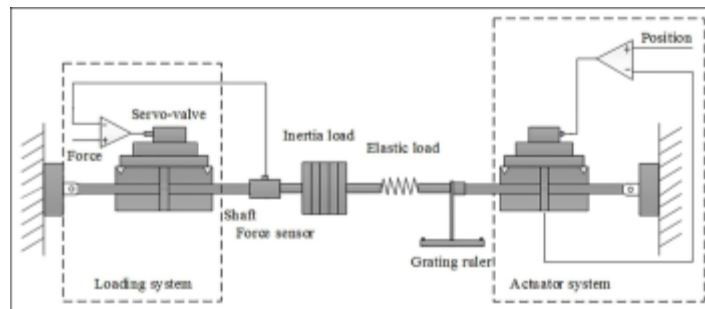


Figure 1. Scheme of the test bench.

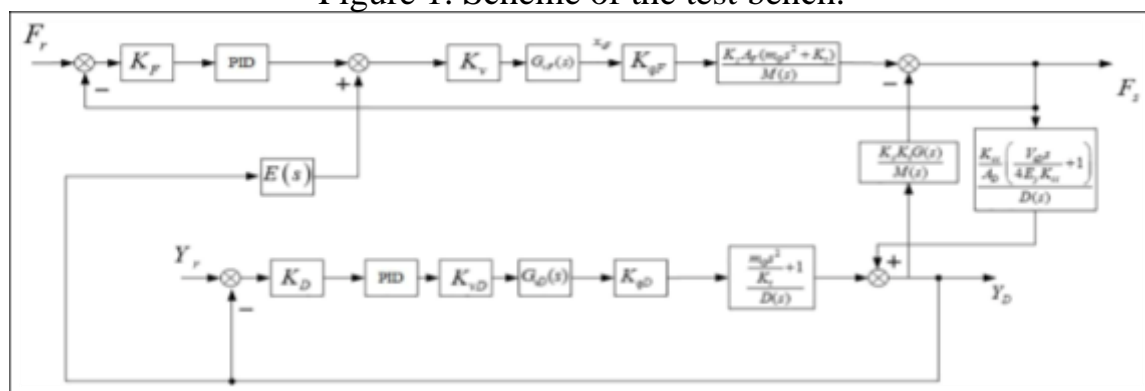


Figure 2. Transfer function of the test bench.

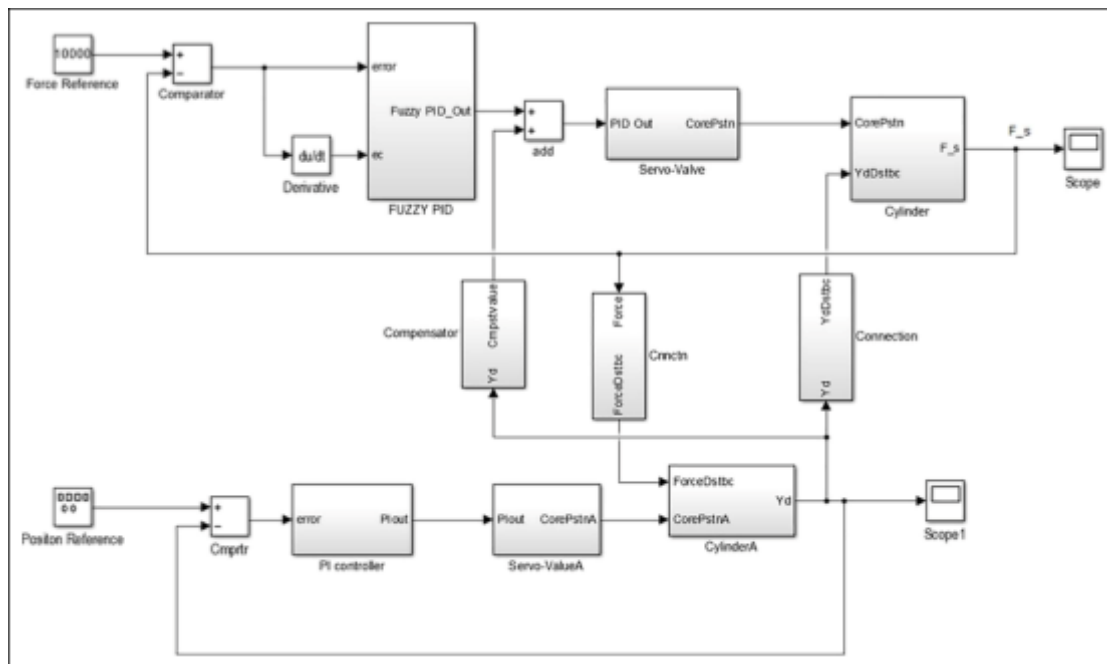


Figure 3. The model of the test bench built in MATLAB/Simulink.

УДК 621.38

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF A TURBINE UNIT

Madduma Patabendige Sadick Ranjith

Scientific supervisor — DUBININ S.V., assistant professor

The main goal of the diploma project is to develop an automated control system for the technological process of a turbine unit.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

- characterize the automation object;
- study the goals and requirements for the development of an automated process control system for a turbine unit;
- select specific equipment on the basis of which the automated process control system will be built and describe its capabilities;
- develop a block diagram of an automated process control system

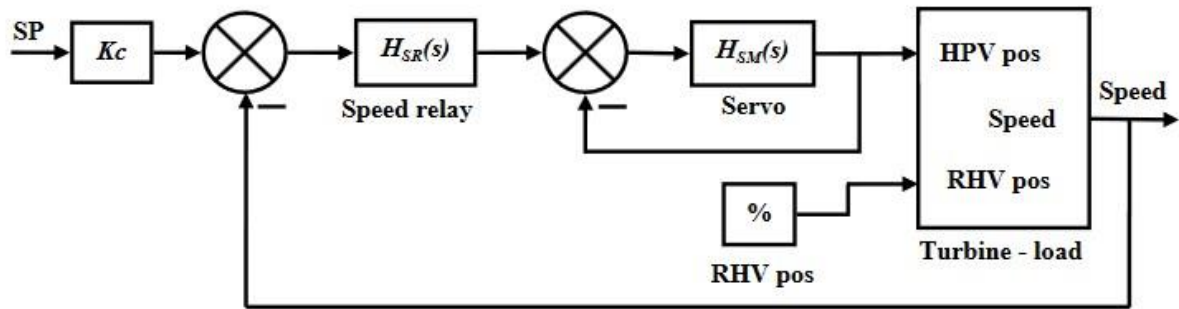


Figure 1 – Simulink block diagram with control system

The technological control object is a turbine unit;

Steam turbine type PT-60-130/13 – condensing, with two adjustable steam extractions. Rated power 60 MW at 3000 rpm. The turbine is designed directly to drive an alternating current generator of the TVF-63-2 type with a power of 63 MW.

The share of electricity generated by the automated turbine unit PT-60-130/13 with the generator TVF-63 (TG-1) is 40%.

The Control system consists of a combination of two separate objects:

A TEKON MFK3000 controller unit and an Arduino Uno Rev. 3 microprocessor board. The Arduino Uno is connected to the control unit to provide control instructions and also is connected to the necessary sensors to acquire the necessary readings.

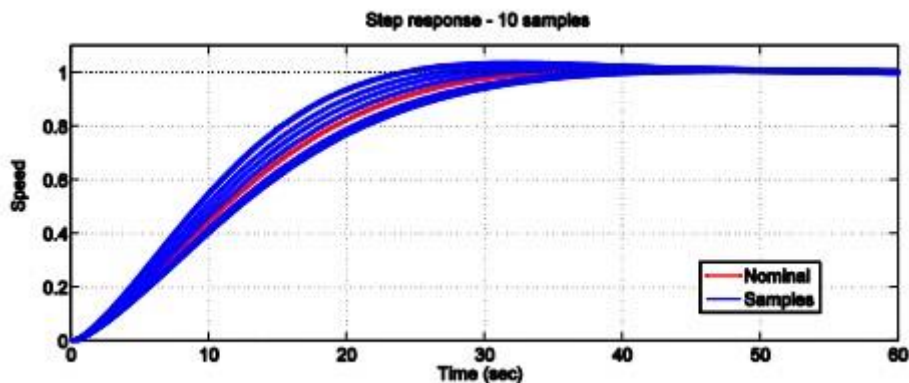


Figure 2 – Speed variation, obtained to variable load.

Literature

- [1]. Still, U. and Zorner, W. (1996) *Steam Turbine Generators Process Control and Diagnostics*. Berlin: Siemens Aktiengesellschaft, Berlin and Munich.
- [2]. Bloch, H. P. and Singh, M. P. (2009) *Steam Turbines Design, Applications and Re-Rating (Second ed)*. New York: McGraw Hill

УДК 681.5

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТАНКОВ С ЧПУ

Щекало М.Н.

Научный руководитель – Югова М.В., старший преподаватель

Обработка деталей на станках с ЧПУ стала важной областью современного производства во всем мире. Методы обработки, непосредственно станки, их программное обеспечение, вспомогательное оборудование активно развиваются и совершенствуются из года в год путем внедрения в их работу новых технологий.

Из современных направлений развития технологий станков с ЧПУ можно выделить:

Интегрирование в работу искусственного интеллекта и машинного обучения. Машинное обучение и искусственный интеллект (ИИ) тесно связаны с обслуживанием станков, поскольку они позволяют использовать прогнозирующие и превентивные методы для сокращения времени простоя и повышения производительности производственного процесса. Станки с ИИ могут самостоятельно учиться на примерах, оптимизируя процессы и адаптируясь к новым типам материалов и задачам. ИИ способен контролировать параметры обработки и регулировать их в реальном времени в зависимости от условий работы, обеспечивая высокую точность и качество продукции. В целом использование ИИ в производстве позволит оптимизировать процессы обработки материалов, улучшают точность и скорость работы станков, а также предсказывают потенциальные проблемы.

Совершенствование автоматизации и роботизации в производстве. Все чаще в производства внедряются роботизированные производственные ячейки, включающие в себя непосредственно промышленные роботы и станки с ЧПУ. Совместная и согласованная работа роботов и станков в автономных ячейках обеспечивает высокую скорость выполнения задач и минимальное вмешательство оператора. Также упор в развитии технологий для автоматизированных производств делается на том, чтобы станки были способны принимать независимые решения на основе данных об окружающей среде и текущем состоянии, избегая простоев и минимизируя риски ошибок. Перспективным направлением в этой области является создание сети, через которую станки будут взаимодействовать друг с другом, обмениваясь данными и координируя свои действия для максимальной эффективности. Такие решения позволят сократить время настройки оборудования и обработки деталей, а также повысить безопасность труда.

Растущее использование многоосевой обработки. Рост популярности многоосевой обработки на станках с ЧПУ обусловлен тем, что она позволяет создавать сложные детали и компоненты с большей точностью, эффективностью и скоростью при задействовании в работе минимального количества оборудования. На многоосевом станке можно перемещать режущий инструмент по нескольким осям, включая оси X, Y и Z, а также вращать обрабатываемую деталь вокруг одной или нескольких осей, такой увеличенный диапазон движения позволяет обрабатывать более сложные геометрические формы. Также многоосевые станки часто могут выполнять операции обработки с меньшим количеством установов, чем традиционные 3-осевые станки, что приводит к сокращению времени выполнения заказов и снижению затрат. При этом, несмотря на сложность обрабатываемых деталей и увеличенный диапазон движений, с помощью современного программного обеспечения и удобного пользовательского интерфейса (зачастую – графического) сам процесс написания программы обработки или введения корректировок не представляет сильного затруднения для операторов станков, инженеров и т.д.

Распространение гибридных станков. Гибридные станки комбинируют в себе различные технологии обработки материалов, например, совмещают возможности токарной, фрезерной, сверлильной обработок. Такие многофункциональные обрабатывающие центры способны совмещать в себе преимущества различных инструментальных систем, например, револьверной головки и инструментальной колонны. В целом использование гибридных станков позволяет упростить логистику производства, т.к. отсутствует необходимость многократного перемещения изделий между станками, также улучшается компактность производства и эффективность использования рабочего времени, которое меньше тратится на транспортировку изделий и больше на их непосредственную обработку. В целом такие станки позволяют расширить возможности производства.

Использование новых материалов. Все большее распространение в производстве станков с ЧПУ получают композитные материалы, которые изготавливаются из полимеров, армированных углеродным волокном, стекловолокон, кевлара. Они легкие, прочные и устойчивые к коррозии. Также стоит отметить жаропрочные сплавы, способность выдерживать экстремальные температуры без потери прочности или формы позволяет производить, например, газотурбинные и реактивные двигатели. Активно начинают использоваться материалы для 3D-печати, которая позволяет создавать сложные нестандартные детали с использованием широкого спектра материалов. Развитие в области материаловедения позволяет применять в станках сверхтвердые и передовые режущие инструменты, повышающие эффективность обработки.

Кроме перечисленных выше направлений стоит отметить такие тенденции развития технологий станков с ЧПУ, как внедрение в станки измерительных систем на основе лазерных технологий; интеграция производственных технологий с информационными; наращивание вычислительных возможностей и быстродействия процессоров систем управления станков с ЧПУ; повышение экологичности и энергоэффективности производств; интеграция с CAD/CAM/CAE системами и т.д.

Таким образом, развитие технологий станков с ЧПУ направлены в первую очередь на увеличение эффективности и автоматизации производств. Использование передового программного обеспечения и современных технологий позволяет достигнуть высокоточной и быстрой обработки. Внедрение искусственного интеллекта и робототехнических комплексов в различные области производства обуславливает тенденцию к минимизации работы человека в процессе непосредственной обработки или транспортировки изделий.

Литература

1. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.
2. Ловыгин А. А., Теверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. – М.: ДМК, 2017. – 280 с.
3. Кацов И. Искусственный интеллект на предприятии. – М.: ДМК, 2024. – 710 с.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ ТЭЦ

Зуй А.А.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель

В последние десятилетия в Республике Беларусь реализуется Государственная программа развития Национальной системы непрерывного мониторинга окружающей среды. В соответствии с этой программой осуществляется проектирование и внедрение автоматизированной системы контроля (АСК) выбросов загрязняющих веществ на предприятиях всех отраслей страны, в том числе и энергетики.

Контроль промышленного загрязнения окружающей среды рассматривается как основное средство для анализа производственных объектов и технологий с точки зрения соблюдения экологических требований и нормативов. Этот новый подход, связывающий охрану окружающей среды с промышленным производством, находит все большее распространение во всем мире.

В основу проектирования внедряемых в республике АСК выбросов положен нормативный документ – ТКП 17.13-01-2008, утвержденный 28.01.2008 г. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды [1].

Производственный мониторинг применяется для контроля промышленных источников вредных выбросов, таких как ТЭС, ТЭЦ, котельные и другие предприятия.

Автоматизированная система контроля выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух дымовой трубы тепловой электростанции (ТЭЦ) является комплексом технических средств и программного обеспечения, предназначенных для непрерывного мониторинга и контроля выбросов вредных веществ в атмосферу, которые образуются в процессе сжигания топлива на ТЭЦ.

Такая система обычно включает в себя следующие компоненты: датчики и анализаторы; систему сбора данных; программное обеспечение и алгоритмы; мониторинг и управление.

Для измерения концентрации загрязняющих веществ в дымовых газах применяются различные типы датчиков, такие как газоанализаторы, датчики температуры, давления и др. Эти датчики могут быть установлены в различных точках системы и предназначены для непрерывного мониторинга выбросов.

Датчики и анализаторы подключаются к системе сбора данных, которая собирает информацию о концентрации загрязняющих веществ и других параметрах процесса. Эта информация обычно записывается и хранится для последующего анализа.

Автоматизированная система контроля обычно оснащена специализированным программным обеспечением, которое обрабатывает данные от датчиков, производит анализ и определяет соответствие выбросов нормативным требованиям и стандартам. Также могут быть реализованы алгоритмы предупреждения и автоматического регулирования процесса сжигания для минимизации выбросов.

Операторы могут мониторить систему контроля выбросов и получать информацию о текущем состоянии и производить управление процессом сжигания топлива для оптимизации работы и минимизации выбросов. В случае превышения установленных пределов выбросов автоматически

могут быть предприняты меры для предотвращения дальнейшего загрязнения атмосферы.

Система автоматического контроля выбросов обеспечивает непрерывный круглосуточный контроль выбросов на стационарных источниках, посредством прямого инструментального измерения концентрации (% или мг/м³) загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, CO, CO₂), кислорода и воды, объемного расхода, давления и температуры отходящих газов, расчета объема и массы выбросов [2].

Автоматизированная система контроля выбросов на ТЭЦ помогает обеспечить соблюдение нормативных требований по охране окружающей среды и защите атмосферного воздуха от загрязнения. Она позволяет оперативно обнаруживать и реагировать на возможные проблемы, а также оптимизировать процесс сжигания и повысить эффективность работы электростанции.

Литература

1. ТКП 17.13-01-2008 (02120). Правила проектирования и эксплуатации автоматизированных систем контроля за выбросами загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. / Минск: Минприроды.
2. Емельянчиков В.И. Автоматизированная система контроля выбросов вредных веществ в атмосферу для дымовых труб ТЭЦ и котельных / Энергетика и ТЭК. 2011. № 7/8. С. 46. 47.

УДК 004.9

ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИЕ

Тетерюков А.А., Мухачёв И.Б.

Научный руководитель – Воюш Н.В., старший преподаватель

Компьютерное зрение (далее КЗ) – это способность искусственного интеллекта на основе визуальных данных анализировать, интерпретировать, делать выводы и принимать решения в зависимости от поставленной задачи. Так как на данный момент широко стоит вопрос автоматизации, КЗ с его безграничными возможностями активно внедряется в огромное множество как военных, так и гражданских сферах жизнедеятельности человека. Естественно, система образования не стала исключением.

Естественно, одной из первых стран, которая попыталась внедрить КЗ в сферу образования является Китай, поскольку он является непосредственным лидером в изучении искусственного интеллекта.

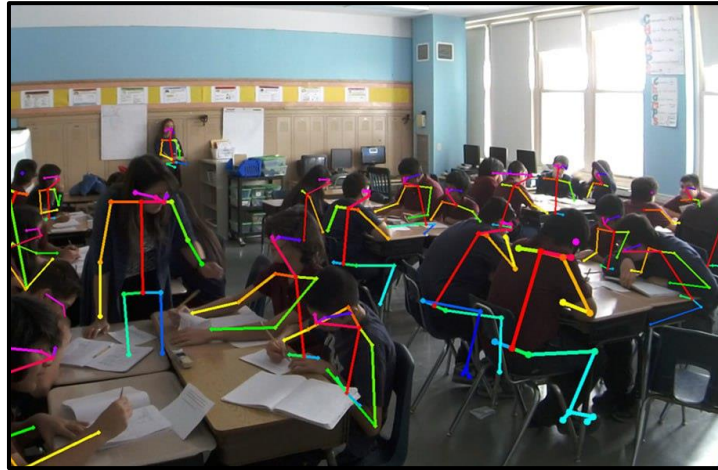


Рис. 1. Как КЗ видит учебный класс

Изначально цель таких проектов была обусловлена предоставлением учителям в режиме реального времени информации об эмоциях, которые ученики испытывают в классе (грусть, злость, удивление, счастье, испуг, удивление и так далее), а также запись активности учащихся на уроке, (письмо, чтение, ответы на вопросы, а также сон на уроке), и даже анализ движения глаз. На основе всей этой информации учитель может изменять свою методику преподавания, для более эффективного обучения учащихся. Также КЗ может быть использован в анализе трафика студентов, на основе которого можно получить информацию о посещаемости всех учащихся школы.

Естественно 2 главных минуса – это дороговизна внедрения, а также конфиденциальность учащихся таких учебных заведений сводится к минимуму, но из этого вытекает и еще один плюс – это контроль проявления девиантного поведения в стенах школы, а также невозможность списать на каких-либо контрольных и экзаменах, что ставит всех учащихся и студентов в равные условия.



Рис. 2. КЗ считывает эмоции с лиц студентов

Как пример возьмем начальную школу Цзиньхуа Сяошань, находящуюся востоке Китая, там система распознавания лиц активно используется для мониторинга поведения и посещаемости учащихся. Не все учителя тепло приняли такое нововведение, но, по словам

директора этой школы, система уже повышает всевозможные образовательные стандарты. Камеры идентифицируют отдельных учеников, отслеживают и анализируют их движения в режиме реального времени, помогая учителям следить за их поведением и успеваемостью.

Вторая сторона применения КЗ в образовательном учреждении – это применение распознавания лиц на контрольно-пропускных пунктах.

Мы как студенты видим проблему образования очередей на контрольно-пропускных пунктах в час пик (утром и вечером). На данный момент со стороны 11-го корпуса есть всего 4 входа по пропускам, схема представлена на рисунке 3.

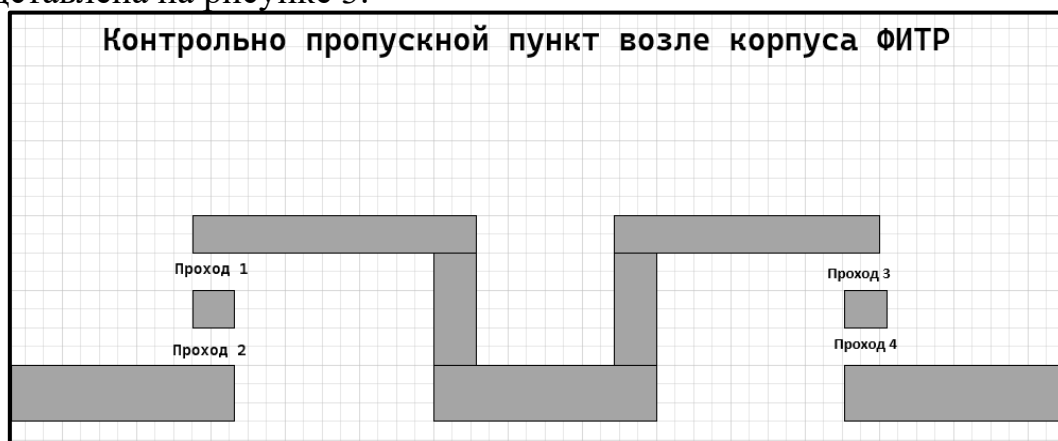


Рис. 3. Текущий вход на территорию БНТУ

У такой схемы есть два недостатка: загруженность в час пик и в случае, если студент забыл свой пропуск, ему нужно писать объяснительную или бежать домой за пропуском. Поэтому мы предлагаем вот такую альтернативу:

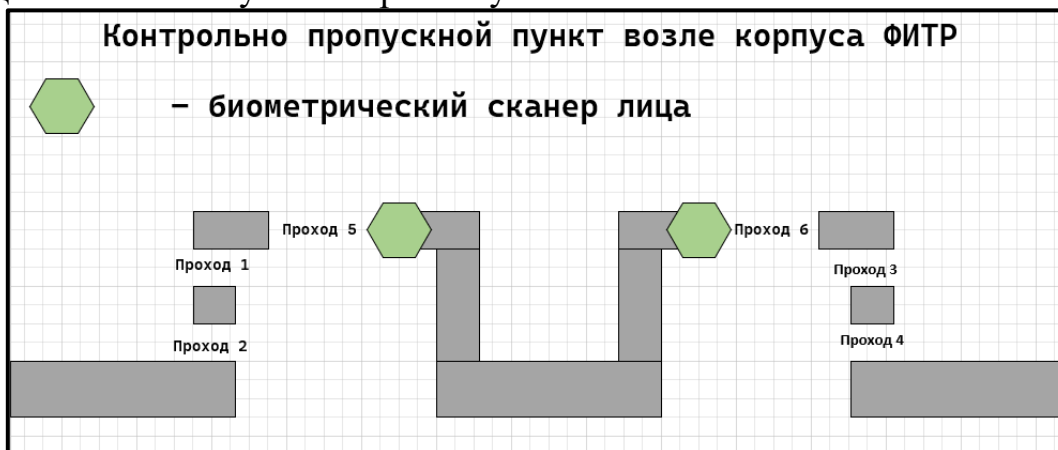


Рис. 4. Наше предложение

Здесь решается сразу две проблемы: трафик студентов, уменьшается, поскольку увеличивается количество проходов, а также, если студент забыл свой пропуск, он может пройти по своим биометрическим данным, заранее внесенным в базу БНТУ.

Подводя итоги можем сказать, что технология распознавания лиц в учебных заведениях хоть и является очень перспективным, но крайне

дорогим и угрожающим конфиденциальности школьников и студентов удовольствием, но несмотря на все это, внедрение подобных технологий может запросто решить множество проблем, например, нехватка учителей и преподавателей, а также помочь учителям в индивидуальном порядке находить наиболее эффективные способы работы с учащимися, которые, например, отстают от школьной программы.

УДК 637.133.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПАСТЕРИЗАЦИИ ВОДЫ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Романов М.В.

Научный руководитель – Матрунчик Ю.Н., старший преподаватель

В современном мире доступ к чистой и безопасной питьевой воде является критически важным. В технологических процессах на заводах и фабриках по производству молочной продукции используется большое количество воды. Она должна иметь особый минеральный состав и не содержать опасных для человека компонентов. Получить такую воду из скважин или естественных водоемов, а также централизованного водопровода невозможно. Чистая вода с нормализованным физическим и химическим составом, в которой отсутствуют опасные микроорганизмы, используется практически на всех стадиях технологического цикла производства готовой продукции.

К воде применяемой в процессах производства молочной продукции предъявляются следующие требования, представленные в таблице 1.

Таблица 1.1 Требования предъявляемые к качеству воды

	Питьевая вода	Вода для молочных продуктов
Кишечная палочка, КОЕ*/100 мл	<1	
Слизеобразующие микроорганизмы/мл	<100	
Осадок, мг/л	Нет	Нет
Мутность	Нет	Нет
Запах	Нет	Нет
Вкус	Нет	Нет
Интенсивность окраски	<20	<10
Сухие вещества, мг/л	<500	<500
Потребление перманганата мг/л	<20	<10
Аммиак, мг/л	<0.5	-

	Питьевая вода	Вода для молочных продуктов
Кальций + магний, мг/л	<100	<100
Общая твердость по CaCo ³ , мг/л	-	<100
Железо, мг/л	<0.2	<0.1
Марганец, мг/л	-	<0.05
Медь, мг/л	0	0
Алюминий, мг/л	<0.1	<0.1
Цинк, мг/л	0	0
Бикарбонаты, мг/л	-	<80
Фториды, мг/л	1	1
Избыточный хлор, мг/л	-	0
Водоросли, простейшие и др.	Нет	Нет
Токсичные вещества	Нет	Нет
рН	7-8.5	7-8.5

Пастеризация воды – это метод тепловой обработки, направленный на уничтожение патогенных микроорганизмов, таких как бактерии, вирусы и простейшие, которые могут находиться в воде и вызывать различные заболевания.

Температура и время нагрева – ключевые факторы, определяющие эффективность тепловой обработки. На рисунке 1 представлены кривые, демонстрирующие воздействие тепла на различные микроорганизмы, такие как кишечная палочка, возбудители брюшного тифа и туберкулез. Согласно этим кривым, кишечная палочка погибает при температуре 70°C в течение 1 секунды. Такой же эффект достигается при температуре 65°C, но с выдержкой в 10 секунд. Это означает, что комбинации 70°C с выдержкой в 1с и 65°C с выдержкой в 10с оказывают одинаковое летальное воздействие на кишечную палочку. Туберкулезная палочка более устойчива к нагреву, чем кишечная палочка. Для ее полного уничтожения требуется выдерживать молоко при 70°C в течение 20 секунд или при 65°C около двух минут. В продуктах также могут присутствовать теплоустойчивые микробококки, однако, как правило, они не представляют опасности для здоровья.

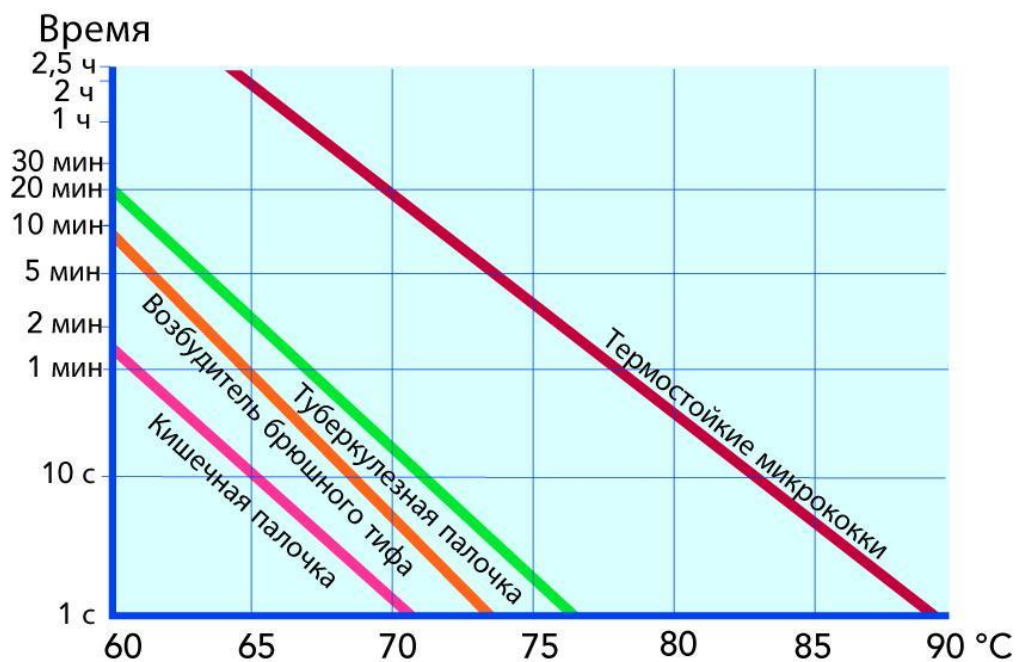


Рис. 1. Кривые разрушающего воздействия температуры на бактерии

Суть процесса пастеризации воды заключается в следующем:

1. Нагревание воды: воду нагревают до определенной температуры, которая зависит от выбранного метода пастеризации. Обычно это температура в диапазоне от 63°C до 100°C.

2. Выдержка: воду выдерживают при заданной температуре в течение определенного времени, достаточного для уничтожения патогенных микроорганизмов. Время выдержки также зависит от выбранного метода и может составлять от нескольких секунд до 30 минут.

3. Охлаждение: после выдержки воду быстро охлаждают, чтобы предотвратить размножение оставшихся микроорганизмов и сохранить ее вкусовые качества.

Блок схема процесса производства пастеризованной воды приведена на рисунке 2.

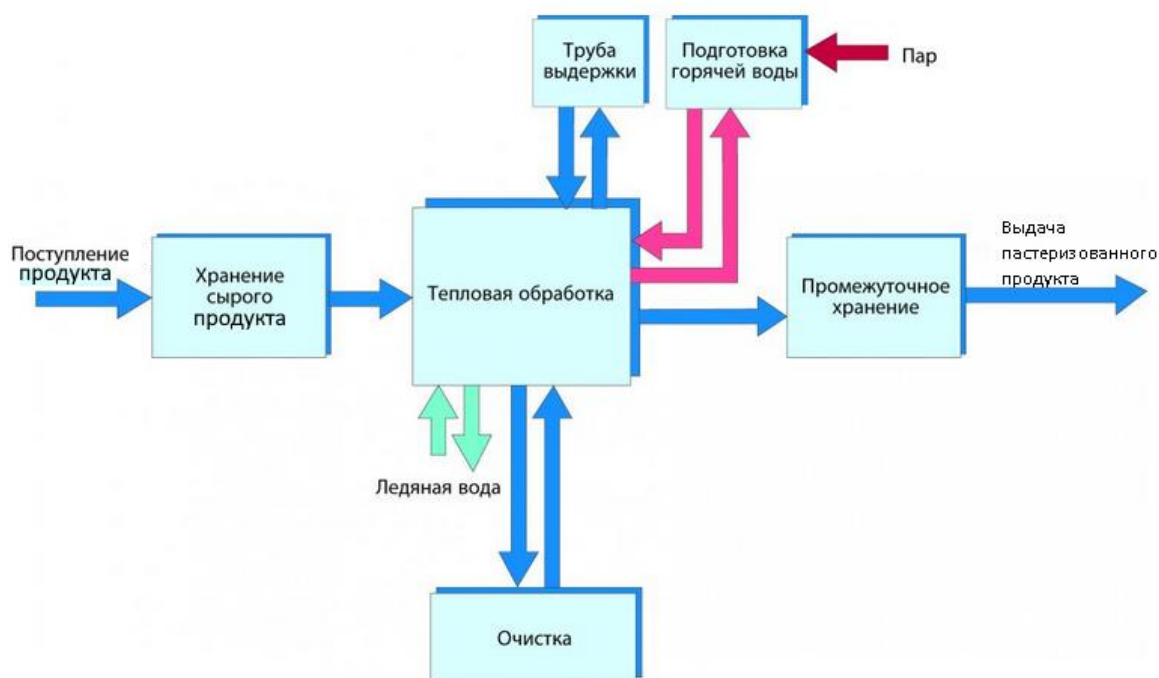


Рис. 2. Блок схема процесса производства пастеризованной воды

Литература

1. Dairy processing. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/ru/chapter/proektirovanie-tehnologicheskoy-linii>
2. Water for dairy production. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.ekodar.ru/prom/water-wiki/interesno-pochitat/voda-dlya-proizvodstva-molochnoi-produccii/>
3. Application of resistive thermal converters (RTD) for temperature measurement. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.reallab.ru/about/articles/resistive-thermometers-rtds-rtd-to-measure-temperature/>

Благодаров К.Е.

Научный руководитель – Матрунчик Ю.Н., старший преподаватель

В рамках работы рассматривается математическая модель сервопривода узла непрерывной резки «Flying Saw» (рус. «летающая пила»). Математическая модель позволяет эффективно перенастраивать технологический узел резки профильного металла, а также за счёт уточнённого анализа улучшить результаты модернизации оборудования.

Модель включает в себя такие компоненты как, синхронный двигатель постоянными магнитами, АС-DC-АС преобразователь (частотный преобразователь напряжения), контроллер векторного управления. В целом вышеописанное образует каскадную САУ с двумя обратными отрицательными связями по току и по скорости. В качестве регуляторов САУ, выбраны ПИ-регуляторы.

Модель синхронного двигателя с постоянными магнитами состоит из механической и электрической систем, Альфа-Бета-Нуль преобразования, Прямого-Квадратурного преобразования.

В СДПМ основное магнитное поле создается постоянными магнитами. Эти магниты расположены на роторе. Результирующий магнитный поток является постоянным во времени, при условии, что токи статора не влияют (реакция якоря отсутствует). В действительности ток состояния порождает собственное магнитное поле, воздействующее на исходное, которое называется реакцией якоря. Электрическая система описывается уравнениями напряжений в dq -осях и уравнением электромагнитного момента [1]

$$v_d = R i_d + \frac{d\lambda_d}{dt} - \omega_r \lambda_q$$

$$v_q = R i_q + \frac{d\lambda_q}{dt} - \omega_r \lambda_d$$

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{P}{2} (\lambda_m i_q + (L_d - L_q) i_d i_q)$$

где $\lambda_q = L_q i_q$ и $\lambda_d = L_d i_d + \lambda_m$, λ_m – потокосцепление постоянного магнита.

Уравнения электрической системы в форме состояния пространства

$$\frac{di_d}{dt} = \frac{1}{L_d} (-R_d i_d + L_q \omega_e i_q + v_d)$$

$$\frac{di_q}{dt} = \frac{1}{L_d} (-R_q i_q - L_d \omega_e i_d - \omega_e \lambda_m + v_q)$$

Математическая модель уравнений напряжения и электромагнитного двигателя в среде Simulink представлена на рисунках 1 и 2 соответственно.

Механическую систему описывает уравнение угловой скорости на валу [1].

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{1}{J} (T_e - T_L - B\omega_e)$$

Модель последнего изображена на рисунке 3.

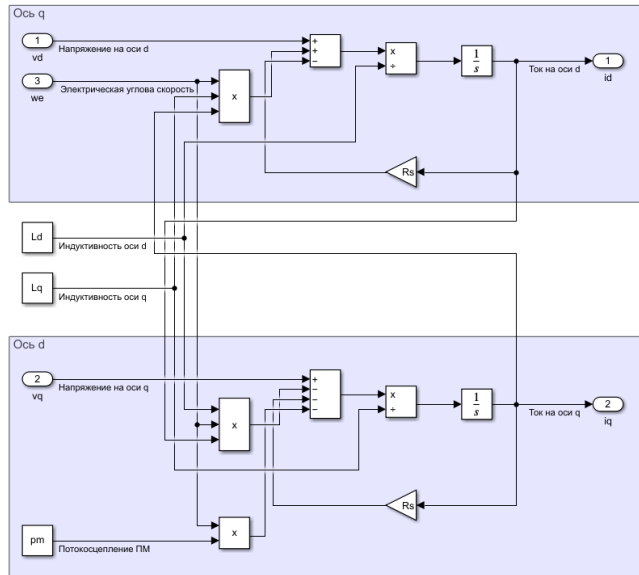


Рис.1. Модель электрической системы синхронного двигателя с постоянными магнитами

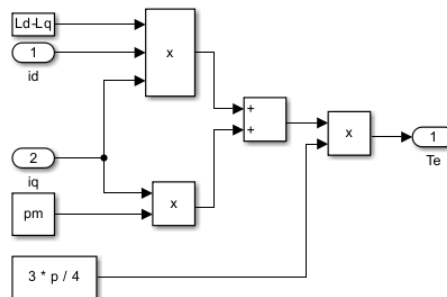


Рис.2. Модель уравнения электромагнитного момента синхронного двигателя с постоянными магнитами

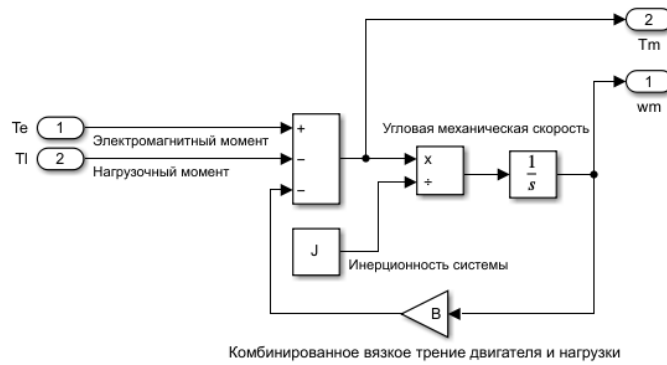


Рис.3. Модель уравнения момента на валу синхронного двигателя с постоянными магнитами

Таким образом модель двигателя представлена следующим образом (рис. 4). Здесь проинтегрировав скорость вращения, получен угол поворота вала.

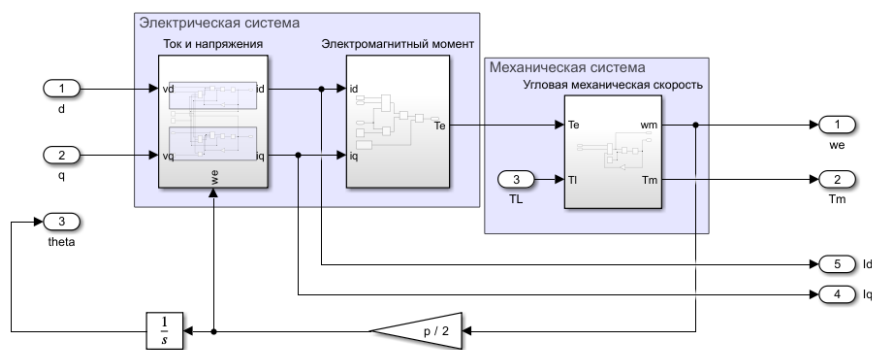


Рис.4. Синхронный двигатель с постоянными магнитами

Прямое квадратурное преобразование в матричной [1]:

$$\begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = C_P \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix}$$

Альфа-Бета-Нуль преобразование в матричной форме [1]:

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \\ i_0 \end{bmatrix} = k_1 \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ k_2 & k_2 & k_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} = C_T \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

Модель IGBT модуля частотного преобразователя показана на рисунке 5.

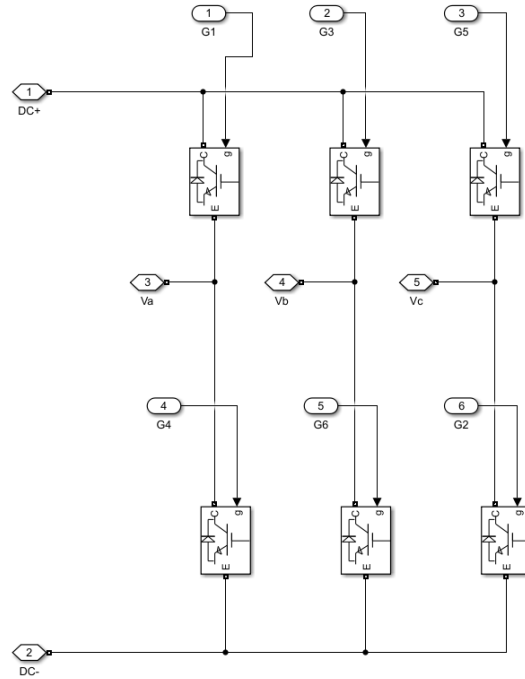


Рис.5. IGBT модуль

Управляющие сигналы подаются с контроллера векторного управления [2], который показан на рисунке 6.

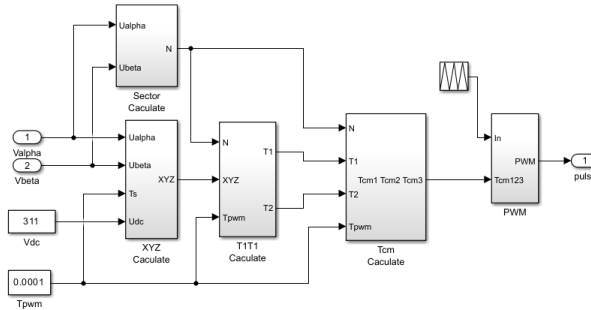


Рис.6. IGBT модуль

Полная модель сервопривода показана на рисунке 7.

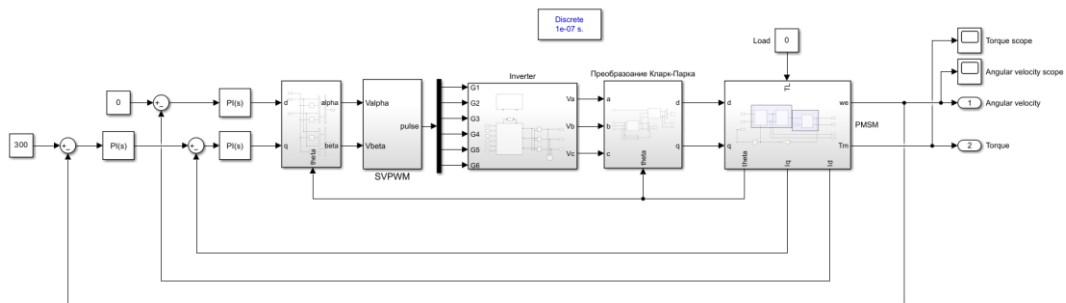


Рис.7. Математическая модель сервопривода

Переходная характеристика скорости на валу показана на рисунке 8.

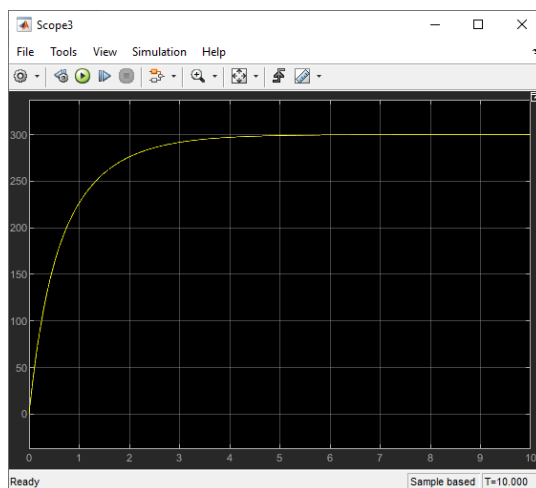


Рис.8. Переходная характеристика

Коэффициенты ПИ-регулятора подобраны экспериментально, для достижения наилучших показателей качества переходной характеристики.

Литература

1. Modeling of Permanent Magnet Motor Drive [Journal] / auth. Krishnan R. and Pillay Pragasan // IEEE transactions on industrial electronics. – 1988. – pp. 537-541.
2. Simulation of PMSM Vector Control System Based on Matlab/Simulink [Conference] / auth. LIU Ting-ting [и др.] // International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. – Beijing : IEEE Computer Society, 2009. – pp. 343-346

УДК 004.942

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИБКОГО ОБУЧАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РОБОТА

Матькова К.Ю.

Научный руководитель – Матрунчик Ю.Н., старший преподаватель

Мягкая робототехника – это направление робототехники, специализирующееся на создании роботов из мягких материалов, схожих с тканями живых организмов. Данная область предполагает междисциплинарный подход, что, в свою очередь, вызывает трудности при разработке проектов из-за отсутствия базовых систематизированных знаний и методологий в области проектирования и исследования мягкой робототехники. Важным начальным этапом является создание математической модели. Основными движениями модели являются:

1. Перемещение нижнего основания параллельно верхнему основанию без вращения вокруг оси;
2. Наклон, без перемещения нижнего основания относительно верхнего, без вращения вокруг оси;
3. Вращение вокруг оси, без параллельного перемещения нижнего основания относительно верхнего основания, без наклона.

Все остальные движения являются комбинацией этих базовых движений.

Движения нижнего основания параллельно верхнему основанию

В плоскости верхнего основания определяются координаты центра нижнего основания – точки (k), соответственно координаты x_k , y_k , что показано на рисунке 1.

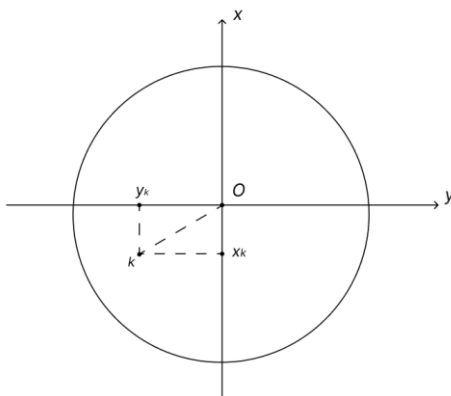


Рис.1. Координаты нового центра нижнего основания в плоскости верхнего основания

Далее определяется расстояние $z_{O'O}$ между верхним и нижним основаниями вдоль оси z. Таким образом, координаты центра нижней основы x_k , y_k , $z_{O'O}$ полностью определены. Расстояние между центрами двух оснований – это желаемое натяжение нити. Это расстояние находится через прямоугольный треугольник kOO' , который показан на рисунке 2.

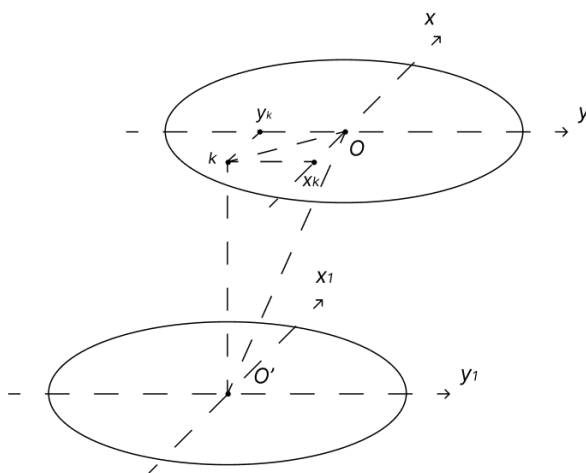


Рис.2. Расстояние между центрами верхнего и нижнего оснований

$$kO = \sqrt{y_k^2 + x_k^2}$$

Катет kO' равен расстоянию $z_{O'}$ между основаниями. Расстояние OO' равно:

$$OO' = \sqrt{kO^2 + z_{O'}^2}$$

Наклон нижнего основания, без перемещения основания, без вращения вокруг оси

Первоначально определяется расстояние $z_{O'}$ между базами. Затем эта задача может быть решена двумя способами: прямым и обратным. Прямой способ заключается в том, чтобы узнать длину, на которую изменяется длина нитей одной из осей. При решении задачи обратным способом известен угол, который должен быть достигнут при наклоне.

При решении задачи прямым способом известна длина L натяжения нити на оси 1. В этом случае натяжение нити на оси 2 не изменяется, как показано на рисунке 3.

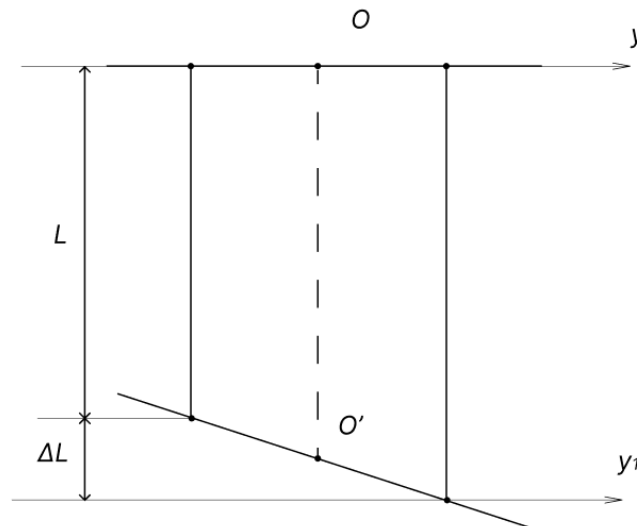


Рис.3. Положение нижнего основания

Расстояние ΔL , на которое поднялась ось:

$$\Delta L = z_{O'} - L$$

После этого в прямоугольном треугольнике ABC , изображенном на рисунке 4, определите синус угла Θ как отношение известного катета и гипотенузы:

$$\sin \Theta = \frac{CB}{AB}$$

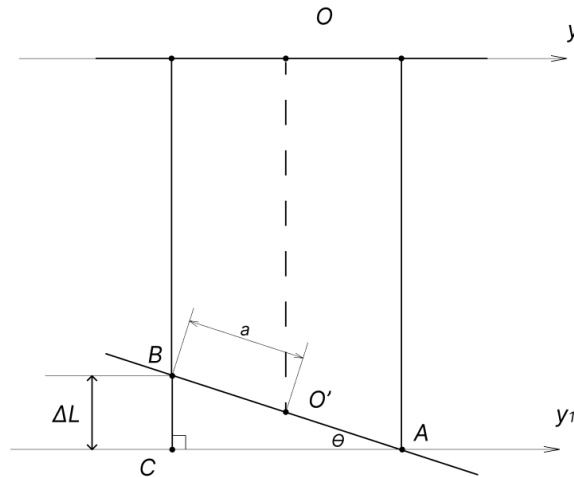


Рис.4. Угол подъема нижней платформы

Эту задачу можно также рассмотреть со стороны изначально известного расстояния, на которое поднята ось 1. В этом случае решение задачи сводится к определению натяжения нити и нахождению угла, который уже был описан выше.

Вращение нижнего основания вокруг своей оси, без перемещения, без наклона

В этом случае предусмотрено ограничение угла поворота не более 180 градусов, чтобы предотвратить столкновение нитей. Следует отметить, что при решении задачи известны:

1. Угол поворота нижнего основания вокруг оси (не более 180 градусов);
2. Расстояние b от начальной точки до новой точки после поворота нижнего основания.

После поворота нижнего основания точки займут новое положение относительно исходных точек, как показано на рисунке 5. До вращения нити находятся под прямым углом к верхнему и нижнему основаниям, после вращения они становятся наклонными к основаниям.

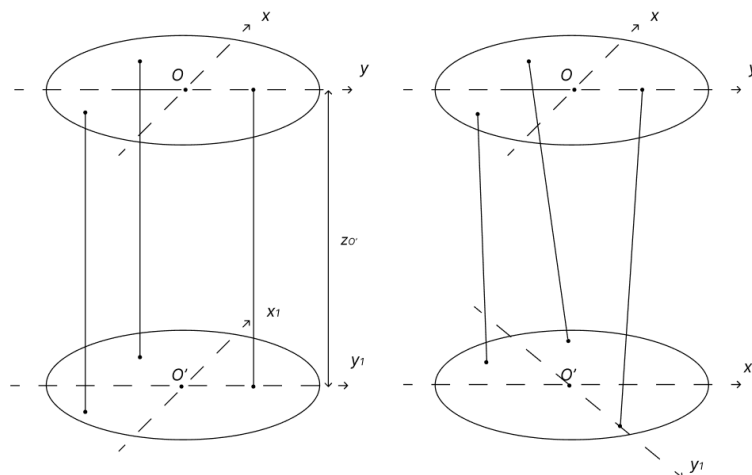


Рис.5. Новые положения нитей

Рассмотрим прямоугольный треугольник ABC , состоящий из исходного положения нити и нового положения нити, лежащих в одной плоскости, как показано на рисунке 6.

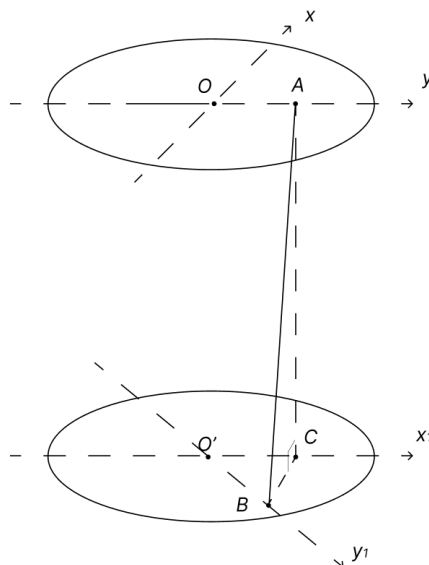


Рис.6. Натяжение нити

В этом треугольнике гипотенуза соответствует натяжению нити. По предположению, расстояние от начальной точки до новой точки после поворота нижнего основания известно – CB , катет в правильном треугольнике ABC . Также известно начальное расстояние между верхним и нижним основаниями – катет AC . Поскольку два катета прямоугольного треугольника известны, натяжение нити равно:

$$AB = \sqrt{CB^2 + AC^2}$$

Далее, чтобы определить угол наклона, находим тангенс угла β :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{AC}{CB}$$

Эту задачу можно решить и обратным способом, зная угол поворота нижнего основания.

Литература

1. The science of soft robot design: A review of motivations, methods and enabling technologies. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2022.1059026/full>;
2. Modeling and Simulation of Dynamics in Soft Robotics: a Review of Numerical Approaches. Electronic resource. – Access mode: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43154-023-00105-z>.

УДК 004.4

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЕДЕНИЯ УЧЁТА КНИГ В БИБЛИОТЕКЕ

Буцанец С.А.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель

Библиотека (греч. «место хранения книг») – учреждение, хранящее собранные произведения печати и письменности для общественного пользования и осуществляющее справочно-библиографическую работу. Библиотеки отражают потребность человечества в накоплении знаний, культурном и интеллектуальном развитии [1].

Несмотря на популярность электронных изданий во всем мире, «физические» библиотеки не утратили свою значимость. Учёт книг – один из важнейших процессов организации библиотечного фонда. Без эффективной системы учёта поиск нужной информации занимает большое количество времени, потеря печатных изданий и их воровство трудно контролировать.

Для упрощения ведения учёта книг можно использовать программные средства, которые автоматизируют труд библиотекарей, избавляя тем самым от ручной записи поступивших книг, долгого поиска необходимой литературы на полках, самостоятельного учёта должников. Программы учёта книг предназначены для автоматизации ведения учёта как в небольших домашних библиотеках, так и в больших научных. Ведение учёта в подобных системах позволяет быстро осуществлять поиск по читателям книг, авторам и названиям произведений, контролировать даты возврата книг и вести учёт должников.

Наиболее известные специализированные программы: ИРБИС; ОРАС-Global; MAPK-SQL; ПК «БиблиоГраф». Они позволяют вести электронные каталоги книг, газет, журналов, других печатных изданий, базы данных читателей, работников библиотек, отслеживать выдачу и приём книг, вести отчетную документацию.

Данные программы автоматизируют весь цикл учёта библиотечного фонда, начиная с момента поступления книги в библиотеку, заканчивая её списанием. Ведутся статистические отчёты о работе библиотеки. За любой период можно узнать количество посетителей, количество выданных печатных изданий, количество записавшихся в библиотеку и любую другую статистику.

Литература

1. О библиотеках, книгах и чтении [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://penzacitylib.ru/index.php?option=com_k2&view=item&id=103
2. Автоматизированные библиотечно-информационные системы: состояние и перспективы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://laleshin.narod.ru/pto/T-4-2.pdf>

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 51-37

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ

Арсений Сухобоков

Научные руководители – Королёва М.Н., старший преподаватель кафедры ВМ, Воюш Н.В., старший преподаватель кафедры РТС

Метрика оценки

Оценка эффективности решения в задаче распознавания объекта не является тривиальной, так как измерение должно включать в себя информацию о наличии объекта на изображении (классификация). Кроме того, в наборе данных, где распределение классов неравномерно, метрика, содержащая оценку по единичной точности, может вводить отклонения. Также важно оценить риск неправильной классификации. Таким образом, необходимо связать показатель достоверности и соотнести предсказанные ограничивающие рамки с истинными.

Для оценки эффективности используются такая величина, как точность $2[1]$. Ее можно рассчитать на основании таблицы 1.

Таблица 1 – Таблица ошибок

		Истинное значение	
		Positive	Negative
Предсказание	Positive	True Positive	False Positive
	Negative	False Negative	True Negative

- а) True Positive: выдвинуто предположение о наличии объекта и объект существовал;
- б) False Positive: выдвинуто предположение о наличии объекта и объекта не существовало;
- в) True Negative: выдвинуто предположение об отсутствии объекта и объекта не существовало;
- г) False Negative: выдвинуто предположение об отсутствии объекта и объект существовал;

Точность — это отношение правильных предсказаний к их общему числу:

$$\text{Точность} = \frac{TP(c)}{TP(c) + FP(c)}$$

Для оценки точности в работе использовалась метрика top-5. Точность top-n – это часть объектов, для которых правильный ответ модели попал в один из n наиболее вероятных ответов.

Архитектуры, рассматриваемых сверточных нейросетей

Сверточная нейронная сеть представляет собой перцептрон, состоящий из множества слоев [2]. Перцептрон – математическая модель, основанная на поведении и восприятии мозгом информации. Слои представляют собой фильтры (рис. 1), для получаемых векторов информации, в зависимости от выполняемой функции их можно поделить на 3 типа: Слой свертки ищет разные особенности в изображении, которые дадут возможность составить представление об объекте.

Слой подвыборки уменьшает размер изображения, сохраняя его основные черты. Это помогает уменьшить количество данных, с которыми сеть должна работать, что делает ее более эффективной.

Полносвязные слои собирают особенности из предыдущих слоев и формируют результат классификации объекта на изображении.

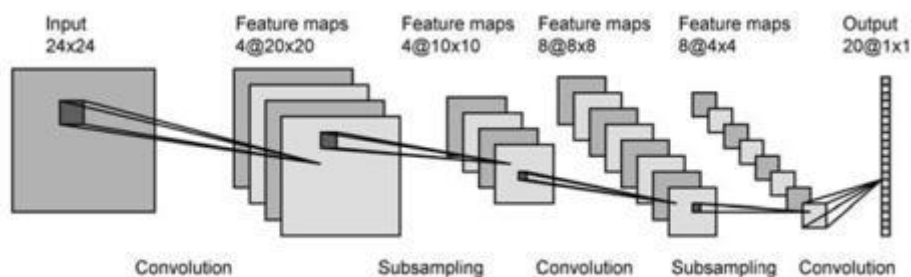


Рис. 1. Структура сверточной нейронной сети

AlexNet – сверточная нейронная сеть, которая имела частично схожую архитектуру с сетью LeNet [3], но была более глубокой, с большим количеством сверточных слоев. Структура сети это – 11×11, 5×5, 3×3 сверток.

VGG Net. В VGG-сетях в каждом свёрточном слое применили фильтры 3x3 и объединили эти слои в последовательности. Вместо применяемых в AlexNet фильтров 5x5 и 11x11 стали применять гораздо более мелкие фильтры [3].

В модуле сверточной нейросети Inception v2 [4] декомпозируется слой с фильтром 5×5 на два слоя 3×3, и используется пакетная нормализация, позволяющая увеличить скорость обучения посредством распределения выходов слоёв внутри сети.

Модуль Inception v3[4] отличается от Inception-v2 декомпозированием фильтра размером N×N двумя последовательными фильтрами 1×N и N×1.

Resnet строится на основе простой сети, состоящей из прямых связей, которые вдохновлены сетью VGG [3]. Слои свертки имеют 3×3 фильтры и используют следующие правила:

а) Для одной и той же полученной карты признаков слои имеют одинаковое количество фильтров;

б) Если размер карты признаков уменьшается вдвое, количество фильтров удваивается, чтобы сохранить временную сложность каждого слоя.

Результаты анализа

Для обучения выбранных сетей был выбран датасет RP2K dataset [5]. Набор по сравнению с другими имеет больше преимуществ, таких как: больший охват данных, данные реалистичны, информация разделена на категории при помощи метаданных.

Проведено сравнение стандартно используемых архитектур для классификации изображений в задаче классификации товаров. Результаты оценки эффективности этих моделей представлены в табл. 2

Нейронная сеть	top-5
AlexNet	15,3%
VGG Net	7,3%
Inception v2	5,67%
Inception v3	4,8%
ResNet-152	3,57%

В результате анализа можно сделать вывод о высокой эффективности использования сверточных нейросетей в задаче классификации. Сравнительный анализ архитектур нейросетей ResNet и Inception v3 для классификации объектов на изображениях, обученных и протестированных на RP2K dataset, показал преимущество архитектуры ResNet с процентом ошибочных результатов 3,57%.

Литература

1. Паттанаяк С. Глубокое обучение и TensorFlow для профессионалов. М.: Изд-во Диалектика, 2019, 480 с
2. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. М.: Изд-во Вильямс, 2018, 1104 с
3. Москалев Н.С. Виды архитектур нейронных сетей. Молодой ученый. М., 2017, Вып. 29, С. 30-34
4. Стэнфордский курс: лекция 9. Архитектуры CNN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.reg.ru/blog/stehnfordskij-kurs-lekciya-9-arhitektury-cnn/> (дата обращения 5.05.2024)

5. RP2K: A Large-Scale Retail Product Dataset for Fine-Grained Image Classification [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pinlandata.com/rp2k_dataset (дата обращения 8.05.2024).

УДК 51(075.8)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРАФА ПО МАТРИЦАМ ИНЦИДЕНТНОСТИ, СМЕЖНОСТИ, КИРХГОФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ВЕТВЛЕНИЯ

Жоров Е. А

Научный руководитель - Юринок В. И., к.т.н, доцент

В данной научной работе представлен анализ и разработка программного приложения для работы с матрицами смежности, инцидентности и Кирхгофа в теории графов. Графы — это абстрактные структуры, используемые для моделирования связей между объектами. Они находят применение в различных областях, таких как социальные сети, транспортные системы, биоинформатика и многие другие.

Целью данной работы является создание интуитивно понятного и удобного инструмента, который позволит пользователям вводить квадратные матрицы Кирхгофа, смежности и инцидентности, а затем визуализировать соответствующие графы с использованием логики алгоритма ветвления. Приложение также предоставляет характеристики графа, такие как кол-во вершин, ребер, диаметр, радиус, плотность, эксцентриситет каждой вершины.

Описание алгоритма можно представить следующим образом:

1. Пользователь выбирает тип матрицы .
2. Пользователь вводит матрицу вручную.
3. Программа проверяет корректность введенной матрицы и вычисляет основные числовые характеристики графа.
4. Программа строит граф на основе введенной матрицы.

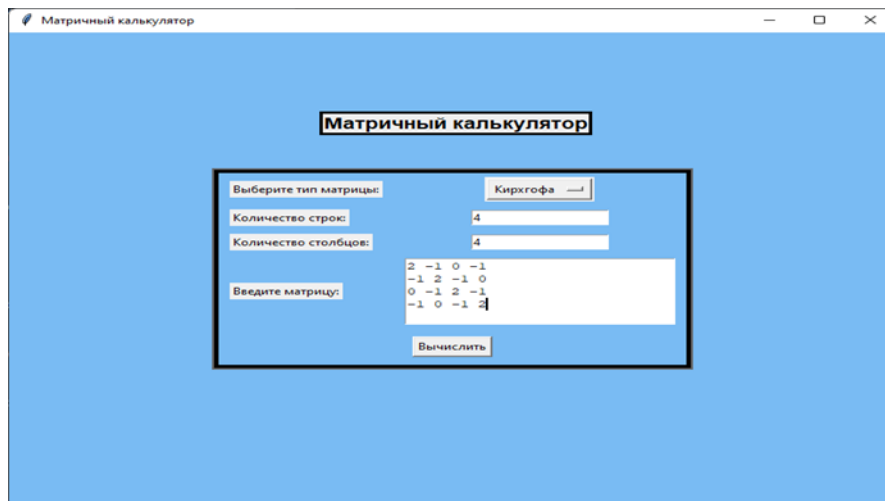


Рис.1. Основное меню оконного приложения

Алгоритм ветвления. Этот алгоритм использует булеву логику (1=истина, 0=ложь) для проверки корректности ввода данных. Если данные верны, алгоритм активируется для вычисления свойств графа. Если данные неверны, алгоритм не выполняется, что обеспечивает контроль за правильностью ввода.

Ветвление служит основой для применения других алгоритмов, таких как *поиска в глубину*, *Дейкстры* и *вычисления плотности графа*.

Алгоритм поиска в глубину используется для проверки связности графа, а также для поиска путей в нем.

```
# Проверка связности графа
if not nx.is_connected(G):
    result += "\nГраф не является связным. Невозможно вычислить характеристики графа."
    messagebox.showerror("Ошибка", result)
return
```

Рис.2. Фрагмент, реализующий алгоритм поиска в глубину

Алгоритм Дейкстры используется для вычисления диаметра графа (выбор максимального значения кратчайшего пути) и его радиуса (выбор минимального значения максимального кратчайшего пути), а также для вычисления эксцентриситета каждой вершины.

```
radius = nx.radius(G)
diameter = nx.diameter(G)

eccentricity = nx.eccentricity(G)
```

Рис.3. Функции применения алгоритма Дейкстры

Вычисление плотности графа плотность графа определяется как отношение числа ребер к максимально возможному числу ребер. Для простого графа плотность D вычисляется по формуле:

$D = \frac{2E}{V(V-1)}$, где E - количество ребер, а V - количество вершин.

Рассмотрим на примере математическую модель. Дана матрица Кирхгофа размерами 4x4.

После ввода данных алгоритм ветвления проверяет их корректность. При верных данных вызывается алгоритм поиска в глубину для проверки связности графа, а затем алгоритм Дейкстры. Программа отображает граф в окне с возможностью его перемещения, сохранения и приближения.

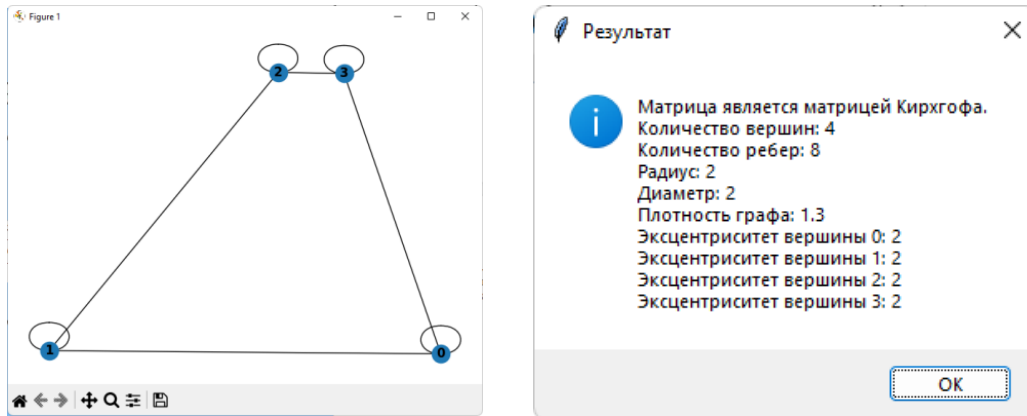


Рис.4. Результат работы алгоритма

Так как граф был построен корректно и компилятор не выдал никаких ошибок, алгоритм ветвления сработал верно и вызвал другие вышеперечисленные алгоритмы, которые вычисляют характеристики графа.

Примеры построения графов по матрицам смежности и инцидентности соответственно:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

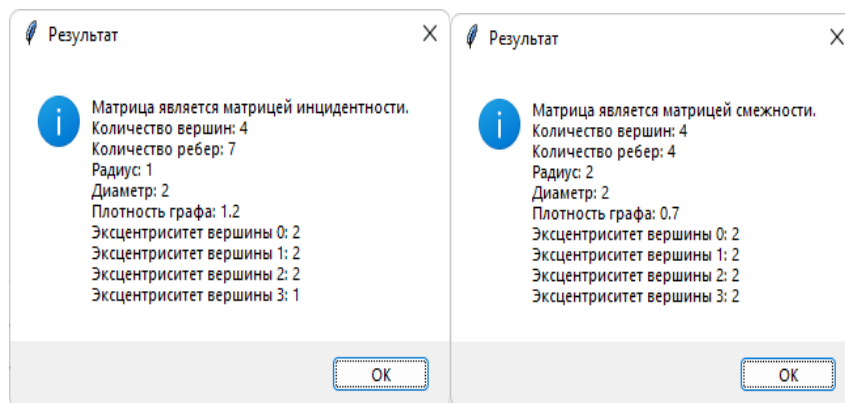


Рис.6. Работа программы на матрицах смежности и инцидентности

Таким образом, был разработан простейший инструмент, основанный на работе алгоритмов ветвления, Дейкстры и поиска в глубину, позволяющий быстро и просто визуализировать графы и вычислять их характеристики по матрицам смежности, инцидентности и Кирхгофа.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОКЛАДКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Балаш Н. Г.

Научный руководитель – канд. физ. - мат. н., доцент Рудый А.Н.,
старший преподаватель Готина Л.Н.

Рассмотрим электрическую распределительную сеть 10 кВ Лунинецкого РЭС Брестской области. Как известно, воздушные линии в основном проведены вдоль автомобильных дорог. Используем этот факт для построения начальной неоптимизированной схемы распределительной сети (расстояния между населёнными пунктами указаны на схеме в километрах).

s	Лунинец
1	Вичин
2	Лунин
3	Лахва
4	Синкевичи
5	Микашевичи
6	Велута
7	Богдановка
8	Чучевичи
9	Межлесье

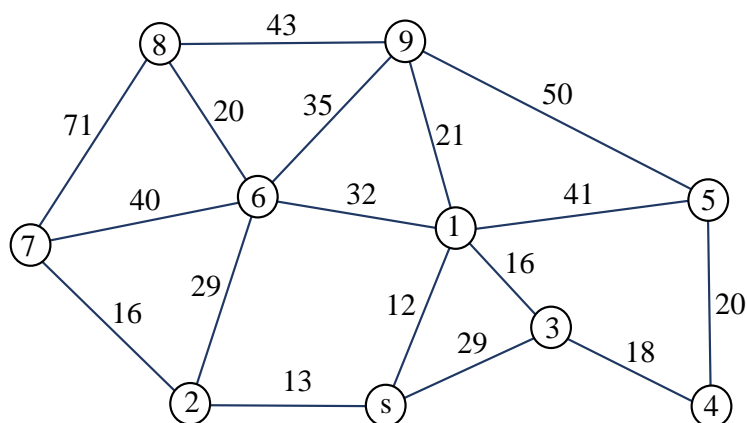


Рис. 1. Начальная схема распределительной сети

Необходимо рассчитать кратчайшие расстояния до каждого из населённых пунктов (для удобства будем использовать численное обозначение вершин). Они должны быть именно кратчайшими для экономии проводов и уменьшения потерь электроэнергии.

Для решения используем алгоритм Дейкстры, который применяется для нахождения кратчайших путей от s (РЭС) до всех остальных элементов сети (населённых пунктов района). Применим алгоритм для нахождения оптимальной сети воздушных линий электропередач.

Задача заключается в нахождении кратчайших путей от некоторой вершины этого графа до остальных. Пусть для каждой вершины $jl^*(j)$ будет обозначать длину кратчайшего пути из начальной точки, а $l(j)$ – длину некоторого (необязательно кратчайшего) пути; $v^*(j)$ – номер предпоследней вершины кратчайшего пути, а $v(j)$ – предпоследняя вершина рассматриваемого пути. В процессе работы алгоритма на каждой итерации очередной вершине присваивается постоянная метка вида $(l^*(j), v^*(j))$. Алгоритм заканчивает работу, когда всем вершинам присвоены такие метки.

На начальном этапе вершина s получает постоянную метку $(0^*, s^*)$, соседние с ней вершины 1, 2, 3 получают временные метки $(12, s)$, $(13, s)$, $(29, s)$ соответственно, а остальные вершины получают временные метки (∞, s) . После этого переходим к выполнению итераций, которые устроены следующим образом:

1) Минимальное значение первой части меток всех вершин равно 12 для первой вершины, поэтому метка для первой вершины принимает вид $(12^*, s^*)$;

2) Просматриваем все вершины, соседние с той, которая получила постоянную метку:

- Для вершины 6 имеем $l^*(1) + l_{16} = 44 < l(6) = \infty$, поэтому полагаем, что $l(6) = 44, v(6) = 1$;

- Для вершины 9 имеем $l^*(1) + l_{19} = 33 < l(9) = \infty$, поэтому полагаем, что $l(9) = 33, v(6) = 1$;

- Для вершины 5 имеем $l^*(1) + l_{15} = 53 < l(5) = \infty$, поэтому полагаем, что $l(5) = 53, v(6) = 1$;

- Для вершины 3 имеем $l^*(1) + l_{13} = 28 < l(3) = 29$, поэтому полагаем, что $l(3) = 28, v(6) = 1$.

После этого переходим ко второй итерации, во время которой уже другой вершине присваиваем постоянное значение. Результаты можно представить в следующей таблице:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s	$0^*, s^*$								
1	$12, s$	$12^*, s^*$							
2	$13, s$	$13, s$	$13^*, s^*$						
3	$29, s$	$28, 1$	$28, 1$	$28^*, 1^*$					
4	∞, s	∞, s	$46, 3$	$46, 3$	$46, 3$	$46, 3$	$46, 3$	$46^*, 3^*$	
5	∞, s	$53, 1$	$53, 1$	$53, 1$	$53, 1$	$53, 1$	$53, 1$	$53, 1$	$53^*, 1^*$
6	∞, s	$44, 1$	$42, 2$	$42, 2$	$42, 2$	$42, 2$	$42^*, 2^*$		
7	∞, s	∞, s	$29, 2$	$29, 2$	$29^*, 2^*$				
8	∞, s	∞, s	∞, s	∞, s	$100, 7$	$76, 9$	$62, 6$	$62, 6$	$62^*, 6^*$
9	∞, s	$33, 1$	$33, 1$	$33, 1$	$33, 1$	$33^*, 1^*$			

Таблица 1. Расчёт кратчайших расстояний

Изобразим оптимизированную схему распределительной сети.

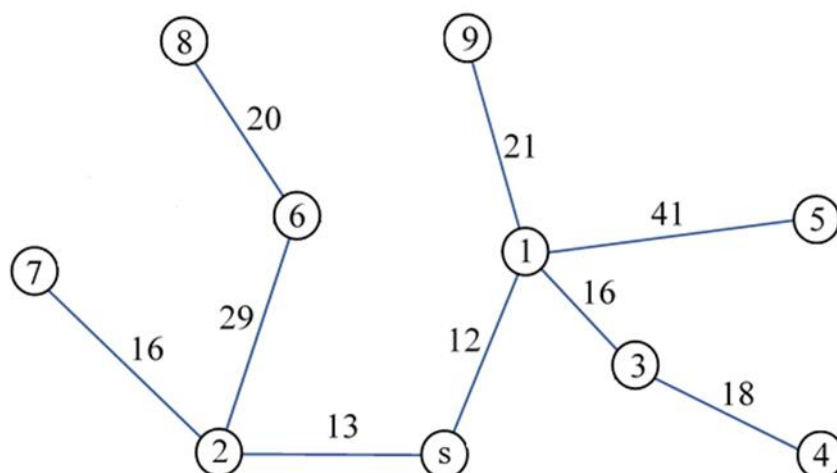


Рис. 2. Оптимизированная схема распределительной сети

Получилась схема сети, которую можно использовать для оптимизации электроснабжения Лунинецкого РЭС. Получена она на основе алгоритма Дейкстры.

Литература

1. Корзников, А. Д. Методы линейной и сетевой оптимизации / Корзников А. Д., Матвеева Л. Д. – Минск: БНТУ, 2012.

УДК 51 – 37

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ДОРОГУ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПРОГРАММЕ EXCEL

Мельнова Е.М., Санько Н.В.

Научный руководитель – Бань Л.В., ст. преподаватель

Для определения эффективности логистической системы предприятия проводятся сравнения внутренних и внешних затрат. Определяется, какие виды деятельности выполняются лучше, чем у других производителей, сравнивается структура логических затрат на данном предприятии и у его конкурентов. Для определения логистических издержек необходимо применять различные методы. Одним из способов является сбор данных. Еще одним методом вычисления является метод экономического моделирования.

Также можно использовать методы статистического анализа для оценки логистических расходов. Этот подход основан на анализе статистических

данных о расходах на логистику за определенный период времени, так же мы воспользовались этим методом, немного видоизменив, вместо времени взяли конкретное расстояние.

Главное — правильно выбрать методы оценки затрат на логистику и учитывать все основные аспекты деятельности, связанные с логистическими процессами. Для начала необходимо определить все издержки, связанные с логистикой: транспортные расходы, затраты на упаковку и складирование, затраты на обработку заказов и т.д. Самые первые – транспортные расходы и естественно, что этот фактор является одним из самых главных, который нужно рассчитать.

Поэтому, составив таблицы с необходимыми данными, дополняя их актуальными данными и выведя конечную формулу с помощью программы Excel, мы можем рассчитать затраты топлива на дорогу.

<i>Расстояние между областными центрами(км)</i>						
Города	Минск	Могилев	Гродно	Витебск	Брест	Гомель
Минск	0	199	279	275	350	310
Могилев	199	0	480	161	540	175
Гродно	279	480	0	550	237	590
Витебск	275	161	559	0	620	330
Брест	350	540	237	620	0	530
Гомель	310	175	590	330	530	0

Рис. 1. Таблица с данными расстояниями

Для примера, создали маленькую табличку с расстояниями между областными центрами Беларуси. Расстояние здесь взяли самые минимальные и без учета пробок на дорогах. Затем мы создаем еще одну таблицу, где расписываем цены на различные виды топлива.

<i>Цены на топлива(руб.)</i>			
АИ – 92	АИ – 95	АИ – 98	ДТ – 3 – К5
2,26	2,36	2,58	2,36

Рис. 2. Таблица с ценами

После еще нужно создать одну таблицу, где мы учитываем расход топлива на 100км и объем двигателя.

Объем двигателя(л)	Расход топлива (л/100км)
до 1	7,3
1–2	6,1
2–3	6,3
3–4	8,1
4–5	11,8
более 5	14

Рис. 3. Таблица с данными конкретный автомобилей

Далее мы приступаем к вычислению затрат. Для этого нам понадобятся все имеющиеся данные в таблицах, указанных выше. Учитываем объем двигателя у нашего транспорта и первым в формулу мы указываем расход топлива и делим его на 100, чтобы узнать сколько израсходуется на эти 100 километров. Затем полученный результат умножаем на цену топлива и расстояние, которое нам необходимо преодолеть. Получаем конечную формулу, с помощью которой мы можем рассчитать затраты, необходимые на дорогу.

3 : \times \checkmark f_x {=B15/100*C3*A12}

A	B	C	D
Расчет трат(руб)			
32,83102			

Рис. 4. Полученная формула

С помощью этой формулы мы сможем рассчитывать приблизительные затраты, просто подставив данные. Это очень может помочь, если, например, вы готовитесь к длинной поездке и вам нужно знать, сколько вы потратите на дорогу, чтобы далее спокойно распланировать свой бюджет.

Логистические затраты являются важной составляющей в оценке эффективности. Определение их значения поможет вычислить издержки на выполнение разных логистических операций. В данном проекте мы использовали не только навыки работы с программой Excel, а также проанализировали ситуацию, и с помощью логических вычислений, вывели математическую формулу для расчета затрат

Литература

1. МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ТОЧНОГО РАСЧЕТА ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ — ОПТИМИЗАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://logists.by/blog/metody-i-instrumenty-dlya-tochnogo-rascheta-logisticheskikh-zatrat-optimizatsiya-i-povyshenie-effektivnosti-protsessov> – Дата доступа: 16.04.2024.
2. Основные элементы логистических издержек. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ablcompany.ru/news/chto-vkhodit-v-logisticheskie-izderzhki> – Дата доступа: 17.04.2024.
3. Работа в среде электронных таблиц. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/109207> – Дата доступа: 17.04.2024.

УДК 621.431

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

Зыгмантовича М.А.

Научный руководитель — Воронович Г.К., к.т.н., доцент

Математическое моделирование процессов топливоподачи, алгоритмическая и программная реализация с использованием ЭВМ позволяют выбирать параметры элементов конструкции систем топливоподачи, отвечающие необходимым требованиям и характеристикам впрыскивания топлива.

При исследовании различных вариантов топливоподающей аппаратуры двойного впрыска для быстроходного дизеля с помощью ЭВМ выбирается вариант, обеспечивающий характеристику впрыска, наиболее полно удовлетворяющую заданным требованиям.

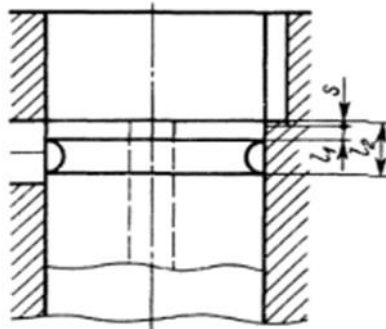


Рис. 1. Схема топливоподающей аппаратуры.

Промежуточный перепуск топлива можно выполнять при помощи плунжерной пары конструкции, изображенной на Рис. 1. Для достижения характеристики впрыска требуется выбрать размеры кольцевой канавки на плунжере и продольных карманов во втулке. Наиболее существенными из них для работы плунжерной пары являются размеры l_1 , l_2 и S . Размер l_1 , влияет на продолжительность и величину подачи первой порции топлива. От размера l_2 зависит промежуток времени между началом подачи первой и началом основной порции топлива. Размер S вместе с размерами l_1 и l_2 определяет ширину кольцевой канавки на плунжере и может быть равен нулю или принимать как положительные, так и отрицательные значения. Увеличение ширины кольцевой канавки при уменьшении величины S приводит к уменьшению длины цилиндрической части плунжера, расположенной выше канавки.

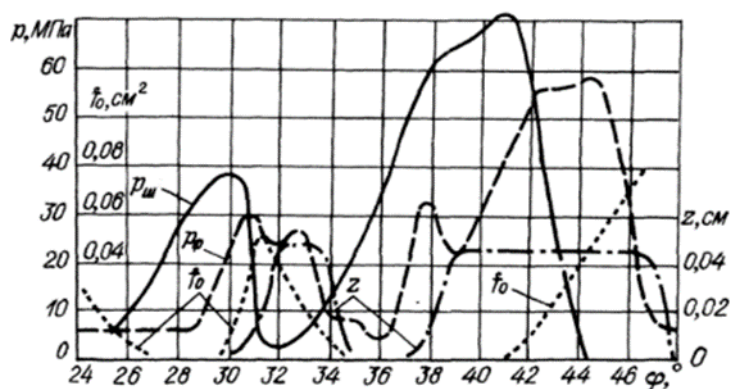


Рис. 2. Диаграмма двойного впрыска топлива (h_a — 0,32 см, $L = 74$ см, $n_H = 800$ об/мин)

В результате рассматриваемого исследования установлено, что заданная характеристика подачи топлива достигается при значениях l_1 , l_2 и S равных соответственно 0,8; 2,4; и 0 мм. Процесс впрыска протекает в соответствии с диаграммами. На Рисунке 2 показано изменение давления топлива в полости нагнетательного клапана $p_{\text{ш}}$ форсунки $p_{\text{ф}}$, перемещение иглы z , изменение проходного сечения окон во втулке f_0 . По данным расчета при частоте вращения вала насоса $n_H = 800$ 1/мин величина первой порции топлива Δg_1 равна 0,059 г/цикл и общая цикловая подача топлива $g_u = 0,305$ г/цикл, что соответствует суммарному активному ходу плунжера $h_a \approx 3,2$ мм. Из диаграмм следует, что давление в форсунке в период впрыска первой порции топлива составляет $p_{\text{ф1}} = 220 \div 260$ МПа, а максимальное давление при впрыске основной порции топлива $p_{\text{ф2}} = 590$ МПа. Кроме того, подача основной порции топлива с отставанием на 14° поворота коленчатого вала после начала первой и продолжительность подачи основной порции по углу поворота коленчатого вала составляет $\varphi_{\text{впр2}} = 21^\circ$.

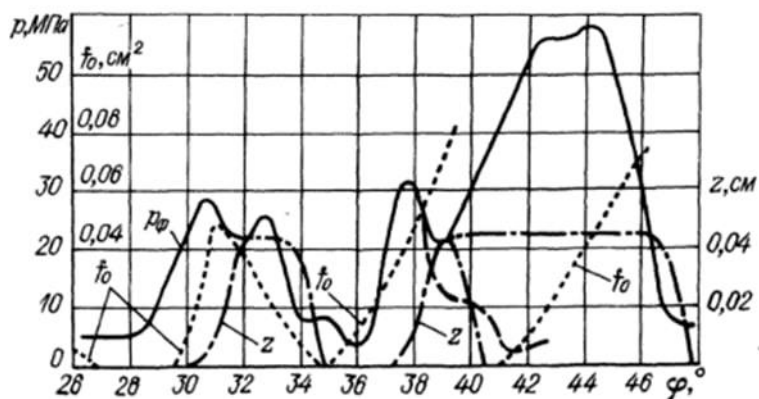


Рис. 3. Влияние активного хода плунжера на диаграммы впрыска ($L = 74$ см, $n_H = 800$ об/мин, $dT = 0,22$ см)

Расчетные диаграммы, характеризующие протекание процесса двойного впрыска при изменении активного хода плунжера h_a , приведены на Рисунок 3. Из диаграмм следует, что при соответствующем выборе нагнетательного клапана, обеспечивающего примерно постоянное остаточное давление в полости нагнетания системы на различных режимах работы, при изменении величины h_a протекание впрыска первой порции топлива и начала второй сохраняются практически без изменений. Кроме того, даже в случае отсутствия периода движения плунжера при полностью закрытых окнах во втулке имеет место впрыск второй порции топлива в количестве $\Delta g_1 = 0,032$ г/цикл, и игла поднимается до упора. Повышение давления в полости нагнетания и этот впрыск в данном случае происходят только из-за дросселирования топлива в окнах втулки плунжера. Коэффициент подачи топлива для указанной порции топлива равен η_{H2} .

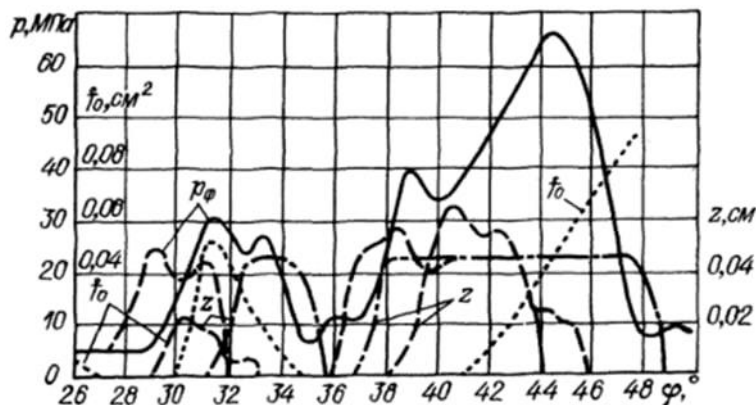


Рис. 4. Влияние частоты вращения вала насоса на диаграммы впрыска.

На Рисунок 4 показаны полученные расчетом диаграммы протекания процесса впрыска при постоянном $h_a = 0,32$ см и изменении частоты вращения вала насоса n_H . Как показывают диаграммы, при уменьшении n_H с 925 до 400 мин^{-1} значительно снижается давление топлива в форсунке, а также происходит смещение диаграммы давления p_ϕ и диаграммы

перемещения иглы z влево в сторону увеличения угла опережения подачи топлива.

Таким образом, расчет процесса впрыска на базе математического моделирования при различных значениях n_{HI} и h_a показал, что, во-первых, во всем диапазоне режимов работы дизеля двойная подача топлива принципиально выполнима и не имеет значительных нарушений; во-вторых, получены основные характеристики топливоподающей аппаратуры, позволяющие дать сравнительную оценку некоторых характеристик дизеля, работающего с данной аппаратурой.

Литература

1. Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ: Учеб. пособие для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/Р. М. Петриченко, С. А. Батулин, Ю. Н. Исаков и др.; Под общ. ред. Р. М. Петриченко. -Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. — 328 с.: ил.

УДК 681.3.06

ПОСТРОЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНИМАЦИИ В MATHCAD

Аронова Е.А.

Научный руководитель – Юринок В.И., к.т.н., доцент

В работе описан алгоритм построения некоторых поверхностей в Mathcad. Данный алгоритм позволяет визуализировать результаты исследований в области математики, физики и др. наук. Он помогает наглядно представить пересечение сложных поверхностей. Алгоритм строит поверхности для введенных параметрических уравнений, а также анимирует движение поверхностей. В качестве основного инструмента в работе использовалось приложение Mathcad.

Рассмотрим уравнения сферы в декартовой системе координат и перейдем к её параметрическим уравнениям:

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 = R^2, \quad \begin{aligned} x &= \rho \cos \varphi \cos \theta, \\ y &= \rho \cos \varphi \sin \theta, \\ z &= \rho \sin \varphi, \end{aligned}$$

Положим $x_0 = y_0 = z_0 = 0$,

$$\varphi \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right], \theta \in [0, 2\pi).$$

Уравнения цилиндра в декартовой системе координат и параметрические имеют следующий вид:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$x = r \cos(\theta)$$

$$y = r \sin(\theta)$$

$$z = z$$

$$\theta \in [0, 2\pi]$$

На Рис.1 представлен пример ввода уравнений, а также инициализация переменных, которые помогут производить программе дальнейшие вычисления. Переменные x, y, z определяют координаты поверхности сферы; X, Y, Z соответственно определяют координаты поверхности цилиндра. На Рис.2 показан график пересечение поверхностей фигур, который мы получим.

```
N := 40  i := 0..N  j := 0..N  phi := i * 2 * pi / N  theta := j * 2 * pi / N

xi,j := 3 * cos(phi) * cos(theta)
yi,j := 3 * cos(phi) * sin(theta)
zi,j := 3 * sin(phi)

Xi,j := 1.5 * cos(2 * pi * i / N)
Yi,j := 1.5 * sin(2 * pi * i / N)
Zi,j := (j - 20) / 4
```

Рис.1. Ввод данных для построения поверхности

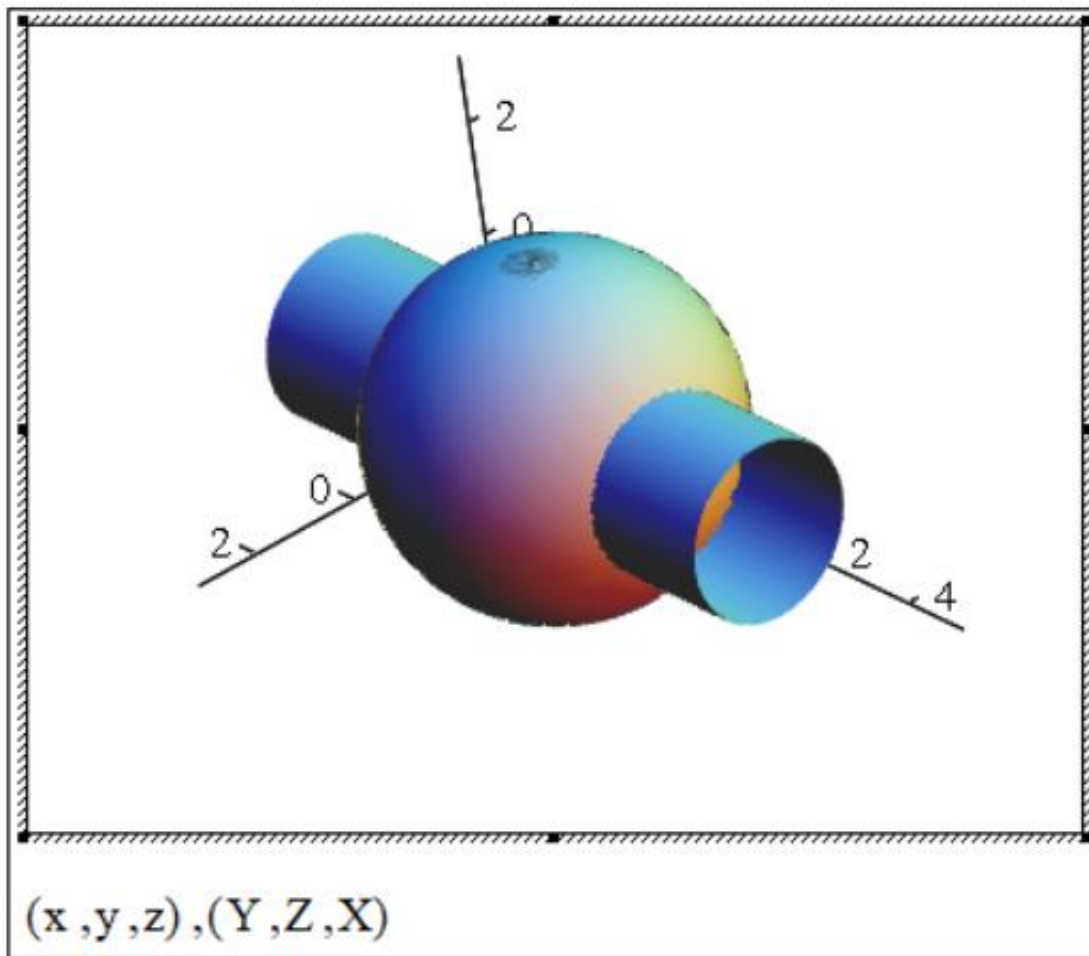


Рис.2. График построения пересечения поверхности

Рассмотрим создание анимации для наглядного представления движущихся пересекающихся поверхностей, которые мы задали ранее (Рис.3).

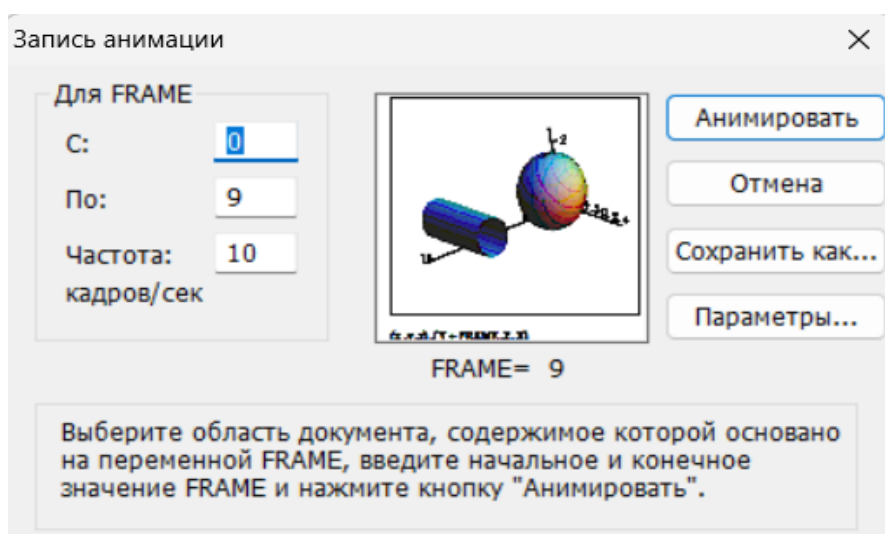


Рис.3. Скриншот создания анимации движущихся поверхностей

На Рис.4 можно видеть движение цилиндра вдоль оси Ox в любом положении в сфере.

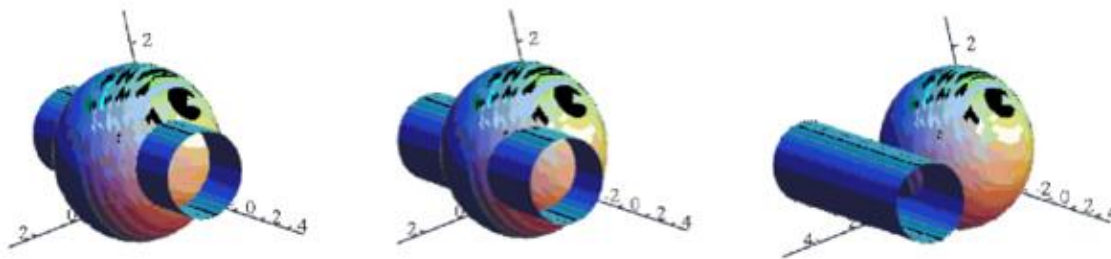


Рис.4. Движение цилиндра

Также можно представить движение цилиндра вдоль оси Oy и Oz .

Данная работа в первую очередь позволяет представить пересечение сложных поверхностей в учебных целях: для нахождения объёма тел, статических моментов, моментов инерции и в других инженерных задачах. Также, чтобы проиллюстрировать физические законы, биологические процессы или исторические события. В медицине трехмерные модели движения могут использоваться для визуализации внутренних органов.

УДК 519.174.7

АЛГОРИТМ ВЕРШИННОЙ И РЁБЕРНОЙ РАСКРАСКИ ПЛАНАРНЫХ ГРАФОВ

Корнейчик М. С.

Научный руководитель - Юринок В. И., к.т.н., доцент

В данной работе описан алгоритм вершинной и рёберной раскраски планарных графов. Решение задачи раскраски графов является ключевым элементом многих алгоритмов и методов, используемых в различных областях, от компьютерных наук до планирования и оптимизации ресурсов. Эта задача позволяет эффективно моделировать и оптимизировать распределение ограниченных ресурсов с учетом различных ограничений и требований.

“Жадный” алгоритм вершинной раскраски — это простой, но мощный метод для раскраски графа. Основная идея заключается в том, чтобы пройти по каждой вершине графа и назначить ей цвет, который еще не был использован среди ее соседей.

Рассмотрим основные этапы работы алгоритма:

1. Инициализация: на этом этапе создается пустая карта цветов, где каждой вершине будет назначен цвет.

2. Сортировка вершин: далее вершины сортируются по убыванию степени, то есть сначала раскрашиваются вершины с наибольшим количеством соседей.

3. Выбор цвета: для каждой вершины выбирается минимальный цвет, который еще не был назначен ее соседям.

4. Назначение цвета: назначенный цвет добавляется в карту цветов.

5. Повторение: процесс повторяется для всех вершин графа.

6. Хроматическое число: после раскраски всех вершин, хроматическое число графа определяется как максимальное значение цвета в карте цветов плюс один.

Рассмотрим особенности работы “жадного” алгоритма вершинной раскраски.

Выбор порядка вершин: “жадный” алгоритм чувствителен к порядку, в котором вершины добавляются для раскраски. Это означает, что разные порядки могут привести к разным результатам. Один из подходов — раскрашивать вершины в порядке убывания степени, но существуют и другие стратегии, такие как раскраска по порядку возрастания степени или использование эвристических методов для определения порядка.

Хроматическое число: хроматическое число — это минимальное количество цветов, необходимое для раскраски графа таким образом, чтобы смежные вершины имели разные цвета. “Жадный” алгоритм не всегда находит это минимальное число, но дает приближенное решение.

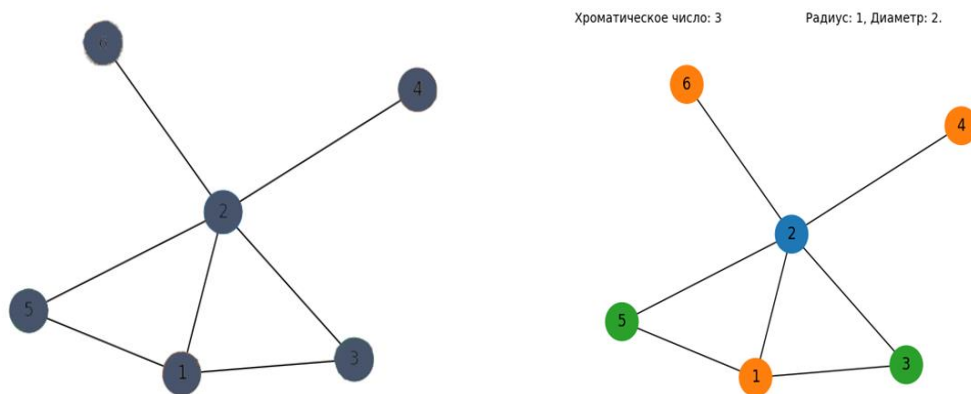


Рис. 1. Снимок экрана исходного и с раскрашенными вершинами графов

Рассмотрим каждый этап алгоритма реберной раскраски графа:

1. Выбор начального ребра: начинаем с выбора любого ребра в графе. Это ребро станет отправной точкой для раскраски.

2. Присвоение ребру цвета: присваиваем выбранному ребру цвет из доступного набора цветов. Этот шаг устанавливает начальное состояние раскраски.

3. Проверка инцидентности: для каждого следующего ребра, которое мы собираемся раскрасить, проверим, не инцидентно ли оно уже раскрашенным рёбрам. Инцидентные рёбра — это рёбра, которые имеют общую вершину.

4. Выбор цвета для нового ребра: если новое ребро инцидентно раскрашенному ребру, выбираем для него цвет, который ещё не использовался для инцидентных рёбер. Это гарантирует, что никакие два инцидентных ребра не будут иметь одинаковый цвет.

5. Повторение процесса: продолжаем процесс, раскрашивая рёбра, пока все рёбра графа не будут раскрашены.

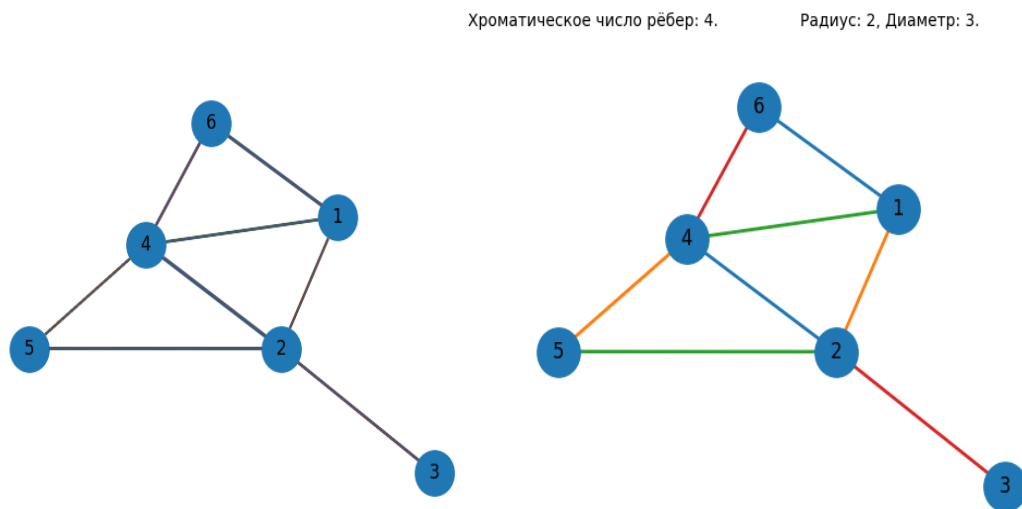


Рис. 2. Снимок экрана исходного и с раскрашенными рёбрами графов

Важно отметить, что алгоритм может быть выполнен различными способами, в зависимости от выбранного метода раскраски. Например, “жадный” алгоритм будет выбирать цвета последовательно для каждого ребра, не стремясь к оптимальности, в то время как более сложные алгоритмы могут стремиться к минимизации общего количества используемых цветов.

В заключение отметим, что решение задачи раскраски графов играет значительную роль в различных областях, подчеркивая свою важность как ключевой элемент многих алгоритмов и методов. “Жадный” алгоритм раскраски, хотя и прост в реализации, демонстрирует мощный подход к решению данной задачи.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА МЕТОДОМ ПОИСКА В ШИРИНУ НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

Шкантов И. Н.

Научный руководитель – Юринок В. И., к.т.н., доцент

В работе описан алгоритм нахождения кратчайшего гамильтонова цикла для областных городов Беларуси. Алгоритм позволяет находить такую последовательность посещения городов, чтобы каждый город был посещён ровно один раз, маршрут заканчивался в том же городе, в котором он начинался и, при этом, маршрут имел минимальную длину. Кроме того, алгоритм предусматривает указание перекрытых дороги между определёнными городами, а также задание очерёдности посещения городов.

Для задачи коммивояжера на примере областных городов Беларуси математическая постановка будет иметь следующий вид:

Необходимо найти минимум функции $\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$

при заданных ограничениях:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^6 x_{ij} &= 1, & j = \overline{1,6}, \\ \sum_{j=1}^6 x_{ij} &= 1, & i = \overline{1,6}, \end{aligned} \quad x_{ij} = \{0; 1\},$$

где матрица расстояний будет иметь вид:

$$C_{ij} = \begin{pmatrix} \infty & 351 & 274 & 305 & 275 & 200 \\ 351 & \infty & 617 & 533 & 247 & 537 \\ 274 & 617 & \infty & 328 & 565 & 160 \\ 305 & 533 & 328 & \infty & 588 & 175 \\ 275 & 247 & 565 & 588 & \infty & 479 \\ 200 & 537 & 160 & 175 & 479 & \infty \end{pmatrix}$$

Математической модели данной задачи соответствует изначально полный взвешенный граф с 6-ю вершинами, каждая из которых соответствует областному городу Беларуси (соответственно Минску, Бресту, Витебску, Гомелю, Гродно и Могилеву), а рёбра, соединяющие данные вершины, сопоставляются дорогам между соответствующими городами (см. рис. 1).

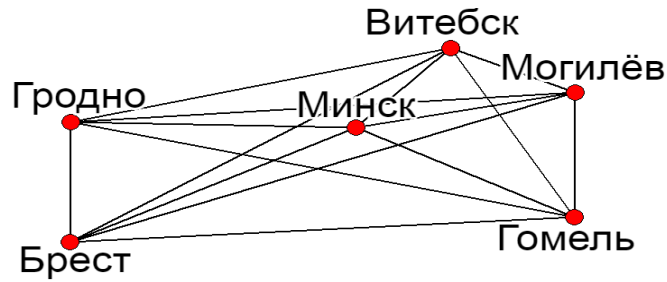


Рис. 1. Граф для задачи коммивояжера

Для решения поставленной задачи необходимо составить матрицу смежности, отображающую длину между городами. Продемонстрируем данную матрицу: матрица представлена в виде таблицы Word (см. рис. 2 слева), и в виде двумерного списка, реализованного в коде Python (см. рис. 2 справа).

	Минск	Брест	Витебск	Гомель	Гродно	Могилев
Минск	∞	351	274	305	275	200
Брест	351	∞	617	533	247	537
Витебск	274	617	∞	328	565	160
Гомель	305	533	328	∞	588	175
Гродно	275	247	565	588	∞	479
Могилев	200	537	160	175	479	∞

```
distances = [
    [0, 351, 274, 305, 275, 200],
    [351, 0, 617, 533, 247, 537],
    [274, 617, 0, 328, 565, 160],
    [305, 533, 328, 0, 588, 175],
    [275, 247, 565, 588, 0, 479],
    [200, 537, 160, 175, 479, 0]
]
```

Рис. 2. Матрица смежности в двух вариантах

Алгоритм решения задачи заключается в исследовании графа в ширину, т.е. сначала проверяются соседние вершины начальной вершины, затем соседние вершины данных вершин, и так далее, пока не будет найдено решение, то есть вершина не будет равна исходной вершине.

Алгоритм поиска заключается в следующем:

1. Создаётся список для хранения гамильтоновых циклов данного графа. Изначально в него заносится один маршрут, состоящий только из вершины начального города

2. Далее алгоритм обрабатывает каждый элемент списка следующим образом: вместо данного маршрута добавляется n новых маршрутов, где n – количество ещё не посещённых городов для данного маршрута ($n = \text{общее количество городов} - \text{количество городов в данном маршруте}$). Причём,

каждый новый маршрут является обрабатываемым маршрутом с добавленным в его конец одного ещё не посещённого города.

Этап 2 алгоритма повторяется до тех пор, пока каждый маршрут не будет содержать все вершины графа.

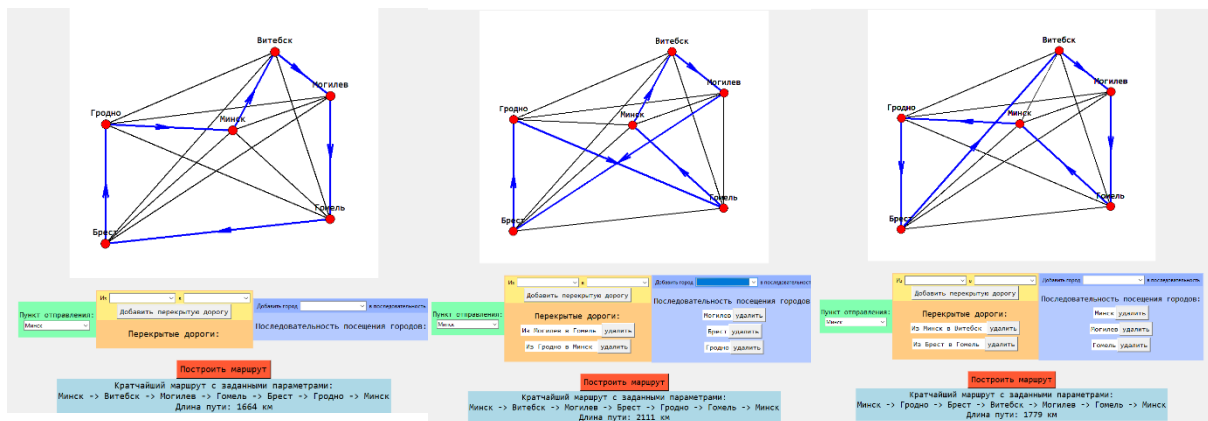
3. Завершив 2-й этап, в конец каждого маршрута добавляется начальный город для замыкания цикла.

4. В завершение, алгоритм обходит все полученные циклы и находит цикл наименьшего веса, который и будет являться решением задачи. Длина маршрута выводится на экран, а последовательность отображается на исходном графе (см. рис 3(a)).

Заметим, что данное решение соответствует полному графу, где из любого города можно попасть в другой любой город. Однако предоставленный алгоритм позволяет указывать перекрытые дороги и очерёдность проезда городов. Для этого перед расчётом минимального цикла все элементы матрицы смежности, находящиеся на пересечении городов, дорога между которыми перекрыта, заменяются на 0. И на этапе 2 алгоритма поиска минимального цикла происходит проверка: если длина пути из последнего города обрабатываемого маршрута в добавляемый город равна 0, то данный маршрут не добавляется в список.

Кроме того, на этапе 2 алгоритма поиска минимального цикла происходит проверка указанной очерёдности проезда городов: если добавляемый город присутствует в списке очерёдности проезда, то проверяется, присутствуют ли в данном маршруте города, находящиеся до добавляемого города в списке очерёдности проезда, если данное условие не выполняется, то обрабатываемый маршрут не добавляется в список циклов.

Несколько примеров решения задачи представлены на рис. 3 (б).



а)

б)

Рис.3. Скриншот работы алгоритма и программы (а) и примеры решений задачи при заданных параметрах (б)

Таким образом, данный подход к нахождению кратчайшего гамильтонового цикла для областных городов Беларуси максимально прост в использовании и позволяет наиболее наглядно отобразить результат поставленной задачи.

УДК 517

РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТЕ

Федосюк А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Бань Л.В.

Математика — это наука, которая имеет дело с логикой формы, количества и расположения. Математика вокруг нас, во всем, что мы делаем. Это строительный блок для всего в нашей повседневной жизни, включая мобильные устройства, компьютеры, программное обеспечение, архитектуру (древнюю и современную), искусство, деньги, инженерию и даже спорт.

Энергетический ресурс (или энергоресурс) - это носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии).

Эффективное управление энергоресурсами имеет первостепенное значение для организаций, стремящихся повысить эффективность, снизить затраты и обеспечить устойчивое развитие. Энергетический менеджмент (энергоменеджмент) – систематический подход, включающий в себя мониторинг, анализ и оптимизацию энергопотребления, – является краеугольным камнем для бизнеса и общества, стремящегося к долгосрочному стабильному росту.

Энергоменеджмент – это эффективный инструмент повышения конкурентоспособности продукции предприятия за счет сокращения потребления энергоносителей, и, как следствие, снижение себестоимости готового продукта.

Энергоменеджмент включает в себя:

- создание системы мониторинга энергопотребления
- проведение анализа существующих показателей, результат которого используется как основа для разработки новых бюджетов
- разработка энергетической политики предприятия и энергетического бюджета

- планирование и внедрение энергосберегающих мероприятий, энергоэффективных технологий, малоотходного (безотходного) производства, а также проведение контроля за их использованием
- разработка и использование эффективных систем, контролирующих объемы энергопотребления
- организация системы интегрированного экономического и энергетического менеджмента
- проведение тренингов для сотрудников предприятия (организации), создание системы, которая будет стимулировать работников эффективно использовать ресурсы и снижать энергозатраты.

Начало пути к энергоменеджменту требует структурированного подхода, включающего тщательное планирование и исполнение. Ключевые шаги по внедрению энергоменеджмента включают в себя:



Энергоменеджмент становится одним из важнейших компонентов стабильного развития бизнеса и общества, открывая путь к повышению эффективности, экономии затрат и бережному отношению к окружающей среде. Придерживаясь методов энергетического менеджмента и используя упреждающие меры, организации могут занять лидирующие позиции в деле построения надежного будущего.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности следует рассматривать как один из основных источников будущего экономического роста.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что математика неразрывно связана с другими науками. Идя бок о бок с энергоменеджментом она является аппаратом, с помощью которого можно исследовать, анализировать, решать задачи.

Литература

1. Зачем нужна математика? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://logiclike.com>. - Дата доступа: 22.09.2023.
2. Математические модели в энергоменеджменте [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://spravochnik.ru>. - Дата доступа: 21.05.23.
3. Зачем энергоменеджеру высшая математика? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://spbu.ru>. - Дата доступа: 15.06.23.
4. Энергетическая связь [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studizba.com> - Дата доступа: 17.08.23.

УДК 51-37

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И УСКОРЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ BACKPROPAGATION

Пустошило А.В.

Научный руководитель – Королёва М.Н., старший преподаватель
кафедры «Высшая математика»

Целью научного исследования является анализ существующих методов оптимизации и рассмотрения математического обоснования каждого оптимизатора для понимания их настройки.

Обучение нейросетей реализуется с помощью метода распространения обратной ошибки, в котором расчёт веса нейрона производится формулой:

$$\omega_n = \omega_n - \lambda \cdot \delta \cdot f_{n-1} \quad (1)$$

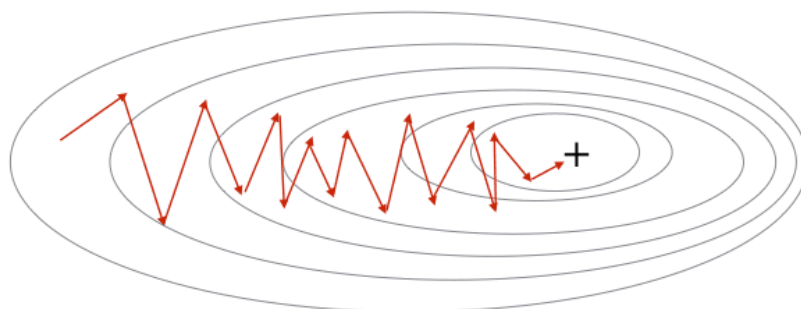
где ω - вес входной связи нейрона, λ - шаг сходимости, δ - локальный градиент функции активации нейрона, f_{n-1} - функция активации нейрона прошлого слоя. При использовании формулы(1) возникают проблема остановки в локальном минимуме и медленной скорости обучения модели. Задачей метода распространения обратной ошибки является минимизация значения функции потерь, которая отражает разницу между выходным значением нейросети и верным значением из множества данных для обучения, поэтому оптимизаторы базируются на алгоритме градиентного спуска и являются его модификациями.

В данной работе будут рассмотрены популярные оптимизаторы, которые решают вышеописанные проблемы:

1. Мини-пакетный стохастический градиентный спуск (SGD).

Данный оптимизатор после каждой тренировочной итерации выбирает, случайное подмножество тренировочного набора данных, это меняет “ландшафт” функции потерь, что позволяет преодолевать локальные минимумы и увеличивает вычислительную эффективность.

Однако на рисунке сходимости функции потерь наблюдаются большие горизонтальные колебания, которые тормозят обучение модели:



2. Оптимизатор импульсов (Momentum).

Оптимизатор импульсов позволяет ускорить обучение путём усреднения градиента с помощью, экспоненциально скользящего среднего (2):

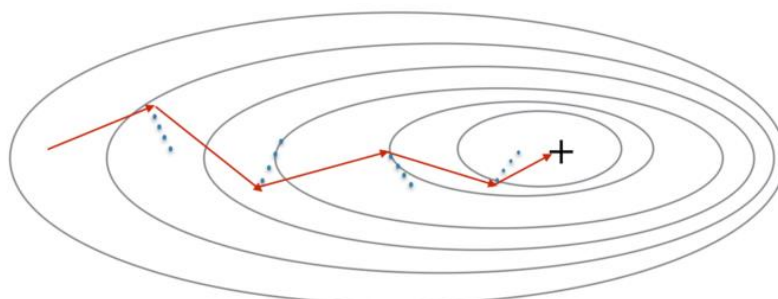
$$v = \gamma v + (1 - \gamma) \cdot \delta \quad (2)$$

где v - переменная, которая накапливает среднее значение градиентов, γ - константа от 0 до 1, которая указывает на сколько много прошлых градиентов будет учитываться (обычно он равняется 0,9).

Заменив второе слагаемое в формуле (1) на v , сохранив шаг сходимости λ , получим формулу для расчёта весов:

$$\omega_n = \omega_n - \lambda \cdot v \quad (3)$$

Благодаря появлению «инерции» мы преодолеваем небольшие локальные минимумы и получаем сглаживание колебаний по вертикальной оси, что отражает рисунок ниже:



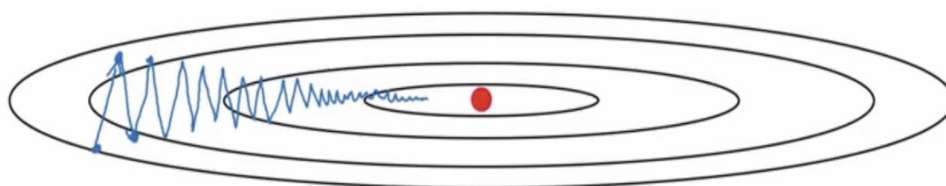
3. Среднеквадратичное распространение (RMSProp).

Градиенты могут сильно отличаться по диапазону значений, что приводит к неравномерной скорости изменения весов. Для равномерного изменения весов в RMSProp применяются следующие формулы:

$$G = \gamma_2 G + (1 - \gamma_2) \cdot \delta^2 \quad (4),$$

$$\omega_n = \omega_n - \lambda \cdot \frac{\delta}{\sqrt{G + \epsilon}} \quad (5)$$

где G - переменная, которая накапливает среднее значение градиентов, ϵ – небольшое значение для избегания деления на 0. На рисунке можно наблюдать затухающие колебания:



Такой оптимизатор позволяет градиентам с маленьким значением расти быстрее, при это более большие градиенты уменьшаются, что позволяет быстрее находить точку минимума функции потерь из-за уменьшения амплитуды колебаний алгоритма.

4. Адаптивная оценка момента (Adam).

На сегодняшний день, Adam является наиболее популярным оптимизатором, он представляет из себя объединение RMSProp и Momentum, поэтому для его реализации выполняются расчеты по формулам (2), (4) и производится нормировка с использованием следующих формул:

$$\hat{v} = v \div (1 - \gamma) \quad (6),$$

$$\hat{G} = G \div (1 - \gamma_2) \quad (7)$$

Это производится для настройки скорости затухания градиентов коэффициентами γ и γ_2 . Для расчета весов применяется формула:

$$\omega_n = \omega_n - \lambda \cdot \frac{\hat{v}}{\sqrt{\hat{G} + \epsilon}} \quad (8)$$

Такая реализация позволяет этому алгоритму быть наиболее универсальным, однако он не является панацеей.

Таким образом в данной работе были рассмотрены наиболее часто используемые оптимизаторы, их математические формулы, параметры для настройки, и различия между ними. Как показывает практика, выбор оптимизатора будет зависеть от параметров модели, знаний инженера и его практики в разработке нейросетей.

Литература:

1. Методы оптимизации нейронных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/318970/> – Дата доступа 10.05.2024
2. Оптимизаторы градиентных алгоритмов: RMSProp, AdaDelta, Adam, Nadam [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proproprogs.ru/ml/ml-optimizatory-gradientnyh-algoritmov-rmsprop-adadelta-adam-nadam/> – Дата доступа 13.05.2024

3. Нейросети — это просто (Часть 7): Адаптивные методы оптимизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mql5.com/ru/articles/8598#para24/> – Дата доступа 11.05.2024

УДК 004.932

ВИРТУАЛЬНЫЕ ТУРЫ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Живоглод Н.А., Павловский Н. С., Романко С. Ю.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры «Высшая математика»

Актуальность данной работы заключается в том, что изучение математической модели виртуальных туров может существенно упростить их создание, а также повысить их качество.

Целью научного исследования является создание математической модели виртуального тура

Для достижения поставленной цели нами были выработаны следующие математические методы:

I. Анализ и оценка расчета погрешности

В ходе работы был использован штатив и iPhone 13. Угол падения и угол отражения света при фотосъемке с использованием камеры iPhone или любой другой камеры подчиняются закону отражения. Согласно этому закону, угол падения (θ_1) равен углу отражения (θ_2).

θ_1 - угол между падающим лучом и нормалью к поверхности в точке падения, а θ_2 - угол между отраженным лучом и той же нормалью.

При съемке панорамы с использованием штатива возможно смещение головки штатива в горизонтальной плоскости. Это может привести к небольшому съезду при стыке панорамных кадров. Для оценки этого смещения можно использовать следующую формулу:

$$x = fdL$$

где:

(x) - смещение

(d) - расстояние от головки штатива до стыка панорамных кадров (в миллиметрах),

(f) - фокусное расстояние объектива (в миллиметрах),

(L) - длина панорамы (в миллиметрах).

II. Алгоритм обхода всех точек интересов по кратчайшему пути

В работе используется Гамильтонов цикл для обхода всех точек интересов по кратчайшему пути ($1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3 \Rightarrow 4 \Rightarrow 5 \Rightarrow 1$).

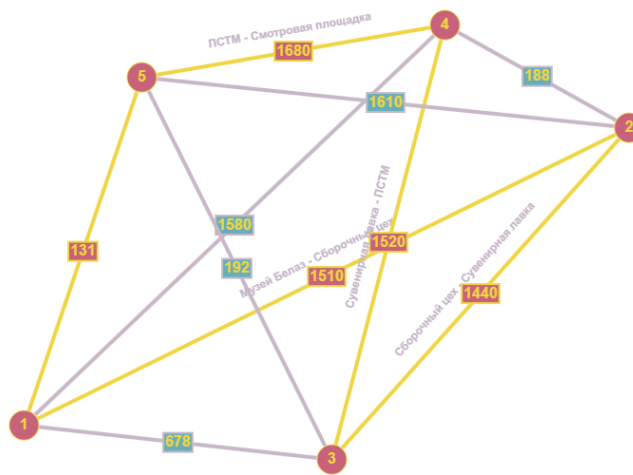


Рис.1. Гамильтонов цикл

III. Алгоритм разработки виртуального тура для БЕЛАЗа



Рис.2. Алгоритм разработки виртуального 3D-тура БЕЛАЗ

IV. Аналитическая геометрия

При работе с панорамными снимками, использование аналитической геометрии позволяет эффективно управлять трехмерными векторами и матрицами, а также применять различные преобразования, такие как перевод, вращение и масштабирование [1]. Это обеспечивает точную настройку координатных систем и прогнозирование их поведения.

Кроме того, знание сферических и цилиндрических координат позволяет более точно рассчитывать углы для позиционирования камеры и объектов съемки. В результате, можно добиться идеального совмещения панорамных снимков, не допуская смещения на заданное количество миллиметров, которое может возникнуть, если головка штатива повреждена в горизонтальной плоскости.

V. Математический анализ

1. Интегралы для плавных переходов и анимации

Интегралы в математическом анализе используются для нахождения площадей под кривыми, объемов тел, а также для решения задач о скорости и ускорении.

В контексте анимации интегралы могут помочь создать плавные переходы между состояниями объектов. Например, при анимации движения объекта можно использовать интегралы для плавного изменения его координат.

2. Градиентный спуск

Градиентный спуск — это метод оптимизации, который используется для нахождения минимума (или максимума) функции. Он основан на векторе частных производных (градиенте) функции.

В контексте анимации градиентный спуск может помочь оптимизировать параметры анимации (например, скорость движения объекта), чтобы достичь наилучшего результата.

3. Векторное исчисление для расчета градиентов и норм поверхности

Векторное исчисление включает в себя понятия векторов, производных и интегралов в многомерных пространствах.

Градиент функции — это вектор, указывающий направление наибольшего возрастания функции. Он используется в градиентном спуске.

Нормаль к поверхности — это вектор, перпендикулярный к поверхности в данной точке. Он может быть использован для расчета освещения в анимации.

В ходе работы была рассмотрена математическая модель виртуального тура. Для обхода всех точек интересов по кратчайшему пути применяется Гамильтонов цикл. При работе с панорамными снимками, использование аналитической геометрии позволяет эффективно управлять трехмерными векторами и матрицами, а также применять различные преобразования, такие как перевод, вращение и масштабирование. При создании панорамных снимков активно применяются элементы математического анализа, такие как: интегрирование (плавные переходы и анимации), градиентный спуск (оптимизация параметров анимации) и векторное исчисление (расчет градиентов и норм поверхностей).

Литература

1. Пекарь, С. А. Математическая модель интеллектуального поведения 3D-объекта / С. А. Пекарь, В. В. Смелов // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. - Минск: БГТУ, 2018. - № 1 (206). - С. 78-81. - Библиогр.: 7 назв.

ИНТЕГРАЛ ДЖОУЛЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Курилович К.И

Научный руководитель – Кленовская И.С., ст. преподаватель

Интеграл квадрата текущего значения тока за период времени в электроэнергетике является интегралом Джоуля и выглядит он так:

$$B_k = \int_0^{t_{откл}} i_{kt}^2 dt$$

где B_k – импульс тепла, Дж; i_{kt} – ток короткого замыкания в момент времени t , кА; $t_{откл}$ – время выключения в период протекания короткого замыкания, с.

Интеграл Джоуля используется в электроэнергетике для анализа термической резистенции систем защитного реле выключения при неправильной работе механизма. Определение интеграла Джоуля не обходится без вычисления токов, идущих при коротком замыкании в коммутационном устройстве. Значение интеграла определяется путем выявления места, где произошло короткое замыкание, это является основным способом вычисления интеграла Джоуля. Данный интеграл способен определять количество выделяющейся энергии в частях цепи при замыканиях. Выделяют несколько способов вычисления интеграла Джоуля. Как было сказано ранее, значение интеграла напрямую зависит от места короткого замыкания в цепи.

1. Интеграл Джоуля определяется данным уравнением, если рассчитанное короткое замыкание имеют все генераторы цепи. Это значит, что короткое замыкание протекает за реактором и трансформаторами. Рассмотрим уравнение:

$$B_k = I_{ПС}^2 \left[t_{откл} + T_{а.эк.} \left(1 - e^{-\frac{2t_{откл}}{T_{а.эк.}}} \right) \right]$$

где $I_{ПС}$ – фактическое значение периодического элемента тока КЗ от эквивалентного источника питания (системы), кА; $T_{а.эк.}$ – эквивалентная постоянная времени затухания неперiodического элемента тока КЗ, с.

2. Короткое замыкание приблизительно протекает в одном или нескольких включенных в схему генераторов. В этом методе схема превращается в свой простейший тип, в котором содержатся результирующие электродвижущую силу и сопротивление. Исходя из этого, интеграл будет выглядеть так:

$$B_k = I_{П0Г}^2 \left[B_{кз} t_{откл} + T_{а.з.} \left(1 - e^{-\frac{2t_{откл}}{T_{а.з.}}} \right) \right]$$

где $I_{п0Г}^2$ – начальное истинное значение периодического элемента тока короткого замыкания от генератора (синхронного компенсатора), кА; $T_{a.z.}$ – постоянная времени затухания непериодической составляющей тока КЗ от генератора (синхронного компенсатора), с; $B_{кz}$ – относительный интеграл Джоуля, Дж.

Интеграл Джоуля способен определять энергию, а, конкретно, ее количество, которое до затухания тока короткого замыкания способно преодолеть этот путь, что также зависит от времени, за которое протекает ток короткого замыкания. Автоматические выключатели, то есть реле, внесли свой вклад в развитие методов вычисления интеграла Джоуля, а также позволили расширить область применения интеграла в инженерном деле. Интеграл Джоуля активно используют при создании конструкции дугогасительной камеры, а также системы магнитного взрыва.

Литература

1. Штепан, Ф. Устройства защитного отключения, управляемые дифференциальным током : руководство для обучения / Ф. Штепан. – Прага, 2004. – 90 с.

2. Таев, И. С. Электрические аппараты управления : учебник для вузов по спец. «Электрические аппараты» / И. С. Таев. – 2-е изд. – Москва : Высшая школа, 1984. – 247 с.

УДК 519.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИКИ В КОМПЬЮТЕРНОМ ЗРЕНИИ

Тетерюков А. А., Мухачёв И. Б.

Научный руководитель – Лебедева Г.И., доцент кафедры «Высшая математика»

В этой статье мы бы хотели достаточно кратко описать математические вычисления в такой захватывающей отрасли искусственного интеллекта как компьютерное зрение.

В последнее время компьютерное зрение стало одной из наиболее перспективных и активно развивающихся областей в сфере искусственного интеллекта. Способность компьютеров анализировать, интерпретировать, делать выводы и принимать решения на основе визуальных данных и математических вычислений привлекла внимание общественности со всех стран мира, так как сейчас на первый план выходит оптимизация и автоматизация процессов как в военных, так и в гражданских целях.

Для начала мы бы хотели рассмотреть достаточно обширную и имеющую высокую актуальность в наши дни тему распознавания лиц. Для выполнения такой сложной и многоэтапной задачи сначала выполняется фактическое обнаружение лица для дальнейшего определения его положения в пространстве или, например, на фото или видео. Как пример распознавания лиц рассмотрим Метод «OpenCV» (Open Computer vision) библиотеки на языке программирования «Python». Расскажем поэтапно как он работает: получая изображение, он систематизирует его в большой набор выборки, извлекая лицо. Затем благодаря алгоритму «AdaBoost» производит непосредственное обнаружение и распознавание лица. При этом алгоритм способен эффективно адаптироваться, например, к погодным условиям, таким как: недостаточное освещение в тёмное время суток, туманность, дождь, снег, что значительно повышает точность обнаружения.

На **Рисунке 1** показана структура модели обнаружения лиц. Выделение прямоугольных черт и сильных классификаторов на основе «AdaBoost» является важной частью процесса распознавания как лиц, так и объектов в целом. Рассматриваемый объект состоит из нескольких одинаковых прямоугольников, которые отличаются черным и белым цветом, также в расчет берутся значения, которые определяются значениями пикселей прямоугольника.



Рис. 1. Этапы обработки полученной информации

Для определения общего количества прямоугольных элементов существует формула:

$$\Omega^m_{[w,h]} = \left(\left[\frac{m}{w} \right] + \left[\frac{m-1}{w} \right] + \dots + \left[\frac{w+1}{w} \right] + 1 \right) \cdot \left(\left[\frac{m}{h} \right] + \left[\frac{m-1}{h} \right] + \dots + \left[\frac{h+1}{h} \right] + 1 \right),$$

где w и h представляют ширину и высоту прямоугольных элементов соответственно. Из этой формулы ясно, что число возможных исходов огромно, и метод библиотеки «OpenCV» устраняет этот недостаток путем введения метода интегрального изображения. Пусть f будет произвольное изображение, тогда g — целостный образ этого изображения. В таком случае значение любого пикселя $A(x,y)$ определяется как:

$$g(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} f(x', y').$$

Рассчитанный по следующей формуле, он равен:

$$s(x, y) = s(x, y - 1) + f(x, y),$$

$$g(x, y) = g(x - 1, y) + s(x, y),$$

где $s(x,y)$ — совокупное значение для каждой строки в прямоугольнике, начальное значение $s(x, -1) = 0$, а $g(x, y)$ — начальное значение $g(-1, y) = 0$.

Вывод: Мы показали вам только основу, математический фундамент того, как искусственный интеллект понимает наш мир, естественно даже при таком прогрессе есть куда стремиться, будут разрабатываться все новые и новые модели поведения и обнаружения, но наша цель была показать вам что прежде всего за всем этим стоит математика.

УДК 519.172.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ASTAR ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА СЛЕДОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Руселевич Д.Д., Трушко Я. Г.

Научный руководитель – Лебедева Г.И., к.т.н, доцент кафедры «Высшая математика»

В современном мире всё чаще и чаще используются различные, выполняющие широкий спектр задач робототехнические устройства. Для

ориентации в пространстве используются системы датчиков и сенсоров. Однако для ориентации на местности и для перемещения по ней простых данных недостаточно. Для этого используются различные алгоритмы. К примеру алгоритм A^* (англ. A star) — алгоритм поиска, который находит во взвешенном графе маршрут наименьшей стоимости от начальной вершины до выбранной конечной.

Для работы алгоритма используется карта местности, составленная при помощи базы данных, хранящей в себе координаты объектов на плоскости. Зная координаты начальной и конечной точки можно найти путь следования (маршрут) устройства.

Принцип работы алгоритма. Имеются точки в декартовой системе координат: начальная точка $A(0.0)$ и конечная точка $B(4.0)$. Для построения маршрута берутся точки с наименьшим весом (F).

В процессе работы алгоритма для точек рассчитывается функция $F(v)=g(v)+h(v)$, где

$g(v)$ — стоимость пути к текущей точке из начала пути, где v цена пути вдоль координат x, y .

$h(v)$ — теоретическая стоимость пути из данной точки до конечной цели.

Фактически, функция $F(v)$ — длина маршрута до цели, которая складывается из пройденного расстояния $g(v)$ и теоретически оставшегося расстояния $h(v)$. Исходя из этого, чем меньше значение $f(v)$, тем раньше мы откроем вершину v , так как через неё мы предположительно достигнем расстояния до цели быстрее всего. Открытые алгоритмом вершины можно хранить в очереди с приоритетом по значению $f(v)$. A^* действует подобно алгоритму Дейкстры и просматривает среди всех маршрутов ведущих к цели сначала те, которые благодаря имеющейся информации в данный момент являются наилучшими. Если же полученное значение функции $F(v)$ в двух точках совпадает, тогда алгоритм далее выбирает произвольную точку и продолжает исследовать путь.

Использование данного алгоритма не требует большого количества производительных мощностей микроконтроллера устройств. Так же благодаря хранению точек в очереди возможно вычисление предположительной скорости, время затраченного на перемещение и текущие координаты устройства непосредственно при перемещении по маршруту, а так же изменение маршрута в режиме реального времени.

Так же используя данный алгоритм становится возможной совместная работа нескольких устройств. Зная текущие координаты устройств, можно обозначить их на карте как объект-препятствие и произвести перерасчёт маршрута следования каждого устройства в группе систем.

Литература

1. Yumeng Yan Research on the A Star Algorithm for Finding Shortest Path URL: https://www.researchgate.net/publication/370573811_Research_on_the_A_Star_Algorithm_for_Finding_Shortest_Path
2. Шагабазян. Д.В. Алгоритмы сортировки. Анализ, реализация, применение / Шагабазян. Д.В. , Штанюк А.А., Малкина Е.В. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 42с.

УДК 681.3.06:519.248.681

ECDSA- И MQV-АЛГОРИТМЫ: ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Кондратьев Д.П.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры
«Высшая математика»

Теория эллиптических кривых является неотъемлемым разделом алгебраической геометрии. Более того, она неразрывно связана с теорией чисел и комплексным анализом. Первооткрывателем свойств таких кривых считается древнегреческий ученый Диофант. Структуру группы на эллиптических кривых впервые ввёл французский математик Анри Пуанкаре. На протяжении долгого времени теория эллиптических кривых не имела применения, но в конце прошлого века она получила приложения в области построения алгоритмов факторизации больших чисел, а позднее и в криптографии. В 1985 году независимо друг от друга Нил Коблиц и Виктор Миллер предложили использовать в криптографии алгебраические свойства эллиптических кривых. Это направление получило название **криптография на эллиптических кривых** (англ. Elliptic Curve Cryptography - ECC), или же эллиптическая криптография [1]. На сегодняшний день эллиптические кривые используются для нахождения факториалов чисел, для поиска и проверки простых чисел, в криптосистемах, в протоколах распределения ключей, в протоколах цифровой подписи и т.д.

Главное преимущество криптосистем, основанных на эллиптических кривых в сравнении с другими заключается в том, что сохраняется аналогичный уровень безопасности при более коротких ключах, однако существенным недостатком является высокая сложность вычислений, именно поэтому исследования в этой сфере не прекращаются и довольно часто появляются новые алгоритмы.

Криптография существует уже более двух тысяч лет, однако свою популярность эта наука получила только в середине семидесятых годов

прошлого века, когда были созданы первые алгоритмы публичной криптографии (криптографии с открытым ключом) DH(Diffie-Hellman) и RSA (Rivest, Shamir, Adleman). Сейчас хотелось бы рассмотреть прикладное применение эллиптических кривых в криптографии, а именно **ECDSA-** и **MQV-** алгоритмы, находящие применение в защите электронной информации.

Электронная цифровая подпись (ЭЦП) – это реквизит электронного документа, который позволяет подтвердить авторство электронного документа и его целостность.

ECDSA(EllipticCurveDigitalSignatureAlgorithm) – криптографический алгоритм для создания электронной цифровой подписи.

Как пример, здесь можно вспомнить создание биткоина Сатоши Накамото.

Видение Накамото состояло в том, чтобы организовать приватный обмен открытыми ключами с низкими вычислительными затратами и простотой в использовании. Эти задачи были бы возможными благодаря применению криптографии на основе эллиптических кривых. Именно поэтому Накамото решил использовать ECDSA– алгоритм для своей системы блокчейна.

Помимо этого, данный алгоритм отличается высоким уровнем безопасности и быстрой верификацией, что объясняет его широчайшее применение в области шифрования информации.

Также стоит упомянуть и про альтернативный алгоритм **ECPVS (Elliptic Curve Pintsov Vanstone Signature)**. Этот алгоритм уникален тем, что он поддерживает восстановление лишь части сообщения из подписи. Алгоритм входит в многочисленные стандарты, такие как IEEE P1363a, ANSI X9.92 и ISO 9796-3. Применяется в почтовых сервисах, а также для верификации чеков и подписи коротких сообщений, занимающих 1 байт (к примеру, сообщение с ответом да/нет и т.д.).

Далее приведено краткое описание работы алгоритма ECDSA.

Необходимые рабочие параметры:

1) Хеш-функция $H(x)$;
2) q (простое число) – порядок одной из циклических подгрупп группы точек эллиптической кривой;

3) P – характеристика поля;

Генерация ключей:

1) E – эллиптическая кривая над полем F_p , $P \in E(F_p)$ – точка порядка q ;

2) Выбирается случайное число $x \in (0, q)$;

3) Вычисляется $Q = xP$.

x – закрытый ключ, Q – открытый ключ при фиксированных E и P . Если E и P генерируются для каждого пользователя, то тройка (E, P, Q) является открытым ключом.

Алгоритм подписи:

- 1) Выбор случайного числа $k \in (0, q)$.
- 2) Вычисление $kP = (x_1, y_1); r = x_1 \bmod q$.
- 3) Если $r = 0$, то выбирается другое k .
- 4) Вычисление $s = k^{-1}(H(m) + x * r) \bmod q$.
- 5) Если $s = 0$ то выбирается другое k .
- 6) Подписью является пара (r, s) длиной $2N$.

Алгоритм проверки:

- 1) Вычисление $u_1 = H(m) * s^{-1} \bmod q$.
- 2) Вычисление $u_2 = r * s^{-1} \bmod q$.
- 3) Вычисление $(x_1, y_1) = u_1P + u_2Q; r = x_1 \bmod q$.
- 4) Если выполнено равенство $v = r$, то подпись верна.

ECDSA-стандарт считается безопасным для функционирования систем цифровой подписи (DSA). Их применения сегодня настолько разнообразно, что они используются почти во всех компьютерных областях, в том числе и в криптовалюте блокчейна.

MQV (Menzes-Qu-Vanstone) – алгоритм аутентификации для согласования ключей, т.е. проверки подлинности пользователей при согласовании. Базируется на основе **алгоритма Диффи-Хеллмана** и предоставляет защиту против активных атак путем сочетания статического и временного ключей. В нашем случае, этот алгоритм используется в группах эллиптических кривых, где известен как **ECMQV (EllipticCurveMenzes-Qu-Vanstone)**–алгоритм. Его смысл состоит в том, что два пользователя А и В могут получить общий секретный ключ для использования его в дальнейшем в симметричной криптографической системе, что находит применение в различных областях шифрования и дешифрования сообщений, передаче этих сообщений (как раз-таки при помощи ECDSA- алгоритма) и др.

Необходимые рабочие параметры:

- 1) Пара ключей (A, a) и (B, b) пользователей А и В соответственно. A, B – открытые ключи; a, b – закрытые ключи.
- 2) Пусть $R = (x, y)$ – точка на эллиптической кривой, тогда $\bar{R} = (x \bmod 2^L) + 2^L; L = \left\lceil \frac{\lfloor \log_2 n \rfloor + 1}{2} \right\rceil; n$ – порядок группы.
- 3) h – кофактор группы, $h = \frac{|G|}{n}$.

Алгоритм:

- 1) А генерирует пару (X, x) где x – случайное число; $X = xP$.
- 2) Аналогично В генерирует пару (Y, y) .
- 3) А вычисляет $S_a = x + \bar{X}a \bmod n$ и отправляет точку X пользователю В.
- 4) Аналогично В вычисляет $S_b = y + \bar{Y}b \bmod n$ и отправляет точку Y пользователю А.
- 5) А вычисляет $K = h * S_a(Y + \bar{Y}B)$ и В вычисляет $K = h * S_b(X + \bar{X}A)$.

б) K – общий секретный ключ.

Таким образом, работа ECDSA- и MQV- алгоритмов основана на свойствах и прикладном применении эллиптических кривых в криптографии, помимо этого, эта тема оставляет обширные возможности для дальнейших исследований и поиска более совершенных алгоритмов шифрования и защиты данных, что является их неоспоримым плюсом в сравнении с иными методами и подходами к задачам подобного рода.

Литература

1. Элементарное введение в эллиптическую криптографию, Алгебраические и алгоритмические основы, Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б., Часовских А.А., 2006.

УДК 004.89

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭНЕРГЕТИКЕ И МАТЕМАТИКЕ

Куцепалова Д. А, Адаменко А. О.

Научный руководитель – Бань Л.В., старший преподаватель

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой систему, которая позволяет пользователю через формулирование целей получать нужные результаты, а также помогает оптимизировать процесс работы, анализ данных, улучшает качество решений. При этом человек не разрабатывает отдельные алгоритмы - система должна сама уметь обнаруживать решения в установленных пределах под определённую цель. Его применение в энергетике и математике открывает новые способности для развития этих областей, предлагая решения для сложных задач, повышение эффективности процессов.

В наше время энергетика сталкивается с рядом проблем, таких как: выбросы углекислого газа, повышение эффективности производства, а также обеспечение надежности и безопасности энергосистем. ИИ предлагает решение для этих проблем:

1) Использование алгоритмов машинного обучения - позволяет точно прогнозировать спрос и предложение энергии, что важно для оптимизации работы энергосистем.

2) Управление распределением энергии - ИИ способствует созданию более гибких и эффективных систем распределения энергии, включая умные сети. Smart grids (умные сети) – это сочетание обеспечения электроэнергией с информационными технологиями. Их функции: отслеживать изменения в сети, а также облегчить управление системой. Это

помогает снизить потерю электроэнергии в системе. Меньшие потери означают более эффективную работу системы, а это, как правило, означает меньшие расходы.

3) Оптимизация работы энергетических установок: Алгоритмы машинного обучения анализируют данные о работе энергетических установок. Это помогает быстро обнаруживать неисправности, тем самым снижая риски аварий.

Математика - это точная наука, которая также использует возможности ИИ для выполнения сложных задач. Применение ИИ в математике помогает разработать более эффективные алгоритмы, способные решать сложные задачи, которые раньше требовали участия человека. ИИ за несколько секунд может решить сложную задачу не хуже студентов. Он сам может объяснить решение и придумать новые задачи по математическим дисциплинам. Систему можно применить для создания современных курсов по точным наукам. Ее можно использовать даже в качестве репетитора. Искусственный интеллект стимулирует развитие новых идей в математике. Он позволяет математикам проводить эксперименты и исследования, которые прежде были недоступны из-за ограничений времени и ресурсов.

Таким образом искусственный интеллект играет большую роль как в энергетике, так и в математике открывая двери к изучению новых технологий. Впереди нас ждут новые открытия и достижения, в основе которых лежат возможности искусственного интеллекта.

Литература

1. Использование искусственного интеллекта в энергетике: технологии и перспективы [Электронный ресурс] // Искусственный интеллект. – Режим доступа: <https://tmr-power.com/stati/ispolsovanie-ai-v-energetike/>. – Дата доступа: 10.04.2024.

2. Искусственный интеллект и математика: взаимодействие и новые теоремы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gptbotai.ru/kak-iskusstvennyj-intellekt-vliyaet-na-matematiku-novye-teoremy-i-vzaimodejstvie/>. – Дата доступа: 10.04.2024.

3. Искусственный интеллект в электроэнергетике: зачем и на что он способен. Пример ИИ-системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/674110/> - Дата доступа: 10.04.2024.

УДК 621.311

К ВОПРОСУ КОМПЬЮТЕРНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В MATLAB

Кушнер Д.А.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель

Электрическим приводом (ЭП), или сокращенно электроприводом, называют электромеханическую систему, состоящую в обобщенном виде из электродвигательного, преобразовательного, передаточного и управляющего устройств и предназначенную для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением [1]. Электроприводы являются важной частью технических систем, преобразующих электрическую энергию в механическую. Для проектирования и анализа работы электроприводов необходимо использовать математические модели, которые позволяют оценить их характеристики и поведение.

Моделирование как метод научного познания основан на изучении каких-либо объектов посредством их моделей [2]. Компьютерное математическое моделирование электроприводов представляет собой процесс создания абстрактных математических моделей, с их последующим исследованием и использованием компьютерных инструментов. Оно позволяет провести анализ работы электроприводов в различных режимах, оптимизировать их параметры и предсказать их поведение при изменении внешних условий.

Одним из самых мощных инструментов для компьютерного математического моделирования является программный пакет MATLAB. Он предоставляет широкие возможности для создания и анализа математических моделей различных технических систем, включая электроприводы. С его помощью можно численно решать уравнения, описывающие работу электроприводов, визуализировать результаты моделирования и проводить анализ их характеристик.

Процесс компьютерного математического моделирования электроприводов в MATLAB включает несколько этапов: описание математической модели, написание кода в MATLAB и визуализация результатов.

Рассмотрим пример компьютерного математического моделирования постоянного тока двигателя, который используется в гидравлических системах. Практическая значимость заключается в управлении различными механизмами, такими как гидронасосы или гидроцилиндры, что позволяет управлять наклоном жатки, открыванием и закрыванием захвата, а также другими функциями. Результаты исследования можно использовать на предприятии ОАО «Минский тракторный завод». Сельскохозяйственные

тракторы, производимые на МТЗ, обычно оснащены гидравлическими системами, которые управляют различными механизмами и устройствами на тракторе, такими как подъёмник или гидравлические привода.

Описание математической модели. Основные уравнения:

А) Уравнение двигателя:

$$Mэ = kэ \cdot iа$$

$$J = d\omega/dt = Mэ - Mн - Mд$$

Б) Электрические характеристики цепи:

Для постоянного тока двигателя можно использовать простую электрическую цепь, состоящую из источника постоянного тока и сопротивления якоря. Закон Ома применяется для определения тока якоря:

$$Vа = Rа \cdot iа$$

В) Уравнения управления:

$$e\omega = \omega_{зад} - \omega_{факт}$$

$$V_{ни} = Kр \cdot e\omega + Kі \cdot \int e\omega dt$$

$$V_{управления} = V_{вход} + V_{ни}$$

Таблица 1 – Результаты расчета тока постоянного двигателя

Параметр	Значение параметра
Сопротивление якоря, $Rа$	2 Ом
Момент инерции, J	0.1 кг · м ²
Коэффициент пропорциональности, $kэ$	0.1 К · м/А
Входное напряжение, $V_{вход}$	12 В
Коэффициент пропорционального управления, $Kр$	0.5
Коэффициент интегрального управления, $Kі$	0.1
Желаемая скорость, $\omega_{зад}$	100 об/мин

Для разработки и реализации компьютерной модели многодвигательной системы электропривода в пакете программ MatLab воспользуемся приложением Simulink, а именно подкаталогом библиотеки блоков SimPowerSystems.

Для создания модели будут использованы следующие блоки: DC Machine (Двигатель постоянного тока), DC Voltage Source (Источник постоянного напряжения), Current Measurement (Измеритель тока), Voltage Measurement (Измеритель напряжения), Torque (Момент).

Эти блоки в Simulink SimPowerSystems обеспечивают широкие возможности для моделирования постоянного тока двигателя и его взаимодействия с другими элементами системы электропривода. Их комбинация позволяет создать комплексную модель многодвигательной системы электропривода для анализа и оптимизации работы системы.

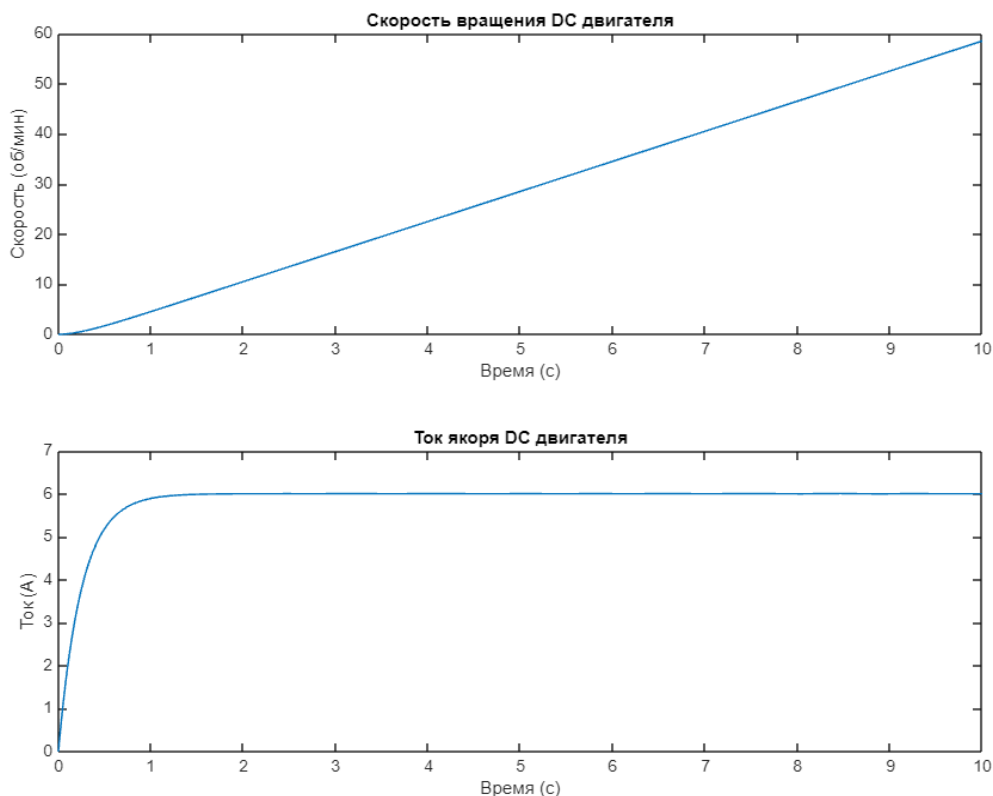


Рис.1. Графики результатов симуляции.

Компьютерное математическое моделирование электроприводов в Matlab является эффективным инструментом для исследования и оптимизации работы электромеханических систем. Оно позволяет проводить анализ различных аспектов работы электроприводов и принимать обоснованные решения по их совершенствованию. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на расширение модельного представления электроприводов и разработку новых методов анализа и оптимизации их работы.

Литература

1. Шичков, Л. П. Электрический привод: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urait.ru/viewer/elektricheskiy-privod-538718#page/9>.
2. Бурулько Л.К. Математическое моделирование электромеханических систем: учебное пособие. Часть 1. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 11 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Маленков С.В.

Научный руководитель –Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры

Искусственный интеллект является прорывной технологией, имеющей большой потенциал в образовании. В работе рассмотрены примеры прикладного использования искусственного интеллекта, предлагаемые при изучении дискретной математики студентам Белорусского национального технического университета, обучающимся по специальности «Информационные системы и технологии».

В сфере образования интеграция технологий произвела революцию в традиционных методах обучения. Одной из таких преобразующих технологий является искусственный интеллект (далее – ИИ), обладающий огромным педагогическим потенциалом, который способен улучшить опыт обучения студентов технических университетов в области математики. Дискретная математика представляет основу (фундамент) для многих областей науки и техники, включая информатику, криптографию, теорию графов, логику и многие другие. Искусственные нейронные сети успешно применяются для распознавания образов и классификации объектов в различных областях, включая дискретную математику. Например, нейронные сети могут использоваться для автоматического распознавания графовых структур, определения их свойств и классификации по заданным критериям. Это может быть полезно, например, в анализе социальных сетей или биоинформатике.

С развитием Интернета и социальных сетей стали доступны огромные наборы данных, что способствовало прорывам в машинном обучении, глубоком обучении и приложениях искусственного интеллекта, управляемых данными. В настоящее время под искусственным интеллектом подразумевается способность программного обеспечения производить манипуляции, схожие с действиями, реализуемыми под управлением мозга человека. С другой стороны, ИИ можно рассматривать как информационно-компьютерную среду, построенную на перцептивной деятельности человека, способную воспринимать окружающую среду и реагировать на внешнее воздействие, имитируя человека. Искусственный интеллект – это достаточно широкая отрасль, которая в свою очередь охватывает и машинное и глубокое обучение[1]. *Если взять пример шахмат, то в примере с ИИ, мы даем машине много логических правил, и на их основе она учится играть. А в примере с машинным обучением (МО), мы даем машине много примеров прошлых игр, она изучает их и*

анализирует почему одни игроки выигрывали, а другие проигрывали, какие шаги вели к успеху, а какие – к поражению. И на основе этих примеров, машина сама создает алгоритмы и правила как надо играть в шахматы, чтобы выиграть.

Методы искусственного интеллекта, такие как генетические алгоритмы или алгоритмы машинного обучения, могут применяться для решения комбинаторных задач, таких как задача коммивояжера или задача о рюкзаке [2]. Данные методы позволяют находить приближенные или точные решения сложных комбинаторных задач за разумное время.

Рассмотрим задачу о коммивояжёре. Это одна из классических проблем комбинаторной оптимизации, которая порождает интересные дискуссии и служит основой для разработки различных алгоритмов оптимизации. Эта задача представляет собой следующий сценарий: у нас есть коммивояжёр, который должен посетить некоторое количество городов, каждый из которых он должен посетить ровно один раз, и вернуться в начальную точку, пройдя самый короткий путь. Хотя задача о коммивояжёре кажется простой на первый взгляд, она является NP-полной, что означает отсутствие эффективного алгоритма для её решения за разумное время на больших наборах данных. Тем не менее, существует множество методов для приближенного решения этой задачи. Один из наиболее известных алгоритмов для решения задачи о коммивояжёре – это **метод ближайшего соседа**. **Метод ближайшего соседа** заключается в том, чтобы на каждом шаге выбирать ближайший не посещённый город к текущему местоположению коммивояжера. Хотя этот метод прост в реализации, он не гарантирует нахождение оптимального решения. Задача о коммивояжёре имеет широкий спектр приложений, начиная от оптимизации планирования маршрутов в логистике и транспорте до маршрутизации сетей и планирования производства (рис.1). Её решение способствует эффективному использованию ресурсов и оптимизации процессов, что является ключевым элементом в современном мире, где скорость и эффективность играют важную роль.

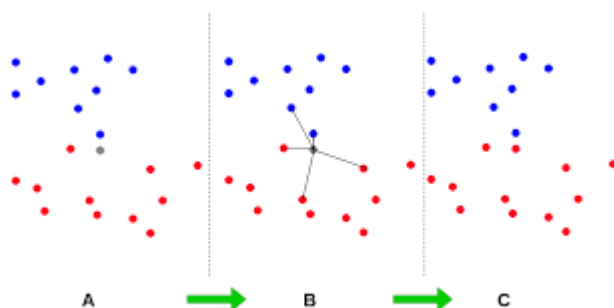


Рис. 1. Реализация метода ближайшего соседа

Метод ветвей и границ является вариацией метода полного перебора с той разницей, что исключаются заведомо неоптимальные ветви дерева полного перебора. Как и метод полного перебора, он позволяет найти оптимальное решение и поэтому относится к точным алгоритмам. Оригинальный алгоритм, предложенный Питером Колесаром (англ. *PeterKolesar*) в 1967 году, предлагает отсортировать предметы по их удельной стоимости (отношению ценности к весу) и строить дерево полного перебора. Его улучшение заключается в том, что в процессе построения дерева для каждого узла оценивается верхняя граница ценности решения, и продолжается построение дерева только для узла с максимальной оценкой. Когда максимальная верхняя граница оказывается в листе дерева, алгоритм заканчивает свою работу.

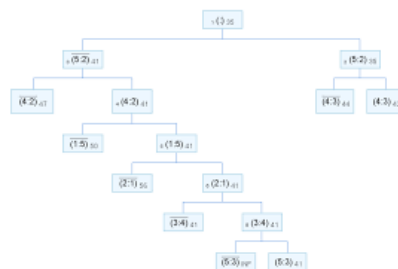


Рис. 2. Решение задачи о коммивояжёре методом ветвей и границ

Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы могут использоваться для генерации случайных дискретных структур с заданными свойствами. Это может быть полезно для исследования случайных графов, последовательностей или других дискретных объектов, а также для создания тестовых наборов данных для алгоритмов исследования.

Использование искусственного интеллекта в изучении дискретной математики представляет собой перспективное направление, которое открывает новые возможности для решения сложных задач и исследования новых аспектов дискретных структур. Применение методов искусственного интеллекта позволяет эффективно решать задачи классификации, оптимизации и анализа дискретных структур, что способствует развитию как теории, так и практических приложений в этой области.

Литература

1. Russell, S., & Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson, pp. 1151, 2016.
2. Ian Goodfellow, YoshuaBengio, and Aaron Courville: Deep learning: The MIT Press, 2016, 800 pp, ISBN: 0262035618.

РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

Титко М. Ю., Мирончик Н. А.

Научный руководитель – Бань Л. В., старший преподаватель

Энергетика является одной из важных отраслей, которая обеспечивает снабжение энергией промышленных предприятий, коммерческих структур и бытовых нужд простых потребителей. Однако, с учетом современных реалий, таких как изменение климата, устойчивость и эффективность стали приоритетными задачами для энергетического сектора. В этом контексте математика играет важную роль в разработке и применении инновационных стратегий энергетического менеджмента.

Первым аспектом, на который я хотел бы обратить внимание, является моделирование и оптимизация. Математическая модель – это представление математической реальности, одна из вариаций модели как системы, изучение которой позволяет получать информацию о другой системе. Математические модели позволяют энергетическим компаниям анализировать и прогнозировать потребление энергии, оценивать производственные возможности и эффективность системы. Моделирование также помогает в разработке оптимальных стратегий управления энергией и принятии решений на основе точных данных. Например, методы оптимизации помогают определить оптимальную мощность генерации энергии, управлять распределением и хранением энергии, а также оптимизировать использование возобновляемых источников энергии.

Вторым важным аспектом является анализ данных. Современные энергетические системы создают огромные объемы данных, которые требуют анализа и интерпретации. Здесь математические методы, такие как статистика, машинное обучение и искусственный интеллект, играют важную роль в обработке и анализе данных. Они помогают выявить скрытые закономерности, прогнозировать будущие тенденции и определить оптимальные стратегии управления. Например, алгоритмы машинного обучения могут использоваться для оптимизации работы энергетических сетей и улучшения энергоэффективности.

Третий аспект, который я хотел бы подчеркнуть, - это роль математики в разработке инновационных технологий. Математическое моделирование и анализ помогают разрабатывать новые методы генерации энергии, такие как солнечная и ветровая энергия, и оптимизировать их работу в реальных условиях. Кроме того, математические методы также играют важную роль в разработке систем энергоснабжения с низким уровнем выбросов, таких как электромобили, энергосберегающие технологии и умные сети.

В заключение, математика имеет огромное неоспоримое значение в энергетическом менеджменте. Она предоставляет инструменты для моделирования, оптимизации и анализа данных, что позволяет энергетическим компаниям принимать обоснованные решения и разрабатывать инновационные стратегии. Благодаря математике мы можем эффективно использовать ресурсы, управлять энергетическими системами и снижать негативное воздействие на окружающую среду.

Однако, несмотря на все преимущества математики в энергетическом менеджменте, есть некоторые проблемы, с которыми мы сталкиваемся. Например, сложность моделирования энергетических систем и неопределенность данных могут создавать трудности при разработке точных математических моделей. Кроме того, использование математических методов в реальном времени и принятие решений на основе результатов анализа данных может быть сложной задачей.

Для преодоления этих преград необходимо продолжать развивать математические методы и инструменты, учитывая специфические требования энергетического сектора. Также важно обеспечить сотрудничество между математиками, специалистами по энергетике и промышленными партнерами для обмена знаниями и опытом.

В заключение, хочу подчеркнуть, что математика играет важную роль в энергетическом менеджменте, обеспечивая точность в моделировании, анализе данных и разработке инновационных технологий. Развитие математических методов и их применение в энергетической отрасли помогут нам справиться с проблемами, возникающими при изменении климата, повысить энергоэффективность и создать стабильность в будущем энергетике.

Литература

1. Роль искусственного интеллекта в управлении возобновляемыми источниками энергии. – Режим доступа: <http://textovod.com>.
2. Экономические эффекты развития возобновляемой энергетики. – Режим доступа: <https://www.eurasian-research.org>.
3. Что такое ERP-система и как она улучшает эффективность бизнеса. – Режим доступа: <https://salesap.ru>.
4. Роль математики в менеджменте. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>.
5. Математические модели. – Режим доступа: <https://new.ras.ru>.
6. Математические модели электропотребления. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>.

УДК 656.01

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Ермолина П. И.

Научный руководитель – Лебедева Г. И., к.т.н., доцент

Электропривод – это управляемая электромеханическая система, которая преобразует электрическую энергию в механическую и обратно.

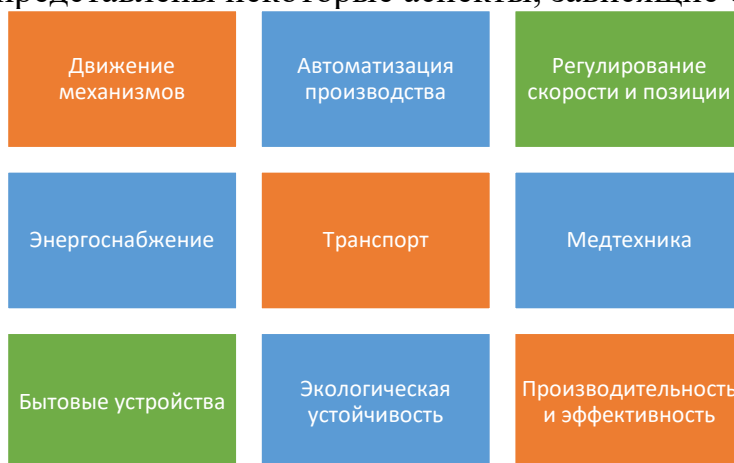
Достоинства: низкая стоимость энергии, простота конструкции, стабильная скорость работы, высокая точность работы, возможность передачи энергии на расстояние без значительных потерь, плавное регулирование, высокий КПД, простота автоматизации, минимальное техническое обслуживание, низкий уровень шума, экологичность, стабильная работа при разных температурах.

Недостатки: сложность применения в пожароопасных и взрывоопасных средах, высокая стоимость.

Электроприводы можно найти в абсолютно разных отраслях жизни человека. Например, в промышленности, в сельском хозяйстве, в медицине.

Не менее важна их роль в повседневной жизни: они применяются в бытовой технике, такой как стиральные и посудомоечные машины, микроволновые печи, и электроприборах, таких как фены, вентиляторы, строительные инструменты, и т. д.

Далее представлены некоторые аспекты, зависящие от электропривода:



Для исследования работы электропривода применяются различные методы математического моделирования для анализа и оптимизации систем управления. Вот некоторые из них:

Метод	Преимущества	Недостатки
Математическое моделирование	Эффективность анализа, экономия времени и ресурсов, выявление проблем.	Упрощённые модели, сложность построения, ограничения (модели могут не учитывать нелинейности, помехи и т. д.).
Дифференциальные уравнения	Возможность учесть физические взаимодействия в системе, аналитическое решение, универсальность.	Сложность решения, возможная необходимость упрощения модели, использование численных методов требуются вычислительные ресурсы и время).
Методы оптимизации	Эффективность, адаптация к условиям, минимизация затрат.	Сложность выбора параметров, вычислительная сложность.
Статистический анализ	Объективность, моделирование связей между переменными (например, электрическими параметрами в системе электропривода).	Ограничения модели, сложность выбора метода, необходимость большого объёма данных.
Численные методы	Универсальность, точность, решение сложных задач.	Вычислительная сложность, погрешности, выбор метода в зависимости от задачи.

Кроме этого, удобно использовать программное обеспечение для моделирования и симуляции, например, MATLAB, Simulink, Proteus, AutoCADElectrical, SimOneи т. д.

Использование математических методов для исследования работы электроприводов позволяет с высокой точностью описать поведение системы, изучать и анализировать динамические характеристики (переходные процессы, устойчивость и колебания), оптимизировать параметры, легко сравнивать разные варианты и выбирать лучшие решения.

Важно отметить, что выбор метода зависит от конкретной задачи и требований к исследованию. Наиболее точные и полезные результаты получаются при использовании комбинации нескольких различных методов.

Литература

1. Электрический привод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Электрический привод — Википедия \(wikipedia.org\)](http://Электрический%20привод%20—%20Википедия%20(wikipedia.org)), свободный.

2. Москаленко, В.В. Электрический привод. — 2-е изд. — М.: Академия, 2007.

3. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода. — 6-е изд. — М.: Энергоиздат, 1981.

4. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика как фундамент новой комплексной прикладной дисциплины "Анализ данных" // Современная математика и концепции инновационного математического образования. – 2019.

УДК 656.01

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ

Исаченко Е. В.

Научный руководитель – Лебедева Г.И., к. т. н., доцент

Решение технических задач отличается сложностью и многоэтапностью. Часто стандартные методы не способны учесть разнообразные нетипичные сценарии, что делает совершенствование подходов к решению этих задач важным направлением. Одним из эффективных методов оптимизации является математическое моделирование, которое позволяет более глубоко изучить процессы и выбрать оптимальное решение с минимальными затратами.

В данном контексте объектом моделирования является кулачковый механизм - устройство, состоящее из кулачка (или эксцентрика), шатуна и рычага. При разработке кулачковых механизмов необходима учитывать сложные законы движения, которые могут оказать влияние на точность расчётов. Для создания графиков кривых часто требуется использование методов сглаживания, например, использование дуг окружностей, чтобы избежать резких перепадов. Это особенно важно, поскольку неправильные кривые могут привести к увеличению нагрузки на кулачок и сокращению его срока службы из-за лишних ударов и скольжения. Внимательное проектирование кулачковых механизмов с учётом всех факторов является ключевым для обеспечения их надёжной работы и долговечности.

Обнаружено, что толкатель кулачкового механизма не движется равномерно, а проявляет нелинейное поведение в процессе своего движения. Это означает, что его скорость и ускорение изменяются нелинейно относительно времени или положения. Такие нелинейные

движения могут быть вызваны различными факторами, такими как форма кулачка, взаимодействие с другими элементами механизма или особенности конструкции.

Обнаружено, что толкатель кулачкового механизма совершает криволинейные перемещения. Для более удобного и точного расчёта автор предпринял попытку упростить процесс путём построения математических моделей, воспользовавшись корреляционно-регрессионным анализом.

В процессе исследования были рассмотрены модели парабол различной степени сложности.

$$S_B = 0.001\varphi^3 - 0,439\varphi^2 + 47,54\varphi, \eta = 0,975;$$

$$i'_{31} = -3E - 06\varphi^3 - 0.009\varphi^2 + 3\varphi + 74,1, \eta = 0,9;$$

$$i''_{31} = 0.001\varphi^3 - 0.460\varphi^2 + 7.996, \eta = 0,985;$$

$$\Delta\omega_1 = 0.004\varphi^3 + 0.762\varphi^2 - 19.16, \eta = 0,96;$$

$$\varepsilon_1 = 2E - 05\varphi^3 + 0,006\varphi^2 - 0,175\varphi - 46.97, \eta = 0,953;$$

$$\Delta t = -0.004\varphi^2 - 0,750\varphi + 97,92, \eta = 0,93.$$

Все модели демонстрируют высокое корреляционное отношение, что свидетельствует о тесной криволинейной связи.

Описание работы кулачкового механизма проводилось так-же с помощью ряда Фурье. Рассматривали два случая движения толкателя, а) Движение толкателя подчинено параболическому закону. Расчёты производились по специально разработанной программе. Полученные в результате расчёта коэффициенты приведены в Таблице - 1.

Таблица 1 – Коэффициенты ряда Фурье

Гармоника	S_B		i'_{31}		i''_{31}		Δw_1		ε_1		Δt	
	a_k	b_k	a_k	b_k	a_k	b_k	a_k	b_k	a_k	b_k	a_k	b_k
1	-37,96	-9,357	-17,2	69,78	-39,24	-9,673	72,09	7,72	-9,595	62,09	-67,14	-7,049
2	0,075	0,039	13,04	66,01	6,418	3,369	3,659	8,894	-34,47	19,46	10,26	15,49
3	0,855	0,757	4,849	-5,43	1,551	1,375	-3,450	-1,155	-12,22	15,43	2,065	0,363
4	0,281	0,409	4,032	2,783	0,567	0,822	0,419	-1,749	12,49	-6,859	0,385	2,614
5	0,078	0,207	4,165	-1,579	0,11	0,289	1,029	0,547	8,91	-4,32	-0,759	1,096
6	0,005	0,039	4,007	-0,048	-0,029	-0,246	0,888	-0,175	7,471	-1,757	-0,679	0,176
A_0	36,81		0,0		-3,539		2,823		19,12		76,39	

б) Движение толкателя описывается с помощью закона, основанного на тригонометрических функциях.

Таблица 2 – Коэффициенты ряда Фурье, полученные в ходе вычислений

Гармоники	S_T (путь)		S'_T (скорость)		S''_T (ускорение)	
	a_k	b_k	a_k	b_k	a_k	b_k
1	-0,0154	0,002	-0,0048	0,0386	0,104	0,0135
2	0,0009	0,0008			-0,00165	-0,0257
3	0,0006	-0,0003			-0,0258	-0,0005
4	-0,00012	-0,00027			-0,0157	0,01929
6	-0,0016	0,00006			-0,004	0,0022
8	0,00002	-0,00016				
11	-0,00017	0,00006				
12	0,000078	0,00002				
A_0	0		-0,00012		0	

В данном случае график ускорения представляет собой сложную форму. Для его описания были использованы два подхода: общая функция и комбинированная функция. Таблица – 2 содержит коэффициенты ряда Фурье, применённые в первом случае. Ряд Фурье показал хорошие результаты при аппроксимации по критерию Фишера. Построенные модели достаточно точно соответствуют фактическим данным.

Учитывая сложность графика ускорения, мы так же провели его описание с помощью комбинированного метода, используя корреляционно регрессивный анализ для первой половины графика ряд Фурье для второй половины. Это позволило получить следующие модели ускорения толкателя:

$$S''_{T1} = 0,1189 - 0,2076x, \text{ где } x_1 = 0, x_n = 1,15, R = 0,9;$$

$$S''_{T2} = -0,000000001 + 0,029 \cos \frac{2\pi x}{1,15} - 0,11805 \sin \frac{2\pi x}{1,15} - 0,006938 \cos \frac{4\pi x}{1,15} + 0,01321 \sin \frac{4\pi x}{1,15}.$$

Таблица 3 – Числовые значения коэффициентов ряда Фурье для выделенных участков

Гармоники	S'_1 (скорость)		S'_2 (скорость)	
	a_k	b_k	a_k	b_k
1	-0,0172	-0,0043	0,025	0,0061
2	-0,0034	-0,002	-0,0013	-0,00061
3	-0,0011	-0,0011		
4	-0,00035	-0,00045	-0,00045	-0,00065
5	-0,001	0,00036		
6	-0,00018	-0,00002		
A_0	0,0224		-0,0227	

Получение значения коэффициентов ряда Фурье для указанных участков представлены в таблице. Расчётные результаты скорости в соответствии с этими моделями практически совпадают с экспериментальными данными, что подтверждает их эффективность для практического применения. Наше исследование также охватило обратный процесс перехода от модели ускорения к скорости и от скорости к пути перемещения толкателя. Было установлено, что эти переходы могут быть осуществлены с использованием следующих формул:

$$S'_{T_{i+1}} = S'_{T_i} + 0,5(S''_{T_i} + S''_{T_{i+1}})\Delta\phi, \text{ где } S'_{T_i} = 0, \quad i = \overline{1,13}, \quad \Delta\phi = 0,096. \quad (1)$$

$$S_{T_{i+1}} = S_{T_i} + 0,5(S'_{T_i} + S'_{T_{i+1}})\Delta\phi, \text{ где } S_{T_i} = S'_{T_{13}}. \quad (2)$$

Расчётные значения S'_T и S_T по формулам (1) и (2) получаются близкими к экспериментальным.

Модели, рассчитанные по ряду Фурье, также хорошо описывают исследуемые параметры, имеют малую среднюю ошибку аппроксимации, хорошо согласуются с данными эксперимента (по критерию Фишера). И

модели линейной регрессии, и ряд Фурье рекомендуются для практического использования. Применение этих моделей существенно упростит трудоёмкость инженерных расчётов и улучшит качество проводимых разработок.

Исследуемые методы повысят точность проектирования и позволят усовершенствовать законы движения. Они позволяют подобрать оптимальный закон в сравнении с требуемым. Обеспечивается высокий КПД механизма.

Литература

1. Герасимович, А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Часть 1 / А.И. Герасимович, Я.И. Матвеева. - Мн.: БПИ, 1975. - 194с.
2. Девойно, Г.Н. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / Г.Н. Девойно. - Мн.: Высшая школа, 1986. - 200с.
3. Лебедева, Г.И. Прикладная математика. Математическое моделирование в транспортных системах / Г.И. Лебедева, Н.А. Микулик. - Мн.: Асар, 2009. - 512с.

МАТРИЧНЫЙ МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Пашкевич П.А.

Научный руководитель – Бричикова А.П., ассистент

Эконометрика – это наука, которая изучает различные экономические взаимосвязи с помощью математических методов и построения моделей. Важным инструментом при проведении эконометрических исследований является регрессионный анализ.

Линейной регрессией называется зависимость вида: $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$, $i = \overline{1, n}$, где n – число наблюдений, i – номер наблюдения, x_{i1}, \dots, x_{ik} – независимые переменные, y_i – зависимая переменная, ε_i – случайная ошибка. Неизвестные коэффициенты $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ необходимо приближенно оценить.

Для этого можно использовать метод наименьших квадратов (МНК). Суть метода состоит в минимизации суммы квадратов отклонений:

$$F(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \dots - \beta_k x_{ik})^2.$$

Линейная регрессия может быть записана в матричной форме: $Y = X \cdot \beta + \varepsilon$, где

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ 1 & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}, \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix}, \quad \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}.$$

Если $\det(X^T \cdot X) \neq 0$, то формула МНК-оценок коэффициентов примет вид:

$$\hat{\beta} = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_k \end{pmatrix} = (X^T \cdot X)^{-1} X^T Y.$$

Пример.

Пусть модель регрессии задана в матричном виде: $Y = X \cdot \beta + \varepsilon$, где

$$y = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix}.$$

Дополнительно, предположим, что $M(\varepsilon) = 0$, $D(\varepsilon) = \delta^2 \cdot E$. Определим основные составляющие модели.

Число наблюдений: $n = 5$. Число регрессов без учета свободного члена: $k = 2$.

Рассчитаем $X^T \cdot X = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 1 \\ 3 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ и $(X^T \cdot X)^{-1} = \begin{pmatrix} 0,5 & -0,5 & 0 \\ -0,5 & 1 & -0,5 \\ 0 & -0,5 & 1,5 \end{pmatrix}$.

При помощи МНК оценим неизвестные коэффициенты:

$$\hat{\beta} = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y = \begin{pmatrix} 1,5 \\ 2 \\ 1,5 \end{pmatrix}.$$

Прогнозное значение Y : $\hat{Y} = X \cdot \hat{\beta} = \begin{pmatrix} 1,5 \\ 1,5 \\ 3,5 \\ 3,5 \\ 5 \end{pmatrix}$.

Для того, чтобы определить качество построенной модели вычислим сумму квадратов остатков $RSS = \sum_{i=0}^n (y_i - \hat{y})^2 = 1$ и общую сумму квадратов $TSS = \sum_{i=0}^n (y_i - \bar{y})^2 = 10$ (среднее значение $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$).

Коэффициент детерминации: $R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} = 1 - \frac{1}{10} = 0,9$. Так как R^2 принимает значение близкое к 1, то качество регрессии – хорошее.

Оценим дисперсию ошибок регрессии: $\hat{\sigma}^2 = \frac{RSS}{n-k-1} = \frac{1}{2}$.

Тогда оценка для ковариационной матрицы коэффициентов $\hat{\beta}$ имеет вид:

$$\hat{V}(\hat{\beta}) = \hat{\sigma}^2 \cdot (X^T \cdot X)^{-1} = \begin{pmatrix} 0,25 & -0,25 & 0 \\ -0,25 & 0,5 & -0,25 \\ 0 & -0,25 & 0,75 \end{pmatrix}.$$

Проверим значимость переменной x_1 в построенном уравнении.

Нулевая гипотеза H_0 : $\beta_1 = 0$, альтернативная гипотеза H_a : $\beta_1 \neq 0$. Уровень значимости $\alpha = 0,01$. Несмещенную оценку дисперсии МНК – коэффициента $\hat{\beta}_1$ находим из ковариационной матрицы: $\hat{D}(\hat{\beta}_1) = 0,5$ (находится на пересечении 2-ой строки и 2-го столбца).

Тестовая статистика: $t_{\text{набл}} = \frac{\hat{\beta}_1 - 0}{\sqrt{D(\hat{\beta}_1)}} = \frac{2}{\sqrt{0,5}} = 2,83$. $t_{\text{кр}} = t(n-k-1) = t(2) = 2,92$ (t-

критическое находим в таблице Стьюдента). Так как $2,83 \in (-2,92; 2,92)$, то на уровне значимости 10% нельзя отвергнуть нулевую гипотезу. Следовательно, можем считать x_1 незначимой переменной в построенной регрессии.

Протестируем значимость регрессии «в целом». Уровень значимости $\alpha = 0,05$.

Нулевая гипотеза H_0 : $\begin{cases} \beta_1 = 0 \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$, альтернативная гипотеза H_a : $\begin{cases} \beta_1 \neq 0 \\ \beta_2 \neq 0 \end{cases}$.

Тестовая статистика: $F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-k-1}{k} = 9$. $F_{кр} = F(k; n-k-1) = F(2; 2) = 19$ (F -критические находим в таблице Фишера-Снедекора).

Так как $9 \in [0; 19]$, то на уровне значимости 5% нельзя отвергнуть нулевую гипотезу, что говорит о незначимости регрессии.

Данный пример носит иллюстративный характер. Его цель заключалась в демонстрации использования матричной формы записи регрессии. Для работы же с реальными (большими) данными удобнее использовать статистические пакеты (Stata, Statistica, SPSS, MSExcel).

Литература

1. Борзых, Д. А. Эконометрика в задачах: Базовый курс. С примерами в среде MATLAB. – М.: ЛЕНАНД, 2021.
2. Сток, Джеймс; Уотсон, Марк. Введение в эконометрику/Джеймс Сток, Марк Уотсон; пер. с англ.; под науч. ред. М.Ю.Турунцевой. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015.

УДК 336.76

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ФОНДОВОГО РЫНКА США НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА 2024 ГОД

Киянко М.В., Толкач И.В.

Научный руководитель – Щукин М.В., к. ф.-м. н., доцент

Финансовые кризисы являются одним из наиболее серьезных вызовов, с которыми сталкиваются экономические системы во всем мире. Они могут приводить к значительным потерям для инвесторов и общества в целом, а также иметь негативный эффект на весь мировой рынок. В данной работе мы исследуем возможность использования статистических данных для анализа фондового рынка США. Особое внимание уделяется анализу кризисов разных годов, анализу влияния кризисов на инвестиционные стратегии и использованию индекса Баффета в качестве одного из инструментов для оценки состояния финансового рынка. Работа направлена на разработку предиктивной модели, которая поможет инвесторам и экономическим аналитикам прогнозировать возможные финансовые кризисы в США и принимать эффективные меры для минимизации рисков.

Для анализа состояния экономики, мы рассмотрим два показателя: валовой внутренний продукт и общую рыночную капитализацию 500 крупнейших компаний США с 1970 года. Используя отношение ОРК к ВВП, мы можем получить Индекс Баффета. На рисунке 3, проанализировав

поведение индекса мы можем отследить кризисы прошлых лет, среди которых: американский кризис 70-х годов, кризис доткомов (2000-2002 гг.), кризис 2007-2008 годов и кризис 2020 года.

Американский кризис 70-х годов

В 1973 году нефтяной кризис вызвал экономические изменения в США, приводя к введению новых налогов, сокращению промышленного производства и росту цен на энергоносители. Этот кризис также стал отправной точкой для строительства нефтяных резервов и разработки альтернативных энергетических источников.

Кризис доткомов(2000–2002 гг.)

Кризис доткомов, с 2000 по 2002 годы, породился из надувания пузыря на рынке интернет-компаний, приводя к банкротству многих из них из-за отсутствия четкой бизнес-модели. Этот кризис вызвал обвал индекса Nasdaq на 50% в 2000 году, а капитализация этого индекса вернулась к уровню 2000 года только в 2015 году, затронув также реальный сектор экономики и приведя к рецессии в США.

Американский кризис 2007-2008-х годов

Рынок недвижимости в США, известный как "тихая гавань" для инвесторов, стал источником мошеннических спекуляций, вызванных различными факторами. Инвестиции из-за границы, изменения в законодательстве и банковская деятельность спровоцировали спекулятивные инвестиции, приведшие к краху рынка. Кризис сопровождался крупными банкротствами, резким сокращением стоимости активов и значительным увеличением безработицы и инфляции.

Кризис 2020-2021 годов

Экономический кризис 2020-2021 годов, вызванный пандемией COVID-19, привел к упадку мировой экономики из-за введения строгих карантинных мер, что повлекло за собой закрытие предприятий и увеличение безработицы. Падение ВВП затронуло множество стран, включая США, Германию, Францию и Италию, хотя производственные показатели в различных отраслях варьировались, и некоторые отрасли, такие как производство медицинского оборудования, показали рост.

Влияние кризисов на инвестиционные стратегии

Кризисы часто заставляют инвесторов пересматривать свои стратегии. Во времена нестабильности многие предпочитают более консервативные инвестиции, такие как облигации или драгоценные металлы, чтобы защитить свой капитал от потенциальных потерь на фоне волатильных рынков. Другие могут видеть кризис как возможность для приобретения активов по сниженным ценам и использования долгосрочной стратегии. В целом, подход к инвестированию во время кризиса зависит от целей, рискованной толерантности и долгосрочной перспективы каждого инвестора.

– Американский кризис 70-х годов: В период этого кризиса, характеризующегося эскалацией цен на нефть и высоким уровнем инфляции, инвесторы столкнулись с проблемой девальвации доллара. В ответ на эти условия, инвестиционные стратегии могли основываться на уроках, извлеченных из опыта Второй мировой войны, включая диверсификацию активов через инвестиции в акции и облигации.

– Кризис доткомов 2000–2002 гг.: Во время этого кризиса, инвесторы столкнулись с резким падением стоимости акций интернет-компаний. В этот период, инвестиционные стратегии могли включать диверсификацию портфеля и долгосрочные инвестиции, чтобы минимизировать потенциальные потери и обеспечить стабильность портфеля.

– Американский кризис 2007-2008 гг.: Во время этого кризиса, также известного как Великая рецессия, инвесторы столкнулись с обрушением рынка недвижимости и крахом ряда крупных инвестиционных и коммерческих банков. В этот период, инвестиционные стратегии могли включать диверсификацию портфеля и долгосрочные инвестиции, чтобы минимизировать риски и обеспечить устойчивость портфеля.

– Кризис 2020-2021 гг.: Во время этого кризиса, вызванного пандемией COVID-19, инвесторы столкнулись с глобальной экономической нестабильностью. В этот период, инвестиционные стратегии могли включать диверсификацию портфеля, долгосрочные инвестиции и инвестиции в сектора, показывающие устойчивость или потенциал для восстановления.

Представители инвестиционных команд

Сет Кларман — американский инвестор, основатель и президент инвестиционной компании Vaupost Group. Он известен своим успешным использованием стратегии "ценового инвестирования" (value investing), а также своими консервативными и осторожными подходами к управлению капиталом.

Кларман начал свою карьеру в финансовой сфере в начале 1980-х годов и основал Vaupost Group в 1982 году. Компания сосредоточена на инвестициях в недооцененные активы, источники которых могут включать долги, акции, недвижимость и другие области. Под руководством Клармана Vaupost Group стала одной из самых успешных и уважаемых инвестиционных фирм, управляющих многомиллиардными активами.

Сет Кларман также известен своим книжным изданием "Margin of Safety", который является руководством по ценовому инвестированию. Эта книга, изданная в 1991 году, стала культовой в инвестиционном сообществе и широко признается как одна из наиболее влиятельных книг о финансах и инвестициях.

Кларман славится своим осторожным и рациональным подходом к инвестированию, а также своей способностью найти ценность там, где другие могут ее не замечать. Его команда в Vaupost Group известна своими глубокими аналитическими навыками и тщательным подходом к оценке активов, что позволяет им успешно управлять портфелем в самых разнообразных рыночных условиях.

Уоррен Баффет – известный американский инвестор, филантроп и предприниматель, часто называемый "Оракулом из Омахи" за его финансовый успех и инвестиционную мудрость. Он является председателем и CEO Berkshire Hathaway, одной из крупнейших инвестиционных компаний в мире. Баффет известен своим подходом к ценовому инвестированию, основанному на поиске недооцененных активов с долгосрочной перспективой.

Команда Баффета в Berkshire Hathaway включает в себя множество опытных инвесторов и руководителей, которые работают с ним на протяжении многих лет. Они совместно принимают решения по инвестициям и управлению портфелем компании. Кроме того, Баффет часто делится своими знаниями и опытом с другими членами команды, что способствует их развитию как инвесторов.

Важно отметить, что культура Berkshire Hathaway в основном строится на долгосрочных взглядах, честности и принципах ценности. Баффет и его команда придерживаются консервативного подхода к управлению активами и предпочитают инвестировать в компании с устойчивыми фундаментальными показателями и сильным руководством.

Информация о Уоррене Баффете и Berkshire Hathaway широко доступна в финансовых изданиях, биографиях и интервью, а также на официальных веб-сайтах компании и других источниках.

Следует отметить, что в последние 5 лет доходность Berkshire Hathaway близка к доходности индекса SP500. Это подтверждает гипотезу эффективного рынка при капиталовложении 500 – 700 миллиардов долларов.

Можно отметить, что с 1972 по 1974 год индекс Баффета пережил падение с 85% до 38%, что свидетельствовало о кризисе в эти годы. Также можно заметить заметные падения с 1999 по 2002 год (на 46.9%), с 2007 по 2008 год (на 39.8%) и падение с 2021 по 2022 год (на 30.8%). Следовательно, можно сделать промежуточный вывод, что большинство крупных падений можно предсказать по индексу Баффета. Они приводили к макроэкономическим кризисам. Характеристикой всех рецессий является то, что индекс достигает пика в год кризиса, затем происходит резкое падение и восстановление. В 2021 году индекс Баффета находился на уровне 210%, что свидетельствовало о сильной перегретости рынка. Однако в 2022 году индекс Баффета составил 145,7%, что может свидетельствовать о

резком охлаждении рынка из-за уменьшения капитализации компаний на 21% и ростом ВВП, связанным с ростом номинального ВВП.

Несмотря на это, в 2023 году индекс Баффета снова разогрелся до 176,5% по причине повешения стоимости SP500 в 2023 году. Следовательно, прогноз о вложениях в предыдущем году оказался верным. Для анализа прогноза рынка на текущий год проведём анализ графиков.

Графики ВВП, ОРК и индекса Баффета представлены ниже:

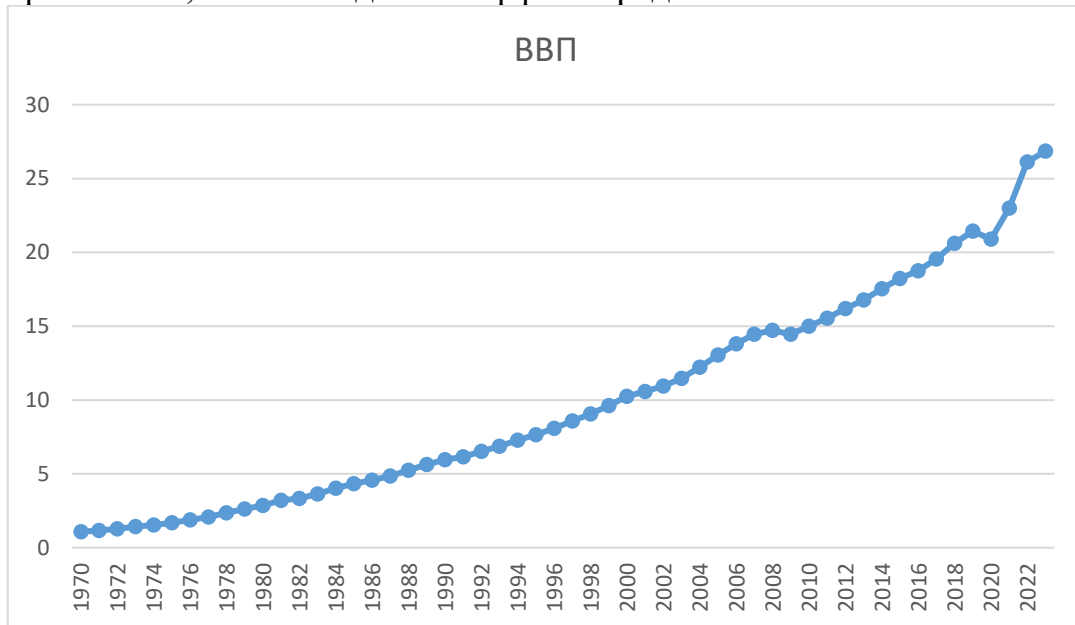


Рис.1. График изменения ВВП США, в трлн. дол.

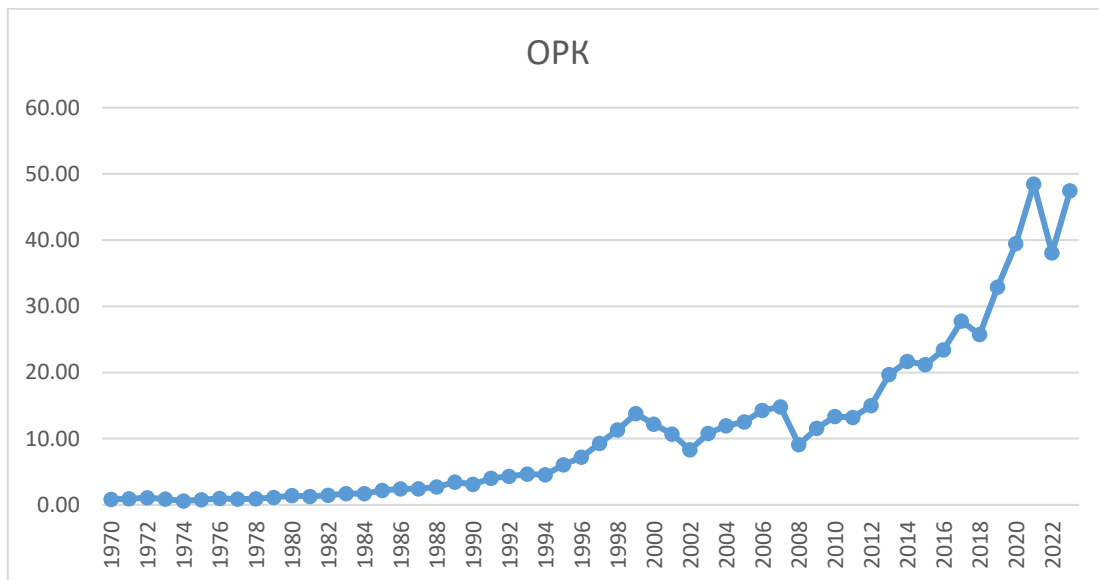


Рис. 2. График изменения уровня капитализации 500 крупнейших компаний США, в трлн. дол.

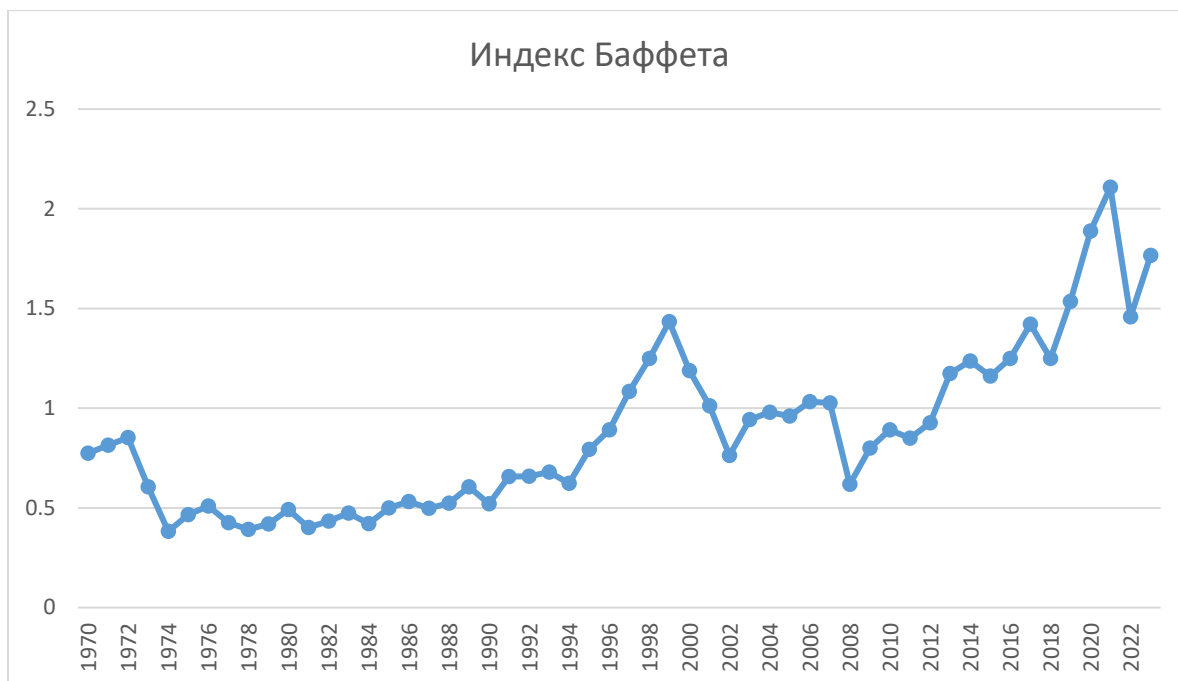


Рис.3. График изменения индекса Баффета.

Для более точного анализа поведения экономики относительно индекса Баффета используют линии тренда. Построим линейную регрессию.

Уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$y_i = b_0 + b_1x$$

Где коэффициенты b_0 и b_1 рассчитываются по формулам:

$$b_0 = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b_1 = \frac{\sum y_i - a\sum x_i}{n}$$

Для расчетов вместо годов по оси абсцисс будем использовать их порядковые номера от 1 до 54:

$$x_{1970} = 1$$

⋮

$$x_{2023} = 54$$

Подставив значения индекса Баффета получим следующее уравнение:

$$y = 0,0208x + 0.3042$$

Однако в случае использования линейной регрессии для анализа изменений в динамике цен на акции может быть не учтено влияние изменяющихся условий на рынке и нелинейных факторов, которые могут влиять на цену акций. Для более точного анализа будем использовать экспоненциальную регрессию, которая учитывает эти факторы и позволяет

более точно оценить изменения в динамике цен на акции и сделать более точные прогнозы на будущее

Производим преобразования для построения экспоненциальной линии тренда:

$$y = ae^{bx}$$
$$\ln y = \ln a + bx$$
$$\ln y = y_1; \ln a = a_1$$
$$y_1 = a_1 + bx$$

Подставив все необходимые значения получим:

$$y_1 = -0,882 + 0,0236x$$
$$y = e^{-0,882} * e^{0,0236x}$$

Построив линейную (на графике представлена красным цветом) и экспоненциальную (на графике представлена зелёным цветом) линии тренда будем иметь следующий график:

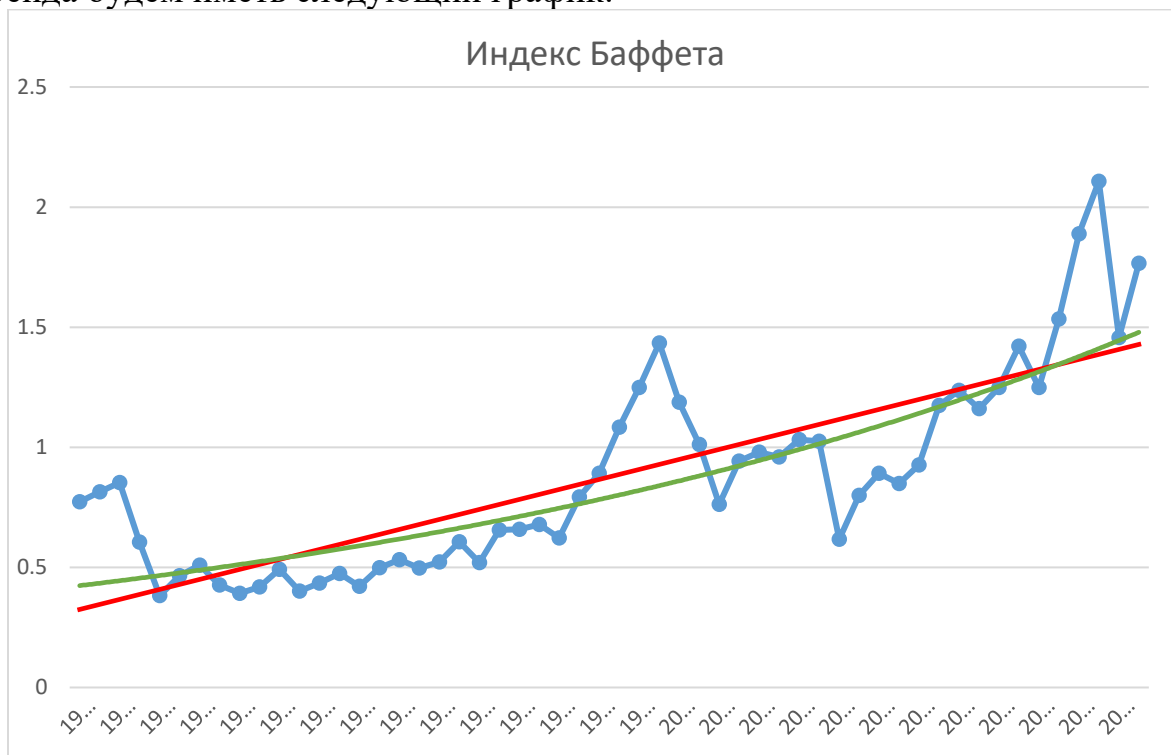


Рис.4. График изменения коэффициента индекса Баффета с линиями тренда.

Проанализировав график индекса Баффета можно сделать вывод, что этот индекс помогает отследить уровень переоцененности или недооцененности акций на рынке в целом. Высокий уровень указывает на переоценённость рынка и риск его обвала в будущем. Низкий же указывает на недооценённость и даёт сигнал на возможность выгодного вложения в акции различных компаний.

На протяжении трёх последних лет рынок, согласно индексу Баффета, был переоценен, и индекс начинает снова расти. Это может указывать на

повышенный риск для инвесторов, так как в переоцененном рынке вероятность коррекции или даже кризиса увеличивается.

В 2023 рынок был менее перегрет и находился в равновесном состоянии. За год индекс вырос на 21.19% что говорит о большей перегретости рынка.

Оценивая данные показатели, можно сделать вывод, что вложения в текущий период времени в индексный фонд могут стать большим риском для инвесторов.

Литература

1. Federal Reserve Economic Data [Электронный ресурс] : Wilshire 500 Full Cap Price Index. – Режим доступа: <https://fred.stlouisfed.org/series/SP500>. – Дата доступа: 21.03.2024.

2. The Balance [Электронный ресурс] : US GDP by Year. – Режим доступа: <https://www.thebalance.com/us-gdp-by-year-3305543>. – Дата доступа: 21.03.2024.

3. Bureau of Economic Analysis [Электронный ресурс] : Gross Domestic Product, Fourth Quarter and Year 2022. – Режим доступа: <https://www.bea.gov/news/2023/gross-domestic-product-fourth-quarter-and-year-2022-advance-estimate>. – Дата доступа: 21.03.2024.

4. IMF blog [Электронный ресурс] : The Great Lockdown: Worst Economic Downturn Since the Great Depression. – Режим доступа: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2020/04/14/blog-weo-the-great-lockdown-worst-economic-downturn-since-the-great-depression>. – Дата доступа: 28.03.2024.

5. Симачев Ю.В. Оценка влияния кризиса, связанного с пандемией COVID-19, на отрасли российской экономики и их посткризисное развитие: М., 2021.

6. Investing [Электронный ресурс] : Уровень безработицы в США. Режим доступа: <https://ru.investing.com/economic-calendar/unemployment-rate-300?ysclid=lfqe1ev13p647192116>. Дата доступа: 30.03.2024.

7. Investing [Электронный ресурс] : Индекс потребительских цен (ИПЦ) в США (г/г). Режим доступа: <https://ru.investing.com/economic-calendar/cpi-733?ysclid=lfqe1txkk188026782>. Дата доступа: 30.03.2024.

8. Russia Today [Электронный ресурс] : «Самый настоящий пузырь»: как в США начался мировой финансовый кризис 2008 года. Режим доступа: <https://russian.rt.com/business/article/554572-10-let-recessiya-lehman-brothers?ysclid=lfqfjkdyx9703616191>. Дата доступа: 30.03.2024.

9. Moneymakerfactory [Электронный ресурс] : Ипотечный кризис в США 2007–2008 гг. Причины, последствия, методы преодоления. Режим доступа: <https://moneymakerfactory.ru/spravochnik/krizis-ssha-2008/?ysclid=lfqfplh7gd878041822>. Дата доступа: 30.03.2024.

10. InvestProfit [Электронный ресурс] : Нефтяной кризис 1973: как это было. Режим доступа: <https://investprofit.info/oil-crise-1973/?ysclid=lfqdwgt3in81126117>. Дата доступа: 30.03.2024.

11. Люди [Электронный ресурс] : Сет Кларман. Режим доступа: https://www.peoples.ru/undertake/finans/seth_klarman/. Дата доступа: 30.03.2024.

12. Финам [Электронный ресурс] : Ипотечный кризис в США: причины и следствия. Режим доступа: <https://www.finam.ru/publications/item/ipotechnyy-krizis-v-ssha-prichiny-i-sledstviya-2021-11-04-02-41/>. Дата доступа: 27.03.2024.

13. Forbes [Электронный ресурс] : Как зарабатывать состояния во время войн и мировых кризисов: советы гуру инвестиций. Режим доступа: <https://www.forbes.ru/finansy/452547-kak-zarabatyvat-sostoania-vo-vrema-vojn-i-mirovyh-krizisov-sovety-guru-investicij>. Дата доступа: 28.03.2024.

14. РБК Инвестиции [Электронный ресурс] : В чем была суть финансового кризиса 2008 года и повторится ли он сейчас. Режим доступа: <https://quote.rbc.ru/news/article/6411a0d49a7947ffe0f014fe>. Дата доступа: 28.03.2024.

15. Medium [Электронный ресурс] : Уоррен Баффет. Лучший инвестор в мире. Режим доступа: <https://medium.com/@followtrader/уоррен-баффет-лучший-инвестор-в-мире-17ecb8c8d07a>. Дата доступа: 27.03.2024.

УДК 51-74

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Праслов К.Д., Косов А.А.

Научные руководители:

Королёва М.Н., старший преподаватель кафедры ВМ,

Воюш Н.В., старший преподаватель кафедры РТС

В данной статье рассмотрим технический расчёт вероятностных процессов, происходящих во время эксплуатации червячного одноступенчатого редуктора при известных значениях диагностических параметров изменения отдельных его компонентов, наблюдение за которыми ведётся по дереву вероятностей ФТА. Целью является определение наработки объекта с момента технического диагностирования его состояния до достижения им предельного состояния с заданной вероятностью безотказной работы. Также в настоящей работе показана возможность применения вероятностных методов при анализе надежности работы изделий машиностроения, на примере определения остаточного

ресурса редуктора. Это позволит вовремя сделать техническое заключение о степени работоспособности механизма.

Проблематика данной статьи состоит в подборе технических решений в машиностроении для достаточно точного прогнозирования степени выработки ресурса всей технической системы и отдельного её компонента на примере червячного редуктора. Основной метод решения задачи по обеспечению точности расчётов состоит в привлечении специального математического вероятностного аппарата, включающего многоступенчатое дерево вероятностей ФТА. Мы располагаем сведениями о значениях диагностических параметров, таких как допускаемые контактные напряжения стенок редуктора, червяка и червячного колеса. Также имеет место расчёт срока службы всей системы. В данной статье мы бы хотели рассмотреть сферы с наиболее перспективным ростом внедрения и развития теории вероятности, отметить как явные положительные аспекты, так и недостатки.

Прогнозирование поведения объекта проводится следующими методами:

1. моделированием, т.е. исследованием физической модели объекта, деградиционных процессов, математическим (машинным) экспериментом аналитической модели;

2. методом аналогий поведения объекта с поведением других объектов в данных условиях эксплуатации.

Определение остаточного ресурса потенциально опасного объекта осуществляется на основе статистического метода, так как не представляется возможным проводить постоянный контроль его параметров. Также имеющаяся информация поможет в прогнозировании его технического состояния по определяющим параметрам до достижения ими предельного значения. Хотя в общем случае выбор метода прогнозирования остаточного ресурса должен обосновываться точностью и достоверностью полученных данных, а также требованиями точности и достоверности прогнозируемого ресурса объекта.

Для того, чтобы корректно переносить оценить остаточный ресурс и предел устойчивости изделия, необходимо создать систему чёткой взаимосвязи между процентной вероятностью и механическими характеристиками исследуемого объекта. Предлагается за основу взять систему зависимостей вероятностей отказа деталей от допускаемых контактных напряжений и максимальным числом рабочих циклов. Таким образом выполнение данной задачи делится на 3 этапа: оценка характера возникновения потенциальных повреждений и дальнейшее составление древа вероятностей, расчёт числа циклов с помощью контактных напряжений с учётом информации с датчика деформации, подсчёт вероятностей отказов и общее заключение о годности деталей.

На первом этапе выявляем наиболее опасные участки червячного редуктора в плане скорейшего разрушения. Выбранные места – червяк и червячное колесо. Выясняем самую частую причину их выхода из строя – излом венцов и зубьев. Имея все данные, строим ФТА.

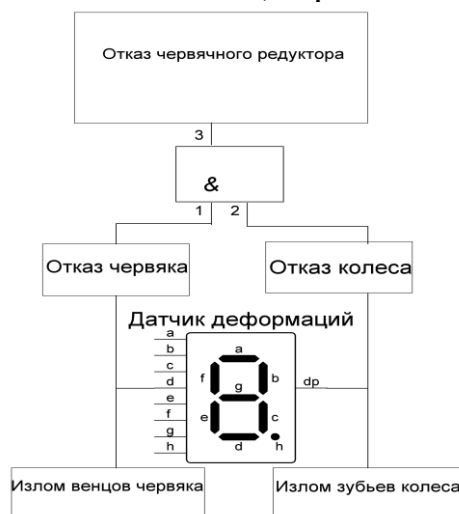


Рис.1. Дерево вероятностей ФТА

Далее проводим расчёт числа циклов нагружения червяка и зубчатого колеса. Данные о контактных напряжениях для обоих типов деталей мы получаем, анализируя сигналы с датчика деформации, в состав которого включены чувствительные элементы на основе тензо-резисторов.

Сигналы с датчика преобразуются в числовую последовательность и далее подсчитываются значения напряжений согласно закону Гука, где величины μ и ρ выводятся из характера смятия поверхности материала.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{y}{\rho}$$

Полученные значения величин контактных напряжений для червяка и колеса составили: $\sigma_{H1} = 835$ МПа, $\sigma_{H2} = 580,9$ МПа.

Далее представлена формулы расчётов числа циклов всего червячного редуктора (1), червяка (2), зубчатого колеса (3):

(1) $N_0 = 573 * \omega * t \approx 170000$, где ω - угловая скорость выходного вала редуктора, t - кол-во часов в смене (примем равным 8).

(2) $N_{H1} = 0,78^6 * 17000000 \approx 3800000$

(3) $N_{H2} = 1,06^6 * 17000000 \approx 2400000$.

Далее проводим подсчёт вероятностей отказов каждой детали в отдельности:

$$P_1 = \frac{\text{Количество циклов в смену}}{\text{Количество циклов за весь срок}}$$

$$P_2 = \frac{\text{Количество циклов в смену} * \text{Количество заходов червяка}}{\text{Количество циклов за весь срок}} = P_{\text{черв}} = \frac{170000 * 2}{380000} = 0.89 \quad - \quad \text{для}$$

червяка;

$$P_3 = \frac{\text{Количество циклов в смену} * \text{Количество зубьев колеса}}{\text{Количество циклов за весь срок}} =$$

$$P_{\text{колес}} = \frac{170000 * 10}{2400000} = 0.7083 \quad - \quad \text{для зубчатого колеса.}$$

Исходя из анализа полученных данных, делаем вывод о возможности дальнейшей эксплуатации объекта исследования: в соответствие с заявленными в паспорте устройства данными об остаточном ресурсе, система готова к дальнейшему функционированию.

Литература

1. Чернавский С.А. «Проектирование деталей машин»/ Сборник книг по ПТМ и ДМ/ (1987 г.) – Москва: «ЭнергоАтомИздат», 1987 г. - С 8-11
2. А.В. Александров, Потапов В.Д., Б.П. Державин «Сопроотивление материалов»/(1980 г.) – Москва: «Высшая Школа», 2003 г. – С. 496-501
3. Ширяев А.Н. Вероятность. В 2-х книгах. – М., Изд-во МЦНМО, 2004. Кн.1 – 520 с. Кн2 – 408 с. 3-е изд., перераб. и доп
4. Остаточный ресурс – сайт. – URL:<https://cyberleninka.ru/article> (дата обращения: 05.04.2024)

УДК 517.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЛИЧЕСТВА БАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ТЕСТИРОВАНИИ ПО МАТЕМАТИКЕ, ОТ БАЛЛА АТТЕСТАТА

Гонтарев С.А., Левданский А.А.

Научный руководитель – Чепелев Н.И., к. ф.-м. н., доцент

В математической статистике функциональная зависимость между случайными величинами встречается редко. Обычно между случайными величинами возникает статистическая связь, при которой изменение одной из величин ведет к изменению распределения другой. В частности, если изменение одной величины ведет к изменению среднего значения другой величины, то такая статистическая зависимость называется корреляционной.

Так как одной из основных задач математической статистики является определение существования зависимости между случайными величинами и

определение уравнения этой зависимости, мы можем использовать данные исследования для определения зависимости количества баллов, полученных на централизованном тестировании по математике, от балла аттестата. Для проведения статистических исследований применим выборочный метод.

Для нахождения данной зависимости рассмотрим двумерную случайную величину $(X; Y)$, выборка из которой объемом $n=40$ приведена в таблице (рис.1). За X принимаем средний балл аттестата, а за Y –количество баллов, полученный на ЦТ по математике. Для нахождения зависимости среднего значения одной случайной величины от значений второй случайной величины (корреляционной зависимости) следуем алгоритму.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
x_i	88	86	93	89	84	83	85	75	82	87	80	69	93	92	92	82	86	91	93	75
y_i	57	56	65	64	50	56	51	50	58	51	54	57	68	53	54	60	56	45	69	34
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
x_i	86	77	82	84	72	83	82	93	88	83	86	86	87	83	86	96	91	76	84	93
y_i	57	39	48	48	51	76	56	51	58	74	43	40	67	50	43	77	53	51	60	58

Рис.1. Выборка из двумерной случайной величины

По данным выборки вычисляем выборочные средние случайных величин \bar{x}_B, \bar{y}_B , выборочные средние квадратические отклонения случайных величин σ_x, σ_y и среднее значение произведения случайных величин \overline{XY} . Подставив значения из выборки, получим:

$$\begin{aligned} \bar{x}_B &= 85,075, \bar{y}_B = 55,2; \\ \overline{x^2} &= 7275,475, \overline{y^2} = 3138,05, D_x = 37,7194, D_y = 91,01; \\ \sigma_x &= 6,14, \sigma_y = 9,54; \overline{XY} = 4717,3. \end{aligned}$$

Вычисляем выборочный коэффициент корреляции: $r_B = \frac{\overline{XY} - \bar{x}_B \bar{y}_B}{\sigma_x \sigma_y} = 0,36$.

Если выборочный коэффициент корреляции равен 0, то случайные величины независимы, если же $r_B \neq 0$, то случайные величины коррелированы. Так как r_B вычислен по данным выборки, которая имеет конечное число вариантов, и если $r_B \neq 0$, то коэффициент корреляции исходной совокупности r может быть равен 0. Поэтому проверяем гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции исходной совокупности. Для этого вычисляем статистику $T_{\text{набл}} = \frac{r_B \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_B^2}} = 2,38$.

По таблице критических точек распределения Стьюдента по уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $\nu = n - 2 = 38$ находим $t_{\text{кр}} = t\left(\frac{\alpha}{2}; \nu\right) = t(0,025; 38) = 2,021$.

Если $|T_{\text{набл}}| < t_{\text{кр}}$, то нет оснований отвергать гипотезу, т.е. коэффициент корреляции исследуемой совокупности $r = 0$, если $|T_{\text{набл}}| > t_{\text{кр}}$, то

выдвинутую гипотезу отвергают, т.е. $r \neq 0$. В нашем примере получилось, что $|T_{\text{набл}}| > t_{\text{кр}}$, из чего следует, что случайные величины коррелированы.

Определим вид зависимости среднего значения одной случайной величины от значений второй случайной величины. Для этого расположим точки с координатами $(x_i; y_i)$ на корреляционном поле (рис. 2).

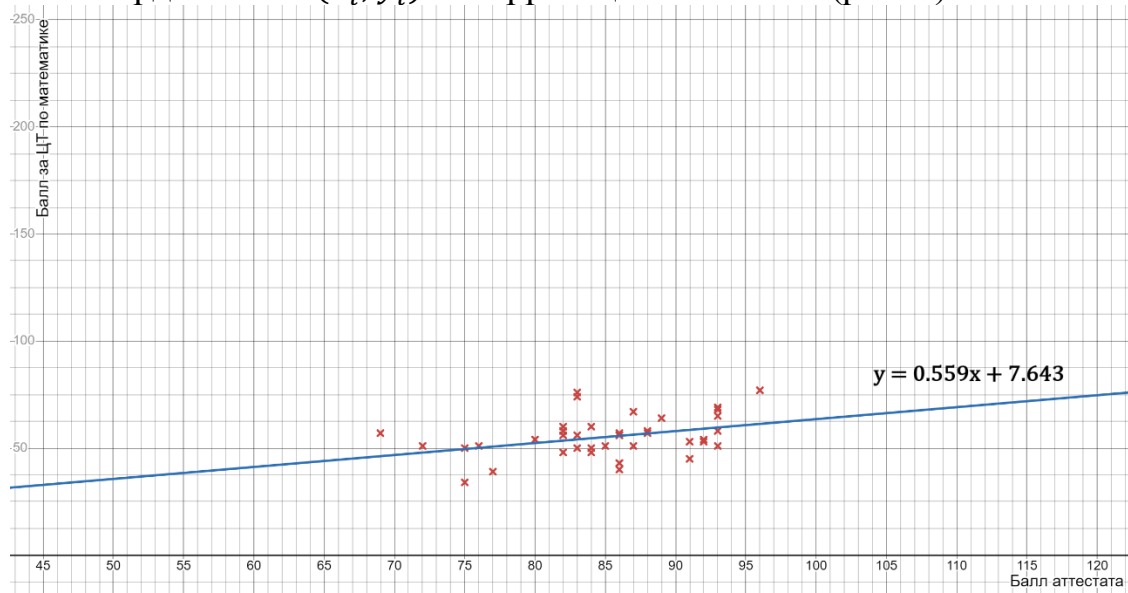


Рис. 2. Корреляционное поле

Так как точки группируются около прямой линии, то можно предположить, что между случайными величинами существует линейная зависимость.

Определяем зависимость с помощью уравнения линейной регрессии, которое имеет вид:

$$\bar{y}_x - \bar{y}_B = r_B \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}_B)$$

Подставив вычисленные данные, получим:

$$\bar{y}_x = 0,559x + 7,643$$

Прямая регрессии изображена на (рис. 2).

Из выше сказанного можно сделать следующие выводы:

- между случайными величинами существует линейная зависимость;
- уравнение зависимости имеет вид: $\bar{y}_x = 0,559x + 7,643$;
- полученное уравнение можно использовать для прогнозирования количества баллов, полученных на централизованном тестировании по математике, от балла аттестата.

УДК 378.016:51

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО
СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОМУ
АНАЛИЗУ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**

Петрущенко А.А., Цеханович П.А.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры
«Высшая математика»

В статье рассматривается эффективность использования информационных технологий для решения различных математических задач IT-специальностей; представлены примеры заданий, созданных с помощью информационных технологий. Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) считаются мощным инструментом изменений и реформ в образовании [2]. Несколько предыдущих исследований показали, что правильное использование ИКТ может повысить качество образования и связать обучение с реальными жизненными ситуациями [2]. ИКТ помогают преобразовать среду обучения в среду, ориентированную на обучающегося [3].

По мнению студентов, обучающихся по специальностям «Программная инженерия» и «Информационные системы и технологии», графические приложения могут визуализировать математические концепции, что помогает в понимании и исследовании математических задач. Приложения для совместной работы позволяют работать вместе над математическими задачами, обмениваться данными и результатами, делая процесс работы более эффективным и продуктивным. Важным преимуществом таких приложений является способность многосторонней коммуникации среди студентов. Различные интерактивные приложения (далее – ИП) могут сделать обучение интереснее, что, в свою очередь, может привлечь студентов к обучению. ИП создают наилучшие условия для обучающихся, что повысит уровень образования и их заинтересованность к обучению.

По мнению авторов, интерактивное информационное сопровождение – совокупность программ и приложений, которые предлагают задания, упражнения и головоломки, позволяющие обучающимся осваивать новые математические утверждения (теоремы, свойства, леммы и др.) и применять их на практике в интерактивной форме.

Информационные технологии вносят большой вклад в процесс обучения и предоставляют множество возможностей как для учеников, так и для преподавателей. Приведём примеры некоторых основных способов, как ИТ помогают в обучении:

1. Доступ к обширным онлайн-ресурсам и базам знаний, таким как электронные библиотеки, образовательные веб-сайты и онлайн-курсы.
2. Мультимедийные средства обучения, такие как видео, анимации, симуляции и интерактивные презентации, которые делают процесс обучения более наглядным и увлекательным.
3. Дистанционное обучение и онлайн-курсы позволяют учиться из любой точки мира, когда удобно студентам.
4. Электронные системы управления обучением (LMS) помогают организовать и отслеживать учебный процесс, предоставлять материалы и задания, а также проводить оценку знаний [4].
5. Адаптивное обучение с использованием алгоритмов машинного обучения помогает персонализировать процесс обучения под потребности каждого студента.

Адаптивное обучение – это педагогический подход, использующий технологии для персонализации процесса обучения под индивидуальные потребности, предпочтения и уровень каждого обучающегося. Основная идея адаптивного обучения заключается в том, чтобы автоматически подстраивать учебный материал, порядок тем, темп изложения и способ подачи информации в зависимости от прогресса, сильных и слабых сторон конкретного студента. В рамках реализации основных подходов адаптивного обучения нами создан сайт, предусматривающий возможности для самостоятельного изучения математического анализа [5].

Адаптивное обучение повышает вовлечённость и мотивацию студентов, улучшает результаты обучения и позволяет преподавателям более эффективно управлять большими группами учащихся с разным уровнем знаний.

Литература

1. Fu, J. S. (2013). ICT in education: A critical literature review and its implications. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 9(1), 112–125. <https://www.learntechlib.org/p/111900/>.
2. Goktas, Y., Yildirim, Z., & Yildirim, S. (2009). Investigation of K-12 teachers' ICT competencies and the contributing factors in acquiring these competencies. *The New Educational Review*, 17(1), 276–294 <https://hdl.handle.net/11511/72699>.
3. Sanchez, J., & Education, E. A.-C. (2011). Teachers' opinion survey on the use of ICT tools to support attendance-based teaching. *Elsevier*, 56(3), 911–915. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.11.005>.
4. Lu, Z., Hou, L., ICT, X. H. E., & U, D. (2010). A research on a student-centred teaching model in an ICT-based English audio-video speaking class.

УДК 621.316.91

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ РЕЛЕ МОЩНОСТИ

Степанов Д.А.

Научный руководитель – Кленовская И.С., старший преподаватель

Различные полупроводниковые устройства, такие как диоды, тиристоры, транзисторы, симисторы и многие другие, уже давно находят применение во всевозможных областях техники для коммутации электрических цепей. Полупроводниковая революция также коснулась и реле. На сегодняшний день имеется возможность создавать достаточно мощные и стойкие коммутаторы уже и на полупроводниках.

Реле мощности представляет собой электрическое реле, которое рассчитано на срабатывание при определенных значениях мощности внешней цепи. На данный момент различные разновидности полупроводниковых реле мощности изготавливают многие промышленные предприятия. Рассмотрим более подробно одну из возможных реализаций данного реле на базе микроэлектронных компонентов (рис. 1).

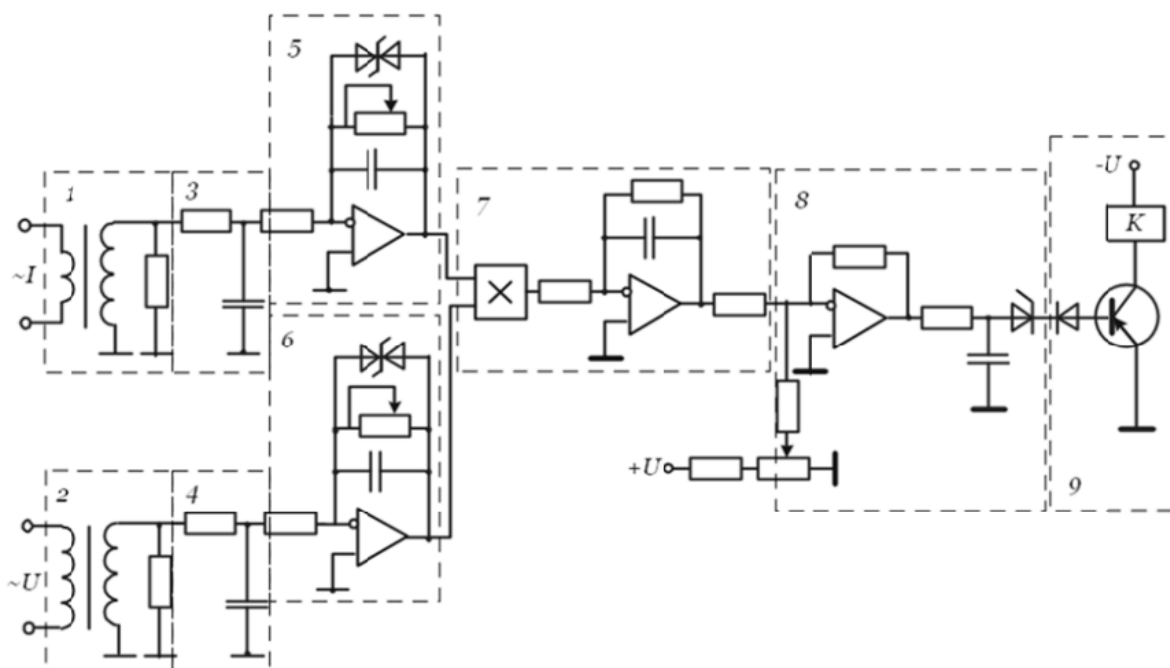


Рис. 1. Принципиальная схема полупроводникового реле мощности

Данное реле состоит из входных преобразователей тока 1 и напряжения 2; двух фильтров низких частот 3 и 4; усилителей-ограничителей 5, 6; детектора знака активной мощности 7, который реализован на основе таких элементов, как интегратор и перемножитель; порогового элемента 8, изготовленного на компараторе; исполнительного блока 9.

Через входные преобразователи реле мощности на фильтры низких частот поступают необходимые данные о токе и напряжении управляемого объекта. Затем происходит формирование желаемых амплитудно-частотных характеристик каналов тока и напряжения с помощью ранее упомянутых усилителей-ограничителей и фильтров низких частот. С использованием перемножителя и интегратора сигналы, которые подаются на входы детектора знака активной мощности, должны превратиться в сигнал, пропорциональный активной мощности.

Как правило, в случае появления какой-либо неисправности на напряженческий вход данного реле подаётся определенный сигнал, который можно описать следующим выражением:

$$U(t) = U_0 + U_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + U_{2m} \sin(2\omega t + \psi_2) + \dots + U_{nm} \sin(n\omega t + \psi_n), \quad (1)$$

где U_0 – постоянная составляющая; U_{1m} – амплитуда первой гармоники; U_{2m}, \dots, U_{nm} – амплитуды последующих гармоник; ψ_1, \dots, ψ_{1n} – начальные фазы соответствующих гармоник.

Электрический сигнал, который поступает на токовый вход, можно представить следующим образом:

$$I(t) = I_0 + I_{1m} \sin(\omega t + \psi_1 - \varphi_1) + \dots + I_{nm} \sin(n\omega t + \psi_n - \varphi_n), \quad (2)$$

где $\varphi_1, \dots, \varphi_n$ – углы сдвига между гармониками тока и напряжения.

Среднюю мощность в цепи контролируемого объекта можно определить по следующей формуле:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T U(t)I(t)dt = \frac{1}{T} \int_0^T (U_0 + U_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + \dots + U_{nm} \sin(n\omega t + \psi_n)) \cdot (I_0 + I_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + \dots + I_{nm} \sin(n\omega t + \psi_n))dt. \quad (3)$$

После перемножения многочленов получим сумму интегралов, которые можно разделить на 5 групп. В первую группу входит один интеграл, имеющий вид:

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_0 I_0 dt = U_0 I_0. \quad (4)$$

Во вторую группу войдут интегралы, содержащие произведение синусоид одинаковой частоты:

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_{km} I_{km} \sin(k\omega t + \psi_k) \sin(k\omega t + \psi_k - \varphi_k) dt = U_{km} I_{km} \cos \varphi_k. \quad (5)$$

Во третью группу войдут интегралы, содержащие произведение синусоид различной частоты:

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_{km} I_{lm} \sin(k\omega t + \psi_k) \sin(l\omega t + \psi_l - \varphi_l) dt = 0. \quad (6)$$

В четвёртую группу войдут интегралы следующего вида:

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_0 I_{km} \sin(k\omega t + \psi_k - \varphi_k) dt = 0. \quad (7)$$

В пятую группу войдут интегралы следующего вида:

$$\frac{1}{T} \int_0^T I_0 U_{km} \sin(k\omega t + \psi_k) dt = 0. \quad (8)$$

В результате средняя мощность в цепи некоторого защищаемого объекта определяется следующим выражением:

$$P = U_0 I_0 + U_1 I_1 \cos \varphi_1 + U_2 I_2 \cos \varphi_2 + \dots + U_n I_n \cos \varphi_n. \quad (9)$$

После перемножителя и интегратора сигнал по знаку определяется направлением тока в цепи. Также он становится пропорциональным активной мощности.

Полупроводниковым реле мощности свойственны большая чувствительность и высокая точность. Они требуют меньших затрат при эксплуатации, а также обладают меньшей потребляемой мощностью, по сравнению с индукционными реле.

Литература

1. Полупроводниковые реле[Электронный ресурс] / Полупроводниковые реле. Виды, устройство и принцип работы. – Режим доступа:

<https://electricalschool.info/spravochnik/apparaty/1876-poluprovodnikovye-rele-vidy-ustrojstvo.html>. – Дата доступа: 02.05.2024.

2. Копьев, В.Н. / Релейная защита / В.Н. Копьев // Издательство Томского политехнического университета. – Томск, 2011. – С. 60 – 62.

УДК 81.322

ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ В КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Поляков Н.П.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры
«Высшая математика»

В нашем информационном веке, где мгновенный обмен данными и связь стали неотъемлемой частью повседневной жизни, эффективное функционирование коммуникационных сетей становится вопросом первостепенной важности. Коммуникационные сети являются основой современной информационной инфраструктуры, обеспечивая передачу данных между различными устройствами и системами по всему миру. Они не только поддерживают социальные связи и деловые процессы, но и обеспечивают функционирование критически важных систем, таких как медицинские учреждения, финансовые институты и государственные учреждения. Однако, с увеличением размеров и сложности сетей возникают новые вызовы, которые требуют новых подходов к их анализу и управлению. Именно здесь теория множеств может предложить ценные инструменты и методы для решения этих проблем.

Теория множеств представляет собой фундаментальную область математики, изучающую свойства и отношения множеств, которые являются абстрактными коллекциями объектов[1]. В ее основе лежит ряд базовых понятий и операций, позволяющих определять и работать с множествами.

Коммуникационные сети представляют собой системы, обеспечивающие передачу данных и обмен информацией между различными устройствами и компьютерами. Они служат основой для современной информационной инфраструктуры, обеспечивая связь между людьми, компаниями и государствами. Коммуникационные сети могут быть разделены на различные типы в зависимости от их масштаба, технологии передачи данных и охвата.

Коммуникационные сети могут быть классифицированы по различным критериям, таким как масштаб (локальные, глобальные), топология (звезда,

кольцо, сеть), технология передачи данных (проводная, беспроводная) и тип протоколов (TCP/IP, Ethernet, Wi-Fi).

Теория множеств находит применение в различных областях науки и техники. В контексте коммуникационных сетей, концепции и методы теории множеств могут быть использованы для анализа и оптимизации различных аспектов сетевой инфраструктуры.

Примерами применения теории множеств в коммуникационных сетях могут включать анализ и моделирование структуры сетей, оптимизацию маршрутизации данных и управление ресурсами сети на основе множественных условий и ограничений.

Теория множеств может быть применена в следующих областях коммуникационных сетей:

- В моделирование сетевых структур: множества могут быть использованы для представления узлов, связей и других элементов сети, а также для описания их взаимосвязей, что позволяет создавать формальные модели сетевых топологий и анализировать их с помощью методов теории множеств.

- Анализ трафика и обнаружение аномалий: множества могут быть использованы для представления потоков данных в сети, где анализ этих потоков с помощью методов теории множеств позволяет выявлять аномалии в сетевом трафике, такие как атаки или необычные паттерны поведения, что поможет обеспечить безопасность сети и защитить ее от вредоносных действий.

- В оптимизации маршрутизации: теория множеств может быть использована для анализа возможных путей передачи данных и определения оптимальных маршрутов на основе различных критериев, таких как пропускная способность и задержка.

- В управлении ресурсами сети: методы теории множеств могут помочь в управлении выделением ресурсов сети, определении приоритетов и распределении нагрузки для обеспечения более эффективного использования сетевых ресурсов.

Применение теории множеств в коммуникационных сетях позволяет создать формальные модели и методы анализа, которые помогают улучшить производительность, надежность и безопасность сетевой инфраструктуры, что делает эту область исследований важной и перспективной для дальнейших разработок и применений.

В качестве программных реализаций работы в области коммуникационных сетей с применением теории множеств, можно использовать:

- MATLAB и Simulink – это программное обеспечение, предоставляющее мощные инструменты для моделирования и симуляции различных аспектов коммуникационных сетей, которые позволяют

использовать функции и операции теории множеств для анализа сетевых топологий, оптимизации маршрутизации данных и управления ресурсами сети.

- Wireshark – это инструмент для анализа сетевого трафика, который позволяет отслеживать и анализировать пакеты данных, передаваемые в сети, благодаря чему теорию множеств можно использовать для анализа различных характеристик сетевого трафика и выявления аномалий или необычных паттернов передачи данных.

- Cisco Packet Tracer – это симулятор сетевых устройств, который используется для обучения и тестирования сетевых конфигураций, с помощью которого можно создавать и анализировать различные сетевые топологии, применяя концепции теории множеств для оптимизации работы сети.

- NetworkX – это библиотека для работы с сетевыми структурами в языке программирования Python, которая предоставляет множество функций и методов для создания, анализа и визуализации сетевых графов, включая возможность использования операций теории множеств для работы с узлами и ребрами сети.

- Microsoft Visio – это программное обеспечение для создания схем и диаграмм, в том числе схем сетевых топологий, что позволяет использовать элементы и операции теории множеств для моделирования различных аспектов сети, а также и оптимизации ее структуры.

Рассмотрим пример использования теории множеств для оптимизации маршрутизации в компьютерной сети:

- Проблема: Рассмотрим сеть компьютеров в университете, где есть несколько кампусов и каждый кампус имеет свою собственную локальную сеть. Для обмена данными между кампусами необходимо определить оптимальные маршруты, чтобы минимизировать задержки и обеспечить эффективную передачу данных.

- Решение: Мы можем использовать теорию множеств для представления наборов путей между различными кампусами и оптимизации выбора этих путей при помощи библиотеки NetworkX в языке программирования Python (см. рисунок 1).

```

import networkx as nx

# Создаем граф сети
G = nx.Graph()

# Добавляем узлы (кампусы)
campuses = ["Кампус 1", "Кампус 2", "Кампус 3"]
G.add_nodes_from(campuses)

# Добавляем связи между кампусами (ребра)
G.add_edge("Кампус 1", "Кампус 2", weight=3)
G.add_edge("Кампус 1", "Кампус 3", weight=2)
G.add_edge("Кампус 2", "Кампус 3", weight=1)

# Оптимизация выбора маршрутов с использованием алгоритма Дейкстры
selected_routes = {}
for campus1 in campuses:
    for campus2 in campuses:
        if campus1 != campus2:
            shortest_path = nx.dijkstra_path(G, source=campus1, target=campus2)
            selected_routes[(campus1, campus2)] = shortest_path

# Вывод оптимизированных маршрутов
for route, selected in selected_routes.items():
    print(f"Оптимальные маршруты между {route[0]} и {route[1]}: {selected}")

```

Рис. 1. Решение задачи о оптимизации маршрутизации.

Литература

1. Каскевич, В.И. Элементы дискретной математики / В.И. Каскевич, А.П. Побегайло, В.А. Янцевич. – Минск: БГПА, 1998.

УДК 621.31

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ФУРЬЕ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Попок Б.А.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры
«Высшая математика»

Анализ Фурье – направление в анализе, основной идеей которого является представление (приближение) математической функции с помощью суммы тригонометрических функций. Анализ Фурье впервые упоминается математиком Жозефом Фурье в 1822г. в книге «Аналитическая теория тепла», в которой он рассказал, как анализировать сложные физические процессы путём разложения их на более простые.

Процесс анализа заключается в преобразовании функции (сигнала) времени в частотную область. Преобразование происходит через определение амплитуд и фаз гармонических составляющих разных частот. Для этого применяется преобразование Фурье, позволяющее перейти от

временного представления функции к её частотному представлению. Процесс разложения функции на колебательные компоненты называется анализом Фурье, обратный же процесс синтеза функции из колебательных компонентов называется синтезом Фурье. Анализ Фурье имеет множество применений в различных отраслях. Например, в комбинаторике, геометрии, статистике, обработке сигналов и цифровых изображений, акустике и различных отраслях физики.

Анализ Фурье в общем случае можно разделить на несколько вариантов:

1) Непрерывное преобразование Фурье

Под непрерывным преобразованием Фурье понимается такое преобразование непрерывной функции действительного аргумента, результатом которого будет являться непрерывная функция частоты, «называемая распределением частоты» (рис. 1). Данная функция получается путём «оборачивания» графика исходной функции относительно оси координат и последующего исследования расстояния между центром координат и «центром масс» обёрнутого графика (рис. 2). При данной операции одна функция переходит в другую ей соответствующую, а сама операция является обратимой.

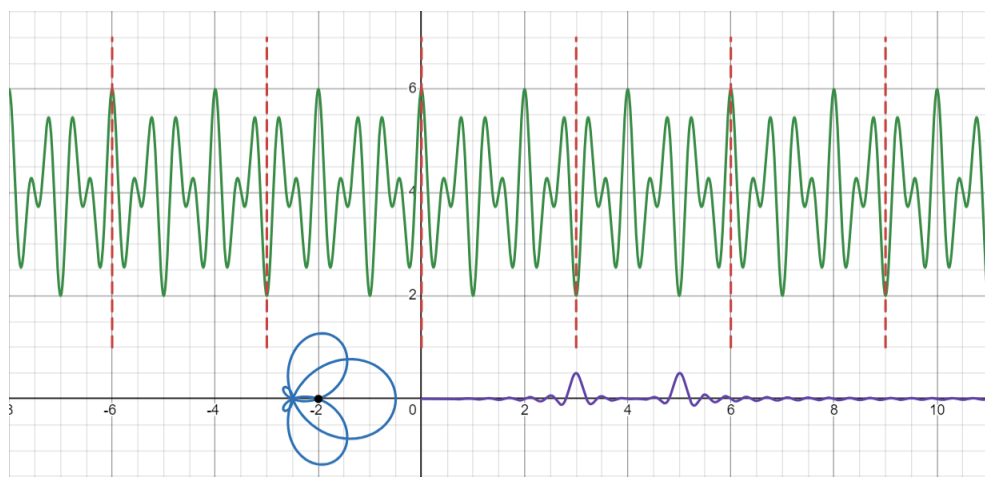


Рис. 1. «Оборачивание» графика функции $f(x) = \cos 5x + \cos 3x$ для частоты $\frac{1}{3}$ и распределение частоты для графика функции $f(x) = \cos 5x + \cos 3x$

Когда областью определения входной (начальной) функции является время (t), а областью определения исходной (финальной) функции является частота, преобразование функции $s(t)$ при частоте f задается следующим образом: $S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) * e^{-2ift} dt$.

Данное преобразование широко применяется в физике, акустике, при обработке сигналов и изображений и т. п.

2) Дискретное преобразование Фурье

Суть дискретного преобразования Фурье заключается в том, что любая дискретная последовательность значений функции может быть

представлена (приближена) в виде суммы гармонических функций различных частот.

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N}kn}.$$

Такое преобразование требует в качестве ввода дискретную функцию. Такую функцию получают путём дискретизации (выборки значений непрерывной функции через равные промежутки). Данное преобразование позволяет определить основные частотные компоненты сигнала, их частоту и фазу, а также производить обработку данных и фильтрацию сигнала. ДПФ широко применяется в алгоритмах цифровой обработки сигналов, электротехнике и других областях связанных с анализом дискретных сигналов.

3) Ряд Фурье

Ряд Фурье — это метод анализа периодических функций, который позволяет представить любую периодическую функцию в виде суммы бесконечного ряда гармонических функций (синусов и косинусов) с различными частотами и амплитудами. Принцип анализа через Ряд Фурье заключается в представлении функции f с периодом τ в виде ряда:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{+\infty} A_k \cos(k \frac{2\pi}{\tau} x + \theta_k), \text{ где } A_k \text{ — амплитуда } k\text{-го}$$

гармонического колебания, $k \frac{2\pi}{\tau} = k\omega$ — круговая частота гармонического колебания, θ_k — начальная фаза k -го колебания. Применение Ряда Фурье позволяет представлять и в последствии анализировать периодические функции при помощи гармонических компонент. Данный процесс находит широкое применение в инженерии, физике, обработке сигналов и других областях.

Практическим примером применения преобразования Фурье в электроприводе может служить следующая ситуация. Допустим, в приводе присутствует короткозамкнутый двигатель, на фазы которого поступает переменный ток определённой частоты, а также некоторый переменный ток помехи неизвестной частоты, задача состоит в определении частоты тока помехи. Для выполнения данной задачи может применяться непрерывное преобразование Фурье. Пусть изначальный ток имеет частоту 0,1 Гц, а сумма изначального тока и тока помехи представлена графиком. Посредством непрерывного преобразования Фурье определим частоту тока помех. На функции распределения частоты мы наблюдаем 2 пика один соответствует частоте изначального тока 0.1 Гц, а второй соответствует частоте тока помех и имеет значение 0.075 Гц. График суммы двух токов и график распределения частоты представлены на рисунке 2.

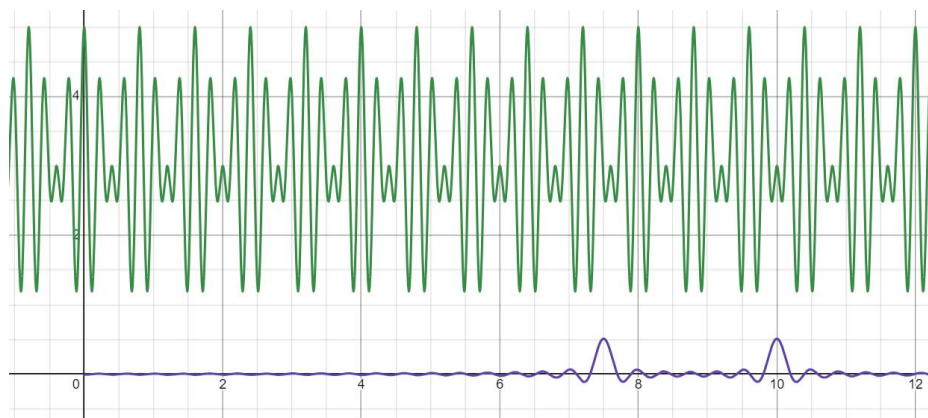


Рис. 2. Пример применения анализа Фурье при решении практической задачи

Таким образом преобразование Фурье находит широкое применение в самых различных сферах. В системах электропривода анализ Фурье может использоваться для оценки гармонических составляющих тока и напряжения, для диагностики неисправностей в электродвигателях, при проектировании систем электропривода анализ Фурье может использоваться для определения оптимальных параметров регуляторов и фильтров, и т. п.

УДК 004.942

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Поддубный А. В.

Научный руководитель — Воронович Г.К., к.т.н., доцент

Основным расчетным методом, позволяющим с большой точностью определять температурное и напряженное состояния в детали любой конфигурации при любых условиях нагружения в настоящее время является метод конечных элементов (МКЭ), который относится к категории сеточных вариационных методов. Основная идея МКЭ состоит в том, что решение какой-либо задачи математической физики отыскивается с использованием дискретной модели, построенной на множестве кусочно-непрерывных функций, каждая из которых определена в пределах заданной подобласти. Каждая из этих подобластей называется конечным элементом.

Основные принципы МКЭ:

1. **Дискретизация:** Область, в которой решается задача, разбивается на конечное число элементов.
2. **Аппроксимация:** Решение задачи внутри каждого элемента аппроксимируется с помощью простых функций, например, полиномов.

3. **Формулировка системы уравнений:** На основе физических законов и граничных условий для каждого элемента формулируются уравнения.

4. **Сборка глобальной системы уравнений:** Уравнения для всех элементов объединяются в единую систему уравнений, которая описывает поведение всей системы.

5. **Решение системы уравнений:** Полученная система уравнений решается численными методами, например, методом Гаусса.
Анализ напряжений и деформаций в конструкциях:

Основная часть. Рассмотрим применение МКЭ на расчете температурного состояния ДВС. Распространение теплоты в изотропном твердом теле может быть описано уравнением теплопроводности $\frac{\partial}{\partial x}(\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z}) + Q = 0$ (1), а граничные условия задачи в общем виде $T|_{S=S_1} = T^*$; $\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} n_x + \lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} n_y + \lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} n_z + q + \alpha(T - T_\infty) = 0$ (2), где T — распределение температуры; $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$ — коэффициенты теплопроводности; Q — объемное выделение теплоты; S — область на которой задана фиксированная температура T^* , S_1 — область на которой заданы тепловые потоки в виде граничных условий второго и третьего рода.

С вариационной точки зрения решение уравнения будет: $X = \int_V \frac{1}{2} \left[\lambda_x \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \lambda_y \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 + \lambda_z \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)^2 + QT \right] dV + \int_S \left[qT + \frac{1}{2} \alpha (T - T_\infty)^2 \right] dS$ (3).

Для нахождения искомым значений необходимо осуществить процедуру минимизации функционала по узловым значениям температур $\{T_i\}$, введенным на множестве узловых точек конечно-элементной разбивки области.

Далее необходимо выполнить введение в рассмотрение матриц производных температуры по глобальным координатам

$\left\{ \frac{\partial T}{\partial x_j} \right\}^T = \left[\frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial z} \right]$ (4) и, пользуясь основным соотношением МКЭ

$T^{(e)} = \sum_{i=1}^M N_i^{(e)} T_i$, преобразуем это выражение

$$\left\{ \frac{\partial T}{\partial x_j} \right\}^T = \left[\sum_{i=1}^M \frac{\partial N_i}{\partial x} T_i, \sum_{i=1}^M \frac{\partial N_i}{\partial y} T_i, \sum_{i=1}^M \frac{\partial N_i}{\partial z} T_i \right] \quad (5).$$

В матричном виде, это выражение будет $\left\{ \frac{\partial T}{\partial x_j} \right\}^{(e)} = \left[\frac{\partial N_i}{\partial x_j} \right]^{(e)} [T]$ (6).

Обозначим через $[B]$ матрицу производных функций формы по глобальным координатам. Тогда исходный вариационный функционал может быть представлен в виде суммы отдельных функционалов $X^{(e)}$, заданных на

элементе e , причем каждый из них можно записать как

$$X^{(e)} = \int_{V^e} \frac{1}{2} [T]^T [B^{(e)}]^T [D^{(e)}]^T [B^{(e)}] [T] dV + \int_{V^e} Q [N^{(e)}] [T] dV + \int_{S_2^{(e)}} q [N^{(e)}] [T] dS +$$

$$+ \frac{1}{2} \int_{S_2^{(e)}} \alpha [T]^T [N^{(e)}]^T [N^{(e)}] [T] dS - \int_{S_2^{(e)}} \alpha T_\infty [N^{(e)}] [T] dS + \int_{S_2^{(e)}} \frac{\alpha}{2} T_\infty^2 dS \quad (7)$$

Для минимизации этого функционала нужно продифференцировать его по вектору узловых значений температуры и приравнять полученное выражение к нулю, продифференцировав каждый член функционала по $\{T\}$

$$\int_{V^{(e)}} [B^{(e)}]^T [D^{(e)}] [B^{(e)}] dV [T] + \int_{V^{(e)}} Q [N^{(e)}] dV + \int_{S_2^{(e)}} q [N^{(e)}] dS +$$

$$+ \int_{S_2^{(e)}} \alpha [N^{(e)}]^T [N^{(e)}] dS - \int_{S_2^{(e)}} \alpha T_\infty [N^{(e)}] dS = 0 \quad (8)$$

Конкретный вид векторов функций формы и их производных будет зависеть от типа рассматриваемой задачи и от выбора элементов.

Плоская область. В этом случае матрицы

$$[B^{(e)}] = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x}, \frac{\partial N_2}{\partial x}, \dots, \frac{\partial N_M}{\partial x} \\ \frac{\partial N_1}{\partial y}, \frac{\partial N_2}{\partial y}, \dots, \frac{\partial N_M}{\partial y} \end{bmatrix}; [D^{(e)}] = \begin{bmatrix} \lambda_x, 0 \\ 0, \lambda_y \end{bmatrix}.$$

Тогда характерный элемент матрицы теплопроводности элемента a_{ij} , стоящий на пересечении i -го столбца и j -ой строки будет:

$$a_{ij} = \lambda_x \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial N_j}{\partial x} + \lambda_y \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial N_j}{\partial y} \quad (9).$$

Трехмерная область. В этом случае матрица производных функций

формы может быть записана как $[B^{(e)}] = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x}, \frac{\partial N_2}{\partial x}, \dots, \frac{\partial N_M}{\partial x} \\ \frac{\partial N_1}{\partial y}, \frac{\partial N_2}{\partial y}, \dots, \frac{\partial N_M}{\partial y} \\ \frac{\partial N_1}{\partial z}, \frac{\partial N_2}{\partial z}, \dots, \frac{\partial N_M}{\partial z} \end{bmatrix}.$

Матрица свойств материала имеет вид $[D] = \begin{bmatrix} \lambda_x & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_y & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_z \end{bmatrix}.$

Тогда характерный элемент будет иметь вид:

$$a_{ij} = \lambda_x \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial N_j}{\partial x} + \lambda_y \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial N_j}{\partial y} + \lambda_z \frac{\partial N_i}{\partial z} \frac{\partial N_j}{\partial z} \quad (10).$$

Заключение.

МКЭ – это мощный инструмент для математического моделирования, позволяющий решать сложные задачи с высокой точностью. Его широкое

применение в различных областях науки и техники свидетельствует о его эффективности и универсальности.

Литература

1. Петриченко Р. М. и др., Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ: Учеб. пособие для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/Р. М. Петриченко — Л.:Машиностроение. Ленинград. 1990.

УДК 51-74

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Праслов К.Д.

Научный руководитель – Королёва М.Н.

старший преподаватель кафедры «Высшая математика»

Математика представляет собой инструмент для решения различных задач, возникающих в других отраслях науки и в практической деятельности человека. Этим инструментом, как и любым другим, надо уметь пользоваться. Методы математической формализации и решения задач, возникающих в различных областях деятельности человека, называют математическим моделированием. Общепринятого определения этого термина не существует. На эмоциональном уровне можно сказать, что математическое моделирование — это искусство применять математику. В философском контексте математическое моделирование является одним из наиболее общих методов научного познания закономерностей создания и функционирования реальных объектов различной природы. В настоящей работе показаны основные методы математического моделирования и их применение в разных областях.

При решении задач методом математического моделирования объект, подлежащий изучению (реальная технологическая система, процесс, производственная ситуация, проектная задача и т.п.), заменяется математической моделью. Математическая модель представляет собой совокупность математических соотношений, отображающих взаимосвязь между существенными с точки зрения решаемой задачи параметрами объекта-оригинала. Математические соотношения могут представлять собой функциональные зависимости или логические соотношения. Окончательный вид формул и математических зависимостей между признаками объекта обычно называют математической моделью. Под признаками моделируемого объекта понимаются параметры его структуры, различные свойства, особенности и закономерности функционирования.

Математическая модель описывает зависимость между исходными и искомыми величинами или данными.

Практически любой реальный объект обладает достаточно большим числом характеризующих его признаков. Разработка математических моделей, описывающих все возможные взаимосвязи между всеми параметрами моделируемого объекта, в подавляющем большинстве случаев, с одной стороны, просто невозможна из-за их сложности. С другой стороны, математическое описание всех взаимосвязей просто не требуется, так как в зависимости от предпринимаемого исследования те или иные параметры и их взаимосвязи являются несущественными и могут не учитываться. Если математическая модель построена корректно, то существенные признаки ее и объекта-оригинала идентичны со степенью достоверности, достаточной с точки зрения решаемой задачи. В соответствии с этим знания, полученные при исследовании модели, переносятся на оригинал.

В данной статье приводится пример применения математического моделирования при проверке микропроцессоров.

Микропроцессор — это компьютерный процессор, в котором логика обработки данных и управления включена в одну интегральную схему или небольшое количество интегральных схем. Микропроцессор содержит арифметические, логические и управляющие схемы, необходимые для выполнения функций центрального процессора вычислительных устройств. Современные микропроцессоры — это сложные устройства, отличающиеся друг от друга построением, системой команд и математическим обеспечением. Для их проверки на работоспособность требуется диагностика. Во многих случаях для микропроцессоров не удастся применить автоматическое диагностирование на основе встроенных или внешних тестовых средств из-за её сложности и высокой стоимости. В таком случае остается только ручное обслуживание и ручной поиск неисправностей. Возможно облегчить ручное обслуживание с целью привлечения персонала невысокой квалификации. Основной проблемой при ручном обслуживании является сжатие информации о правильных и наблюдаемых при контроле реакциях аппаратуры на тестовые последовательности. Для проверки цифровых устройств на исправность применяют сигнатурный анализ. В основе сигнатурного анализа лежит сжатие информации, преобразующее двоичные последовательности любой длины в определенном узле схемы в характеризующую этот узел сигнатуру из четырех шестнадцатеричных цифр. Применение сигнатурного анализа для диагностирования состояния цифровых микропроцессорных устройств основано на том принципе, что исправное цифровое устройство при периодическом возбуждении одного и того же входа будет всегда выдавать одинаковый выходной сигнал, преобразуемый в сигнатуру. Если же этот

периодический выходной сигнал отличается от эталонного, то устройство неисправно. Сравнивая сигнатуру проверяемого узла с эталонной, можно быстро проверить все устройство. Причину появления неправильной сигнатуры легко обнаружить, проверяя различные точки схемы с обозначенными для них сигнатурами, отмечая среди них правильные и неправильные и прослеживая последовательности сигналов. Процедура продолжается, пока не удастся обнаружить элемент с правильными входными, но ошибочными выходными сигнатурами. Этот элемент и будет неисправным. Данная методика позволяет с высокой точностью определить неисправность и не требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Математической основой сигнатурного анализа является способ кодирования двоичных последовательностей с использованием циклических кодов. При этом любое двоичное число описывается многочленом, содержащим фиктивную переменную x , в котором каждая двоичная цифра является коэффициентом фиктивной переменной x . Например, двоичной последовательности 1100101 (младший разряд слева) соответствует многочлен:

$$x^6 + x^5 + x^2 + 1.$$

Выходной двоичной последовательности с определённого узла цифрового устройства соответствует полином $G(x)$ степени $n - 1$; где n - число разрядов двоичного кода. В процессе формирования сигнатуры полином $P(x)$, значения которого определяется структурой регистра сдвига с обратными связями в сигнатурном анализаторе. Для формирования четырехразрядной шестнадцатеричной сигнатуры из всего множества возможных полиномов выбирают $P(x) = x^{15} + x^{11} + x^8 + x^6 + 1$, что соответствует обратным связям от 7,9,12 и 16 разрядов.

При делении $G(x)$ на $P(x)$ получаем частное $Q(x)$ и остаток $R(x)$.

Исходный полином, при этом будет выглядеть: $G(x) = P(x) \times Q(x) + R(x)$, где \times - знак суммирования по модулю два.

Если в двоичном коде, соответствующем полиному $G(x)$, возникли ошибки, то они вызывают преобразование исходного полинома $G(x)$ в $G'(x)$.

При этом полином ошибок $E_0(x)$ определяется как: $E_0(x) = G(x) \times G'(x)$ и

$$G'(x) = P(x) \times Q'(x) + R'(x) = G(x) + E_0(x)$$

Ошибки в выходном двоичном наборе не обнаруживаются, если остатки $R(x)$ и $R'(x)$ совпадают, $R(x) = R'(x)$. При этом полином $E_0(x)$ делится на $P(x)$ без остатка, и в регистре сдвига сигнатуры совпадают для правильной и ошибочной двоичных последовательностей.

Литература

1. Звонарев, С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие/ С.В. Звонарев.- Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2019-112с.
2. Сигнатурный анализ цифровых устройств [Электронный ресурс] —Режим доступа:<https://cyberpedia.su/>(дата обращения 01.05.2024)
3. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. — Л.: Энергоатом-издат. Ленингр. отделение, 1986.-280с.: ил.

УДК 621.311

ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Неверович Д.А, Тихонков А.М

Научный руководитель – Бань Л.В., старший преподаватель

Важнейшую роль в прогнозировании тепловой нагрузки энергосистемы Республики Беларусь играют математические расчеты. С помощью них можно точнее рассчитать потребности в тепле и охлаждении, а также энергетические затраты системы, это сильно влияет на ее эффективность и экономику. Необходимое для поддержания комфортной температуры в помещениях, где находятся люди, определяется с помощью расчета тепловой нагрузки объекта.

Проведя анализ веб-данных, мы выявили 5 основных аспектов, влияющих на прогнозирование тепловой нагрузки энергосистемы Республики Беларусь с помощью математических расчетов.

1. Оптимизация работы системы теплоснабжения:

Благодаря математическим расчетам можно оптимизировать функционирование системы теплоснабжения по средствам определения подходящих параметров, например таких как более эффективное распределение тепловых нагрузок между разными источниками тепла, наилучшие режимы работы котельных и сетей теплоснабжения. Именно это способствует повышению эффективности энергетической системы и снижению затрат на топливо.

2. Прогнозирование потребления тепла:

Использование математических моделей способствует более точному прогнозированию потребления тепла различными секторами экономики, включая жилой сектор, коммерческие предприятия и промышленность. Это даёт энергосистеме возможность точнейшего планирования и

распределения производства и поставок тепла, основываясь на предполагаемые потребности.

3. Оценка энергетической эффективности зданий:

Точные расчеты помогают в оценке энергетической эффективности зданий и в определении потенциала для улучшения. Путем оценки теплопотерь через ограждающие конструкции, эффективности систем отопления и вентиляции, а также других факторов выявляются проблемные зоны и разрабатываются меры по повышению энергоэффективности зданий.

4. Планирование инфраструктуры теплоснабжения:

Важную роль в планировании инфраструктуры теплоснабжения, включая сети теплоснабжения и распределительные станции и играют математические расчеты. Анализ тепловых потерь, гидравлических характеристик системы и других параметров помогает определить более оптимальную конфигурацию инфраструктуры, в конечном итоге это влияет на эффективность и экономическую эффективность эксплуатации системы.

5. Учет климатических условий:

Во время использования математических моделей системы могут учитываться различные климатические факторы, включая среднюю температуру, влажность и солнечную радиацию. Что позволяет точнее прогнозировать тепловую нагрузку на систему в различные временные периоды. Данный подход играет ключевую роль в планировании и оптимизации работы системы в зависимости от сезонных изменений климата.

Для рассмотрения на наглядном примере был взят расчетный график суточной тепловой нагрузки предприятий Республики Беларусь:

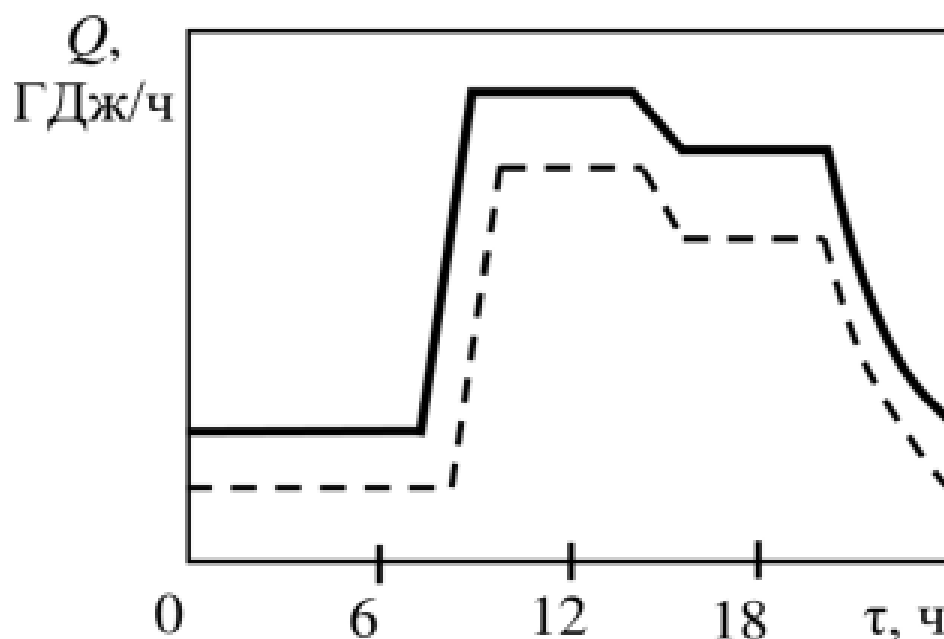


Рис.1. Расчетный график суточной тепловой нагрузки предприятий

Расчет тепловых нагрузок выполняется с учетом следующих факторов: вид здания: жилое, производственное, общественное, количество этажей, и т.п.; размеры ограждающих наружных конструкций (стены, пол, кровля); размеры архитектурных проемов (двери, окна, балконы, фонари); температура в помещениях; вид и состав наружных ограждений: тип материалов, толщина; точки разбора горячей воды; режим работы и количество людей; нормативные/фактические расходы тепла, технологические потребители и их свойства.

Составление данного графика производится по формуле:

$$Q = U * A * \Delta T$$

где:

Q - тепловая базовая нагрузка (тепловая мощность) системы (Вт или кВт);

U - коэффициент теплопередачи, который учитывает теплопотери через стены, окна, потолок и другие элементы здания, выраженный (Вт/м²);

A - площадь поверхности, через которую происходит потеря тепла (м²);

ΔT - разница между наружной температурой и требуемой температурой в помещении (°C).

Коэффициент теплопередачи (U) включает в себя различные компоненты, такие как коэффициенты теплопроводности материалов, толщину стен, тип окон и дверей и другие факторы, которые влияют на потери тепла.

Таким образом можно сделать вывод, что математические расчеты позволяют энергосистеме Республики Беларусь более эффективно прогнозировать и управлять тепловой нагрузкой, улучшая энергетическую эффективность, снижая затраты на энергию и оптимизируя работу системы теплоснабжения. Они выполняют важную роль в планировании инфраструктуры, определении потребностей в тепле и охлаждении, а также в оценке и улучшении энергоэффективности зданий.

Литература

1. Швецов, В.А., Салуников, О.Н. (2011). Теплоснабжение: Учебник. Издательство Лань. ISBN: 978-5-8114-0980-5.
2. Балабанов, В.И., Кузнецов, В.А. (2015). Теплопередача: Учебник для вузов. Издательство Лань. ISBN: 978-5-8114-2739-8.
3. Жукова, И.А., Кравченко, О.И. (2019). Математическое моделирование теплообмена в энергосистемах. Издательство УРСС. ISBN: 978-5-9710-4966-0.
4. Коваленко, В.И., Криволапова, О.В., Хлебников, В.М. Математическое моделирование тепловых процессов в энергетических системах. – Минск: БГУ, 2012.

5. Кузнецов, С.М., Лукьянов, А.В., Черненко, О.В. (2018). Математическое моделирование тепловых процессов в энергосистемах. Издательство УРСС. ISBN: 978-5-9710-4364-4.

УДК 530.1+53; 51

О ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ И КОНСТРУКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ИНВАРИАНТНОСТИ, СИММЕТРИИ И ОТНОШЕНИИ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Н. Д. Рудаков, И. Г. Черенкевич

Научный руководитель – Н. Н. Роговцов, д.ф.-м.н., профессор

Представления об инвариантности, симметрии и отношении эквивалентности используются в явной и неявной формах и практически во все сферах человеческой деятельности. Они, по сути, являются фундаментом многочисленных идей и их конструктивных реализаций в математике, физике, химии, биологии и искусстве. Выделение в иногда кажущемся хаосе мира явлений и событий определенных элементов красоты и гармонии, на базе которых в течение достаточного длительного временного промежутка сформировались абстрактные идеи о красоте и симметрии, объективно можно рассматривать в качестве одного из эпохальных достижений человечества. Несмотря на свою абстрактность, указанные выше представления привели в XIX – XX веках к одним из наиболее грандиозных изменений в различных областях естествознания. Это в свою очередь за указанный период времени привело ко многим выдающимся научно-техническим достижениям, которые существенно преобразовали в глобальном масштабе человеческую цивилизацию. Следует особо отметить, что многие исходные идеи и их реализации, относящиеся к понятиям эквивалентности, инвариантности, симметрии и гармонии были высказаны, развиты и использованы наиболее интеллектуальными представителями человечества, ещё начиная с эпох позднего палеолита и бронзового века.

Материальными свидетельствами этого служат артефакты, которые представляют собой лунные и солнечно-лунные календари, зафиксированные на костях животных, руины архитектурных построек древних цивилизаций и некоторые инструменты, сделанные из бронзы. После наступления эпохи железного века (около 3-х тысяч лет тому назад) в странах Древнего Востока, Древней Греции и Римской Империи были построены великолепные архитектурные сооружения и развиты уникальные ремесла (в частности, производство ковров), которые напрямую связаны с понятием симметрия. Одним из многих открытий Древних Греков

является доказательство существования только пяти правильных многогранников: тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр и икосаэдр. Однако достаточно чёткое понимание фундаментальности указанных выше представлений начало формироваться только со второй половины XIX века, в основном, в научных публикациях математиков, механиков и физиков. Осмысление важной роли и глубины этих представлений происходит до сих пор в различных сферах естествознания и искусства.

Дадим классические определения отношения эквивалентности и инварианта. Понятие отношения является одним из наиболее общих и важных математических понятий, которое отражает какую-либо связь между объектами, предметами, самими понятиями и т.д. Рассмотрим упорядоченную пару (a, b) в котором элемент a и b принадлежит некоторому множеству M . Вся совокупность таких пар принадлежит множеству $M \times M$ (это декартово произведение множество самого на себя). Под бинарным отношением σ понимается некоторое подмножество K множества $M \times M$. При этом, если пара $(a, b) \in K$, то говорят, что элемент a находится в отношениях σ к элементу b и пишут $a \sigma b$. Под отношением эквивалентности K принимают такое отношение σ на множестве M , которое удовлетворяет следующим условиям:

- 1) Для любого $a \in M$ имеет место $(a, a) \in K$ (рефлексивность);
- 2) Если для любых $a, b \in M$ из $a \sigma b$ следует $b \sigma a$ (симметричность);
- 3) Если для любых $a, b, c \in M$ из $a \sigma b$ и $b \sigma c$ следует верность $a \sigma c$ (транзитивность).

Из этого определения следует, что с абстрактной точки зрения элементы из множества M , связанные между собой отношением σ обладают некоторыми общими свойствами. Данное свойство инвариантно (т.е. неизменно) по отношению к выбору этих элементов. Исходное множество B можно разбить на классы эквивалентности; причём к каждому классу относятся только те элементы из B , которые связаны друг с другом отношением эквивалентности.

С учётом сказанного дадим классическое определение инварианта. Под инвариантом понимается отображение φ рассматриваемого множества B , снабжённое фиксированным отношением эквивалентности σ , в другое множество T , неизменные (постоянные) на классах эквивалентности множества B по σ (это инвариант отношения эквивалентного σ и это инвариант отношения эквивалентности на B). Если $x \in B$, то $\varphi(x)$ — инвариант элемента x . Множество T может иметь разнообразную сущность. В частности, оно может иметь смысл некоторой числовой системы.

Отметим, что исследование инвариантов связано с проблемами классификации объектов того или иного типа. Цель любой математической классификации состоит в построении системы инвариантов, которые по

существом разделяют любые неэквивалентные объекты из множества рассматриваемых объектов.

При исследовании и выявлении свойств инвариантности, симметрии в математике, физике, математической физике и т.д. зачастую используется такое алгебраическое понятие, как группа. Множество G называется группой, если в этом множестве определена бинарная алгебраическая операция \circ , т.е. для любой пары элементов a, b из G становится в соответствие единственный элемент $a \circ b = c \in G$, причём верны такие аксиомы:

- 1) $(ab) \circ c = a \circ (bc)$ для любых элементов $a, b, c \in G$ (ассоциативность);
- 2) Существует единичный элемент $e \in G$, для которого $e \circ a = a \circ e = a$, для любого $a \in G$;
- 3) Для любого $a \in G$ существует единственный обратный элемент a^{-1} , для которого верно равенство $a^{-1} \circ a = a \circ a^{-1} = e$;

При изучении свойств симметрии геометрических и иных тел очень используется, в частности, понятие симметрическая группа, которая является группой биективных преобразований (отображений) множества M на себя.

Важную роль при изучении свойств симметрии каких-либо множеств объектов играют *автоморфизмы*. Во-первых, автоморфизм — биективное (взаимно-однозначное) отображение множества M на себя. Во-вторых, множество всех автоморфизмов множества M образует группу его автоморфизмов. В-третьих, автоморфизмы дают возможность выявить некоторые сохраняющиеся количественные и качественные свойства множеств и их подмножеств. Они позволяют установить взаимосвязь множества элементов, объектов и т.д. и его частей по отношению к самим себе. В частности, представление о симметрии абстрактных или реальных объектах (например, геометрических фигурах) основано на том факте, что при определённых преобразованиях (они образуют группу), фигура переходит сама в себя при определённых ограничениях (т.е. неизменности некоторых соотношений, ограничений, отношения при этом сохраняются). Это означает, что фигура допускает автоморфизм относительно своих свойств. В качестве таких свойств могут выступать: взаимное расположение её частей, расстояний, углов, упорядоченность, принадлежность и т.д. Подчеркнём, что чем больше свойств фигуры *сохраняется* при автоморфизмах фигуры, тем в большей степени она является симметричной. Особо отметим, что классификация геометрий (топология, проективная, аффинная, неевклидова, подобия, движения и т.д.) основана на использовании групп преобразований, при которых геометрические объекты сохраняют свои свойства в рамках той или иной геометрии.

Особую роль представления об отношении эквивалентности, инвариантности и симметрии сыграли в классической и современной

физике, включая классическую и квантовую механики, квантовую теорию поля, теорию элементарных частиц, кристаллографию, специальную и общую теорию относительности, статистическую механику. Более того, эти представления играют не последнюю роль при исследовании подобных процессов и теории размерностей в макроскопической физике. Подавляющая часть фундаментальных утверждений, выдвинутых в теоретической физике, имеет смысл принципов инвариантности, симметрии.

За последние десятилетия XX века и первые десятилетия XXI века значительная часть научного содержания Нобелевских премий, полученных учёными в области физики и химии, была основана на использовании различных конструктивных идей, непосредственно связанных с представлениями об инвариантности и симметрии, которые, по существу, констатируют или постулируют неизменность свойств, уже исследованных локальных и глобальных явлений по отношению к множествам реальных или мысленных операций или действий. В частности, принципы относительности Галилея и Эйнштейна являются фактически геометрическими принципами инвариантности (симметрии).

Кроме геометрических принципов инвариантности важную роль играют динамические принципы инвариантности, которые используются при исследовании различных типов взаимодействий в квантовых системах.

Литература

1. Роговцов, Н. Н. Свойства и принципы инвариантности. Приложение к решению задач математической физики. В 2-х ч.-Мн.: БГПА, 1999. –ч.1.-384 с.

УДК 517

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПАНДЕМИИ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Латышенко К.Е.

Научные руководители – Рудый А.Н., к.ф.-м.н., доцент, кафедра
«Высшая математика»

Бань Л.В., старший преподаватель, кафедра «Высшая математика»

С начала времён одной из проблем человечества были болезни, поэтому прогнозирование хода болезни – один из инструментов борьбы с недугом.

В данной статье мы рассмотрим стохастическую модель распределения инфекции.

Для удобства понимания обычно множество в какой-то рассматриваемой местности представляют как урну с шариками. Допустим, что в урне 2 вида шариков: белые и чёрные. Для нашего случая белые – не инфицированные, а черные – инфицированные. Сама суть прогнозирования: понять, что попадётся, если взять из урны шарик. Чёрный или белый?

Для примера рассмотрим статистические данные об инфицировании COVID-19 во Франции в период первой недели мая 2020 года.

Таблица 1 Статистика за первую неделю августа 2020

01.05.2020	520
02.05.2020	791
03.05.2020	250
04.05.2020	518
05.05.2020	1062
06.05.2020	4129
07.05.2020	622

По статистике видно, что 6 мая был скачок инфицирования, поэтому для аппроксимации графика по точкам или же создания ретроспективного прогноза, надо учесть такой скачок.

Для аппроксимации рассмотрим функцию:

$$f(x) = \frac{1}{a * (x - 6.4)^2}$$

Найдём коэффициент а методом наименьших квадратов и найдём среднее квадратичное отклонение и коэффициент детерминации для данного графика:

$$Q = 637.389$$

$$R^2 = 0.811$$

Коэффициент детерминации (R^2) равен той доле разброса результатов наблюдений, относительно горизонтальной прямой $f=f_{\text{среднее}}$, которая объясняется выборочной регрессией. Числа приемлемы, значит график нам подходит:

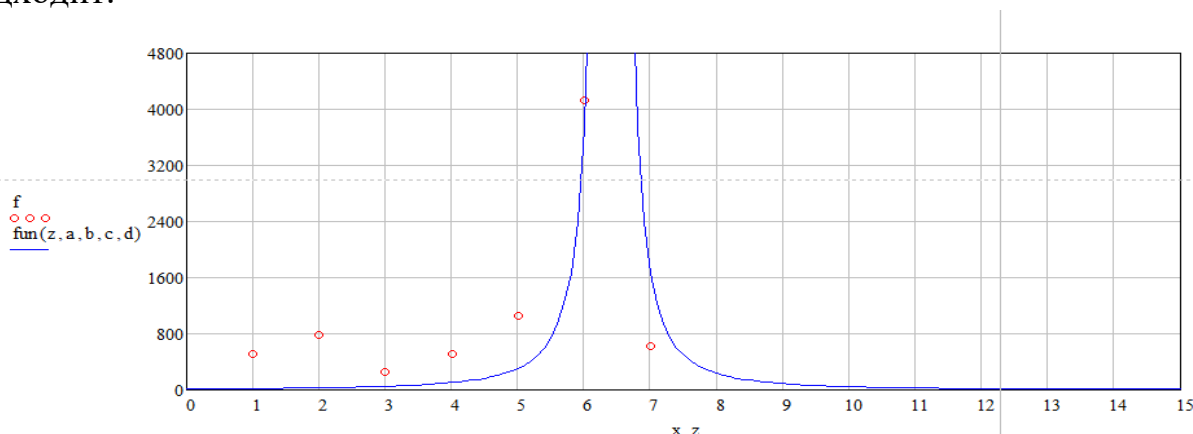


Рис. 1. График ретроспективного прогноза

Сгладим случайные отклонения, используя локально-медианный метод, для аппроксимации на всём диапазоне возьмём функцию:

$$f(x) = a * e^{\frac{-(x-6.4)^2}{b^2}}$$

Найдём коэффициенты и получим такие графики:

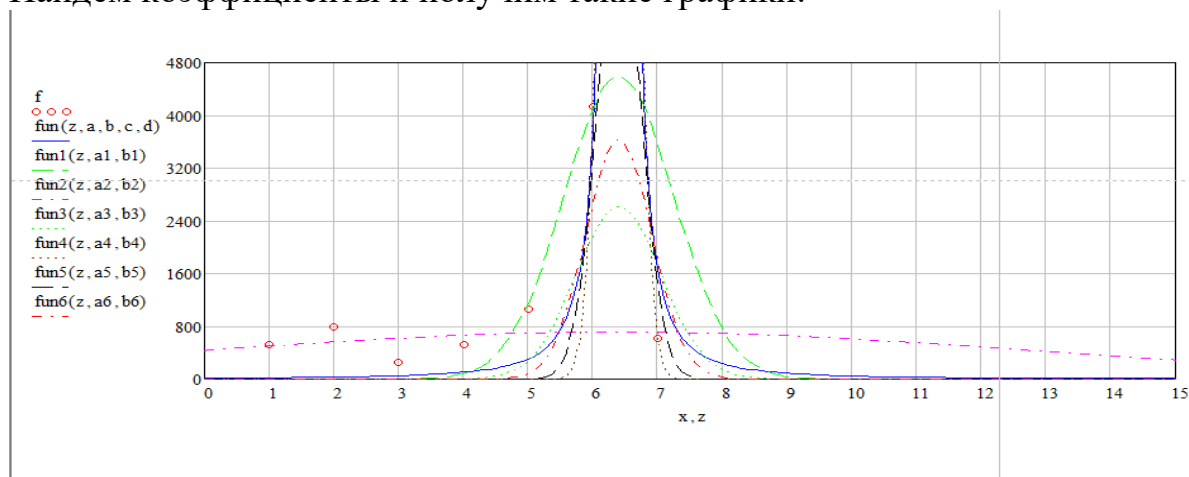


Рис. 2. График с оценками подмножеств

Данные кривые показывают прогнозируемую область, где может быть следующие числа инфицирования. Из этих кривых возьмём по локально-медианному методу среднюю кривую, которая является наиболее вероятной. Подкорректируем график, выделим верхние и нижние кривые, сравним прогноз со статистикой:

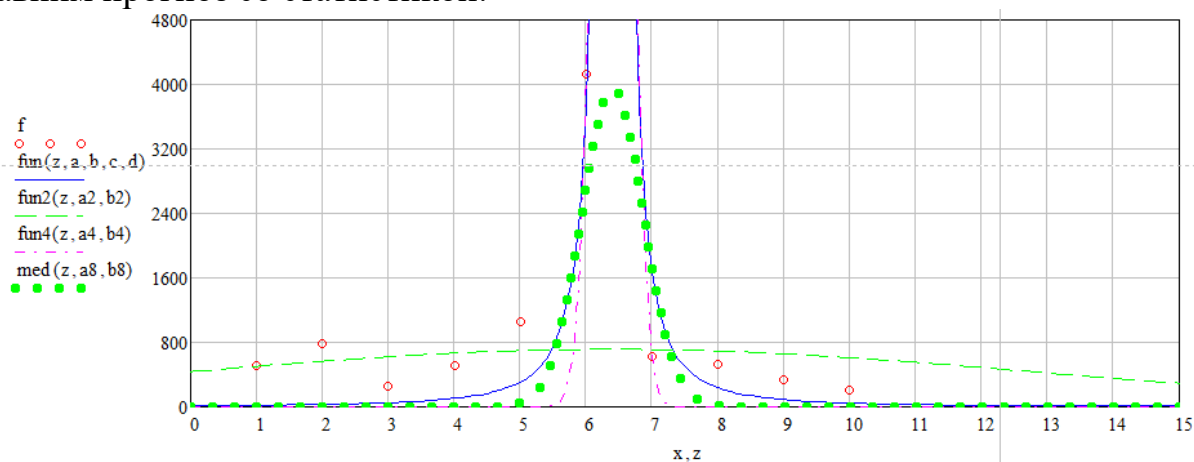


Рис. 3. График со средней кривой и проверка прогноза по статистике

Как видно из графика в 8-10 дни число шло по траектории нашего прогноза, то есть прогноз достоверный, если не случится непредвиденное внезапное событие.

Литература

1. Харин, Ю. С., Волошко, В. А., Дернакова, О. В., Малюгин, В. И., & Харин, А. Ю. (2020). Статистическое прогнозирование динамики эпидемиологических показателей заболеваемости COVID-19 в Республике

Беларусь. *Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика*, 3, 36-50.

2. Чигарев АВ, Журавков МА, Чигарев ВА. Детерминированные и стохастические модели распространения инфекции и тестирование в изолированном контингенте. *Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика*. 2021;

УДК 3:57–67.

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЛЭП 6–10 КВ

Сташевский А.А.

Научные руководители– канд. физ.-мат. н., доцент
Рудый А. Н., канд. физ.- мат. н., доцент Лебедева Г.И.

Для контроля надежности электроснабжения потребителей энергосистема должна иметь сведения об основных показателях надежности всех элементов сети электроснабжения потребителей. С этой целью были проанализированы данные об аварийных отключениях в сетях 6–0 кВ РУП «Гомельэнерго». Основными показателями надежности ремонтируемых изделий, к которым относятся линии электропередачи, являются параметр потока отказов и среднее время восстановления. Параметр потока отказов характеризует частоту отказов и равен среднему количеству отказов ремонтируемого изделия в единицу времени. Время восстановления (средняя продолжительность отключения) – среднее время вынужденного простоя, необходимого для установления и устранения одного отказа. По этим двум показателям оценивался уровень надежности сетей 6–10 кВ РУП «Гомельэнерго». В расчет принимались только устойчивые аварийные отключения в сетях.

На рис.1 представлен график количества аварийных отключений за 8 лет, который был построен по статистическим данным посредством аппроксимации, так же был построен прогноз по локально-медианному методу.

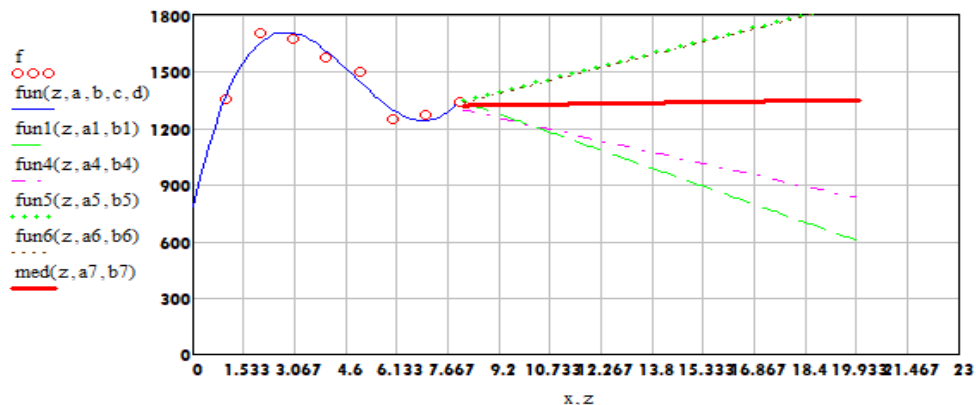


Рис.1. Количество аварийных отключений за 8 лет

Из графика видно, что в дальнейшем количество аварийных отключений будет незначительно расти, что связано с введением в эксплуатацию новых энергообъектов, что увеличит вероятность аварийного отключения, и износа уже существующих.

На рис. 2 и рис. 3 представлены графики распределения количества отключений в сетях 6–10 кВ по месяцам года и график распределения средней продолжительности отключения в сетях 6–10 кВ по месяцам года.

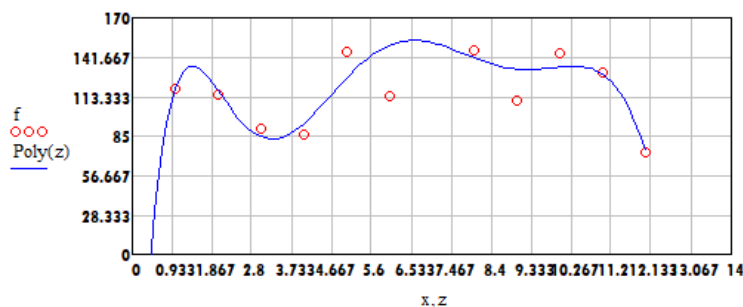


Рис.2. Распределения количества отключений в сетях 6–10 кВ по месяцам года

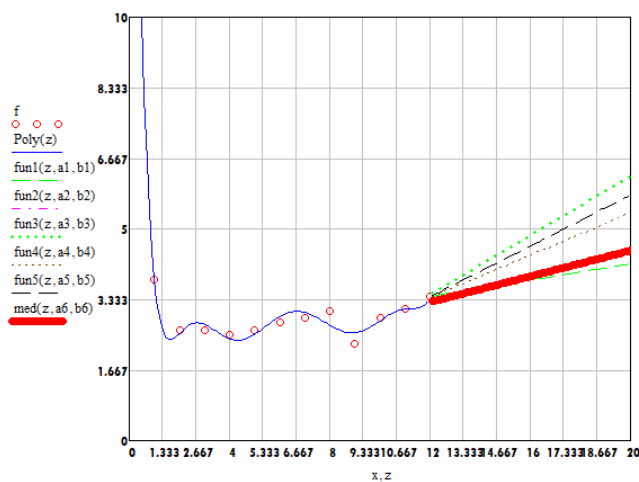


Рис.3. Распределения средней продолжительности отключения в сетях 6–10 кВ по месяцам года

Из рис. 2 видно, что пики количества отключений приходятся на зимний и летний период, что связано с плохими погодными условиями (низкая температура и метелицы зимой, высокая температура летом).

Из рис. 3 видно, что средняя продолжительность аварийного отключения в зимние месяцы несколько выше, чем в остальные, что объясняется неблагоприятными погодными условиями.

На рис. 4 представлен график распределения количества аварийных отключений по часам суток, который был построен по статистическим данным, путем построения нескольких графиков по $N-1$ точкам (N – количество исходных данных), после чего были взяты медианы коэффициентов, благодаря чему были сглажены случайные отклонения.

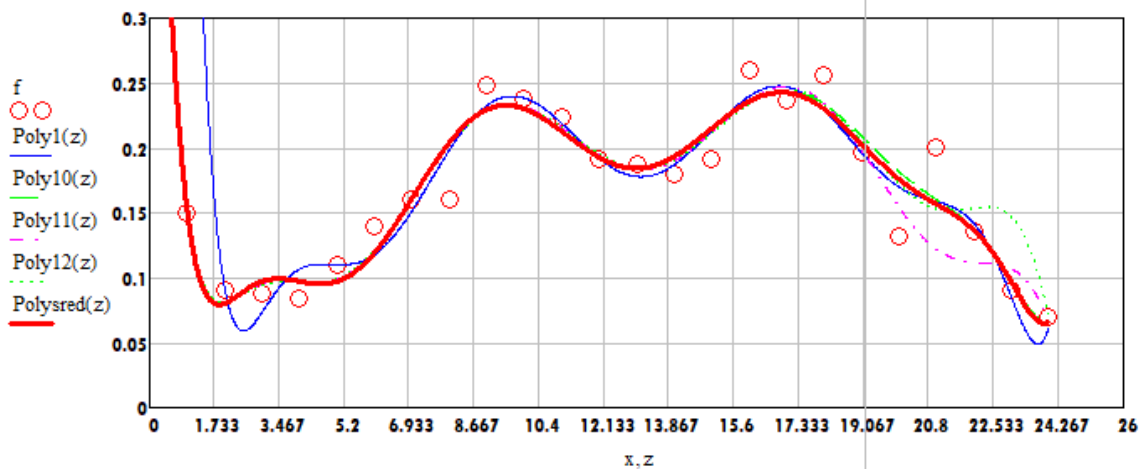


Рис. 4. Распределения количества аварийных отключений по часам суток.

Из графика видно, что максимальное количество отключений приходится на утренний (8-12 часов) и вечерний (4-7 часов) пики. Что обусловлено началом рабочего дня утром (включение техники в офисах и т.д.), окончание рабочего дня (использование бытовой техники: стиральная машина, микроволновка, мультиварка и т.д.) и включением уличного освещения вечером.

По итогам работы было определено, что максимальное количество аварийных отключений происходит в летний и зимний период в связи с погодными условиями, а также с 9 до 12 часов утра и с 4 до 7 вечера.

Литература

1. Розанов, М. Н. Надежность электроэнергетических систем / М. Н. Розанов. – М.: Энергия, 1974.
2. Поспелов, Г.Е. Надежность электроустановок сельскохозяйственного назначения / Г. Е. Поспелов, В. И. Русан. – Минск: Ураджай, 1982.
3. Информация об аварийных отключения в электрических сетях [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

УДК 004.89

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СИНХРОННОГО ПЕРЕВОДА

Юрченко И.А.

Научный руководитель – Воронович Г.К., к.т.н., доцент

В данной работе исследуется применение искусственного интеллекта для синхронного перевода лекционного материала, записанного на компьютере, на иностранные языки. Время и энергия, затрачиваемые на перевод презентаций и лекций, могут быть значительно сокращены с помощью автоматизированных методов машинного перевода, основанных на искусственном интеллекте. Цель данного исследования заключается в разработке системы синхронного перевода, способной автоматически переводить лекционный материал на иностранные языки. Кроме того, основными задачами являются определение эффективных методов и алгоритмов машинного перевода, а также интеграция искусственного интеллекта в систему для повышения качества и точности перевода. В работе рассмотрены различные подходы, такие как статистический машинный перевод, основанный на правилах и глубоком обучении. Каждый из методов проанализирован с целью определения его преимуществ и недостатков, а также его применимости к синхронному переводу лекционного материала. Искусственный интеллект позволяет системе обрабатывать и адаптировать лекционный материал, учитывая контекст и особенности языка, а также предоставлять точные и своевременные переводы. Благодаря использованию искусственного интеллекта система может значительно улучшить качество перевода и увеличить эффективность обучения на иностранных языках.

Как работает система на примере практического использования:

1. Перейдите на сайт app.heugen.com.
2. Загрузите видео.
3. Выберите язык, на который перевести ролик.
4. Дождитесь обработки.
5. Скачайте результат.

Литература

1. Лекун Я. Как учится машина: Революция в области нейронных сетей и глубокого обучения. - 1 изд. - Минск: Альпина PRO, 2021. - 335 с.

2. Гольдберг Й. Нейросетевые методы в обработке естественного языка. - 1 изд. - Москва: ДМК Пресс, 2019. - 282 с.

УДК 338.512

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ИЗМЕНЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

Данилович Д.В.

Научный руководитель – Чепелева Т. И., к.т.н., доцент

Между экономической эффективностью и себестоимостью продукции существует определенная зависимость, которая выражается через определенные индексы. Малейшее изменение себестоимости продукции приводит к изменению экономической эффективности. Важнейшим показателем экономической эффективности развития предприятия, т.е. самого производства продукции является величина себестоимости производимой продукции. Себестоимость представляет собой выраженную в денежной форме стоимость израсходованной в процессе производства продукции как природных ресурсов, так и топлива, энергии, сырья, материалов, трудовых ресурсов, основных средств, затрат на производство и реализацию и др. Себестоимость продукции является важнейшим показателем оценки эффективности работы предприятия, поскольку в ее динамике развития отражается постоянно снижение зарплатоемкости, материалоемкости, амортизацияемкости, услугоемкости всей продукции предприятия. Себестоимость – это показатель прибыли или убытка предприятия. Путем сравнения и сопоставления затрат за отчетный и базисный периоды, получаем необходимую информацию о том, за счет какого элемента и на какую величину изменяются они в денежном отношении. Прделана работа по расчету индивидуальных и агрегатных индексов.

Имеются данные об объеме произведенной продукции и ее себестоимости на предприятии:

Таблица 1

Продукция	Объем произведенной продукции, тыс. шт.		Себестоимость продукции, д. е.	
	базисный период	текущий период	базисный период	текущий период
А	5.2	5.7	2.2	2.3
Б	9.3	9.8	1.4	1.0

Приведены расчетные данные индивидуальных индексов и общих индексов агрегатной формы. Определены индивидуальные индексы физического объема продукции, себестоимости и расходов на производство продукции, агрегатные индексы физического объема, себестоимости и расходов на производство продукции, а также получен экономический эффект производства от изменения себестоимости продукции.

Индивидуальный индекс физического объема продукции А составил 1,096, Б – 1,053.

Получено, что в отчетном периоде по сравнению с базисным объем производства изготовления продукции А увеличился на 9,6 %, а продукции Б – на 5,3 %.

Проведен расчет индивидуального индекса себестоимости: 1,045 (продукция А) и 0,714 (продукция Б).

В отчетном периоде по сравнению с базисным себестоимость единицы продукции А увеличилась на 4,5%, а продукции Б – уменьшилась на 28,6%. Тогда индивидуальный индекс расходов на производство продукции составил 1,145 (А), 0,752 (Б).

Получено, что в отчетном периоде по сравнению с базисным, расходы на производство продукции А увеличились на 14,5%, а продукции Б – уменьшились на 24,8%.

Агрегатный индекс физического объема продукции составил 1,074.

Следовательно, в отчетном периоде по сравнению с базисным физический объем продукции в целом увеличился на 7,4%.

Агрегатный индекс себестоимости продукции составил 0,872.

Получено, что в отчетном периоде по сравнению с базисным общая себестоимость единицы продукции в целом для предприятия уменьшилась на 12,8%.

Агрегатный индекс расходов на производство: оказался равным 0,937.

Таким образом, в отчетном периоде по сравнению с базисным, расходы на производство в целом по предприятию уменьшились на 6,3%.

Экономический эффект от снижения себестоимости продукции рассчитывается на основе агрегатного индекса себестоимости:

$$22,91 - 26,26 = -3,35 \text{ тыс. д. е.}$$

Вывод: в отчетном периоде по сравнению с базисным на предприятии было сэкономлено средств в размере 3,35 тыс. денежных единиц в результате снижения себестоимости единицы продукции в целом по предприятию.

Следует заметить, что среди агрегатных индексов качественных показателей немалую роль отводят агрегатному индексу цен, который, как правило, используется в двух индексных формах: Пааше и Ласпейреса. Индекс цен Пааше характеризует влияние изменение цен на стоимость количества товаров, которые относятся к реализации текущего периода. По

изученной статистике многие задачи могут и должны решаться разными способами в зависимости от конкретной цели и особенностей исследования. Индексы Пааше и Ласпейреса не совпадают. Для сопоставления используют «идеальный индекс» Фишера.

УДК 51-7

СТРАТЕГИИ СТОХАСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ: ПОНЯТИЯ, МЕТОДЫ И ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

Удодов А.П., Губаревич К.И.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры
«Высшая математика»

С помощью стохастического моделирования можно эффективно прогнозировать случайные процессы в разных сферах, таких как, например, банковское дело, технические науки, экономика и биология. Оно делает возможным для учёных и исследователей создание математических моделей, учитывающих случайности и неопределенности в данных и позволяющих экспериментировать, обрабатывать и подвергать анализу результаты этих экспериментов.

Стохастическое моделирование предполагает моделирование систем, имеющих переменные, изменяющиеся случайно с некоторым шансом. Показатели этих случайных переменных генерируются и интегрируются в модель системы. Операция повторяется с разными наборами случайных значений переменных.

Для понимания принципов стохастического моделирования необходимо знать главные понятия, подобно следующим:

Случайная переменная – это переменная, значение которой не дано. Такая переменная может принимать те или иные значения с некоторой вероятностью. Традиционно такие переменные обозначают x .

Вероятностное распределение – это функция, способная описать вероятности различных значений случайной переменной. Вероятностное распределение отражает то, насколько вероятность разделена между различными значениями случайной переменной.

Модель представляет собой упрощенное описание определенной системы или процесса. В стохастическом моделировании модели используются для анализа и описания взаимосвязей между различными переменными.

Симуляция представляет собой процесс создания модели и проведения экспериментов с ней для получения информации о поведении системы или

процесса. Симуляция делает возможным изучение разных сценариев и прогнозирования результатов.

Это не все понятия и определения, полезные при понимании стохастического моделирования. Они служат основой для более сложных концепций и методов, применяемых в данной области.

Стохастическое моделирование, также известное как вероятностное моделирование, включает в себя различные методы и подходы для анализа и моделирования случайных процессов. Среди основных методов стохастического моделирования можно выделить метод Монте-Карло, стохастические дифференциальные уравнения, Марковские цепи и стохастические модели временных рядов.

Метод Монте-Карло основан на генерации случайных чисел и проведении множества экспериментов для прогнозирования и получения статистических оценок.

Стохастическими моделями дифференциальных уравнений в математике называют модели, описывающие изменение определённых процессов во времени и учитывающие при этом влияние тех или иных непредвиденных обстоятельств. Стохастические модели дифференциальных уравнений от традиционных моделей, в которых все переменные являются определёнными и неизменными, отличается тем, что при таком моделировании в расчет берут и непредвиденные обстоятельства, способные оказывать влияние на развитие и изменение системы. Стохастические модели часто представляют собой системы стохастических дифференциальных уравнений (СДУ), описывающие эволюцию стохастических распределений случайных переменных в зависимости от времени. В подобных системах переменные способны принимать случайные значения. Значения этих переменных обусловлены вероятностными законами [1].

Марковскими процессами называют случайные процессы, в которых следующее состояние системы находится в зависимости лишь от состояния в данный момент времени, а предшествующие состояния не оказывают на будущее никакого влияния. Марковские процессы применяются в области стохастического моделирования тогда, когда необходимо описать системы, изменяющиеся со временем.

Под временным рядом понимают ряд данных, измеренных в различные промежутки времени. В вероятностных моделях временные ряды используют с целью исследования наборов данных, которые изменяют свои значения со временем, а также для составления прогнозов.

Стохастическое моделирование находит широкое применение в различных сферах деятельности, где анализ и прогнозирование поведения различных случайных процессов являются необходимыми процессами.

Так, например, в сфере финансов и аналитики вероятностные модели применяют для исследования финансовых рынков и оценки обстановки на

них. С применением этого метода можно моделировать и предугадывать колебания стоимости акций, поведение валюты и прочие финансовые аспекты, что способствует принятию наиболее взвешенных решений, основываясь на моделях, а также контролировать риски.

В логистической сфере данный метод используют для выбора оптимальных маршрутов, расчета времени доставки и возможных рисков. Если использовать вероятностное моделирование, появляется возможность рассмотреть некоторые непредвиденные обстоятельства, например, дорожные условия, погода или неполадки с техникой, и минимизировать воздействие, оказываемое этими обстоятельствами на ход логистического процесса.

Принципы вероятностного моделирования используют и в других сферах, например, в медицине, а именно в медицинской статистике, в качестве способа изучения и предусмотрения медицинских событий, по типу распространения инфекционных заболеваний или выживаемости пациентов. Кроме того, такие модели могут быть применены в экологической, социальной и прочих сферах, в которых важно исследовать незакономерные процессы и составлять прогнозы[2].

Итак, главным плюсом стохастической модели является способность учитывать случайные факторы, которые могут влиять на исследуемую систему. Также стохастическая модель дифференциальных уравнений дает возможность принять в расчет различные типы случайности, такие как шумы, флуктуации или случайные события. Стохастическое моделирование удобно чтобы прогнозировать будущие значений исследуемых переменных на основе предыдущих данных и статистических свойств.

Литература

1. Основы стохастического моделирования: определение, свойства и методы решения [Электронный ресурс] / Научные Статьи.Ру. – Режим доступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/stohasticheskaya-model-differenczialnyh-uravnenij-stochastic-differential-equation-model/>. – Дата доступа: 04.05.2024.

2. Стратегии стохастического моделирования: понятия, методы и примеры в различных областях [Электронный ресурс] / Научные Статьи.Ру – Режим доступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/stohasticheskoe-modelirovanie/>. – Дата доступа: 04.05.2024.

УДК 621.798

ПРИНЦИПЫ И ТЕОРИЯ УПАКОВКИ: УПАКОВЫВАНИЕ, СПОСОБНОСТЬ УПАКОВЫВАТЬСЯ, ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ

Кравцов К. А., Цалко Н. А.

Научный руководитель — Бань Л. В., старший преподаватель

Математика всегда являлась и является неотъемлемой частью нашего существования. Без неё невозможно представить как бы проходила жизнь на земле, ведь она буквально затрагивает все темы и аспекты нашего мира. Сегодня, мы бы хотели вам рассказать, как столь важная наука влияет на значимую для нас сферу упаковочного производства. Для рассказа, нами была выбрана тема: “Принципы и теория упаковки: упаковывание, способность упаковываться, влияющие факторы и условия”. Из вышесказанного нами, с уверенностью можно заявить, что, когда речь идет о принципах и теории упаковки, мы обязательно должны вспомнить о математике. Концепция упаковки связана с тем, как эффективно распределить объекты внутри ограниченного пространства. Алгоритмы упаковки основаны на математических моделях, которые определяют самое оптимальное размещение объектов и минимизируют объем или площадь упаковки.

Упаковывание – это такая характеристика объекта, которая описывает его способность быть упакованным в определенное пространство. Математические модели могут оценить, насколько объект соответствует форме, размеру и весу упаковки.

Способность упаковываться определяется тем, насколько объект может быть эффективно упакован в пространство без дополнительных зазоров или промежутков. Математика помогает определить оптимальное размещение объектов в упаковке.

Влияющие факторы и условия, такие как форма объекта, размер упаковки, требования к безопасности, стоимость продукции также учитываются с помощью математических моделей. Математические модели в производстве упаковки помогают спрогнозировать лучшие конфигурации для упаковки продукции, минимизировать отходы и несомненно повысить эффективность производственных линий. Используя математические модели, производители могут принимать обоснованные решения по сокращению затрат и повышению общей эффективности упаковочной отрасли.

Именно после учёта всех этих факторов, мы можем уверенно заявить, что математика выходит далеко за рамки её базового применения и помогает

оптимизировать процесс упаковки, учитывая все ограничения и условия, которые важны для производителя.

Возвращаясь к словам, которые мы сказали в самом начале нашего повествования, математика играет важную роль в изучении принципов и теории упаковки, конечно, она определяет оптимальное размещение объектов в ограниченном пространстве и учитывает различные факторы и условия, нужные производителю, для изготовления качественного товара.

Литература

1. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М., 1999. (Дата обращения: 17.04.2024)

2. Варфоломеев, В. И. Моделирование элементов экономических систем / В. И. Варфоломеев. – М., 2000. (Дата обращения: 17.04.2024)

3. Математическое моделирование [Электронный ресурс] <https://studfile.net/preview/9971528/page:3/> (Дата обращения: 17.04.2024)

УДК 004.738.5:51(681.3)

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Черняк В.И., Титовец Д.О.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры «Высшая математика»

В эпоху цифровизации образовательные процессы претерпевают значительные изменения, открывая новые горизонты для обучения и саморазвития. Создание интерактивных книг по высшей математике с использованием инструментов, таких как Canva, является одним из наиболее перспективных направлений в этом тренде. Эти книги предлагают уникальную возможность для студентов не только изучать сложные математические концепции, но и взаимодействовать с материалом, что значительно улучшает понимание и запоминание.

Интерактивные книги могут включать в себя анимированные иллюстрации, видеоуроки, встроенные тесты и задачи с автоматической проверкой ответов, а также модули для самостоятельного решения задач, которые позволяют студентам проверять свои знания в реальном времени. Благодаря этому, высшая математика, традиционно считающаяся сложной и абстрактной, становится более доступной и интересной для изучения.

Canva предоставляет широкий спектр инструментов для дизайна и создания интерактивного контента, что делает его идеальной платформой

для разработки образовательных материалов. С помощью Canva авторы могут легко интегрировать математические формулы, графики и интерактивные элементы, делая обучение более наглядным и эффективным.

Цель исследования: Создание интерактивной книги по высшей математике с использованием Canva, направленной на улучшение понимания и усвоения математических концепций студентами различных специальностей.

Задачи исследования:

1. **Анализ существующих методик** преподавания высшей математики и определение потребностей студентов в интерактивных образовательных ресурсах.

2. **Разработка структуры** интерактивной книги, включая разделение на тематические модули и подбор соответствующего контента.

3. **Создание дизайна** и макета книги в Canva, обеспечивающего интуитивно понятный интерфейс и легкость навигации.

4. **Интеграция интерактивных элементов**, таких как анимации, видеоуроки, тесты и задачи с автоматической проверкой ответов.

5. **Тестирование прототипа** книги среди целевой аудитории для сбора обратной связи и последующего улучшения продукта.

6. **Оценка эффективности** интерактивной книги посредством сравнительного анализа результатов тестирования до и после её использования.

В ходе разработки интерактивной книги, мы можем выделить следующие преимущества и недостатки:

Преимущества:

- **Большой выбор шаблонов:** Canva предлагает обширную библиотеку шаблонов для различных дизайнерских нужд.

- **Интуитивно понятный интерфейс:** Пользователи могут легко освоить Canva благодаря удобному drag-and-drop редактору.

- **Доступность:** Canva предлагает бесплатную версию, которая подходит для многих базовых потребностей в дизайне.

- **Возможность добавления собственных изображений:** Пользователи могут загружать и использовать свои изображения в дизайнах.

Недостатки:

- **Ограниченные возможности редактирования:** В бесплатной версии Canva функционал редактирования может быть ограничен.

- **Отсутствие пошаговой разработки:** Canva не предлагает пошаговую разработку дизайна, что может быть недостатком для некоторых пользователей.

• **Необходимость платной подписки для расширенных функций:**
Для доступа к некоторым продвинутым функциям и ассетам необходимо приобрести подписку Canva Pro.

При создании книги затронулись такие разделы высшей математике как: линейная алгебра и математический анализ [1]. На рисунке 2 показана часть тем использованных при создании книги.

Так же при разработке книги, после каждой главы создавались интерактивные тесты для усвоения пройденных материалов, а после окончания разделов создавались контрольные тесты, которые включали в себя задания по всем пройденным темам. При прохождении тестов студентам автоматически выставляется оценка [2]. Приведём пример теста на рисунке 1:

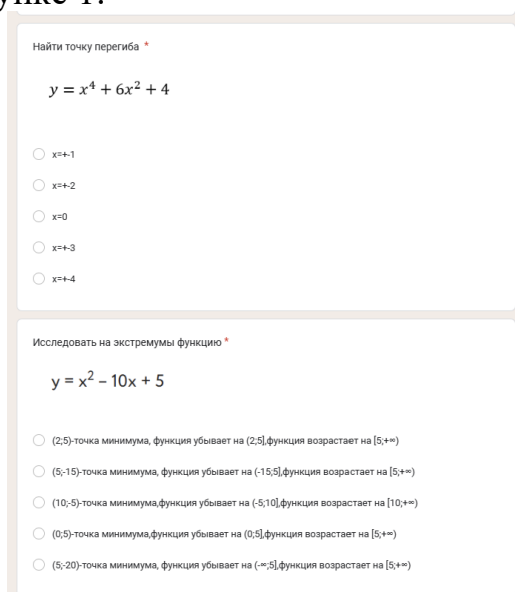


Рис.1. тестовые задания

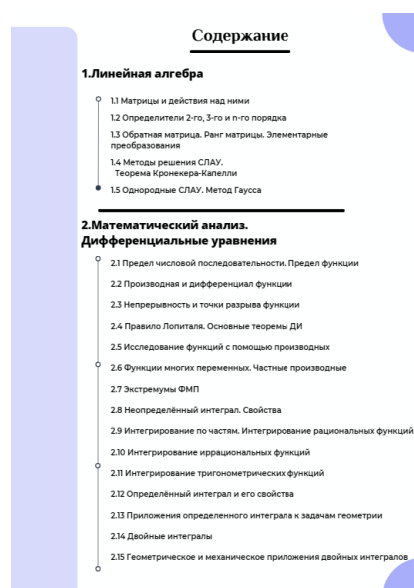


Рис. 2. содержание учебного пособия

В ходе данной разработки было создано интерактивное пособие, которое в настоящий момент дорабатывается и улучшается. Использование такого редактора как Canva очень облегчило процесс создания своим функционалом. Данное пособие значительно облегчит обучение для студентов, которые изучают высшую математику.

Литература:

1. Stepik: образовательная платформа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://welcome.stepik.org/ru>. – Дата доступа: 01.10.2022.
2. Математика для будущих инженеров: взаимосвязи теории и практики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.canva.com/design/DAFscnndgGg/AyMWMo_TNCKlr1V9gA-jWA/edit. – Дата доступа: 03.05.2024.

УДК 621.311

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛЁННОГО ИНТЕГРАЛА И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЙ

Юреть Н.Г., Политыко А.В.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель кафедры «Высшая математика»

Определенный интеграл является одним из важнейших понятий математического анализа, который находит широкое применение в различных областях науки и техники. В настоящее время существует множество прикладных математических пакетов, которые позволяют вычислять определенные интегралы. Эти пакеты предоставляют широкий спектр функций для работы с интегралами, что значительно упрощает и ускоряет процесс вычислений. В работе рассмотрены некоторые из наиболее популярных прикладных математических пакетов, такие как Mathcad и Python[1], а также примеры использования этих пакетов для вычисления определенных интегралов и их приложений.

В Mathcad для вычисления определенного интеграла используется функция `int`. Синтаксис этой функции имеет вид: `int(f(x), a, b)`. Например, для вычисления интеграла $\int_0^1 x^2 dx$ в Mathcad можно использовать следующий код: `int(x^2, 0, 1)`.

В Python для вычисления определенного интеграла можно использовать различные библиотеки, одна из таких `sympy`. Библиотека `sympy` предоставляет функцию `integrate`, которая позволяет вычислить определенный интеграл с помощью символического метода. Синтаксис этой функции следующий: `integrate(f, x, a, b)`.

Например, для вычисления интеграла в Python можно использовать следующий код:

```
 $\int_0^1 x^2 dx$   
from sympy import integrate, symbols  
x = symbols('x')  
result = integrate(x**2, x, 0, 1)
```

При сравнении результатов были выявлены следующие отличия: Python менее производительный, чем Mathcad, особенно для задач, требующих высокой точности. Оба приложения показали высокий уровень точности, так же в настройках программы этот уровень можно изменить. Mathcad имеет простой и понятный интерфейс, удобный для начинающих пользователей. Python требует навыков программирования, что может сделать его менее удобным для начинающих пользователей. Mathcad имеет ограниченный набор функций для работы с интегралами. Python предлагает широкий спектр библиотек для работы с

интегралами, включая численные методы, символическое интегрирование и визуализацию.

Использование интегралов может быть применено в производственных задачах. Рассмотрим пример такой *задачи*: есть производственная линия, на которой изготавливаются детали. Необходимо определить общие затраты на производство, включая расходы на энергию и материалы.

Предположим, у нас есть формула для расчета затрат на производство одной детали, которая зависит от времени производства и расхода материалов. Давайте представим, что эта формула имеет вид:

$$\int_0^T (E(t) + M(t))dt$$

где:

- T - время производства одной детали,
- $E(t)$ - функция, описывающая затраты на энергию в зависимости от времени t ,
- $M(t)$ - функция, описывающая затраты на материалы в зависимости от времени t .

Пример решения задачи через Python с библиотекой sympy:

```
from sympy import symbols, integrate
# Определяем символы
t = symbols('t')
# Предположим, у нас есть функции затрат на энергию E(t) и на материалы M(t)
# Для примера возьмем некоторые выражения, сравнимые с реальными функциями
E_t = 2*t # Пример функции затрат на энергию
M_t = 3*t**2 # Пример функции затрат на материалы
# Общие затраты на производство одной детали
total_costs = integrate(E_t + M_t, (t, 0, T))
# Предположим, что время производства одной детали равно 10 часам
T = 10
# Вычисляем общие затраты на производство детали
result = total_costs.subs(T, 10)
# Вычисляем общие затраты
print("Общие затраты на производство детали:", result)
Вывод: 1100
```

Пример решения задачи в Mathcad через функцию int:

1. Определение функций:
 $E(t) := 2 \cdot t$
 $M(t) := 3 \cdot t^2$
2. Задание времени производства:
 $T := 10$
3. Вычисление общих затрат:
Затраты := int($E(t) + M(t)$, t , 0, T)

Вывод 1100

Используя Mathcad и библиотеку SymPy в Python для символьного вычисления интегралов, мы видим, что оба инструмента предоставляют удобные способы решения аналитических задач. Mathcad предлагает интуитивно понятный интерфейс и прямое решение задач в символьной форме, что делает его привлекательным для быстрого и простого решения простых задач. С другой стороны, SymPy в Python предоставляет более гибкий подход и может быть частью более крупного программного проекта, благодаря своей интеграции с другими библиотеками и инструментами.

Mathcad предоставляет простой и интуитивно понятный интерфейс, а также прямое решение символьных задач, что делает его эффективным инструментом для быстрого анализа и решения простых математических задач. С другой стороны, библиотека SymPy в Python предоставляет более гибкий подход, позволяя проводить символьные вычисления в рамках более крупных программных проектов. Таким образом, использование прикладных математических пакетов и библиотек символьного вычисления обеспечивает удобные и эффективные инструменты для анализа и моделирования математических задач.

Литература

1. Смирнов В.И. «Введение в численные методы»– Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2019.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 621.391.25

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ БЛУЖДАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В ДВУМЕРНОЙ ОБЛАСТИ

Бульбочка В.Д., Киянко М.В., Толкач И.В.
научный руководитель - Напрасников В.В., к.т.н., доцент

Проблемы, связанные с распределением температуры в различных физических системах, играют важную роль в различных областях науки и техники. Эффективное управление тепловыми процессами имеет решающее значение для оптимизации работы различных устройств и систем. Одним из методов анализа и моделирования распределения температуры является использование случайных блужданий.

Случайные блуждания — это статистический процесс, который может быть использован для моделирования многих различных систем и явлений. В контексте задачи о распределении температуры, случайные блуждания позволяют нам предсказать температурное распределение.

В данном исследовании рассматривается применение случайных блужданий для решения задачи о распределении температуры в двумерной области. Основной целью работы является разработка программы, предназначенной для создания эффективных и точных моделей распределения температуры. Основной функцией программы является возможность определения температуры в заданной точке прямоугольной области при использовании линейных законов изменения температур на ее границах.

Для эффективного моделирования распределения температуры на пластине с известными температурами на гранях, мы можем применить метод случайных блужданий, также известный как метод Монте-Карло. Рассмотрим двумерную квадратную пластину с предварительно заданными температурами на границах.

Отдельный шаг блуждания может быть задан в любом направлении.

Моделирование температур в заданной точке пластины выполняется следующим образом: после достижения блуждания границы области температура в полученной точке запоминается с использованием граничных условий. Этот шаг выполняется неоднократно с целью собрать статистическую информацию о распределении температур на поверхности пластины. Полученные данные по всем шагам осредняются.

Шаг блужданий строится следующим образом:

Координаты точки конца шага вычисляются по формулам:

$$x_{i+1} = x_i + h \cos \alpha_i$$

$$y_{i+1} = y_i + h \sin \alpha_i$$

Где x_i, y_i – текущие координаты точки начала шага блуждания, h – длина шага, α_i – значение угла.

Величина шага задаётся как исходный параметр в программе. Величина угла находится как случайное вещественное число, находящееся в диапазоне от 0 до 360.

Формула для приближенного расчета температуры методом Монте-Карло имеет вид:

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

где N - количество случайных точек, а x_i - значение температуры в точках, где блуждание достигает границы.

Руководство к программе для определения температур в различных точках:

1) Настройка исходных параметров:

Пользователь вводит параметры задачи, такие как размеры области, начальные температуры в узлах пластины, количество блужданий, множитель шага блужданий, а также координаты точки, в которой будет произведён поиск температуры (рис. 1). Также необходимо убедиться, что все входные данные корректны и отражают условия задачи.

The screenshot shows a software window titled "Распределение температур" with a standard Windows-style title bar (minimize, maximize, close buttons). The window contains several input fields arranged in a grid:

X координата точки:	Ширина прямоугольника:	Зависимость левой грани:	Зависимость правой грани:	Кол-во блужданий:
2.5	5	10	30	10
Y координата точки:	Высота прямоугольника:	Зависимость верхней грани:	Зависимость нижней грани:	Шаг блужданий:
2.5	5	20	40	0.0002

Below the input fields is a button labeled "Изобразить".

Рис.1. Отображение параметров установленных пользователем.

2) Запуск моделирования:

Следующий этап выполнения программы – запуск процесса моделирования, который выполняется при нажатии пользователем на кнопку “Изобразить”. В дальнейшем, программа использует случайные блуждания для определения значения температуры в заданной пользователем точке.

3) Представление результатов на экране:

После выполнения вычислений результат будет отображен на координатной оси выше и правее указанной точки поиска, а также в нижней части программы после координатной оси (рис. 2).

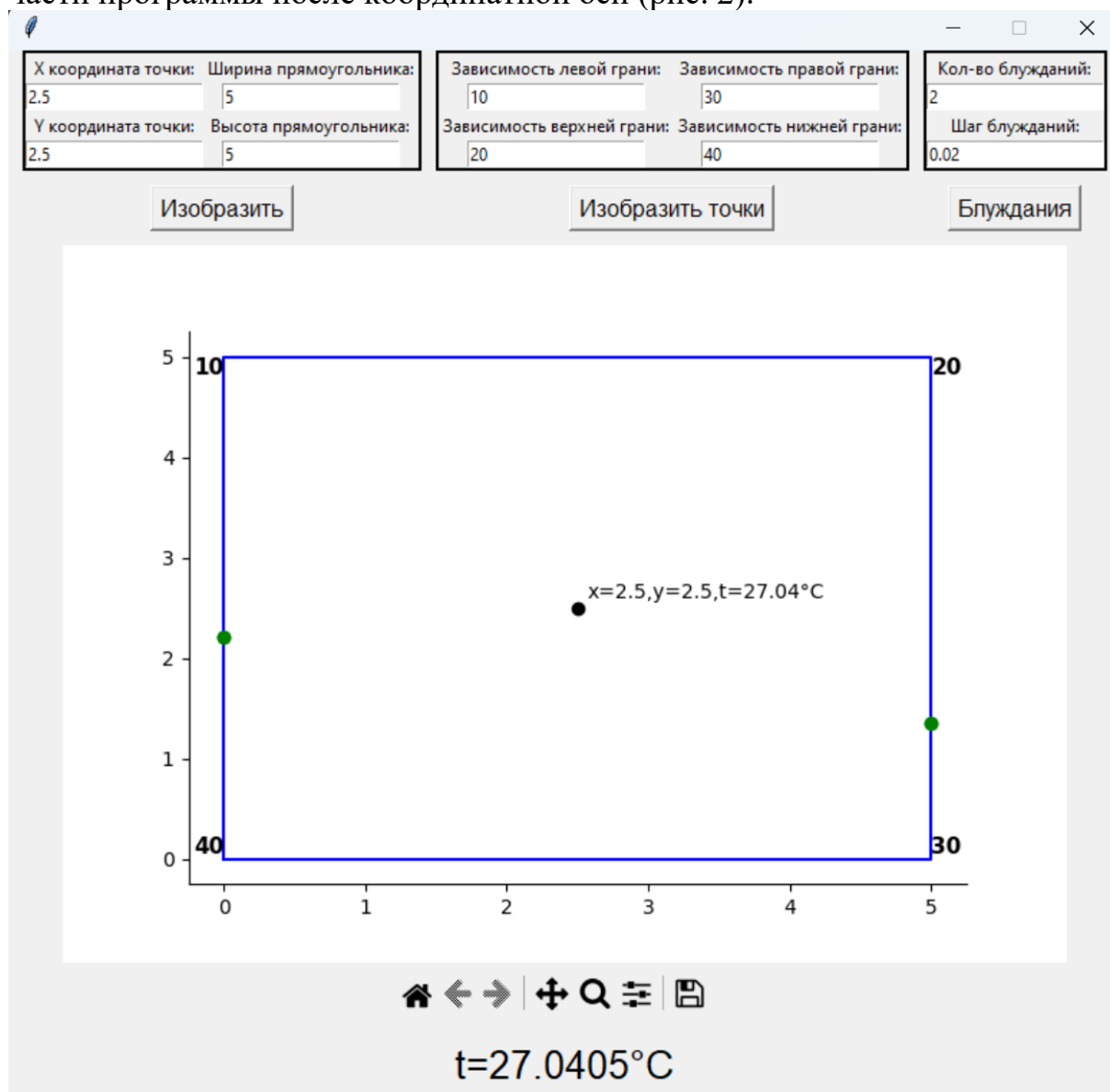


Рис.2. Значение температуры для пользовательской точки.

4) Графический вывод случайных блужданий:

Пользователь может просмотреть графическое представление траекторий блужданий на плоскости, нажав на кнопку "Блуждания" (рис. 3).

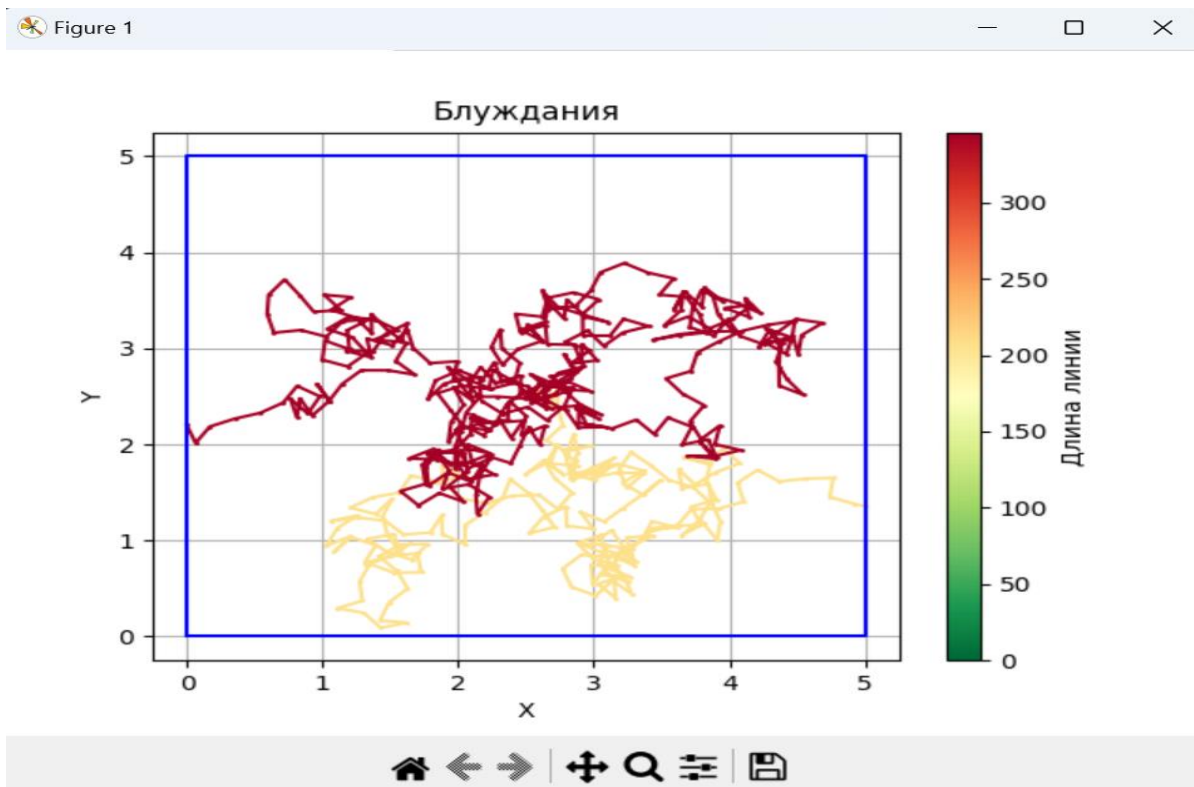


Рис.3. Графическое представление случайных блужданий.

В рамках данного исследования рассматривалось применение метода случайных блужданий в моделировании распределения температуры в двумерной области. В ходе исследований было создано программное обеспечение, способное определять температуру на прямоугольной пластине с учетом заданных значений в узлах пластины. Для реализации программы использовались современные технологии, такие как метод случайных блужданий (или метод Монте-Карло), метод Судзуо-Какутани, а также возможности языка программирования Python.

Литература

1. Напрасников, В.В. Компьютерное моделирование прикладных задач / В.В. Напрасников, И. Л. Ковалева. - Мн.: БНТУ, 2022 - 208с.
2. Соболев, И.М. Численные методы Монте-Карло / И. М. Соболев. - М.:Наука, 1973 - 313с.
3. Tkinter — Python interface to Tcl/Tk [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>. - Дата доступа: 20.12.2023.
4. Matplotlib 3.8.2 documentation [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://matplotlib.org/stable/index.html>. - Дата доступа: 20.12.2023

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ В СРЕДЕ MATHCAD

Савельев И.П.

научный руководитель - Напрасников В.В., к.т.н., доцент

В качестве математических моделей широкого класса технических задач используются дифференциальные уравнения с начальными и граничными условиями и их системы. Примерами рассматриваемых процессов являются: движение тела, брошенного вертикально вверх; колебания математического маятника; изгиб балки под действием силы; колебания в колебательном контуре и многие другие динамические задачи. В качестве методов их решения, при задании начальных условий, широко используются метод Эйлера и метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

В математической системе Mathcad задачу Коши с одним или несколькими дифференциальными уравнениями можно эффективно решать, используя метод Rkadapt – метод Рунге-Кутты с переменным шагом.

Известные методы исследования колебаний мобильных машин, в том числе и с пневмогидравлической подвеской, предусматривают изучение обобщенной (как правило, механической) динамической модели. Причём непосредственно упругодемпфирующие элементы (пневмогидроцилиндры) не рассматриваются как самостоятельная динамическая подсистема, а их характеристики и свойства рабочей среды задаются в виде упрощенных кусочно-линейных зависимостей.

При анализе плавности хода применяют различные расчетные схемы с учетом цели исследований и диапазона рассматриваемых частот. Схема включает в себя инерционные элементы массы, соединенные упругими элементами и элементами, обеспечивающими рассеяние энергии при колебаниях масс. Массы делят на две основные группы: подрессоренные и неподрессоренные. Для более сложных задач отдельно рассматривается вторичное подрессоривание (кабина, сиденье).

Сложность математической модели будет зависеть от принятых допущений. Например, можно предположить, что характеристики и параметры подвески и шин правых и левых колес одинаковы, а продольные колебания автомобиля происходят практически независимо от поперечных.

Для составления уравнений движения (колебаний) обычно пользуются уравнениями Лагранжа, так как они позволяют применить обобщенный подход к моделированию:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial W_K}{\partial \dot{\varepsilon}_i} - \frac{\partial W_K}{\partial \varepsilon_i} + \frac{\partial W_p}{\partial \varepsilon_i} + \frac{\partial \varphi}{\partial \dot{\varepsilon}_i} = Q_i,$$

где W_K и W_p - кинетическая и потенциальная энергии системы; φ - диссипативная функция (функция рассеяния энергии), характеризующая потери энергии под действием сил сопротивлений; ε_i - обобщенная координата; Q_i - обобщенная сила, соответствующая i - й обобщенной координате, причем:

$$W_K = \frac{mv^2}{2}; W_p = \frac{cx^2}{2}; \varphi = \frac{k_\alpha x'^2}{2},$$

где v - скорость движения некоторой массы m ; x' и x - относительная скорость и перемещение (деформация); c - коэффициент жесткости; k_α - коэффициент демпфирования.

Существенным предположением в большинстве расчетов является то, что характеристики всех элементов линейны (или линеаризованы), а коэффициенты жесткости и демпфирования постоянны.

При моделировании пневмогидравлической подвески такое допущение не всегда оправдано, так как упругодемпфирующие свойства подвески определяются достаточно сложными внутренними процессами, происходящими при сжатии газа и дросселировании рабочей жидкости через калиброванные отверстия (иногда переменного сечения), что приводит к достаточно сложной функциональной зависимости коэффициентов жесткости и демпфирования не только от конструктивных параметров, но и от характера протекания колебательного процесса.

Для того чтобы адекватно описать колебательную систему с пневмогидравлической подвеской, целесообразно применить второй способ описания колебаний - использование уравнений динамики. Этот способ основан на балансе действующих на объект сил и позволяет более полно учитывать внутренние процессы в элементах подвески.

Рассмотрев расчётную схему для автомобиля при движении его по дороге с заданным профилем с учётом поворота корпуса относительно линии горизонта, приходим к выводу, что решение задачи сводится к решению обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка системы уравнений:

$$\begin{cases} (M_2 + M_1)\ddot{q}_1 + M_1 l_3 \ddot{q}_2 + M_1 \ddot{q}_3 = b_1 \\ M_1 l_3 \ddot{q}_1 + (I + M_1 l_3^2)\ddot{q}_2 + M_1 l_3 \ddot{q}_3 = b_2 \\ M_1 \ddot{q}_1 + M_1 l_3 \ddot{q}_2 + M_1 \ddot{q}_3 = b_3 \end{cases}$$

Где $b_1 = -K1(z_1 + z_3 L1 - E1(t)) + 1 * (-K2)(z_1 - z_3 L2 - E2(t)) - C1(z_2 + z_4 L1 - E1(t)) - C2(z_2 - z_4 L2 - dE2(t));$ $b_2 = -K1L1(z_1 + z_3 L1 - E1(t)) + (K2L3)(z_1 - z_3 L3 - E2(t)) - C1L1(z_2 + z_4 L1 - dE1(t)) + C2L2(z_2 - z_4 L2 - dE2(t));$ $b_3 = -K3z_5 + C3z_6.$

Рассмотрим реализацию этого алгоритма в среде Mathcad на следующих рисунках:

```

K1 := 2   K2 := 2   K3 := 0   C1 := 0   C2 := 0   C3 := 0

E1(t) := sin(t)   dE1(t) := d/dt E(t)

L1 := 1   L2 := 1   L3 := 0   I := 1

M1 := 1
M2 := 1

det0 :=  $\begin{pmatrix} M2 + M1 & M1 \cdot L3 & M1 \\ M1 \cdot L3 & I + M1 \cdot L3 \cdot L3 & M1 \cdot L3 \\ M1 & M1 \cdot L3 & M1 \end{pmatrix}$    b1 := 3   b2 := 2   b3 := 1

det1 :=  $\begin{pmatrix} b1 & M1 \cdot L3 & M1 \\ b2 & I + M1 \cdot L3 \cdot L3 & M1 \cdot L3 \\ b3 & M1 \cdot L3 & M1 \end{pmatrix}$    ORIGIN := 1

E2(t) := sin(t)   dE2(t) := d/dt E(t)

det2 :=  $\begin{pmatrix} M2 + M1 & b1 & M1 \\ M1 \cdot L3 & b2 & M1 \cdot L3 \\ M1 & b3 & M1 \end{pmatrix}$    det3 :=  $\begin{pmatrix} M2 + M1 & M1 \cdot L3 & b1 \\ M1 \cdot L3 & I + M1 \cdot L3 \cdot L3 & b2 \\ M1 & M1 \cdot L3 & b3 \end{pmatrix}$ 

```

Рис.1. Начало программы, инициализация переменных.

```

tbegin := 0
tend := 50
h := 0.2


$$\begin{bmatrix} \begin{matrix} z_2 \\ \begin{bmatrix} -K1 \cdot (z_1 + z_3 \cdot L1 - E1(t)) + 1 \cdot -K2 \cdot (z_1 - z_3 \cdot L2 - E2(t)) - C1 \cdot (z_2 + z_4 \cdot L1 - E1(t)) - C2 \cdot (z_2 - z_4 \cdot L2 - dE2(t)) & M1 \cdot L3 & M1 \\ -K1 \cdot L1 \cdot (z_1 + z_3 \cdot L1 - E1(t)) + K2 \cdot L3 \cdot (z_1 - z_3 \cdot L3 - E2(t)) - C1 \cdot L1 \cdot (z_2 + z_4 \cdot L1 - dE1(t)) + C2 \cdot L2 \cdot (z_2 - z_4 \cdot L2 - dE2(t)) & I + M1 \cdot L3 \cdot L3 & M1 \cdot L3 \\ -K3 \cdot z_5 + C3 \cdot z_6 & M1 \cdot L3 & M1 \end{bmatrix} \end{matrix} \\ \begin{matrix} z_4 \\ \begin{bmatrix} M2 + M1 & -K1 \cdot (z_1 + z_3 \cdot L1 - E1(t)) + 1 \cdot -K2 \cdot (z_1 - z_3 \cdot L2 - E2(t)) - C1 \cdot (z_2 + z_4 \cdot L1 - E1(t)) - C2 \cdot (z_2 - z_4 \cdot L2 - dE2(t)) & M1 \\ M1 \cdot L3 & -K1 \cdot L1 \cdot (z_1 + z_3 \cdot L1 - E1(t)) + K2 \cdot L3 \cdot (z_1 - z_3 \cdot L3 - E2(t)) - C1 \cdot L1 \cdot (z_2 + z_4 \cdot L1 - dE1(t)) + C2 \cdot L2 \cdot (z_2 - z_4 \cdot L2 - dE2(t)) & M1 \cdot L3 \\ M1 & -K3 \cdot z_5 + C3 \cdot z_6 & M1 \end{bmatrix} \end{matrix} \\ \begin{matrix} z_6 \\ \begin{bmatrix} M2 + M1 & M1 \cdot L3 & -K1 \cdot (z_1 + z_3 \cdot L1 - E1(t)) + 1 \cdot -K2 \cdot (z_1 - z_3 \cdot L2 - E2(t)) - C1 \cdot (z_2 + z_4 \cdot L1 - E1(t)) - C2 \cdot (z_2 - z_4 \cdot L2 - dE2(t)) \\ M1 \cdot L3 & I + M1 \cdot L3 \cdot L3 & -K1 \cdot L1 \cdot (z_1 + z_3 \cdot L1 - E1(t)) + K2 \cdot L3 \cdot (z_1 - z_3 \cdot L3 - E2(t)) - C1 \cdot L1 \cdot (z_2 + z_4 \cdot L1 - dE1(t)) + C2 \cdot L2 \cdot (z_2 - z_4 \cdot L2 - dE2(t)) \\ M1 & M1 \cdot L3 & -K3 \cdot z_5 + C3 \cdot z_6 \end{bmatrix} \end{matrix} \end{bmatrix}$$


```

Рис.2. Запись матрицы решения системы уравнений.

$$N := \frac{tend - tbegin}{h}$$

$$S := \text{Rkadapt}(zbegin, tbegin, tend, N, f)$$

$$zbegin := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0.2	$5.28 \cdot 10^{-3}$	0.079	$2.63 \cdot 10^{-3}$	0.039
3	0.4	0.041	0.299	0.02	0.145
4	0.6	0.131	0.617	0.063	0.289
5	0.8	0.29	0.968	0.135	0.425
6	1	0.516	1.275	0.23	0.507
7	1.2	0.792	1.466	0.331	0.49
8	1.4	1.091	1.483	0.417	0.347
9	1.6	1.372	1.292	0.461	0.074
10	1.8	1.593	0.893	0.44	-0.308
11	2	1.717	0.317	0.334	-0.754
12	2.2	1.712	-0.375	0.138	-1.197
13	2.4	1.565	-1.1	-0.14	-1.562
14	2.6	1.276	-1.767	-0.476	-1.774
15	2.8	0.867	-2.29	-0.835	-1.773
16	3	0.374	-2.6	-1.169	...

Рис. 3. Таблица результатов.

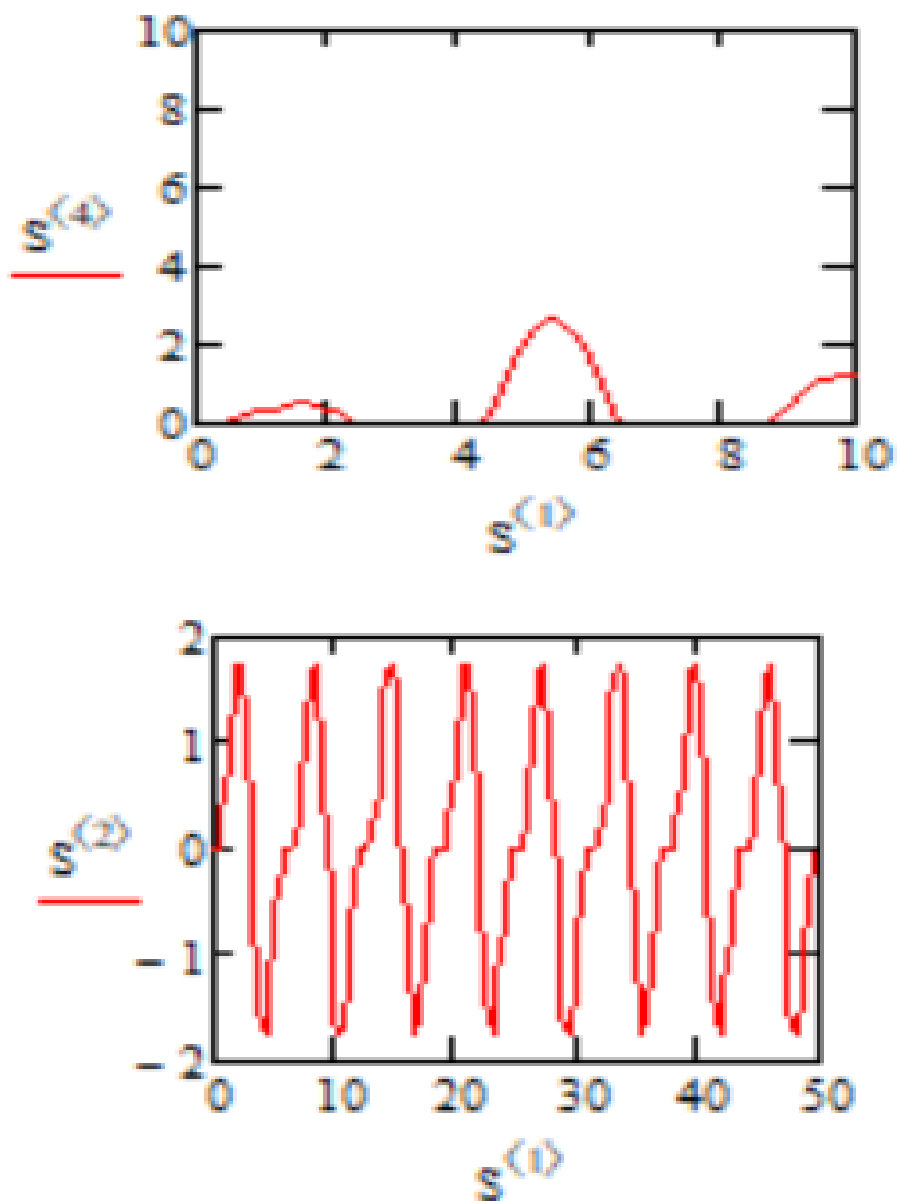


Рис. 4. Графическое представление результатов.

Литература

1. Жилевич, М.И. К расчёту колебаний мобильной машины с учетом внутренних процессов в пневмогидравлической подвеске / М.И. Жилевич. – Мн.: БНТУ, 2003 – 46,47с.
2. Луцко, Н.Я. Решение задач колебаний в MathCad / Н.Я. Луцко, О.Н. Кавальчук. – Мн.: БНТУ, 2020 – 512с.
3. Напрасников, В.В. Компьютерное моделирование прикладных задач / В.В. Напрасников, И. Л. Ковалёва. – Мн.: БНТУ, 2022 – 208с.

РЕШЕНИЕ СЛАУ С ТРЕХДИАГОНАЛЬНОЙ ЛЕНТОЧНОЙ СИММЕТРИЧНОЙ МАТРИЦЕЙ МЕТОДОМ ПРОГОНКИ

Каленик И. К., Петруша П. А.

научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

Сначала определим, что представляет собой ленточная симметричная матрица. Это квадратная матрица, которая одновременно является и ленточной, и симметричной. Это означает, что все её ненулевые элементы расположены вдоль главной диагонали и в некотором количестве диагоналей над и под ней, и при этом элементы матрицы симметричны относительно главной диагонали.

Метод прогонки применяется для решения систем линейных уравнений $MX = W$, где M – трехдиагональная матрица. Матрица называется трехдиагональной, если она имеет отличные от нуля элементы только на главной и двух примыкающих к ней диагоналях:

$$M = \begin{pmatrix} q_1 & r_1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ p_2 & q_2 & r_2 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_3 & q_3 & & 0 & 0 & 0 \\ \cdots & & & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & p_{n-1} & q_{n-1} & r_{n-1} \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & p_n & q_n \end{pmatrix}$$

Подобные системы встречаются в различных областях вычислительной математики, и поэтому разработаны специальные методы для их решения.

Запишем трехдиагональную систему в виде равенств

$$p_i x_{i-1} + q_i x_i + r_i x_{i+1} = w_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad p_1 = 0, r_n = 0.$$

Метод прогонки является частным случаем метода исключения Гаусса. Формулы прямого хода в этом случае значительно упрощаются, а выбор главных коэффициентов не нужен. В результате система приводится к виду

$$x_i = u_i x_{i+1} + v_i,$$

где коэффициенты u_i, v_i находятся по рекуррентным формулам

$$u_1 = \frac{-r_1}{q_1}, v_1 = \frac{w_1}{q_1},$$

$$u_i = \frac{-r_i}{q_i + p_i u_{i-1}}, v_i = \frac{w_i - p_i v_{i-1}}{q_i + p_i u_{i-1}}, \quad i = 2, \dots, n.$$

Обратный ход позволяет получить окончательное решение по формулам

$$x_n = v_n, x_i = u_i x_{i+1} + v_i, \quad i = n-1, n-2, \dots, 1.$$

Если выполняются неравенства

$$|q_i| \geq |p_i| + |r_i|, |q_i| \geq |p_i|, i = 1, 2, \dots, n,$$

то решение трехдиагональной системы существует и единственно. Общее количество арифметических операций, требуемое для реализации метода, приблизительно равно $8n$. При этом диагональные элементы матрицы

$$M[m_{ij}], i, j = 1, \dots, n$$

можно хранить в виде трех отдельных векторов

$$P[p_i], Q[q_i], R[r_i], i = 1, \dots, n.$$

На следующих рисунках представлена программа в среде MATHCAD, реализующая решение описанной задачи.

```

ORIGIN := 1

Уравнение для решения СЛАУ имеет вид
L*X=L2
L-трехдиагональная симметричная ленточная матрица

L :=
(
3 2 0 0 0 0 0 0
2 5 7 0 0 0 0 0
0 7 1 -13 0 0 0 0
0 0 -13 7 1 0 0 0
0 0 0 1 4 5 0 0
0 0 0 0 5 11 -8 0
0 0 0 0 0 -8 2 15
0 0 0 0 0 0 15 24
)

L2 :=
(
5
8
2
-1
3
-10
7
9
)

Выделим главную диагональ, наддиагональ и поддиагональ из
исходной матрицы

n := rows(L)
i0 := 1..n      D10 := L10,10      D1T := (3 5 1 7 4 11 2 24)
i0 := 1..n-1   Ddown10 := L10+1,10  DdownT := (2 7 -13 1 5 -8 15)
k0 := 1..n-1   Dupk0 := Lk0,k0+1    DupT := (2 7 -13 1 5 -8 15)

zero := (0)
DdownNew := stack(zero, Ddown)      DdownNewT := (0 2 7 -13 1 5 -8 15)
DupNew := stack(Dup, zero)         DupNewT := (2 7 -13 1 5 -8 15 0)
lenta := augment(DdownNew, D, DupNew)

```

Рис.1. Отображение параметров, установленных пользователем.

После выполнения вычислений результат будет отображен на координатной оси выше и правее указанной точки поиска, а также в нижней части программы после координатной оси (рис. 2).

Сформируем ленту из диагоналей с помощью встроенной функции `augment`

$$\text{lenta} = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 2 & 5 & 7 \\ 7 & 1 & -13 \\ -13 & 7 & 1 \\ 1 & 4 & 5 \\ 5 & 11 & -8 \\ -8 & 2 & 15 \\ 15 & -24 & 0 \end{pmatrix}$$

Реализация метода прогонки

```

Progonka(lenta, L2) :-
  n ← rows(L2)
  U1 ←  $\frac{-\text{lenta}_{1,3}}{\text{lenta}_{1,2}}$ 
  V1 ←  $\frac{L2_1}{\text{lenta}_{1,2}}$ 
  for i ∈ 2..n
    Ui ←  $\frac{-\text{lenta}_{i,3}}{\text{lenta}_{i,2} + \text{lenta}_{i,1} \cdot U_{i-1}}$ 
    Vi ←  $\frac{L2_i - \text{lenta}_{i,1} \cdot V_{i-1}}{\text{lenta}_{i,2} + \text{lenta}_{i,1} \cdot U_{i-1}}$ 
  Xn ← Vn
  for i ∈ n - 1..1
    Xi ← Ui · Xi+1 + Vi
  return X

```

Вычисление
прогоночных
коэффициентов
(Прямой ход)

Вычисление
решения системы
(Обратный ход)

$$\text{Progonka}(\text{lenta}, L2)^T = (1.259 \ 0.611 \ 0.347 \ 0.202 \ 2.095 \ -1.116 \ 1.024 \ -0.265)$$

Вектор-строка решения уравнения с помощью метода прогонки

$$\text{lsolve}(L, L2)^T = (1.259 \ 0.611 \ 0.347 \ 0.202 \ 2.095 \ -1.116 \ 1.024 \ -0.265)$$

Вектор-строка решения уравнения с помощью встроенной функции

Рис.2. Результаты работы программы

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАДОКСА МОНТИ ХОЛЛА

Ковальков Р. В.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

Цель работы – доказать отсутствие парадоксальности путем разработки алгоритма, создающего аналогию случайных экспериментов и показывающего вероятность того или иного выбора.

Парадокс Монти Холла – это известная задача по теории вероятности. Свою популярность обрела благодаря американскому телешоу, на котором была соответствующая игра. Сама задача не представляет собой парадокса, так как не содержит в себе противоречия. Однако им названа по причине неочевидности ответа для человека, не разбирающегося в теории вероятности и той известности, которую задача обрела.

Суть задачи состоит в следующем. Перед игроком три двери: за одной автомобиль, за остальными – козы (рис. 1). Игроку необходимо угадать: за какой дверью находится автомобиль. После первого выбора двери игроком, ведущий открывает одну из двух оставшихся дверей, за которой гарантировано стоит коза.

Игроку после этого разрешается поменять выбор на третью дверь. Вопрос: есть ли смысл менять дверь и с какой вероятностью он выиграет автомобиль, если все-таки решится? Увеличатся ли ваши шансы выиграть автомобиль, если вы примете предложение ведущего и измените свой выбор?



Рис.1. Отображение возможных выборов.

В этой работе предпринята попытка построения программной реализации в среде MathCad для численного моделирования экспериментов при двух разных вариантах стратегии игрока. Текст документа MathCad с комментариями представлен на (рис. 2).

```

GoatAndCar(n) :=
  //p1 - кол-во положительных исходов выпадения машины НЕ ИЗМЕНЯ ВЫБОР"
  p1 ← 0
  //p2 - кол-во положительных исходов выпадения машины ИЗМЕНЯ ВЫБОР"
  p2 ← 0
  "Проводим n-ое кол-во экспериментов"
  for i ∈ 1,2..n
    //Ставим машину (случ. образ.) за одну из 3ех дверей. За остальными - козы"
    car_pos ← ceil(md(3))
    //Игрок выбирает дверь (случайным образом)"
    player_choice ← ceil(md(3))
    //tmp - это кол-во коз за дверьми ЗА ИСКЛ. той двери, которую выбрал игрок"
    tmp ← 0
    "Пробегаемся по всем дверям"
    for j ∈ 1,2..3
      "Если за дверью НЕ МАШИНА и если дверь НЕ ВЫБРАНА ИГРОКОМ => tmp++"
      tmp ← tmp + 1 if j ≠ car_pos ^ j ≠ player_choice
    //Если tmp != n - 1 (!= 2), ТО МАШИНА ЗА ДРУГОЙ ДВЕРЬЮ "
    //Если tmp == n - 1 (= 2), ТО МАШИНА ЗА ТОЙ ДВЕРЬЮ, КОТОРУЮ ВЫБРАЛ ИГРОК "
    p2 ← p2 + 1 if tmp ≠ 2
    p1 ← p1 + 1 otherwise
  return (  $\frac{p1}{n}$   $\frac{p2}{n}$  )
  GoatAndCar(1000) = ( 0.325 0.675 )

```

Рис. 2. Функция, принимающая аргумент n - количество итераций эксперимента и возвращает вектор из двух значений: первое - вероятность выигрыша автомобиля, если не менять выбор, второе - если поменять его.

Зависимости вероятностей от количества экспериментов при разных стратегиях представлены на (рис. 3). Вывод: вторая стратегия предпочтительна.

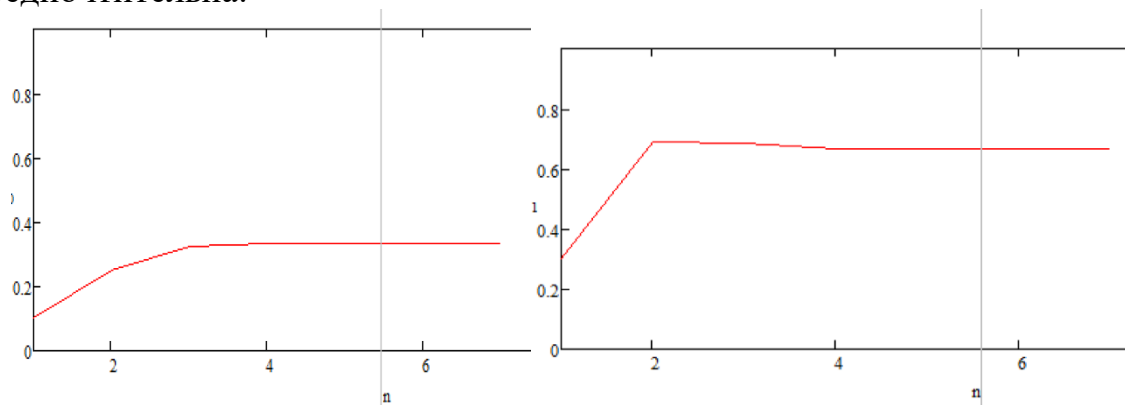


Рис. 3. График функции, отображающей вероятность выигрыша автомобиля, если не менять выбор (слева), если менять выбор (справа)

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТОКОВОЙ СИСТЕМЫ ШИФРОВАНИЯ A5

Керножицкий А.В., Беть Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Несенчук А.А.

Потоковая система шифрования A5 представляет собой поточный шифр, используемый для обеспечения конфиденциальности передаваемых данных между телефоном и базовой станцией в европейской системе мобильной цифровой связи GSM (Group Special Mobile).

В этом алгоритме каждому символу открытого текста соответствует символ шифротекста [1]. Текст не делится на блоки (как в блочном шифровании)[1] и не изменяется в размере. Используются логические функции, сложение по модулю 2 (XOR) и сдвиг регистра.

Поскольку A5 широко применяется в сетях GSM, его можно найти в большом количестве мобильных устройств по всему миру. Это делает его удобным и совместимым стандартом. Хотя A5 не является идеальным шифром, он обеспечивает базовый уровень защиты от прослушивания, что делает его сложным для нелегального доступа к разговорам. A5 предназначен только для шифрования данных, но не предоставляет механизмы аутентификации. Это означает, что, несмотря на то, что данные могут быть зашифрованы, не существует гарантии, что они отправлены именно ожидаемым отправителем.

Функционирование алгоритма разделяется на два основных этапа:

- 1). Генерация гаммы шифра (ключевой последовательности);
- 2). Непосредственно реализация процедуры шифрования исходного текста.

1. Генерация гаммы шифра в системе A5

Для генерации гаммы шифра (ключевой последовательности или ключа K (Key)) используется генератор в форме регистра сдвига с линейными обратными связями (РСЛОС) [1,2].

1.1. Регистр сдвига с линейными обратными связями и его функционирование

Ключ генерируется в форме бинарного ключевого потока (ключевой последовательности, т.е. последовательности битов ключа): $k_i \in K$.

Математической моделью генератора ключа в форме РСЛОС является полиномиальная модель, а именно модель в форме полинома заданной степени n , который в общем виде представим формулой

$$a_0x^n \oplus a_1x^{n-1} \oplus a_2x^{n-2} \oplus \dots \oplus a_{n-1}x \oplus a_n = p(x) \quad (1)$$

где a_j – коэффициенты полинома, $a_j \in \{0,1\}, j = 1, 2, \dots, n$; \oplus – операция XOR.

Разрядность РСЛОС должна соответствовать степени него полиномиальной математической модели (1), а моделирующий полином (1) должен быть примитивным по модулю 2[1]. Это делается с целью повышения криптостойкости шифра, поскольку генерируемая с использованием примитивного полинома последовательность, называемая М-последовательностью, всегда имеет максимальный период $T=2^n-1$. Например примитивный полином при $n = 8$ имеет вид

$$1 \oplus x \oplus x^5 \oplus x^6 \oplus x^8 = p(x). \quad (2)$$

Каждое слагаемое математической модели регистра (1) соответствует разряду регистра, номер которого определяется степенью неизвестного данного слагаемого.

В соответствии с математической моделью (1) разряды регистра (их содержимое), номера которых определяются степенями неизвестного моделирующего полинома, должны складываться по модулю 2. Назовем эти разряды *отводными разрядами* регистра. С целью сложения содержимого этих разрядов от них выполняются отводы, формирующие отводную последовательность (ОП) РСЛОС.

8-ми разрядный РСЛОС, моделируемый полиномом (2), показан на рисунке 1.

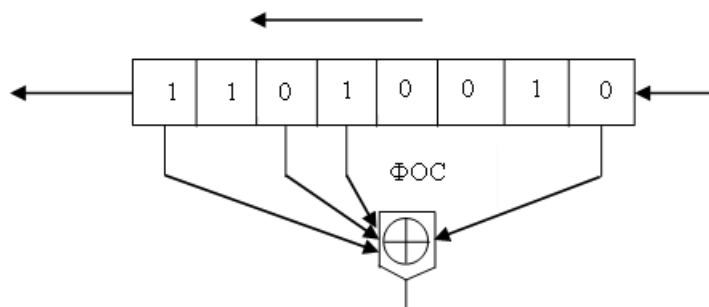


Рис. 1. 8-ми разрядный сдвиговый регистр РСЛОС

В нижней части рисунка четырьмя линиями со стрелками показана отводная последовательность регистра. Поскольку моделью регистра, показанного на рисунке 1, является примитивный полином (2), ОП определяется от 1, 5, 6 и 8 разрядов регистра. Содержимое соответствующих разрядов подвергается обработке с помощью функции, называемой функцией обратной связи (ФОС), которая в данном случае представляет собой логическую функцию XOR (сложение по модулю 2) (рисунок 1).

Результат сложения содержимого отводных разрядов регистра по линии обратной связи (ОС) поступает в первый разряд регистра и в этот момент происходит сдвиг содержимого регистра на один разряд влево (рисунок 1). Таким образом очередной бит выходит из регистра, формируя очередной бит гаммы шифра (ключевой последовательности). Количество генерируемых бит гаммы шифра (длина ключевой последовательности)

должно равняться длине в битах потока исходного текста, подлежащего шифрованию.

Следует отметить, что перед началом работы РСЛОС необходимо проинициализировать произвольным ненулевым начальным вектором IV . На рисунке 1 это вектор IV : 11010010.

1.2. Функционирование генератора А5

Практическое применение имеют системы регистров переменного тактирования, с различными длинами и функциями обратной связи, реализуемые в А5. Генератор А5 состоит из двух основных частей: трех РСЛОС и блока управления движением.

Три регистра ($R1$, $R2$, $R3$) имеют соответственно длины 19, 22 и 23 бита. Многочлены обратных связей для $R1$, $R2$, $R3$ соответственно равны:

$$f_1(x) = x^{19} + x^5 + x^2 + x + 1$$

$$f_2(x) = x^{22} + x + 1$$

$$f_3(x) = x^{23} + x^{15} + x^2 + x + 1$$

Структурная схема потоковой криптосистемы А5, изображена на рисунке 2.

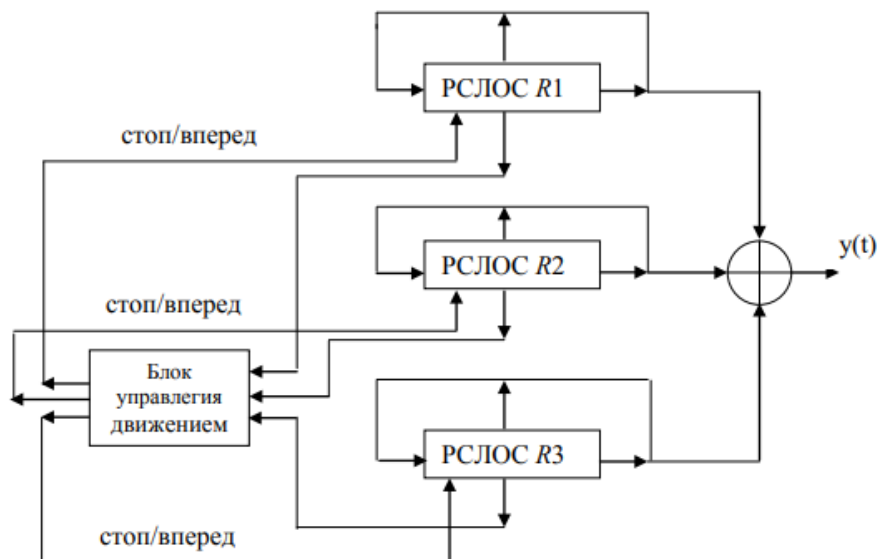


Рис. 2. Генерация ключа в криптосистеме А5

Управление тактированием осуществляется специальным механизмом в блоке управления движением (рисунок 2). В каждом регистре есть биты синхронизации: $\tau_1 = 10$ ($R1$), $\tau_2 = 11$ ($R2$), $\tau_3 = 12$ ($R3$). Вычисляется логическая функция

$$F(\tau_1, \tau_2, \tau_3) = \tau_1 \& \tau_2 | \tau_1 \& \tau_3 | \tau_2 \& \tau_3, \quad (3)$$

где $\&$ – булево AND, $|$ – булево OR, а τ_1, τ_2 и τ_3 – биты синхронизации $R1$, $R2$ и $R3$ соответственно.

Сдвигаются только те регистры, у которых бит синхронизации τ_i (синхробит) равен значению функции (3).

Фактически, сдвигаются только те регистры, синхробит которых принадлежит большинству. Выходной бит системы $y(t)$ – результат операции XOR над выходными битами регистров.

2. Реализация процесса шифрования/ дешифрования

2.1. Преобразование «инволюция»

Потоковое шифрование основано на использовании преобразования, называемого «инволюция» [1,2]. Инволюция – это преобразование (функция), которое является обратным самому себе. Функция $f(x)$ является инволюцией, если

$$f(f(x)) = x.$$

Пример 1:

$$f(x) = -x,$$

$$f(f(x)) = -(-x) = x.$$

Пример 2:

$$f(x) = x \oplus b,$$

$$f(f(x)) = (x \oplus b) \oplus b = x.$$

2.2. Процесс шифрования / дешифрования

Потоковое шифрование и дешифрование основано на использовании преобразования «инволюция» (см. подраздел 2.1). Синхронный потоковый шифратор имеет структуру, включающую начальное состояние генераторов ключа и функционирует синхронно. Каждый символ шифротекста вычисляется как функция XOR от соответствующих символов исходного текста и ключа (рисунок 3).

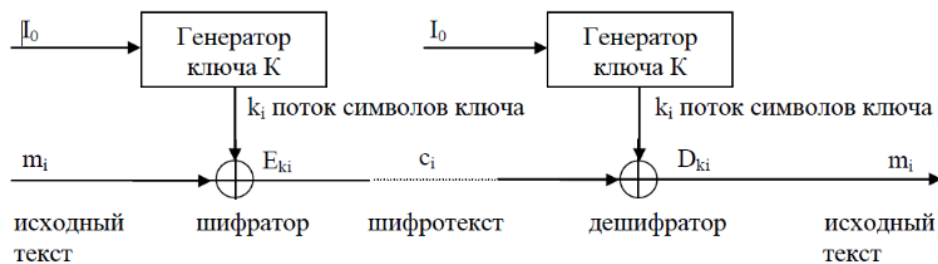


Рис. 3. Структура синхронного потока шифратора/ дешифратора

Алгоритм шифрования в потоковой системе описывается следующей формулой шифрования:

$$C = P \oplus K,$$

где C – бинарный поток шифротекста, P – бинарный поток исходного текста.

Благодаря тому, что функция XOR является инволюцией, алгоритм дешифрования в потоковой системе описывается формулой дешифрования, которая аналогична формуле шифрования, т.е. формулой

$$P = C \oplus K.$$

2.3. Аппаратная и программная реализация потокового шифра

Потоковые шифры могут быть реализованы в аппаратном или программном варианте.

Аппаратная реализация потокового шифра обеспечивает высокую криптостойкость именно по той причине, что при аппаратной реализации формируется истинно случайная бинарная последовательность. Однако недостатком является высокая стоимость реализации.

К достоинствам программной реализации потоковых систем шифрования относятся низкая стоимость реализации в сравнении с аппаратной и высокая гибкость. Однако программно можно генерировать только псевдослучайную бинарную последовательность, которая обеспечивает значительно более низкую криптостойкость шифра в сравнении с истинно случайной.

3. Программная реализация потоковой системы А5

3.1. Программа «Потоковая система шифрования А5»

В данной статье представлена программа, реализующая шифросистему А5 и разработанная на языке C#. Использована среда разработки VisualStudio 2022. Основным компонентом программы является класс A5Cipher, который реализует алгоритм потокового шифрования шифра А5. Для генерации ключевой последовательности (гаммы) в программе используются генераторы на основе сдвиговых регистров с линейными обратными связями.

3.2. Реализация интерфейса пользователя

С использованием WindowsForms, программа предоставляет удобный интерфейс для пользователей (рисунок 4), позволяющий задать исходный текст и сгенерировать ключ, а затем производить шифрование и дешифрование с использованием системы А5.

Интерфейс разделен на 2 блока: стороны отправителя (шифрования) в левой и получателя (дешифрования) в правой половине интерфейса.

В окне «Исходный текст» вводится текст для шифрования, под которым для каждого регистра можно задать степени полиномов и синхробиты τ_i . В полях IV_i задаются случайным образом начальные состояния регистров. Отводы регистров задаются в полях Tap_{j_i} . Для генерации ключа требуется нажать кнопку «Генерировать ключ» на стороне отправителя.

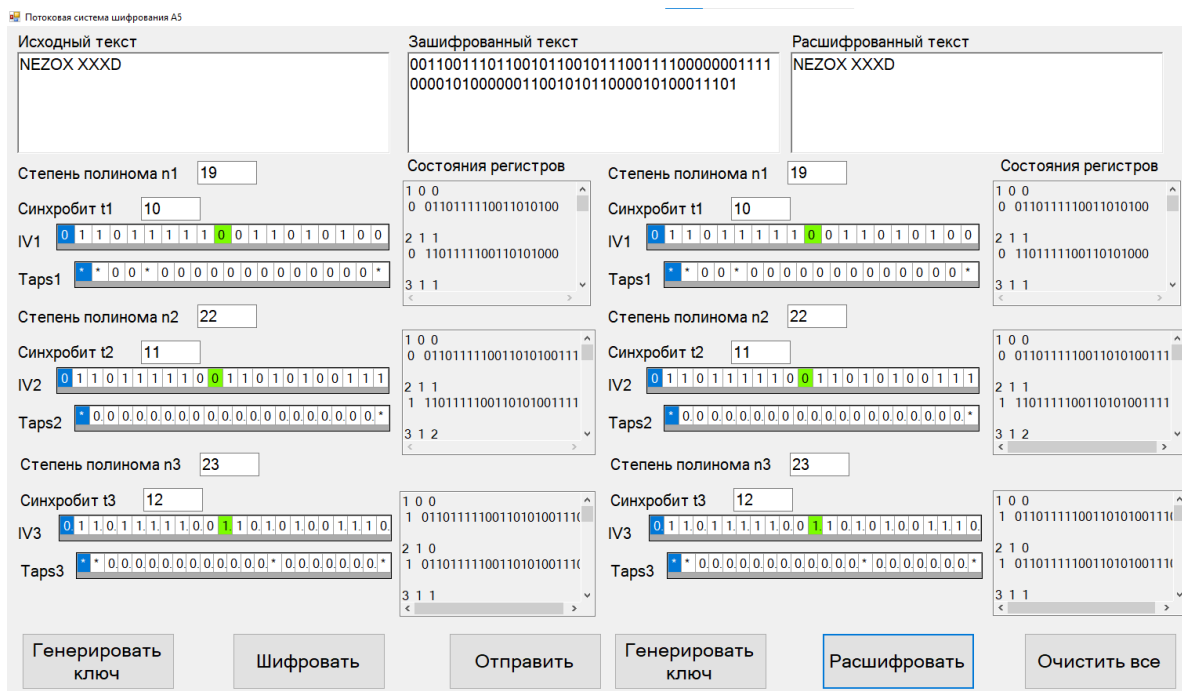


Рис. 4. Интерфейс программы потокового шифрования систем А5

В полях «Состояния регистров» выводятся состояния регистров в процессе функционирования при генерации ключевой последовательности. Первое число – номер итерации, далее идет значение логической функции $F(\tau_1, \tau_2, \tau_3)$, после него состояние регистра на данном шаге и затем количество сдвигов регистра до текущего шага. По нажатии кнопки «Шифровать» в окне «Зашифрованный текст» выводится шифротекст.

По нажатии кнопки «Отправить» на стороне получателя происходит заполнение всех полей данными, необходимыми для генерации ключа дешифрования, которые полностью аналогичны данным шифрования. Дешифрование шифротекста производится аналогично шифрованию.

В результате выполнения работы реализован программный генератор псевдослучайной бинарной последовательности, шифратор и дешифратор в структуре потоковой системы А5. разработан удобный пользовательский интерфейс системы А5 с возможностью визуализации состояния генераторов в процессе функционирования, генерируемой ключевой последовательности и шифротекста. Это позволяет следить за состоянием генераторов и процессом формирования гаммы шифра, делает процесс шифрования более удобным и понятным для пользователей.

Литература

1. Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных сетях. М.: Радио и связь, 2001.

2. Чмора А.Л. Современная прикладная криптография. М.: Гелиос АРВ, 2002.

УДК 004.652.4+004.6

ОПТИМИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ И ДОСТУПА К УЧЕБНЫМ ДАННЫМ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ В ОБРАЗОВАНИИ

Бондаревич Б.Б. Дульский М.С.

Научный руководитель – Воронич Л.В. ассистент

В современном образовательном процессе информационные технологии играют ключевую роль, предоставляя учреждениям образования эффективные инструменты для хранения, управления и доступа к учебным данным. Реляционные базы данных являются одним из наиболее распространенных инструментов для организации информации в образовательных учреждениях. Оптимизация процесса хранения и доступа к учебным данным в реляционных базах данных имеет решающее значение для повышения эффективности образовательного процесса.

Анализ существующей проблемы

В образовательных учреждениях объемы учебных данных постоянно растут, включая информацию о студентах, учебных планах, оценках, учебных материалах и прочее. С увеличением объемов данных возникают проблемы с производительностью и эффективностью доступа к ним. Стандартные методы хранения и доступа могут стать неэффективными при масштабировании системы.

Предлагаемое решение

Для оптимизации хранения и доступа к учебным данным в реляционных базах данных предлагается следующий подход:

1. **Нормализация данных:** Эффективное использование нормализации позволяет уменьшить дублирование данных и снизить объем хранимой информации. Нормализация помогает избежать аномалий данных и обеспечивает целостность информации.[2]
2. **Индексирование:** Создание индексов на ключевых полях ускоряет процесс поиска и извлечения данных. Индексы позволяют снизить время выполнения запросов к базе данных.[2]
3. **Оптимизация запросов:** Анализ и оптимизация SQL-запросов позволяет снизить нагрузку на базу данных и ускорить выполнение запросов.[3]
4. **Использование кэширования:** Введение кэширования данных позволяет снизить время доступа к часто используемым данным, уменьшая нагрузку на базу данных.[1]

5. **Репликация данных:** Создание реплик базы данных позволяет распределить нагрузку на несколько серверов и повысить отказоустойчивость системы.[2]
 6. **Использование хранилищ данных (Data Warehousing):** Создания отдельного хранилища данных для аналитических целей позволит разгрузить операционную базу данных и обеспечить более эффективное выполнение сложных аналитических запросов.[4]
 7. **Использование NoSQL-решений:** Использование NoSQL баз данных в ситуациях, когда требуется обработка больших объемов полуструктурированных данных может быть особенно полезно для хранения данных обучающихся, которые могут иметь разнообразные форматы (такие как текстовые документы, изображения, аудио- и видеозаписи).[4]
 8. **Безопасность данных:** Следить за безопасностью баз данных. Регулирование, такие как GDPR в Европе или HIPAA в США, могут требовать особых мер безопасности и защиты данных.
 9. **Мониторинг и оптимизация производительности:** Разработка стратегий мониторинга производительности базы данных и системы в целом. Это поможет выявить узкие места в производительности и принять меры по их устранению.[5]
 10. **Облачные решения:** Использование облачных решений для хранения и обработки учебных данных. Облачные сервисы могут предоставить гибкость и масштабируемость, необходимые для эффективного управления данными в образовательном учреждении.[1]
- Оптимизация хранения и доступа к учебным данным в реляционных базах данных играет важную роль в повышении эффективности образовательного процесса. Применение предложенного подхода позволяет улучшить производительность системы, снизить нагрузку на базу данных и обеспечить более быстрый и эффективный доступ к учебной информации. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию более эффективных методов управления учебными данными в образовательных учреждениях.

Литература

1. Карпов, Н.А. Базы данных: основы проектирования и программирования / Н.А. Карпов. - Москва: БХВ-Петербург. 2019.
2. Трубицын, В.И. Основы работы с базами данных в Microsoft SQL Server / В.И. Трубицын. - Москва: ДМК Пресс. 2017.
3. Кузнецов, В.В. СУБД: Проектирование и реализация / В.В. Кузнецов. - Санкт-Петербург: Питер. 2018.

4. Байцурин, Р.А. Основы проектирования баз данных / Р.А. Байцурин. - Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016.

5. Абрамов, А.В. SQL и реляционные СУБД: Учебное пособие / А.В. Абрамов - Москва: Издательство ЛКИ. 2020.

УДК 004.652.4.056.5

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ДАННЫХ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ

Грайко И.А.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент.

Реляционная база данных (РБДС) - это тип базы данных, основанный на реляционной модели данных, разработанной Эдгаром Ф. Коддом в 1970-х годах[3]. В реляционной базе данных информация организована в виде таблиц, состоящих из строк и столбцов. Каждая строка представляет собой запись или объект данных, а столбцы определяют атрибуты или характеристики данных.

Основные концепции реляционных баз данных:

1. Таблицы: Данные хранятся в виде таблиц, каждая из которых имеет уникальное имя. Таблицы состоят из строк (записей) и столбцов (полей).

2. Ключи: Каждая таблица имеет ключевой столбец или комбинацию столбцов (составной ключ), который уникально идентифицирует каждую запись в таблице. Ключи используются для установления связей между таблицами.

3. Связи: Связи определяют, как данные в одной таблице связаны с данными в другой таблице. Наиболее распространенными типами связей являются "один к одному", "один ко многим" и "многие ко многим"[4].

4. Целостность данных: Реляционные базы данных обеспечивают целостность данных с помощью правил и ограничений, таких как уникальность ключей, ограничения внешних ключей и другие ограничения, которые предотвращают вставку или изменение некорректных данных.

5. Язык запросов: Для манипулирования данными в реляционных базах данных используется структурированный язык запросов (SQL - Structured Query Language). SQL позволяет создавать, изменять, удалять и извлекать данные из таблиц.

Примеры популярных реляционных баз данных: MySQL, Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, SQLite и другие.

Реляционные базы данных широко используются в различных областях, таких как финансы, здравоохранение, розничная торговля, производство и

многих других, где требуется структурированное хранение и обработка данных.

Целостность данных в реляционных базах данных имеет большое значение, поскольку она обеспечивает точность, согласованность и надежность данных. Однако могут возникнуть различные проблемы, нарушающие целостность данных. Вот некоторые из наиболее распространенных проблем:

1. Нарушение целостности сущности: Когда первичный ключ (уникальный идентификатор записи) содержит дублирующиеся или пустые значения[4]. Это может привести к неоднозначной идентификации записей.

2. Нарушение целостности ссылочных данных: Когда внешний ключ (ссылка на первичный ключ другой таблицы) содержит значения, которые не соответствуют существующим первичным ключам в родительской таблице. Это называется "висячей ссылкой"[2].

3. Нарушение целостности домена: Когда значения в столбце не соответствуют определенному для этого столбца типу данных или ограничениям (например, отрицательное значение для столбца, ожидающего только положительные числа).

4. Нарушение семантической целостности: Когда данные в базе данных противоречат некоторым бизнес-правилам или ограничениям, не реализованным явно в схеме базы данных (например, несоответствие между датой рождения и датой вступления в должность).

5. Проблемы с одновременным доступом: Когда несколько пользователей или процессов одновременно изменяют одни и те же данные, это может привести к нарушению целостности данных (например, потеря обновлений или некорректные вычисления).

6. Проблемы с транзакциями: Если транзакции не выполняются полностью или не отменяются должным образом, это может привести к нарушению целостности данных (например, частично завершенные транзакции могут оставить данные в несогласованном состоянии) [2].

7. Человеческий фактор: Ошибки, допущенные при вводе данных вручную или при написании запросов к базе данных, могут привести к нарушению целостности данных.

Для предотвращения таких проблем используются различные механизмы контроля целостности, такие как:

1. Ограничения первичного ключа (Primary Key): Это ограничение гарантирует, что значения в столбце или наборе столбцов являются уникальными и не содержат пустых значений. Таким образом обеспечивается целостность сущности[1].

2. Ограничения внешнего ключа (Foreign Key): Это ограничение обеспечивает целостность ссылок, гарантируя, что значения во внешнем ключе соответствуют значениям первичного ключа в связанной таблице.

3. Ограничение NOT NULL: Это ограничение предотвращает вставку пустых значений в определенные столбцы[1].

4. Ограничение уникальности (UNIQUE): Это ограничение гарантирует, что значения в столбце или наборе столбцов являются уникальными.

5. Проверки типов данных (Data Type Constraints): Определение правильных типов данных для столбцов и установка диапазонов значений помогают обеспечить целостность домена.

6. Проверки условий (CHECK Constraints): Это ограничение позволяет определить условия, которым должны удовлетворять значения в столбце или наборе столбцов.

7. Триггеры (Triggers): Триггеры представляют собой специальные процедуры, которые автоматически выполняются при определенных операциях (вставка, обновление, удаление) в таблице. Они могут использоваться для применения сложных бизнес-правил и обеспечения целостности данных[1].

8. Хранимые процедуры (Stored Procedures): Хранимые процедуры - это предварительно скомпилированные программы, хранящиеся в базе данных. Они могут использоваться для обработки данных и реализации бизнес-логики, обеспечивая целостность данных.

9. Транзакции (Transactions): Транзакции гарантируют, что набор операций будет выполняться как единое целое, или будет отменен в случае ошибки, предотвращая частичные изменения данных.

10. Контроль доступа (Access Control): Установка соответствующих прав доступа для пользователей и приложений может помочь предотвратить несанкционированные изменения данных и нарушения целостности[1].

11. Резервное копирование и восстановление (Backup and Recovery): Регулярное создание резервных копий и возможность восстановления данных из резервной копии помогают защитить от потери и повреждения данных.

Обеспечение целостности данных - ключевая задача при работе с реляционными базами данных. Для этого используются различные встроенные механизмы: ограничения первичного и внешнего ключей, ограничения NOT NULL, UNIQUE, CHECK, а также триггеры и хранимые процедуры. Эти средства позволяют гарантировать целостность сущностей, ссылочную целостность, соответствие данных заданным ограничениям и применение бизнес-правил. Дополнительно, транзакции, контроль доступа, резервное копирование обеспечивают согласованность и надежность данных. Правильное комплексное использование этих методов повышает качество данных, предотвращает ошибки и несоответствия бизнес-требованиям, обеспечивая эффективность реляционных баз данных.

Литература

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2005.
2. Коннолли, Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2003.
3. Рамакришнан, Р. Базы данных: учебник / Р. Рамакришнан, Д. Гейр. – М.: Техносфера, 2006.
4. Кузнецов, С.Д. Базы данных: учебник для вузов / С.Д. Кузнецов. – 4-е изд. – М.: Академия, 2012.

УДК 004.652.4+004.738.5+004.5

РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В АНАЛИЗЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ: ОБРАБОТКА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

Дульский М.С. Бондаревич Б.А.

Научный руководитель – Воронич Л.В. ассистент

Социальные сети стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, они представляют собой сложные сети взаимосвязей между людьми, которые можно изучать и анализировать с помощью современных технологий. Одним из ключевых инструментов для анализа социальных сетей являются реляционные базы данных, которые позволяют эффективно хранить и обрабатывать информацию о связях между пользователями.

Цель и задачи исследования

Целью данного исследования является изучение возможностей использования реляционных баз данных для анализа социальных сетей и обработки связей между пользователями. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить основные принципы работы реляционных баз данных и их применение в анализе социальных сетей.
2. Моделирование связей между пользователями в реляционных базах данных.
3. Обработка и анализ данных о связях между пользователями в социальных сетях

Теоретическая основа

Реляционные базы данных (РБД) - это тип баз данных, организованный в виде таблиц (отношений), где данные хранятся в виде строк и столбцов. РБД являются одним из наиболее распространенных типов баз данных и широко

используются для хранения и управления структурированными данными[3].

В анализе социальных сетей, реляционные базы данных играют важную роль, поскольку позволяют хранить информацию о связях между пользователями, их профилях, действиях и других аспектах взаимодействия в сети. Например, такие данные могут включать в себя информацию о друзьях, подписчиках, лайках, комментариях, сообщениях и т.д. [2]

Применение реляционных баз данных в анализе социальных сетей позволяет эффективно хранить, обрабатывать и анализировать большие объемы данных, выявлять паттерны в поведении пользователей, строить графы связей и предсказывать тенденции развития сети.

Моделирование связей между пользователями в реляционных базах данных
Для моделирования связей между пользователями в реляционных базах данных часто используется подход с использованием нескольких таблиц, которые отражают различные типы связей и взаимодействий между пользователями[2]. Ниже приведены основные концепции и примеры моделирования связей в РБД:

1. Таблица пользователей (Users): В этой таблице хранится информация о каждом пользователе, его идентификатор, имя, фамилия, электронная почта и другие персональные данные.

2. Таблица друзей (Friends): В этой таблице хранятся связи между пользователями, которые являются друзьями. Обычно эта таблица содержит два столбца с идентификаторами пользователей, которые связаны друг с другом.

3. Таблица подписчиков (Followers): В этой таблице хранятся связи между пользователями, где один пользователь подписан на другого. Также содержит два столбца с идентификаторами пользователей.

4. Таблица лайков (Likes): В этой таблице хранятся связи между пользователями и контентом (например, постами, фотографиями), которые пользователи оценили лайками. Обычно содержит идентификатор пользователя и идентификатор контента.

5. Таблица комментариев (Comments): В этой таблице хранятся связи между пользователями и комментариями, которые они оставили к контенту. Также содержит идентификатор пользователя и идентификатор комментария.

При работе с такими таблицами можно использовать операторы SQL для выполнения запросов, объединений и фильтрации данных для анализа связей между пользователями. Например, можно найти всех друзей пользователя, определить популярность контента по количеству лайков или найти пользователей с наибольшим числом подписчиков[2].

Обработка и анализ данных о связях между пользователями в социальных сетях

Для обработки и анализа данных о связях между пользователями в социальных сетях можно использовать методы сетевого анализа[1]. Вот несколько шагов, которые могут помочь в этом процессе:

1. Сбор данных о связях:

- Собрать данные о связях между пользователями в социальной сети (например, дружба, подписка, лайки).
- Определить формат данных (например, таблица с узлами и связями между ними).

2. Предварительная обработка данных:

- Проверить данные на наличие ошибок, дубликатов и пропущенных значений.
- Преобразовать данные в удобный формат для дальнейшего анализа.

3. Построение графа связей:

- Построить граф, где узлы представляют пользователей, а рёбра - связи между ними.
- Определить направленность связей (например, односторонние или двусторонние).

4. Вычисление центральностей:

- Определить центральности узлов (например, посредничество, степень центральности, близость) для выявления наиболее важных пользователей в сети.

5. Кластерный анализ:

- Применить методы кластерного анализа для выявления групп пользователей с похожими характеристиками или поведением.

6. Анализ сообществ:

- Использовать алгоритмы выделения сообществ для определения групп пользователей, которые тесно связаны друг с другом внутри сети.

7. Визуализация результатов:

- Визуализировать полученные результаты с помощью графов и диаграмм для наглядного представления структуры и связей в социальной сети.

8. Интерпретация результатов:

- Проанализировать полученные данные и выявленные паттерны для понимания структуры и динамики взаимодействий между пользователями. Эти шаги помогут в проведении анализа данных о связях между пользователями в социальных сетях и извлечении полезной информации из таких данных[2].

Использование реляционных баз данных позволяет исследователям и аналитикам эффективно моделировать социальные связи, выявлять влиятельных участников, прогнозировать тенденции и разрабатывать персонализированные стратегии взаимодействия. Это открывает новые возможности для понимания социальных структур, формирования сообществ и оптимизации процессов в социальных сетях.

Таким образом, использование реляционных баз данных в анализе социальных сетей играет ключевую роль в понимании динамики взаимодействий между пользователями и открывает новые перспективы для развития социальных наук и цифрового маркетинга.

Литература

1. Гектор Гарсиа-Молина, Джеффри Д. Ульман и Дженнифер Уид. Системы баз данных: Полная книга / Гектор Гарсиа-Молина, Джеффри Д. Ульман и Дженнифер Уид
2. Мэтью А. Рассел. Анализ социальных сетей: анализ данных Facebook, Twitter, LinkedIn, Google+, GitHub и т. д. / Мэтью А. Рассел.
3. Кузнецов, С.Д. Базы данных: учебник для вузов / С.Д. Кузнецов. – 4-е изд. – М.: Академия, 2012.

УДК 004.658

МИГРАЦИИ БАЗ ДАННЫХ. ИНТЕГРАЦИЯ МИГРАЦИЙ В С#

Зеленухо А. Д., Мацкевич Н.Н.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

Миграция базы данных — это процесс переноса данных и рабочих нагрузок с одного или нескольких платформ на более подходящее решение для хранения. Миграции включают в себя сложный, многоэтапный процесс, который обычно содержит оценку, преобразование схемы базы данных, преобразование сценариев, миграцию данных, функциональное тестирование, настройку производительности и многие другие этапы[1]. Компании осуществляют миграцию баз данных по разным причинам:

- Сократить расходы на ИТ за счет перехода на базу данных с более эффективным использованием ресурсов;
- Удовлетворить потребности бизнеса для более мощных систем хранения данных;
- Обновление до последней версии уже используемой базы данных;
- Выбор другого типа базы данных для выигрыша производительности и уменьшения задержки;

Существует два основных вида миграции базы данных: “большой взрыв” и “струйная миграция”.

При Большом взрыве команда закрывает текущую базу данных и переходит в новую среду. При этом стоит учитывать, чем больше данных, тем дольше длится процесс. Данный процесс сопровождается постоянным тестированием. Команда постоянно проверяет результаты миграции, чтобы на ранних этап исключить ошибки и убедиться, что все работает корректно.

Данный тип миграции всегда связан с проблемами доступности, и при ошибке весь процесс команда должна повторять заново. Из положительных моментов следует выделить простоту подхода “большого взрыва”. Этот процесс происходит в рамках ограниченного по времени мероприятия.

Миграция по принципу "большого взрыва" — это оптимальный вариант, когда команда может с самого начала определить точный объем работ или когда другие проекты диктуют сроки.

“Струйная миграция” предполагает поэтапное перемещение данных из источника в систему назначения. Данные переносятся постепенно в течение длительного периода, что требует синхронизации между исходной и целевой системами для поддержания согласованности данных. Такой подход сводит к минимуму время простоя и снижает компонент риска, связанный с миграцией “большого взрыва”. При снижении рисков выплывает проблема сложности данного подхода. От команды требуется постоянная синхронизация данных и дополнительные требования к ресурсам[2].

Выбор правильной стратегии миграции зависит от таких факторов, как размер базы данных, совместимость исходной и целевой системы, правила бизнеса. Бизнес сложная структура, которая может разработать свой план миграция, обусловленный потребностями, положительными и отрицательными сторонами других подходов.

После изучения понятия миграции базы данных, необходимо понимать, как выполнить миграцию базы данных. К сожалению, не существует стандарта, который бы определял, как производится процесс миграции для всех баз данных. В общем процесс зависит от конкретного инструмента, однако можно выделить два основных способа произвести миграцию.

Способ 1: Использование библиотеки или фреймворка, зависящего от выбранного языка. Библиотеки и фреймворки имеют подробную документацию, которая помогает производить миграции. При этом способе команда создает файлы миграции с помощью командной строки. Иногда вам может понадобиться вручную написать пользовательский код для внесения изменений. В остальных случаях библиотека или выбранных фреймворк сделает все за вас.

Способ 2: Использование независимого программного обеспечения, ориентированного на миграцию баз данных. Что бы избежать привязки к конкретной библиотеке или фреймворку, может быть необходимость использование данного подхода. Существуют такие инструменты как Flyway, Liquibase, однако способ привязывает к конкретной базе данных, так как данного программного обеспечения работает только с ограниченным кругом баз данных. Из положительных моментов стоит подметить, что программное обеспечение относительно простое в освоении и

предоставляет возможность генерации миграции с помощью командной строки и создавать пользовательские коды для схем миграций[3].

Миграции в C# в большинстве случаев реализованы с помощью Entity Framework Core (EF Core) от Microsoft. EF Core является кроссплатформенная и расширяемая версия популярной технологии доступа к данным Entity Framework с открытым исходным кодом. EF Core обновляет схему базы данных с помощью миграций, синхронизируя ее с моделью данных вашего приложения и сохраняя существующие данные в базе. Управление изменениями в базе данных очень важно, особенно в командной среде, где несколько разработчиков работают над одним приложением. Эта функция помогает эффективно организовать эти изменения[4]. По своей сути миграция представляет собой версию схемы вашей базы данных. После того как вы инициируете миграцию, EF Core активно генерирует код, который описывает процесс обновления схемы базы данных от существующего состояния до нового состояния, определенного вашей моделью данных .NET.

Давайте рассмотрим этапы создания миграции в C#:

- 1) Установить EF Core в проект через NuGet пакеты. Для этого в менеджере NuGet пакетов или в консоли добавьте пакет Microsoft.EntityFrameworkCore. Необходимо установить пакет используемой базы данных, например Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer для использования SQL Server;
- 2) Создать классы C#, описывающие таблицы в базе данных;
- 3) Создать контекст базы данных (DbContext), который действует как мост между кодом C# и базой данных. При включении класса в контекст, открывается возможность сохранять, управлять, запрашивать данные из базы данных;

После подготовительных процессов в консоле используя команду “Add-Migration [name]” создается миграция, отражающая исходное состояние моделей в схеме базы данных. В папке Migration появится файл с миграциями, который содержит методы UP и DOWN. UP методы отображают какие внести изменения в базу данных, а DOWN какие изменения откатить.

Когда миграция готова можно применять ее к базе данных командой “Update-Database”. Миграции в C# являются важным инструментом для управления жизненным циклом базы данных и поддержания ее согласованном состоянии с моделью приложения[5].

В заключении: миграция — это фундаментальные аспекты, обеспечивающие надежную основу для развития схемы базы данных в синхронизации с вашим приложением. Понимая и используя миграцию, вы можете гарантировать, что управление схемой вашей базы данных является систематическим, контролируется версиями и интегрировано в рабочий

процесс разработки. Независимо от того, добавляете ли вы новые функции, исправляете ошибки или отправляете данные для тестирования, миграции предлагают мощный набор инструментов для эффективного и результативного управления этими изменениями.

Литература

- 1) Amazon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/blogs/database/database-migration-what-do-you-need-to-know-before-you-start/>. – Дата доступа: 25.04.2024.
- 2) PhoenixNap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://phoenixnap.com/blog/database-migration>. – Дата доступа: 25.04.2024.
- 3) CloudBees [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cloudbees.com/blog/database-migration#choosing-the-best-option-for-you>– Дата доступа: 24.04.2024.
- 4) .Net Code Chronicles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amarozka.dev/entity-framework-migrations/>. – Дата доступа: 26.04.2024.
- 5) Forproger [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://forproger.ru/article/migracii-i-isxodnye-dannye-s-entity-framework-core>. – Дата доступа: 26.04.2024.

УДК 004.223

СИМВОЛЬНЫЕ КОДИРОВКИ В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Кабыш Я.А.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

Стремительное развитие информационных технологий в современном мире привело к необходимости постоянной работы с текстовой информацией, которую нужно было как-то хранить в памяти компьютера. Для решения этой проблемы были придуманы различные методы кодировки информации, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Первым методом кодировки стал формат ASCII (American standard code for information interchange) — это стандартный код символов, который используется для представления текстовой информации в компьютерных системах и обмена данными между различными устройствами и программами. ASCII использует 7-битный код (0-127) для представления основных символов английского алфавита, цифр, знаков препинания и

управляющих символов. Первые 31 символ являются управляющими и не отображаются на экране, остальные нужны для отображения символов.

С распространением компьютерных технологий появилась потребность в кодировке, которая могла бы поддерживать и другие языки, кроме английского. Для этого была разработана кодировка ANCI (American National Standards Institute), которая расширяла ASCII за счет использования пустого 8 бита. Она начала использовать кодовые страницы – набор из 256 символов для конкретного языка. Первые 128 символов полностью совпадают с ASCII, остальные используются для конкретного языка. Например, для русского языка была создана кодовая страница windows-1251.

Однако существование таких языков, как, к примеру, китайский не позволяло использовать эти кодировки, так как 8 бит информации не хватало на все иероглифы. Так был создан новый формат Unicode.

Unicode - это стандарт кодирования символов, который предоставляет универсальный метод представления текстовой информации на компьютере, независимо от языка или письменной системы. В отличие от ASCII, который ограничен символами английского алфавита и некоторыми знаками препинания, Unicode включает в себя широкий набор символов, охватывающих практически все существующие языки мира, а также символы из различных культур и областей, математические и специальные символы, эмодзи и т. д.

Основной проблемой нового стандарта стало вдвое увеличившееся потребление памяти, так как любой символ стал занимать 2 байта, и во многих случаях использование кодировки ASCII оставалось более целесообразным.

Для решения данной проблемы была создана кодировка UTF-8 (Unicode Transformation Format, 8-bit) — это переменной длины кодировка Unicode переменной длины, которая позволяет представлять символы Unicode с использованием одного, двух, трех или четырех байтов. Она была разработана для обеспечения эффективного хранения и передачи текстовой информации на компьютерах, поддерживая одновременно как символы из основного многоязычного набора Unicode, так и дополнительные символы и символы редких языков. Первые 128 символов также были равны первым 128 символам кодировки ASCII, поэтому эти символы хранятся в памяти, используя только 1 байт.

Развитие кодировок продолжилось и вскоре был разработан UTF-16 (Unicode Transformation Format, 16-bit) — это кодировка Unicode, которая использует 16-битные кодовые единицы для представления символов. Этот формат позволил хранить более 2 байт информации и предоставлял совместимость со старой кодировкой Unicode. UTF-16 стал использовать для кодирования специальный метод, названный суррогатной парой.

Суррогатная пара в UTF-16 — это пара двух 16-битных кодовых единиц, используемых в кодировке UTF-16 для представления символов из дополнительных плоскостей Unicode, которые не могут быть представлены одной кодовой единицей. Каждая часть суррогатной пары называется суррогатом. Первая часть (high surrogate) находится в диапазоне от 0xD800 до 0xDBFF, а вторая часть (low surrogate) находится в диапазоне от 0xDC00 до 0xDFFF.

Однако использование суррогатных пар замедлило обработку информации, и для решения этой проблемы была придумана кодировка UTF-32.

UTF-32 (Unicode Transformation Format, 32-bit) - это кодировка Unicode, которая использует 32-битные кодовые единицы для представления каждого символа. Каждый символ в UTF-32 представлен одним 32-битным кодом, что делает эту кодировку фиксированной длины.

UTF-32 обеспечивает прямое соответствие между символами Unicode и их представлением в памяти, что обеспечивает простоту работы с символами и их манипулирование. Однако, UTF-32 требует больше памяти для хранения текста по сравнению с UTF-8 и UTF-16, особенно для текста, в основном состоящего из символов ASCII.

Одного наилучшего решения так и не было найдено, и каждая из кодировок используется для решения своих задач:

- UTF-8 занимает в 4 раза меньше памяти, чем UTF-32, поэтому используется для передачи файлов по сети.
- UTF-16 и UTF-32 работают быстрее и предоставляют больше символов, поэтому используются в языках программирования.
- Кодировка ASCII также используется за счет своей простоты и малого размера занимаемой памяти до сих пор в проектах, где не требуется большое количество различных символов.

Исходя из всего вышперечисленного, можно сделать вывод, что использования кодировок символов является обязательной необходимостью для работы с тестовой информацией, а их многообразие позволяет выбрать оптимальное решения под каждую конкретную задачу.

Литература

1. Васильева, И. Н. Криптографические методы защиты информации: учебник и практикум для вузов / И. Н. Васильева. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 349 с.
2. Вульф А. Криптография. Основы практического шифрования и криптографии / А. Вульф - «Издательские решения», 2023. – 100 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ХЕШИРОВАНИЯ

Кабыш Я.А.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

В настоящее время в связи со стремительным развитием информационных технологий возрастает необходимость в обеспечении надежности и целостности передаваемых и хранимых данных. Одним из инструментов решения данных проблем стало хеширование информации, оказавшееся весьма востребованным в различных сферах, связанных как с малыми, так и с большими объемами данных.

Хеширование (англ. hashing) – это преобразование входного массива данных любой длины в выходную строку данных заданной длины. Осуществляется это при помощи хеш-функций (функций свертки) – специальных алгоритмов, которые в качестве входного параметра получают данные, состоящие из любого количества бит, а в качестве выходным данных выдают данные строго фиксированной длины, которые называются хешем. Процесс хеширования представлен на рис. 1.

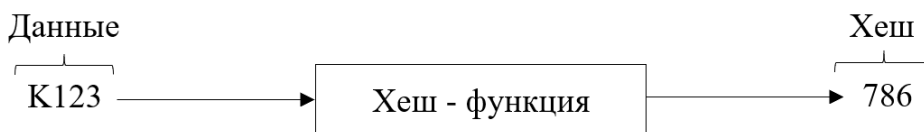


Рис.1. Процесс хеширования

Хеш-функции имеют некоторые базовые требования, такие как:

- Полученный хеш должен всегда быть фиксированного размера;
- Все одинаковые входные данные должны всегда приводиться к одинаковому хешу;
- Все разные входные данные должны приводить к разному хешу;
- Преобразование данных должно быть необратимо.

Однако в силу ограниченности возможной длины выходных данных может происходить ситуация, при которой двум разным входным значениям будет соответствовать одно и то же значения хеша. Такая ситуация называется коллизией.

Существуют различные методы хеширования, такие как:

MD (Message Digest) – это семейство алгоритмов хеширования, таких как MD-2, MD-5 и другие, использовавшееся ранее во многих приложениях для генерации хеш-значений, однако в данный момент считается небезопасным из-за возможных коллизий. К примеру, алгоритмы MD-4 и MD-5 обладают следующими характеристиками:

- Сложность: являются относительно простым алгоритмом, использующий серию логических операций. Сложность в основном определяется длиной входных данных и характеристиками используемого оборудования;
- Скорость выполнения: обладают высокой скоростью выполнения на современном оборудовании и программном обеспечении;
- Цели применения: применялись для проверки целостности данных, аутентификации, генерации хеш-сумм и создания цифровых подписей, однако из-за уязвимостей и возможных коллизий не рекомендуется к использованию.

SHA (Secure Hash Algorithm) – это семейство криптографических алгоритмов хеширования, в число которых входят SHA-1, SHA-2, SHA-256 и другие. Более длинные версии обеспечивают более высокий уровень безопасности и стойкости к атакам. SHA является одним из наиболее широко используемых алгоритмов хеширования в сфере информационной безопасности. Эти алгоритмы обладают следующими характеристиками:

- Сложность: они основаны на различных логических и арифметических операциях, таких как битовые операции, циклические сдвиги, а также константные и нелинейные функции. В зависимости от версии сложность алгоритма может быть разной, но в общем случае она выше, чем у алгоритма MD5;
- Скорость выполнения: несмотря на более высокую сложность, обеспечивают высокую скорость выполнения на современном оборудовании;
- Цели применения: широко применяется в криптографических приложениях и протоколах для гарантирования целостности данных, создания цифровых подписей, аутентификации и ряде других задач. SHA также используется в качестве стандарта безопасности во многих криптографических протоколах, таких как TLS/SSL, IPsec, SSH.

CRC (Cyclic Redundancy Check) – это метод проверки целостности данных, используемый для обнаружения ошибок в данных после их передачи. Он основан на математическом аппарате полиномов и операциях деления с остатком. Принцип заключается в вычислении контрольной суммы для набора данных, которая передается вместе с данными, после получения которых контрольная сумма находится повторно и сравнивается с переданной. Несовпадение сумм указывает на наличие ошибки, что требует повторной передачи данных. Основные характеристики алгоритма:

- Сложность: алгоритм прост в реализации и вычислительно не требователен, однако выбор подходящего полинома может потребовать некоторых ресурсов вычисления;

– Скорость выполнения: обеспечивает высокую скорость выполнения на современном оборудовании, так как требует лишь нескольких простых операций на каждый байт данных;

– Цели применения: основная цель алгоритма - обеспечение обнаружения ошибок в передаче данных или в хранимых файлах. Используется в таких протоколах, как Ethernet.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

– Алгоритмы MD5 и MD4, хотя и широко использовались в прошлом, сейчас считаются устаревшими и небезопасными из-за возможности коллизий и других уязвимостей. SHA, особенно более длинные версии, такие как SHA-256 и SHA-512, обеспечивают более высокий уровень безопасности и стойкости к атакам;

– Алгоритмы MD-5 и SHA в основном используются для обеспечения целостности данных, создания цифровых подписей и аутентификации, в то время как алгоритм CRC необходим для нахождения ошибок при передаче данных;

– Для задач, где требуется высокий уровень безопасности, рекомендуется использовать алгоритмы SHA, так как они обеспечивают более стойкую защиту данных. Алгоритм CRC подходит для обнаружения случайных ошибок в передаче данных. Алгоритм MD-5 не рекомендуется к использованию.

Исходя из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод, что хеширование уже сейчас является неотъемлемой частью современных информационных технологий и может использоваться в различных базах данных для надежного хранения информации, передачи данных и другого, а необратимость хеш-функций делает их весьма сложными для взлома.

Литература

2. Бабаш, А. В. История криптографии. Часть I / А.В. Бабаш, Г.П. Шанкин. - М.: Гелиос АРВ, **2016**. - 240 с.

3. Жук А. П. Защита информации: Учебное пособие / А.П. Жук, Е.П. Жук, О.М. Лепешкин, А.И. Тимошкин. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 392 с.

ИНТЕГРАЦИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ С СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ

Каркота А.С., Сташинская М.С.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

В современном информационном обществе организации сталкиваются с необходимостью интеграции реляционных баз данных и систем управления контентом для эффективного управления разнообразными данными и контентом. В данной научной статье рассматривается сущность интеграции РБД с СУК, методы и стратегии, которые способствуют успешной реализации такой интеграции.

Интеграция реляционных баз данных (РБД) с системами управления контентом (СУК) становится все более актуальной задачей для современных организаций, которые сталкиваются с ростом объемов данных и необходимостью эффективного управления контентом. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты интеграции РБД с СУК, ее преимущества и вызовы, а также методы, которые могут быть использованы для успешной реализации данного процесса.

Интеграция РБД с СУК представляет собой процесс объединения структурированных данных, хранимых в РБД, с неструктурированным контентом, управляемым в СУК [1]. Основной целью этого процесса является создание единого и целостного информационного пространства, обеспечивающего удобный доступ к различным видам данных и контента.

Так же интеграция РБД с СУК обладает рядом важных преимуществ для организаций. Это включает улучшенную целостность данных, возможность единого доступа к информации, оптимизацию управления контентом, повышение эффективности и улучшение пользовательского опыта.

Аналогично интеграция реляционных баз данных с системами управления контентом представляет собой стратегически важный аспект для современных организаций, сталкивающихся с постоянным ростом объемов данных и контента. Овладение этой интеграцией позволяет упростить процессы хранения, доступа и управления информацией, что в конечном итоге способствует повышению эффективности операций и конкурентоспособности компании.

А одним из ключевых плюсов интеграции РБД с СУК является повышение целостности данных и упрощение процесса их анализа. Путем объединения структурированных и неструктурированных данных организации могут получить более полное представление о своей деятельности и клиентской базе, что активно используется для принятия обоснованных решений.

Однако, существует ряд вызовов при интеграции РБД с СУК, включая различия в структуре данных, ограничения по совместимости и потребность в эффективном управлении изменениями. Для избежания подобных проблем, компании должны разработать стратегию интеграции, основанную на анализе своих уникальных контекстных потребностей.

Среди методов интеграции, которые могут применяться для успешной реализации процесса, стоит отметить использование ORM для создания универсальной прослойки между двумя системами, а также активное использование API для обмена данными и синхронизации информации [2].

Интеграция реляционных баз данных с системами управления контентом является важным направлением развития информационных технологий, обеспечивая организациям возможность более эффективно работать с данными и контентом. Правильно спланированная и реализованная интеграция позволяет повысить конкурентоспособность и эффективность бизнеса в современном информационном мире.

Таким образом, проведение успешной интеграции реляционных баз данных с системами управления контентом возможно при условии грамотно выстроенной стратегии, внимательного анализа вызовов и выбора оптимальных методов интеграции. Внедрение такой интеграции позволит организациям эффективно управлять своими данными и контентом, а также повысить уровень своей конкурентоспособности на рынке.

Литература

1. Smith, J. Integration of Relational Databases with Content Management Systems. Journal of Information Technology, vol. 20, no. 3, pp. 45-60, 2021.
2. Brown, A. et al. Strategies for Successful Integration of RDBMS with CMS. Proceedings of the International Conference on Information Systems, pp. 112-125, 2020.

УДК 004.652.4+004.8+004.85

РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Лозичный А.С.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

В сфере быстроразвивающегося искусственного интеллекта и машинного обучения реляционные базы данных играют ключевую роль, обеспечивая надежное хранение, управление и анализ данных, необходимых для создания решений нацеленных на лучшее взаимодействие нейронной сети с

информацией. Их структурированный подход, надежность и способность масштабироваться делают их основой для разработки и внедрения моделей машинного обучения.

Данные представляют собой набор информации, а база данных - это организованная коллекция данных. Система управления базами данных (СУБД) - это программное обеспечение, которое взаимодействует с пользователем, другими приложениями и самой базой данных для сбора и анализа данных. СУБД позволяет приложениям определять, получать доступ и обновлять данные с помощью языка определения данных (Data Definition Language) и языка манипулирования данными (Data Manipulation Language), объединенных в декларативный язык запросов, такой как язык реляционных запросов (Structured Query Language). SQL - это стандарт ANSI для доступа и манипулирования информацией, хранящейся в реляционных базах данных.

Реляционные базы данных хранят данные в виде таблиц и записей, и такие данные часто называют структурированными. В отличие от них, нереляционные базы данных хранят данные в виде документов, и их часто называют неструктурированными или полуструктурированными.

Данные в сыром виде лишены контекста и смысла. Для раскрытия их ценности необходима обработка: контекстуализация, агрегация и анализ. Базы данных играют ключевую роль в преобразовании данных в полезную информацию. Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и баз данных (AI-DB Integration)[1] позволяет извлекать ценные знания, оптимизировать процессы и принимать обоснованные решения.

Интеграция искусственного интеллекта и систем баз данных имеет существенные эффект для управления данными и принятия решений. Он обеспечивает расширенный анализ данных, обработку в реальном времени и возможности прогнозирования, повышая ценность и эффективность систем баз данных. Эта синергия позволяет организациям извлекать ценную информацию из своих данных, стимулируя инновации и конкурентоспособность в различных областях.

Искусственный интеллект предполагает разработку алгоритмов и статистических моделей, которые позволяют компьютерам повышать свою производительность за счет обучения на данных. Машинное обучение, разновидность искусственного интеллекта, имеет важное значение для AI-DB интеграции, позволяя ИИ автономно адаптироваться и оптимизировать свою производительность посредством базам данных. Алгоритмы машинного обучения улучшают управление данными, оптимизацию запросов и прогнозную аналитику, делая искусственный интеллект умнее и эффективнее[2].

Natural Language Processing (NLP)[3], отрасль искусственного интеллекта, сочетает в себе компьютерную лингвистику — моделирование

человеческого языка на основе правил — со статистическими моделями и моделями машинного обучения, позволяющими компьютерам и цифровым устройствам распознавать, понимать и генерировать текст и речь. NLP играет решающую роль в интеграции AI-DB, позволяя ИИ понимать человеческий язык и взаимодействовать с ним, улучшая удобство и доступность доступа к данным. NLP также облегчает анализ настроений, анализ текста и автоматическую маркировку контента.

The Intelligent Database Interface (IDI)[4] это инновационный пользовательский интерфейс, предназначенный для обеспечения эффективного доступа к множеству баз данных в различных системах удаленного управления базами данных (СУБД), поддерживающих язык структурных запросов (SQL). Уникальный язык запросов IDI, называемый Intelligent Database Interface Language (IDIL), преобразует пользовательские запросы в SQL и направляет их в соответствующую СУБД. Система возвращает результаты в виде одного кортежа за раз.

Архитектура IDI состоит из четырех ключевых компонентов[2]:

диспетчера схемы (the Schema Manager), который отвечает за управление объявлениями базы данных, доступ к информации о схеме и ее хранение, а также управление псевдонимами имен отношений,

диспетчера соединений с СУБД (The DBMS Connection Manager), который управляет подключениями к удаленным базам данных, обрабатывает запросы на открытие и закрытие соединений и выполняет операции ввода-вывода низкого уровня.

диспетчера запросов (The Query Manager), который размещает и управляет запросами IDIL и их результатами, переводя запросы IDIL в SQL и возвращая результаты запросов в качестве генератора.

и диспетчера кэша(The Cache Manager), который отвечает за управление кэшем запросов, идентификацию запросов IDIL с кэшированными результатами и обновление кэша при изменении базы данных..

Являясь текущим проектом, IDI все еще находится в стадии разработки, но достигнутый на данный момент прогресс обеспечивает прочную основу для создания современного интерфейса для существующих СУБД.

Появление оптимизации запросов на основе искусственного интеллекта произвело революцию в работе реляционных баз данных, позволив им оптимизировать производительность запросов и повысить общую скорость. Используя алгоритмы машинного обучения, базы данных могут анализировать тенденции запросов, определять оптимальные стратегии выполнения и автоматизировать настройку запросов, уменьшая необходимость ручного вмешательства. Эта технология позволяет ИИ менять СУБД динамически адаптировать к меняющимся рабочим нагрузкам и шаблонам данных, обеспечивая эффективную и быструю работу.

Интерфейсы на основе искусственного интеллекта упростят для пользователей доступ к данным и манипулирование ими с использованием естественного языка, посредством NLP. Базы данных станут более адаптивными, оптимизируя организацию и индексацию данных на основе запросов пользователей и тенденций использования. Алгоритмы ИИ улучшат оптимизацию запросов, обеспечивая более быстрое понимание и снижение сложности. Кроме того, появятся полностью автономные базы данных, способные осуществлять контроль, настройку и восстановление без вмешательства человека, сокращая время на создание ответов и необходимость ручного обслуживания, одновременно повышая надежность и эффективность.

Литература

1. Unuriode, O. Austine, Durojaiye, M. Olalekan, Yusuf, Y. Babatunde, Okunade, O. Lateef - International Journal on Cybernetics & Informatics / THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO DATABASE SYSTEMS (AI-DB INTEGRATION REVIEW) - Department of Computer Science, Austin Peay State University, Clarksville, USA. October 2023
2. Srishty Choudhary, Uday Patkar - International Journal of Computer Science and Mobile Computing / DATABASES FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE - BVCOEL, INDIA - IJCSMC, Vol. 5, Issue. 3, March 2016, pg.67 – 70
3. What is NLP? IBM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing> – Дата доступа: 21.04.2024.
4. Donald P. McKay and Timothy W. Finin and Anthony O’Hare The Intelligent Database Interface: Integrating AI and Database Systems // Unisys Center for Advanced Information Technology - Paoli, Pennsylvania 1990

УДК 004.652.4+004.65

ИНТЕГРАЦИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ И НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

Мацкевич Н.Н., Зеленухо А.Д.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

База данных (БД) представляет собой организованную коллекцию данных, которая хранится электронно и доступна для манипуляции, организации и извлечения. В основе любой базы данных лежит структурированный набор данных, который описывает различные аспекты

реального мира. Базы данных делятся на две категории в соответствии с тем, как в них хранится информация: реляционные и нереляционные.

Таблицы РБД должны быть хорошо структурированы с четкими отношениями между ними. Каждая таблица представляет определенный тип данных или сущность, а данные хранятся в виде записей или объектов внутри этих таблиц. Данные в РБД должны быть организованы с тщательным применением нормализации, чтобы избежать избыточности и обеспечить целостность информации.

Нереляционные, или же NoSQL базы данных, предлагают более гибкие и расширяемые модели хранения данных, которые обычно лучше подходят для работы с большими объемами данных, распределенными системами, а также для приложений с изменяющимися требованиями к данным. Хранение может происходить в разных форматах: документы, графы, ключ-значение, семейство столбцов[1].

В современных системах разработчики сталкиваются с большим количеством данных разных форматом, что делает проблематичным использование одной конкретной БД. В таких случаях оправданным является интеграция РБД и NoSQL БД.

Ключевая проблема интеграции РБД и NoSQL БД заключается в том, что они имеют различную структуру и формат данных. РБД хранят данные в табличной форме, тогда как NoSQL БД работают с неструктурированным контентом, таким как текст, изображения, и видео. Поэтому важно найти эффективные стратегии интеграции для обеспечения согласованного доступа к данным и контенту из разных систем.

Существует несколько ключевых способов интеграции РБД и NoSQL БД: ETL (Extract Transform Load), CT (Change Tracking), CDC (Change Data Capture)[2]:

1) ETL (Extract Transform Load)

ETL (Extract, Transform, Load) – это процесс интеграции данных, который включает три основных этапа: извлечение (Extract), преобразование (Transform) и загрузку (Load). Этот процесс необходим для переноса данных из различных источников в целевую базу данных или хранилище данных для целей анализа, отчетности и бизнес-принятия решений.

2) CT (Change Tracking)

Метод Change Tracking (CT) предполагает отслеживание изменений в исходной системе, которые записываются в журнальную таблицу. Затем эти изменения считываются инструментом, и при обнаружении модификаций данные передаются в целевую базу данных. Такой подход обеспечивает надежность данных и упрощает синхронизацию в распределенных системах.

3) CDC (Change Data Capture).

Механизм Change Data Capture (CDC) предполагает, что все изменения, внесенные в базу данных, фиксируются в журнале опережающей записи (Write-Ahead Logging, WAL). С использованием специального инструментария данные из журнала извлекаются и передаются на приемник. Существует возможность чтения журнала опережающей записи как непосредственно, так и через репликационный протокол. Такой подход к работе с данными обеспечивает надежность и эффективность и может применяться в распределенных информационных системах и процессах обработки данных.

Интеграция РБД и NoSQL БД приносит значительные выгоды для организаций. Она позволяет улучшить целостность данных, обеспечить единый доступ к информации, оптимизировать процессы управления контентом и улучшить пользовательский опыт. Кроме того, интеграция обеспечивает лучшую масштабируемость и эффективность работы систем.

В будущем интеграция РБД с NoSQL базы данных будет играть еще более важную роль, поскольку объемы данных и разнообразие контента продолжают расти. Оптимизация интеграционных технологий, включая использование новых технологий, таких как искусственный интеллект и блокчейн, поможет организациям достичь более высоких уровней управления данными и контентом.

В заключение, интеграция РБД с NoSQL БД является важным направлением развития информационных технологий, она позволяет организациям эффективно работать с данными и контентом, улучшая процессы управления информацией и повышая конкурентоспособность.

Литература

1. Смит, Дж. Роль NoSQL технологий в современных базах данных / Дж. Смит. – Нью-Йорк: Издательство Технической Литературы, 2015.
2. Иванов, П.И. Интеграция NoSQL и SQL баз данных: современные подходы и технологии / П.И. Иванов. – М.: Издательство Наука, 2018.

УДК 378.147.091.3:004.774

WEB-ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Савчик А.О.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

Информационные и веб-технологии в образовании играют существенную роль в современном образовательном процессе, внося значительные

изменения в форматы обучения, доступ к знаниям и способы взаимодействия участников образовательного процесса.

Если говорить об обучении, то существует несколько ключевых аспектов, которые решают современные проблемы образования:

Первым аспектом является дистанционное обучение. С развитием ИТ, а именно веб-технологий, стало возможным предоставлять образовательные услуги дистанционно, что решает проблему «лени». Также это открывает доступ к образованию для тех, кто не может по каким-либо причинам посещать учебные заведения лично, а также расширяет возможности для участия в обучении различных категорий обучающихся, включая студентов, работающих людей, людей с ограниченными возможностями и т.д.

Другим, не менее важным, аспектом являются интерактивные учебные материалы. Всем известно, что в современном мире дети и подростки не имеют тяги к учебе и сфера образования начинает страдать от данного фактора. Но как же этого избежать? Интерактивные материалы делают учебу более увлекательной и «оживленной», что способствует полному погружению студентов и обучающихся в образовательный процесс, и, как итог, несет за собой более глубокое освоение учебного материала. Это могут быть интерактивные учебники, видеоуроки с возможностью взаимодействия, веб-приложения для самопроверки знаний и т.д.

Следующей проблемой образования является незаинтересованность в предметах. Её решает персонализация образования. Использование информационных технологий позволяет адаптировать образовательный процесс под индивидуальные потребности и способности каждого учащегося. Алгоритмы машинного обучения и аналитика данных позволяют выявлять индивидуальные образовательные потребности студентов и предлагать им персонализированные учебные материалы и задания.

В современном мире студенты и обучающиеся зачастую полагаются на оценку, им важна обратная связь от преподавателя, и, чтобы их мотивировать и своевременно давать связь по проведенным исследованиям, полученных результатах можно использовать информационные технологии. В данный момент времени появляется множество образовательных платформ, которые помогут решить данную проблему и несут огромный вклад в сферу образования. Например, электронные системы управления обучением (LMS) позволяют преподавателям выставлять задания, проверять их выполнение и предоставлять обратную связь студентам, а также анализировать данные об успеваемости для улучшения образовательного процесса.

Проблемы в незаинтересованности студентов - не единственные, существует проблема и в самой системе образования. Большинство университетов в наши дни направлены на освоение теоретических материалов и

впоследствии студентам тяжело применять полученную «базу» на практике. Эту проблему можно решить с помощью цифровой грамотности. Она позволяет студентам применить знания на практике, научиться эффективно использовать информационные технологии для создания проектов, поиска, анализа, оценки информации. Обучение цифровой грамотности становится неотъемлемой частью современной образовательной программы.

Недостаток квалифицированных преподавателей. Информационные технологии могут помочь преодолеть эту проблему путем предоставления доступа к обучающим материалам, онлайн-курсам и видеолекциям, созданным экспертами в соответствующих областях.

Существует еще множество проблем в нынешней системе образования, однако все перечисленные выше являются ключевыми и наиболее существенными. Одни трудности находятся на этапе решения, другие давно решены. Однако существуют и те проблемы, к которым до сих пор не нашли подхода по их решению. По этому поводу возникает множество недовольств, как у студентов, так и у преподавателей. К данной ситуации можно привести очень хорошую цитату:

Роберт Шуллер: «Если не можешь решить проблему – начни ею руководить.»

Элдридж Кливер: «Либо вы часть решения, либо вы часть проблемы»

Они говорят о том, что только мы все вместе, студенты, преподаватели, обучающиеся, можем найти подход к решению проблемы и решить ее.

Взаимодействие студентов, преподавателей и образовательных ресурсов происходит более эффективно и продуктивно благодаря веб-платформам, инструментам аналитики и совместной работе в онлайн-среде. Это позволяет создавать учебные среды, адаптированные под индивидуальные потребности и способности каждого участника, и повышает качество образования в целом.

Таким образом, информационные и веб-технологии в образовании играют важную роль в преобразовании учебного процесса, делая его более доступным, интерактивным и эффективным для всех его участников.

Литература

1. Клебанов М. Высокомасштабируемое веб-приложение: архитектура и разработка / М.Клебанов – Сан-Франциско: Издательство O'Reilly Media 2017. – 500 с.
2. МакКоул А., Маклерн М., Бейтмен Н. Профессиональная веб-разработка: современные методики и лучшие практики / А.МакКоул, М.Маклерн, Н.Бейтмен – Берлин: Издательство O'Reilly Media 2015. – 300 с.
3. Роббинс Дж. Эффективная веб-разработка: стратегии, инструменты и методологии / Дж.Роббинс – Нью-Йорк: Издательство Wiley 2018. – 400 с.

РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: АНАЛИЗ УГРОЗ И МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ

Селиванкина М.А.

Научный руководитель – Воронич Л. В., ассистент

Реляционные базы данных (РБД) - это тип баз данных, организованный на основе реляционной модели данных. Они основаны на концепции таблиц, где данные представлены в виде набора строк и столбцов. Каждая таблица представляет собой отношение между различными данными. В реляционных базах данных информация организуется в отдельных таблицах, которые могут быть связаны между собой по определенным ключевым полям.

Основные характеристики реляционных баз данных:

1. **Таблицы:** Данные организованы в виде таблиц, где каждая строка представляет собой запись, а каждый столбец - атрибут или поле.
2. **Ключи:** Ключи используются для уникальной идентификации записей в таблицах. Они позволяют эффективно связывать данные между различными таблицами.
3. **Отношения:** Отношения между таблицами устанавливаются с помощью ключевых полей, что обеспечивает возможность эффективного доступа и обработки данных.
4. **Целостность данных:** Реляционные базы данных обеспечивают механизмы для обеспечения целостности данных, включая ограничения целостности, транзакции и механизмы обеспечения согласованности данных.

Примеры реляционных баз данных включают MySQL, PostgreSQL, Oracle Database и Microsoft SQL Server. Они широко используются в различных областях, включая бизнес, науку, образование и т. д., благодаря своей гибкости, эффективности и надежности. [1, с.45-52].

В контексте кибербезопасности, реляционные базы данных используются для:

1. **Хранения журналов событий (логов):** Логи содержат записи о действиях пользователей, событиях сетевой активности и других сведениях, которые могут быть использованы для обнаружения инцидентов безопасности и анализа угроз.
2. **Управления учетными записями и доступом:** Базы данных могут содержать информацию о пользователях, их ролях и уровнях доступа, что позволяет эффективно управлять правами доступа и обеспечивать безопасность аутентификации.

3. Анализа угроз и вредоносной активности: Данные о сетевой активности, атаках, вирусах и других угрозах могут быть анализированы с использованием реляционных баз данных для выявления шаблонов, угроз и разработки стратегий предотвращения.

Мониторинга безопасности: Реляционные базы данных используются для хранения данных о текущем состоянии безопасности, позволяя администраторам мониторить и реагировать на потенциальные угрозы в реальном времени. [2, с.78-83].

Примеры успешного применения реляционных баз данных в кибербезопасности

Пример 1: Корпорация XYZ

Корпорация XYZ успешно применила реляционные базы данных для обеспечения кибербезопасности своей информационной инфраструктуры. Они реализовали систему журналирования событий, которая автоматически собирает данные о сетевой активности, включая попытки несанкционированного доступа, аномальное поведение пользователей и потенциальные атаки. Затем эти данные анализируются с помощью реляционных баз данных с использованием алгоритмов машинного обучения для выявления аномалий и предсказания потенциальных угроз. Благодаря этой системе, корпорация XYZ смогла своевременно выявлять и предотвращать множество киберугроз, что существенно повысило безопасность и надежность их информационных систем.

Пример 2: Государственное учреждение А

Государственное учреждение А внедрило реляционные базы данных для управления учетными записями и доступом к конфиденциальным данным. База данных содержит информацию о пользователях, их ролях и уровнях доступа к различным категориям информации. Благодаря этой системе, учреждение А смогло эффективно управлять правами доступа и предотвращать несанкционированное использование и распространение конфиденциальной информации.

Вызовы и перспективы использования реляционных баз данных в кибербезопасности

В настоящее время одним из основных вызовов является масштабирование системы реляционных баз данных для обработки и анализа больших объемов данных, генерируемых в сфере кибербезопасности. С увеличением сложности угроз и объема собираемых данных возникают требования к более эффективным методам хранения и обработки информации. Перспективы включают в себя развитие технологий распределенных баз данных и параллельных вычислений, а также улучшение интеграции с технологиями искусственного интеллекта для более точного анализа угроз и предотвращения атак. [3, с.118-125].

В данном контексте киберугрозы могут включать в себя различные типы атак и инцидентов, такие как:

1. **Маликольские атаки (Malware Attacks):** Это атаки, при которых злоумышленники внедряют вредоносное программное обеспечение (маликоль) в систему с целью нанесения ущерба, кражи данных или получения несанкционированного доступа.
2. **Фишинг (Phishing):** Это вид атаки, при котором злоумышленники маскируются под доверенные источники (например, электронные письма или веб-сайты), чтобы обмануть пользователей и получить конфиденциальную информацию, такую как пароли или банковские данные.
3. **DDoS-атаки (Distributed Denial of Service):** В таких атаках злоумышленники создают большой объем запросов к целевому серверу или сети, что приводит к перегрузке и недоступности сервиса для легальных пользователей.
4. **SQL-инъекции (SQL Injection):** Это вид атаки, при котором злоумышленники внедряют зловредный SQL-код в запросы к базе данных, с целью выполнения нежелательных операций или получения конфиденциальной информации.
5. **Утечки данных (Data Breaches):** Это ситуации, когда конфиденциальная информация (такая как личные данные клиентов или корпоративные секреты) становится доступной несанкционированным лицам из-за нарушения безопасности системы.

Сравнение с другими типами баз данных в контексте кибербезопасности

В сравнении с другими типами баз данных, реляционные базы данных обладают значительными преимуществами в области кибербезопасности. Они обеспечивают строгую структуру данных и возможность использования SQL-запросов для выявления аномалий и анализа угроз. Однако, для обработки больших объемов неструктурированных данных, таких как текстовые логи или сетевой трафик, NoSQL базы данных могут быть более подходящими, так как они обладают большей гибкостью и масштабируемостью.

Развитие технологий и будущее реляционных баз данных в кибербезопасности

В будущем развитие реляционных баз данных в кибербезопасности будет направлено на улучшение производительности, масштабируемости и адаптации к современным угрозам. Ожидается, что будут разработаны новые методы сжатия данных, оптимизации запросов и параллельной обработки, чтобы обеспечить эффективную работу с большими объемами информации. Также предполагается интеграция реляционных баз данных с технологиями искусственного интеллекта для автоматизации процессов анализа и выявления угроз. [1, с.58-62].

Реляционные базы данных играют ключевую роль в обеспечении безопасности информации и защите от киберугроз. Их эффективное использование для хранения, анализа и мониторинга данных позволяет организациям обнаруживать и предотвращать угрозы, обеспечивая надежную защиту информации и инфраструктуры.

Литература

1. Smith, J. (2020). The Role of Relational Databases in Cybersecurity. *Cybersecurity Journal*, 45-67.
2. Johnson, A. et al. (2021). Advancements in Relational Database Technologies for Cyber Defense. *Proceedings of the International Conference on Cybersecurity*, 78-89.
3. Brown, M. (2019). Comparative Analysis of Database Technologies for Security Applications. *Journal of Information Security*, 112-130.

УДК 378.147.091.3:004.65

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ДАННЫХ

Серебкова А.К.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

Автоматизация управления учебным процессом с использованием баз данных – это процесс использования специальных программных средств для автоматизации процессов управления образовательной деятельностью. Базы данных являются ключевым инструментом для автоматизации различных аспектов учебного процесса. Это позволяет эффективно организовать работу преподавателей и студентов, улучшить качество образования и управлять данными об обучении. Для автоматизации управления учебным процессом используются специализированные информационные системы, которые основаны на базах данных. Базы данных позволяют хранить информацию о студентах, учебных планах, расписании занятий, успеваемости, материалах курсов и других аспектах образовательного процесса [1].

Благодаря использованию баз данных в управлении учебным процессом, возможны следующие преимущества:

База данных позволяет хранить всю необходимую информацию о студентах, преподавателях, учебных планах, оценках и других аспектах учебного процесса в одном месте. Это упрощает доступ к информации и делает ее более надежной.

База данных позволяет легко и быстро находить необходимую информацию, проводить анализ данных и генерировать отчеты.

Базы данных позволяют проводить различные аналитические исследования, например, анализ успеваемости студентов, оценки работы преподавателей, эффективности учебных программ и т.д. Это помогает выявлять проблемы и улучшать качество образования.

Базы данных позволяют улучшить коммуникацию между студентами, преподавателями и администрацией учебного заведения. Например, через базу данных можно организовать электронное общение, обмен информацией о заданиях и мероприятиях, предоставление доступа к учебным материалам и т.д.

С помощью баз данных можно автоматизировать многие рутинные операции, такие как регистрация студентов, распределение курсов, составление расписания занятий, отслеживание посещаемости и расчет оценок. Это позволяет сократить время и усилия, затрачиваемые на управление учебным процессом [2].

Реализация системы автоматизации управления учебным процессом на базе данных обычно включает следующие шаги:

Определение потребностей и целей системы.

Создание структуры базы данных, которая будет хранить данные, связанные с учебным процессом.

Разработка пользовательского интерфейса и функциональности для доступа к данным и управления ими.

Внедрение системы и тщательное тестирование ее функциональности.

Обучение пользователей работе с системой и предоставление им необходимой поддержки.

Примерами использования баз данных в автоматизации управления учебным процессом являются: хранение информации о студентах, автоматическое распределение студентов на курсы на основе их академической подготовки и предпочтений, хранение и расчет оценок студентов, включая результаты экзаменов, заданий и проектов, создание расписания занятий, отслеживание посещаемости студентов на занятиях и предоставление отчетов о посещаемости преподавателям.

Использование баз данных для автоматизации управления учебным процессом позволяет повысить эффективность современного образования, улучшить доступ к информации, сократить временные и финансовые затраты. Базы данных обеспечивают централизованное хранение данных, улучшают точность и целостность данных, автоматизируют задачи и предоставляют возможности для отчетности и анализа. Внедрение систем автоматизации управления учебным процессом на базе данных позволяет учебным заведениям оптимизировать свои процессы, улучшить качество образования и повысить удовлетворенность студентов и преподавателей.

Поэтому внедрение систем управления образовательным процессом на основе баз данных является важным шагом в современном образовании.

Литература

1. Автоматизация управления учебным процессом в вузе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=7613> – Дата обращения: 29.04.2024
2. Базы данных в педагогике: требования к разработке и их роль в образовательном процессе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/bazy-dannyh-v-pedagogike-trebovaniya-k-ih-razrabotke-v-obrazovatelnom-proczenne/7613> – Дата обращения: 29.04.2024

УДК 378.147.091.3:004.652.4

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ ОБУЧЕНИЯ: ХРАНЕНИЕ КУРСОВ И ДАННЫХ СТУДЕНТОВ

Сташинская М.С., Каркота А.С.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

Современные онлайн-платформы обучения становятся все более популярными и востребованными среди пользователей, предпочитающих учебу в удобном формате. Для эффективного функционирования таких платформ необходимо обеспечить надежное хранение информации о курсах и данных студентов. В этом контексте реляционные базы данных играют ключевую роль, обеспечивая эффективное управление данными и обеспечивая безопасность информации [1]. Реляционные базы данных представляют собой эффективный способ хранения структурированных данных и управления связями между ними. Для создания онлайн-платформы обучения, где требуется хранить информацию о курсах, студентах и их записях на курсы, реляционные базы данных являются оптимальным выбором. Первым важным аспектом применения реляционных баз данных для создания онлайн-платформ обучения является хранение информации о курсах. Благодаря базам данных платформы могут хранить данные о доступных курсах, их описании, стоимости, продолжительности и других характеристиках. Это позволяет пользователям быстро находить интересующие их курсы, получать актуальную информацию о них и удобно выбирать образовательные программы. Другим важным аспектом использования реляционных баз данных в онлайн-образовании является хранение данных студентов [2].

Базы данных позволяют платформам хранить персональные данные студентов, их контактную информацию, учебные достижения, прогресс в обучении и результаты тестов. Это помогает платформам предоставлять персонализированные рекомендации студентам, отслеживать их успехи и обеспечивать безопасность конфиденциальной информации. Кроме того, реляционные базы данных используются для управления доступом к курсам и материалам. Платформы могут хранить информацию о доступности курсов для определенных групп студентов, предоставлять доступ к учебным материалам в соответствии с уровнем обучения и прошлыми успехами студентов. Это способствует эффективной организации образовательного процесса и удобству пользователей [1].

Хранение курсов и данных студентов может быть реализовано следующим способом:

1. **Хранение информации о курсах:** Реляционная база данных может содержать таблицу с информацией о курсах, включая название курса, описание, даты начала и окончания, список учебных материалов, преподавателей и другие связанные данные. Это позволяет студентам легко находить и выбирать интересующие их курсы [2].

2. **Хранение данных студентов:** Для каждого студента можно создать отдельную запись в базе данных, содержащую персональные данные, учебные достижения, прогресс по курсам, оценки, участие в обсуждениях и другую информацию. Это помогает преподавателям и администраторам эффективно управлять данными студентов и предоставлять им персонализированную поддержку [2].

3. **Связь между курсами и студентами:** Реляционные базы данных позволяют устанавливать связи между курсами и студентами. Например, можно создать таблицу "Регистрация на курсы", где будут храниться данные о том, какие студенты зарегистрированы на какие курсы. Это обеспечивает эффективное управление учебными группами и контроль за посещаемостью курсов [2].

4. **Управление доступом к данным:** Реляционные базы данных позволяют устанавливать различные уровни доступа к данным в зависимости от роли пользователя. Например, преподаватели могут иметь доступ к оценкам и прогрессу студентов, администраторы - к общей статистике по курсам, а студенты - к своим личным данным и материалам курсов [2].

5. **Анализ данных о курсах и студентах:** Базы данных позволяют проводить анализ данных о прохождении курсов, успеваемости студентов, эффективности методов обучения и других параметрах. Это помогает выявлять тенденции, оптимизировать учебные планы, предлагать рекомендации для улучшения процесса обучения [2].

Таким образом, реляционные базы данных играют важную роль в хранении информации о курсах и данных студентов в онлайн-обучении, обеспечивая

эффективное управление данными, персонализированный подход к обучению и анализ результатов обучения.

Литература

1. Шилдс Уолтер. SQL: быстрое погружение / Шилдс Уолтер. – Питер, 2022.
2. Кирилов, В.В. Введение в реляционные базы данных / В.В. Кириллов – СПб.: БХВ-Петербург, 2009.

УДК 004.652.4.056.5

БЕЗОПАСНОСТЬ И КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЗАЩИТЕ ДАННЫХ

Торган Н.А.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

Угроза информационной безопасности информационной системы (ИС) является одной из наиболее актуальных и распространённых проблем в наше время, данные угрозы оказывают воздействие на информацию в системе, что приводит к ее изменению, удалению, блокировке доступа к информации, а в худших случаях к ее полной потере и сбое в работе системы.

Угроза нарушения конфиденциальности данных охватывает любое намеренное или случайное раскрытие информации, хранящейся в вычислительной системе или передаваемой из одной системы в другую. Нарушение конфиденциальности может быть результатом умышленных действий, направленных на несанкционированный доступ к данным, либо случайной ошибки в программном обеспечении или неопытного действия оператора, приводящей к передаче незащищенной конфиденциальной информации через открытые каналы связи.

Потеря доступности данных – это отказ в обслуживании, вызванный преднамеренными действиями одного из пользователей (нарушителя), что приводит к блокировке доступа к ресурсу со стороны других пользователей на определенный или продолжительный период времени. Потеря доступности также может быть вызвана умышленным или неумышленным разрушением данных.

Целостность информации подразумевает ее актуальность и непротиворечивость, а также защищенность от разрушения и несанкционированного изменения [2, с.17]. Для обеспечения целостности применяются следующие методы:

- использование отказоустойчивых устройств;
- резервирование (дублирование) данных;
- разграничение прав доступа к программам и данным;
- организация антивирусной защиты;
- контроль целостности программ и данных.

Использование отказоустойчивых устройств. Под надежностью системы понимается ее способность выполнять поставленные задачи при определенных условиях эксплуатации. Если при возникновении отказа компьютерная система способна выполнять заданные функции, сохраняя значения основных характеристик в пределах, установленных документацией, то она находится в работоспособном состоянии.

Резервирование (дублирование) данных. Методы дублирования информации можно разделить по времени восстановления на оперативные и неоперативные.

Оперативные методы позволяют использовать дублирующую информацию в режиме реального времени. Неоперативные методы не обеспечивают выполнение этого условия. Кроме того, методы дублирования можно разделить по используемым средствам на методы, использующие дополнительные внешние запоминающие устройства, специально выделенные области памяти на несъемных машинных носителях, а также съемные носители информации [1, с. 29].

По числу копий методы дублирования делятся на одноуровневые и многоуровневые. По степени пространственной удаленности носителей информации методы дублирования можно классифицировать на сосредоточенное и рассредоточенное дублирование.

В зависимости от процедуры дублирования различают полное, зеркальное, частичное и комбинированное копирование. Наконец, методы дублирования можно разделить по виду дублирующей информации на методы со сжатием и без сжатия информации.

Разграничение прав доступа к программам и данным. Это установка ограничений на то, кто и как может получить доступ к определенным программам и данным. Данный подход позволяет предотвратить несанкционированный доступ и уменьшить риски нарушения целостности информации [1, с. 30].

Организация антивирусной защиты включает в себя использование специального программного обеспечения, которое обнаруживает и уничтожает вирусы, трояны и другие вредоносные программы, которые могут нанести ущерб целостности данных и программ.

Контроль целостности программ и данных – это процесс проверки и подтверждения того, что данные и программы не были изменены или повреждены без разрешения. Обычно это включает использование хэш-

сумм и других методов контроля целостности для обнаружения любых несанкционированных изменений.

В целом, обеспечение информационной безопасности системы является сложным и многогранным процессом, который требует постоянного внимания и обновления. Однако, с применением современных методов и инструментов, а также правильным подходом к безопасности информационной системы, можно достичь высокого уровня защиты и минимизировать риски угроз информационной безопасности.

Литература

1. «Технология разработки и защиты баз данных»: курс лекций / Дагестанский государственный технический университет ; под ред. М. М. Мирземагомедова, Т. И. Исабекова. – Махачкала, ДГТУ, 2023. – 90 с.
2. Безопасность систем баз данных: учебное пособие / А.А. Агафонов, А.С. Юмаганов. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 272 с.

УДК 004.8+004.85+004.655.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В SQL: НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ФУНКЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Черепковский М.В.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент

1. Введение в тему:

В современном мире, где данные становятся все более объемными и сложными, важность искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в анализе данных с использованием SQL становится все более очевидной. Предприятия и исследовательские организации стремятся извлечь максимальную пользу из своих данных, и новые инструменты и функции в SQL предоставляют уникальные возможности для этого.

Актуальный статистический факт подчеркивает рост востребованности подобных методов анализа данных: согласно последнему исследованию IDC, инвестиции в решения искусственного интеллекта и машинного обучения в области аналитики данных ожидаются вырасти до \$37.5 миллиарда к 2025 году, что почти вдвое превысит уровень 2020 года. Это свидетельствует о том, что компании всё больше признают ценность интеллектуального анализа данных для своего успеха и конкурентоспособности.

2. Обзор новых возможностей SQL для анализа данных с применением ИИ и МО:

Недавние инновации в SQL открывают новые горизонты для аналитики данных с использованием ИИ и МО. Например, встроенные функции для работы с нейронными сетями, поддержка алгоритмов машинного обучения, таких как Gradient Boosting (градиентный бустинг) и Random Forest (случайный лес), и возможности для создания и использования пользовательских моделей.

Одним из ключевых алгоритмов машинного обучения, доступных в SQL, является градиентный бустинг, который представляет собой ансамблевый метод, строящий прогностическую модель в форме ансамбля слабых прогностических моделей, обычно решающих деревьев. Градиентный бустинг обладает высокой точностью прогнозирования и способен обрабатывать различные типы данных, но требует осторожной настройки гиперпараметров для предотвращения переобучения.

Процесс обучения градиентного бустинга начинается с создания начальной прогностической модели, например, простого дерева решений. Затем для каждой последующей модели настраивается функция потерь, которая измеряет разницу между предсказанными значениями и реальными значениями. Новая модель добавляется к ансамблю таким образом, чтобы она исправляла ошибки, допущенные предыдущими моделями. Этот процесс продолжается до достижения определенного числа моделей или до сходимости к оптимальному результату.

Еще одним мощным методом является случайный лес, который также является ансамблевым методом, основанным на построении большого числа решающих деревьев и агрегации их предсказаний. Случайный лес обладает высокой устойчивостью к переобучению и хорошей обобщающей способностью, что делает его эффективным инструментом для анализа данных.

В отличие от градиентного бустинга, который строит последовательную цепочку моделей, случайный лес строит множество деревьев независимо и параллельно. Каждое дерево строится на основе случайной подвыборки обучающих данных (бэггинг) и случайного подмножества признаков. После построения всех деревьев предсказания каждого дерева агрегируются для получения окончательного результата.

Добавление этих алгоритмов в SQL открывает новые возможности для аналитики данных и прогнозирования с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения.

3. Примеры практического применения:

Прогнозирование спроса: Компания "RetailTech" использовала инструменты машинного обучения в SQL для прогнозирования спроса на свои товары. Они анализировали исторические данные о продажах, клиентских предпочтениях и внешних факторах, таких как погода и праздничные дни, чтобы предсказать будущие продажи. Это позволило им

оптимизировать управление запасами, сократить издержки и увеличить общую прибыль.

Кластеризация данных для сегментации клиентов: Компания "E-Commerce Solutions" применила метод кластерного анализа в SQL для сегментации своих клиентов по поведенческим характеристикам. Используя данные о покупках, просмотрах страниц и времени нахождения на сайте, они выделили различные группы клиентов с уникальными предпочтениями и потребностями. Это позволило им персонализировать маркетинговые кампании и улучшить общий опыт покупателей.

Автоматическая оптимизация запросов для улучшения производительности: Компания "TechSolutions" внедрила автоматическую оптимизацию запросов в своей базе данных SQL. Это позволило им автоматически адаптировать выполнение запросов в зависимости от изменяющихся условий и объемов данных. Результатом стало значительное увеличение производительности системы и сокращение времени ответа на запросы клиентов.

Анализ тональности отзывов: Компания "ReviewInsights" использует функции обработки естественного языка в SQL для анализа тональности отзывов клиентов. Они автоматически сканируют и анализируют отзывы с помощью алгоритмов машинного обучения, чтобы выявить негативные или положительные тенденции. Это помогает компании быстро реагировать на проблемы и улучшать качество своих продуктов и услуг.

4. Эксклюзивные данные и исследования:

Недавние исследования в области анализа данных с использованием SQL и ИИ показывают значительное улучшение в производительности и точности моделей. Например, новые алгоритмы оптимизации запросов позволяют эффективно работать с большими объемами данных, а интеграция с GPU ускоряет обучение моделей машинного обучения.

5. Нововведения в области:

Современные нововведения в SQL для анализа данных с использованием ИИ и МО отражают растущую потребность в интеграции аналитики данных и искусственного интеллекта. Это подтверждает не только техническое развитие, но и стремление к улучшению бизнес-процессов и принятия более обоснованных решений.

6. Заключение:

В заключение, новые инструменты и функции SQL для анализа данных с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения представляют собой значительный прогресс в области аналитики данных. Они не только расширяют возможности анализа и прогнозирования, но и улучшают эффективность и точность результатов. Применение этих инноваций уже доказало свою ценность в реальных сценариях, помогая компаниям оптимизировать процессы, повышать эффективность и

принимать обоснованные решения на основе данных. Дальнейшее развитие и интеграция аналитики данных с искусственным интеллектом и машинным обучением обещают принести еще больше инноваций и преимуществ для бизнеса и исследований в будущем.

Литература

1. Интернет-портал Neurohive [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/>. – Дата доступа: 20.04.2024.
2. Интернет-портал облачной платформы Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/>. – Дата доступа: 20.04.2024.
4. Интернет-портал geeksforgeeks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/gradient-boosting-vs-random-forest/>. – Дата доступа: 19.04.2024.
5. Интернет-портал geeksforgeeks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/gradient-boosting-vs-random-forest/>. – Дата доступа: 19.04.2024.

УДК 004.652.4+004.451.9:004.9+004.415.2

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ: ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Шипица А.Д.

Научный руководитель – Воронич Л.В. ассистент

С развитием мобильных технологий и повсеместным использованием мобильных устройств, разработка приложений для таких платформ стала неотъемлемой частью современной ИТ-индустрии. Одним из ключевых аспектов в разработке мобильных приложений является управление данными. В этой работе мы рассмотрим использование реляционных баз данных в мобильных приложениях и методы их оптимизации для обеспечения эффективной работы на мобильных устройствах.

Реляционные базы данных в мобильных приложениях

Реляционные базы данных (RDBMS) широко используются в различных типах приложений благодаря своей надежности, стабильности и гибкости. В контексте мобильных приложений они предоставляют удобный способ хранения и организации данных, таких как пользовательские профили, настройки, контент и многое другое[1].

Преимущества реляционных баз данных в мобильных приложениях:

Структурированные данные: Реляционные базы данных позволяют организовать данные в виде таблиц с жестко определенными типами данных, что облегчает работу с ними и обеспечивает структурированность. **Язык запросов:** SQL (Structured Query Language) является мощным инструментом для выполнения запросов к данным в реляционных базах данных, что упрощает операции чтения, записи и обновления данных[1].

Согласованность и целостность: Реляционные базы данных поддерживают механизмы согласованности и целостности данных, такие как ограничения целостности и транзакции, что способствует сохранности данных и предотвращает их повреждение.

Оптимизация для мобильных устройств

При использовании реляционных баз данных в мобильных приложениях необходимо учитывать ограниченные ресурсы мобильных устройств, такие как ограниченная вычислительная мощность, ограниченный объем оперативной памяти и непостоянное интернет-подключение. Для обеспечения оптимальной производительности приложения на мобильных устройствах необходимо применять следующие методы оптимизации:

1. Локальное кэширование данных мобильного приложения

Используйте механизмы локального кэширования данных на мобильном устройстве для уменьшения количества запросов к удаленному серверу и снижения нагрузки на сеть. Кэширование данных позволяет быстро получать доступ к часто используемым данным без необходимости каждый раз обращаться к базе данных[2].

Преимущества локального кэширования данных:

Сокращение нагрузки на сеть: Уменьшение количества запросов к серверу позволяет снизить трафик данных и улучшить отзывчивость приложения.

Улучшенная производительность: Доступ к данным из локального кэша обычно быстрее, чем обращение к удаленному серверу, что способствует улучшению производительности приложения.

2. Оптимизация запросов

Оптимизируйте SQL-запросы для минимизации нагрузки на базу данных и сокращения времени выполнения запросов. Используйте индексы, объединяйте запросы и избегайте избыточных операций, таких как кросс-джойны[1].

Дополнительные методы оптимизации запросов:

Использование индексов: Создание индексов на часто используемых столбцах позволяет ускорить выполнение запросов, уменьшив время доступа к данным.

Оптимизация структуры таблиц: Подбор оптимальной структуры таблицы, включая выбор подходящих типов данных и оптимизацию связей между таблицами, может повысить производительность запросов[3].

3. Сжатие и минимизация передаваемых данных мобильного приложения

Сокращайте объем передаваемых данных между мобильным приложением и сервером, используя методы сжатия данных, такие как gzip, и передавайте только необходимую информацию, чтобы уменьшить нагрузку на сеть и повысить скорость загрузки данных[2].

Преимущества сжатия и минимизации передаваемых данных мобильного приложения :

Экономия трафика: Сжатие данных позволяет сократить объем передаваемой информации, что особенно важно при использовании мобильного интернета с ограниченным трафиком.

Быстрая загрузка: Меньший объем данных ускоряет процесс загрузки, что повышает удобство использования приложения для пользователей.

4. Асинхронные операции (использование многопоточности)

Выполняйте операции с базой данных асинхронно для предотвращения блокировки пользовательского интерфейса и обеспечения отзывчивости приложения. Используйте фоновые задачи или многопоточность для выполнения длительных операций без блокировки основного потока приложения.

Преимущества асинхронных операций:

Отзывчивость приложения: Асинхронные операции позволяют приложению оставаться отзывчивым и отвечать на пользовательские действия даже во время выполнения длительных задач[2].

Предотвращение ANR: Использование асинхронных операций помогает избежать ситуаций блокировки приложения из-за долгих операций в основном потоке.

5. Пакетная обработка данных

При работе с большим объемом данных целесообразно использовать пакетную обработку. Вместо того, чтобы выполнять множество отдельных запросов к базе данных, можно объединить несколько запросов в пакет и выполнить их одним запросом или транзакцией. Это снижает накладные расходы на связь с базой данных и улучшает производительность.

6. Отложенная загрузка данных

Используйте отложенную загрузку данных для уменьшения времени загрузки и оптимизации использования памяти на мобильных устройствах. Вместо того, чтобы загружать все данные сразу, загружайте их по мере необходимости или порциями. Это позволяет ускорить инициализацию приложения и снизить нагрузку на память.

7. Оптимизация работы с изображениями и мультимедиа

Изображения и мультимедийные файлы могут занимать значительное количество места и замедлять работу приложения. Используйте сжатие изображений и видео, а также храните миниатюры и превью файлов для быстрого доступа. Кроме того, можно загружать медиа-контент по требованию и удалять ненужные файлы для освобождения места[2].

8. Кэширование запросов и результатов

Помимо кэширования данных, можно кэшировать запросы к базе данных и результаты выполнения запросов. Это позволяет избежать повторного выполнения запросов, если результаты не изменились с момента последнего запроса. Кэширование запросов и результатов особенно полезно в случае выполнения сложных и ресурсоемких операций.

9. Оптимизация сетевых запросов

При взаимодействии с удаленным сервером оптимизируйте сетевые запросы для минимизации задержек и снижения трафика. Используйте сжатие данных, уменьшайте количество передаваемых метаданных и используйте протоколы передачи данных с низким уровнем накладных расходов, такие как HTTP/2.

10. Мониторинг и профилирование производительности

Проводите регулярный мониторинг производительности приложения и базы данных с помощью профилирования кода и инструментов мониторинга. Это позволяет выявить узкие места и проблемы производительности, а также оптимизировать код и структуру базы данных для улучшения общей производительности приложения[2].

11. Оптимизация работы с памятью

Эффективное использование памяти в мобильных приложениях имеет ключевое значение для обеспечения стабильной производительности. Используйте пулы соединений с базой данных и управляйте памятью объектов, освобождая ресурсы после их использования. Также следите за утечками памяти и оптимизируйте работу с кэшем данных[2].

Разработка мобильных приложений с использованием реляционных баз данных требует учета особенностей мобильных устройств и применения оптимизационных методов для обеспечения высокой производительности и эффективного использования ресурсов. Локальное кэширование данных, оптимизация запросов, сжатие данных и асинхронное выполнение операций помогают создать мобильные приложения, которые работают быстро и плавно на различных устройствах.

Литература

1. Гектор Гарсиа-Молина, Джеффри Д. Ульман и Дженнифер Уид. Системы баз данных: Полная книга / Гектор Гарсиа-Молина, Джеффри Д. Ульман и Дженнифер Уид
2. Ханг Во. Оптимизация производительности приложений для iOS. Для профессионалов / Ханг Во
3. Кузнецов, С.Д. Базы данных: учебник для вузов / С.Д. Кузнецов. – 4-е изд. – М.: Академия, 2012.

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРИГГЕРОВ И ХРАНИМЫХ ПРОЦЕДУР В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Щербаков Н.В.

Научный руководитель – Воронич Л.В., ассистент.

Реляционные базы данных являются основой для хранения информации в современных информационных системах. Для обеспечения надежности, целостности данных и эффективности работы баз данных широко применяются триггеры и хранимые процедуры. Триггеры позволяют автоматизировать выполнение определенных действий при определенных событиях, а хранимые процедуры представляют собой набор инструкций для выполнения определенной логики.

Триггеры могут реагировать на изменения данных, обеспечивая их целостность и согласованность, а хранимые процедуры помогают оптимизировать выполнение сложных операций и повторяющихся задач. Комбинация этих инструментов позволяет создавать надежные и гибкие информационные системы, способные эффективно обрабатывать большие объемы данных.

В данной статье рассматривается процесс разработки и использования триггеров и хранимых процедур в реляционных базах данных. Описывается синтаксис создания триггеров и хранимых процедур на примере различных систем управления базами данных, таких как MySQL, PostgreSQL, Oracle и Microsoft SQL Server. Приводятся примеры применения триггеров для обеспечения целостности данных, аудита изменений и реализации бизнес-логики на уровне базы данных.

Также в работе рассматривается процесс оптимизации использования триггеров и хранимых процедур для повышения производительности баз данных, уменьшения нагрузки на сервер и обеспечения безопасности данных. Освещается вопрос выбора между использованием триггеров и хранимых процедур в зависимости от конкретных задач и требований к системе. Кроме того, анализируются возможные проблемы, связанные с использованием триггеров, и предлагаются рекомендации по их эффективному применению.

Представим, что у нас есть база данных для интернет-магазина. Мы хотим создать триггер, который будет автоматически уменьшать количество товаров на складе при оформлении заказа покупателем. Для этого мы можем создать триггер "After Insert" на таблицу заказов (Orders), который будет вызываться после добавления новой записи в эту таблицу. Внутри триггера мы можем написать код, который будет уменьшать количество товаров на

складе в таблице товаров (Products) в соответствии с товарами, указанными в заказе.

Также мы можем использовать хранимую процедуру для расчета общей стоимости заказа. Например, мы можем создать хранимую процедуру "CalculateOrderTotal", которая будет принимать идентификатор заказа и вычислять общую сумму заказа на основе цен товаров и количества единиц каждого товара. Эта процедура может быть вызвана из приложения или из другой хранимой процедуры для автоматического расчета стоимости заказа. Таким образом, использование триггеров и хранимых процедур позволяет автоматизировать определенные операции в базе данных, обеспечивая целостность данных и упрощая разработку приложений, которые используют эту базу данных.

Таким образом, использование триггеров и хранимых процедур позволяет сделать работу с базами данных более удобной, эффективной и безопасной. Использование триггеров и хранимых процедур является важным инструментом для оптимизации работы реляционных баз данных. Правильное применение этих инструментов позволяет повысить эффективность работы баз данных, упростить разработку приложений и обеспечить безопасность данных. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию методов автоматизации и оптимизации работы с данными.

Использование триггеров и хранимых процедур не только улучшает эффективность работы реляционных баз данных, но также способствует уменьшению нагрузки на сервер, поскольку определенные операции могут выполняться автоматически без необходимости постоянного вмешательства пользователя. Кроме того, правильное применение триггеров и хранимых процедур позволяет снизить вероятность ошибок данных и обеспечить их целостность. Дополнительно, развитие исследований в области использования триггеров и хранимых процедур может привести к созданию более эффективных методов обработки данных, улучшению производительности систем управления базами данных и повышению уровня безопасности информации.

Литература

1. Date C.J. An Introduction to Database Systems. Addison-Wesley, 2003.
2. Garcia-Molina H., Ullman J.D., Widom J. Database Systems: The Complete Book. Prentice Hall, 2008.
3. Макаренко А.А. Программирование баз данных SQL. БХВ-Петербург, 2017.

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРТАТИВНОЙ СЕРВЕРНОЙ ПЛАТФОРМЫ И ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ OPEN SERVER

Козловская Ю.Б.

Научный руководитель – Куприянов А.Б., к.т.н., доцент

Разработка web-приложения сегодня может осуществляться с использованием множества инструментов. При анализе бесплатных программных продуктов была выбрана портативная программная среда Open Server Panel.

Данный программный комплекс включает в себя тщательно подобранный набор серверного программного обеспечения, а также невероятно удобную и продуманную управляющую утилиту, которая обладает мощными возможностями по администрированию и настройке всех доступных компонентов.

Установка программы очень простая и не занимает много времени. Если в системе не хватает каких-либо компонентов для правильной работы сервера, они устанавливаются параллельно, причем, в процессе вы можете не соглашаться на установку того или иного компонента, если считаете, что он нарушит работу других программ. Кроме этого, распаковать данный пакет можно даже на съемный накопитель и работать на любом компьютере.

Главным преимуществом Open Server перед аналогичными программами, является не только то, что в нем уже встроены базовые модули и приложения, но также можно выбрать последние модификации версий для создания современных приложений.

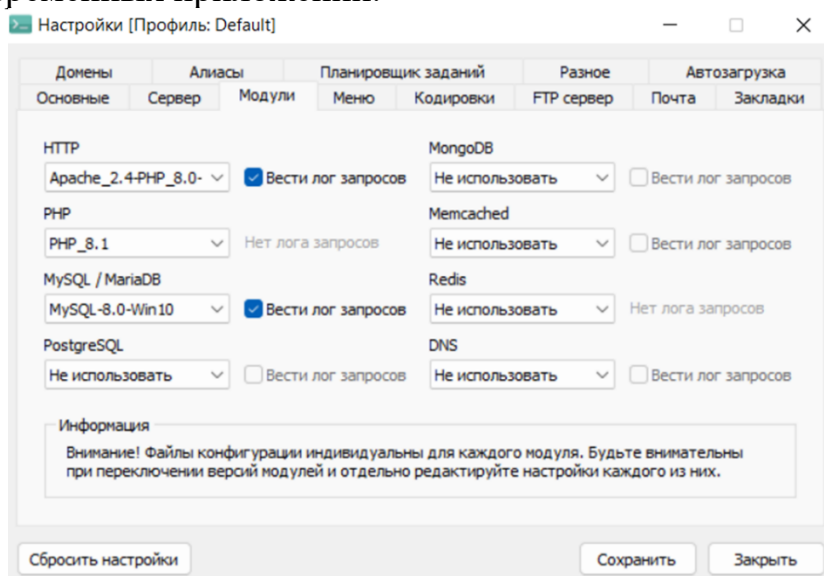


Рис.1. Настройки конфигурации.

Следует отметить, что для каждой версии MySQL создается своя база данных. В каждой конкретной версии видны только те базы данных и используются только те настройки, которые были сделаны для каждой конкретной версии MySQL.

Open Server Panel специальный пакет программ для веб-разработчиков, по сути, это необходимый минимум для быстрого старта:

- Opera - браузер для просмотра веб-страниц и интерактивная консоль разработчика;
- Sublime - редактор исходного кода для работы с PHP, HTML, CSS и проч.;
- WinSCP - FTP/SFTP клиент для работы с удалённой копией сайта на хостинг-сервере;
- Simplewall - межсетевой экран для защиты сервера и системы от внешних угроз;
- Jspicker - подборщик цвета, важный инструмент при работе с оформлением сайта;
- Bright Master - регулятор яркости экрана, незаменимая программа если вы часто подстраиваете яркость своего монитора;

Все эти программы полностью портативны и работают вместе с Open Server Panel без дополнительной установки.

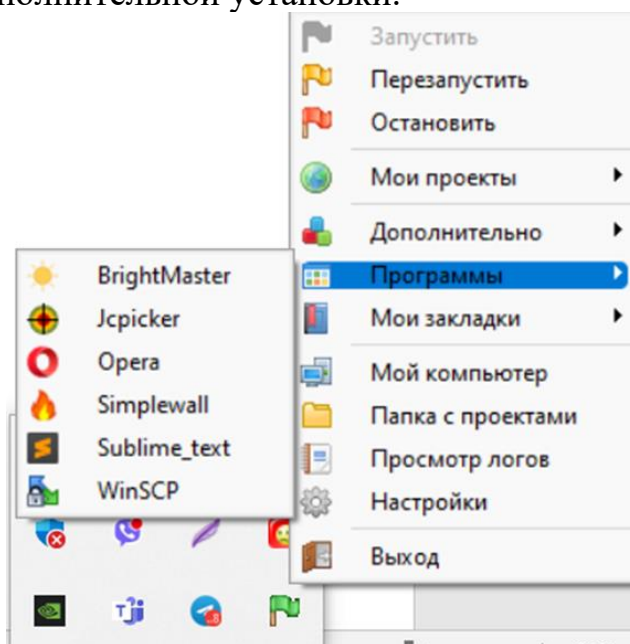


Рис.2. Доступные программы.

Однако, в настройках можно изменить программы по умолчанию на привычные и удобные.

Еще одним преимуществом является возможность работать с доменами и алиасами (одноименные вкладки так же находятся в настройках). Проекту

сразу можно присвоить необходимое доменное имя и создать необходимые алиасы.

Чтобы создать проект мы в папке «domains» создаем папку с доменным именем будущего проекта.

Для управления доменами есть три режима:

- автопоиск – сканирует корневую папку на наличие доменов;
- ручной – мы сами указываем путь к корневой папке домена;
- смешанный (ручной + автоматический) – сначала подключаются домены из указанной нами папки, а потом система сканирует, есть ли еще домены, которые мы не указали.

Open Server позволяет работать с кириллическими доменными именами. Чтобы проект подключился к серверу и отображался правильно, необходимо выполнить несколько простых действий:

- в диалоговом окне Open Server Panel выбрать пункт «Дополнительно», в нем «IDN конвертер»;
- в открывшееся диалоговое окно в соответствующее поле вставить имя домена на русском языке. Сразу после вставки появится результат конвертации. Для удобства в диалоговом окне имеется кнопка «Скопировать результат»;
- в папке «domains» заменить кириллическое доменное имя на то, которое выдал конвертер;
- перезагрузить сервер, после чего имя проекта должно появиться в общем списке проектов.

Когда папка проекта создана, остается только наполнить ее необходимыми файлами и проверить правильность отображения в браузере.

Литературы по работе с Open Server Panel нет, но документация, предоставляемая разработчиками, помогает легко освоиться от этапа установки сервера на рабочем месте, до тонкостей при работе с модулями.

Обзор возможностей данного продукта сделан на основе личного опыта работы с программным комплексом.

Литература

1. OSPanel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ospanel.io/>. – Дата доступа: 09.05.2024.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЗНЫХ ДОМЕНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CORS

Силков М.С.

Научный руководитель – Куприянов А.Б., к.т.н., доцент

Введение

В современном мире веб-приложения все чаще сталкиваются с необходимостью взаимодействия между собой, даже если они расположены на разных доменах. Это может быть вызвано, например, потребностью в интеграции данных или функциональности разных сервисов. Однако, безопасность браузеров ограничивает такие запросы из соображений безопасности. Здесь на помощь приходит CORS (Cross-Origin Resource Sharing) - механизм, который позволяет веб-приложениям запрашивать данные из других источников, не нарушая политики безопасности браузера.

Решение

Прежде чем двигаться дальше, важно понять, что такое CORS. Это механизм, который позволяет веб-странице запросить ресурс с другого домена, чем тот, с которого сама страница была загружена. Без CORS браузеры блокируют такие запросы из соображений безопасности.

Для разрешения CORS запросов на сервере необходимо установить заголовки CORS в ответ на запросы от клиента. При настройке CORS на сервере с ASP.NET Core, возможно установить различные параметры, чтобы точно определить, какие запросы разрешены, а какие - нет. Вот некоторые из основных параметров, которые могут быть использованы:

- **Origins (Источники):** Предоставляет возможность указать один или несколько доменов, с которых разрешены CORS запросы. Это позволяет точно контролировать источники, которым разрешено взаимодействовать с вашим сервером.
- **Methods (Методы):** Это определяет HTTP методы, которые разрешены для CORS запросов. Обычно это GET, POST, PUT, DELETE и так далее.
- **Headers (Заголовки):** Этот параметр определяет список заголовков, которые могут быть включены в CORS запросы. Это может быть полезно, если приложение отправляет кастомные заголовки, которые нужно разрешить.
- **Exposed Headers (Открытые заголовки):** В данном параметре можно указать список заголовков, которые могут быть доступны на клиенте после выполнения CORS запроса. Например, если ваш сервер отправляет определенные заголовки в ответе, вы можете разрешить клиентам получать доступ к ним.

- **Credentials (Учетные данные):** Этот параметр указывает, разрешено ли отправлять и принимать учетные данные (например, куки или авторизационные заголовки) в CORS запросах. Обычно это устанавливается в true только в случае, если оба домена доверяют друг другу.

Используя эти параметры, становится возможным точно настроить политику CORS на веб-сервере, чтобы обеспечить безопасное и эффективное взаимодействие между веб-приложением и другими доменами.

Вот пример более подробной настройки политики CORS с использованием ASP.NET Core:

```
services.AddCors(options =>
{
    options.AddPolicy("AllowSpecificOrigin",
        builder => builder
            .WithOrigins("http://example.com")
            .AllowAnyMethod()
            .AllowAnyHeader()
            .AllowCredentials());
});
```

Рис. 1. Настройка политики CORS

Этот код устанавливает политику CORS, разрешающую запросы только с указанного источника - http://example.com. Существует возможность настроить его так, чтобы разрешить запросы с разных источников, указав "*", но с данной конфигурацией нужно быть осторожным, так как это может представлять угрозу для безопасности.

Вывод

Использование CORS - это важный аспект разработки веб-приложений, особенно при работе с распределенными системами или взаимодействии между различными доменами. Правильная настройка CORS позволяет обеспечить безопасное и эффективное взаимодействие между веб-приложениями, расположенными на разных доменах, открывая новые возможности для разработчиков и улучшая пользовательский опыт.

Литература

1. Троелсен Э., Джепикс Ф., Язык программирования C#7 и платформы .Net и .Net Core – Санкт-Петербург: Питер, 2018. – 1316 с.

2. Рихтер Дж., CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# – Москва: Питер, 2018. – 893 с.

УДК 004.932

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АРТЕЗИАНСКОЙ СКВАЖИНОЙ АСУ АС

Шишковец Ф.Д.

Научный руководитель – Куприянов А.Б., к. т. н., доцент

Автоматизированная система управления артезианскими скважинами предназначена для дистанционного и локального управления оборудованием артезианских скважин. Система автоматизации скважины осуществляет контроль состояния оборудования и технологических параметров с центрального (или локального) диспетчерского пункта посредством кабельной линии связи, модема или GSM канала, а также оповещает оператора о возникновении перебоев в работе системы.

Автоматизированная система обеспечивает автоматическое местное и дистанционное включение и выключение оборудования скважины по заданному алгоритму, контроль наличия сетевого напряжения в павильоне артезианской скважины. Также контроль давления воды на выходе насоса, контроль статического и динамического уровня воды в скважине при наличии пьезометрического датчика, контроль температуры и других параметров поступающей воды. При возникновении аварийной ситуации включается звуковая и световая сигнализация на пульте управления, также оповещается отдел, отвечающий за работу АСУ АС.

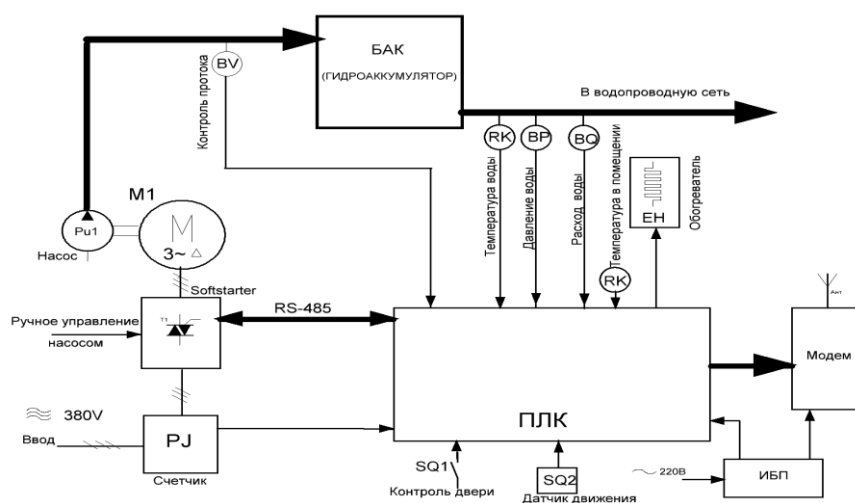


Рис. 1. Структурная схема автоматизации управления скважиной

Можно выделить следующие преимущества автоматизации скважин:

1. Поддержание давления в сети, уровня в башне, увеличение ресурса насоса;
2. Повышение энергоэффективности насосного оборудования;
3. Автоматический учет расхода;
4. Контроль протечки, сухого хода, контроль доступа и прочих параметров;
5. Удаленное управление или управление в единой системе посредством GSM, GPRS, ETHERNET и прочих каналов связи, дистанционный съём показаний приборов учета.

Основные функции, выполняемые автоматизированной системой:

1. автоматическое местное и дистанционное включение и выключение оборудования скважины по заданному алгоритму;
2. ручное поэлементное включение и выключение всех исполнительных механизмов;
3. контроль наличия сетевого напряжения в павильоне артезианской скважины;
4. контроль давления на выходе насоса;
5. контроль статического и динамического уровня воды в скважине при наличии пьезометрического датчика;
6. контроль "сухого хода", если скважина оборудована электродным датчиком сухого хода;
7. контроль температуры в павильоне (или на трубе) и управление системой обогрева;

АСУ АС обеспечивает поддержание постоянного давления в магистрали, плавный разгон и торможение электродвигателя, диспетчерский контроль показаний счетчиков воды и электроэнергии, защиту оборудования в случае возникновения внештатных ситуаций и др. Также автоматизация контроля состояния объектов водоснабжения сокращает риски, связанные с человеческим фактором на производстве.

Также можно сделать вывод о том, что автоматизация на объектах, обеспечивающих водоснабжение, позволяет повысить эффективность технологического процесса добычи и транспортировки воды, снижения затрат электроэнергии, повышения качества и надежности подачи воды потребителям.

Литература

1. Лопатин А.Г. Методика разработки систем управления на базе SCADA системы Trace Mode: Учебно-методическое пособие / А.Г. Лопатин.-М.: «Вильямс», 2008. – 341 с.

2. Николадзе Г.И. Обработка подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд // Водоснабжение и санитарная техника. - 1998.-№5.-2-5.

3. Алексеев, М.И., Дзюбо, В.В. Исследование технологии очистки подземных вод и разработок индивидуального водоочистного оборудования //Изв.вузов.Строительство.-1998.-№10.-С.88

УДК 004.932

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ
ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА,
ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА И ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ СЕРИИ ФСТ-03х**

Шлома И.М.

Научный руководитель – Юденков В.С., к.т.н., доцент

Программируемый логический контроллер – это промышленный компьютер, который был усилен и адаптирован для управления производственными процессами, такими как сборочные линии, машины, роботизированные устройства или любая деятельность, требующая высокой надежности, простоты программирования и диагностики технологических неисправностей.

Панель оператора – специализированное вычислительное устройство массового производства, реализованное в виде промышленного контроллера, широко использующее человеко-машинный интерфейс для управления операторами отдельными автоматизированными устройствами или целыми технологическими процессами в составе автоматизированной системы управления в рамках промышленной автоматизации.

Газоанализатор — незаменимый помощник при соблюдении газовой безопасности на предприятиях. Именно этот прибор может предотвратить возможность взрыва и массового отравления людей при опасном уровне концентрации горючих и токсичных газов.

Подключение питающего напряжения, интерфейсов RS485 и внешних исполнительных устройств, производится согласно Рис. 1.

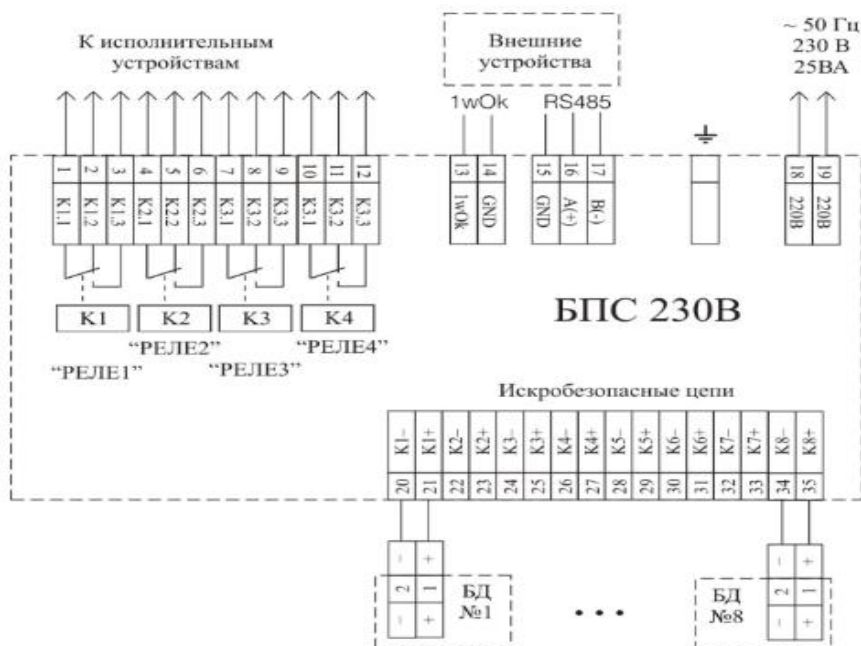
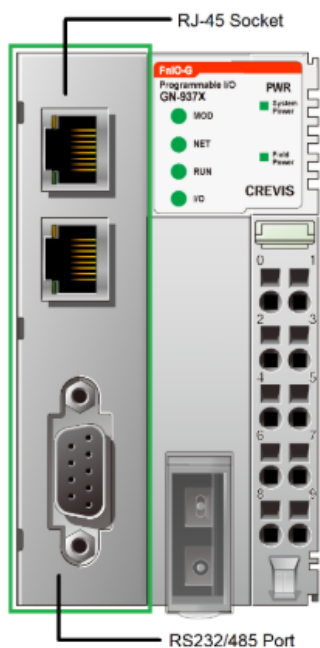


Рис. 1. Схема подключений к БПС ФСТ-03х

Подключение интерфейса RS-485 к ПЛК производится через СОМ-порт, 6 и 8 контакты. Распиновка контактов СОМ-порта представлена на Рис 2.



RJ-45		RS-232/RS-485 (DB-9)	
Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	TD «+»	1	-
2	TD «-»	2	RS-232 TxD
3	RD «+»	3	RS-232 RxD
4	-	4	-
5	-	5	RS-232 GND
6	RD «-»	6	RS-485 D+
7	-	7	-
8	-	8	RS-485 D-
-	-	9	-

Рис. 2. Распиновка контактов СОМ-порта контроллера

Для реализации пользовательского протокола обмена по RS-485 был разработан функциональный блок для прямой работы с СОМ-портом контроллера. Функциональный блок основан на встроенной библиотеке CodeSys -SerialCommunication.

Функциональный блок поддерживает:

- 1) Открытие порта;

- 2) Закрытие порта;
- 3) Запись данных;
- 4) Чтение данных;

Для того, чтобы открыть СОМ-порт и взаимодействовать с ним. Необходимо задать настройки его работы:

- 1) Скорость обмена(9600);
- 2) Проверка четности(без проверки честности);
- 3) Количество стоповых битов(1 стоп бит);
- 4) Размер пакета данных(8 байт).

После открытия СОМ-порта появляется возможность напрямую на СОМ-порт отправлять запросы и считывать полученную информацию.

Запросы к газоанализаторам и чтение данных происходит в этом же функциональном блоке. После чтения пакетов данных, они передаются в другой функциональный блок преобразования полученных данных.

Преобразование данных и получение нужной информации происходит при помощи сдвигов битов вправо или влево. Для преобразования данных были разработаны 6 функций:

- 1) GET_CALIBRATION_STATE – преобразование и получение данных о необходимости калибровки датчика подключенного к каналу 1-8;
- 2) GET_CONCENTRATION_FROM_CHANNEL – преобразование и получение данных о концентрации газа с датчика подключенного к каналу 1-8;
- 3) GET_CONCENTRATION_LEVEL – преобразование и получение данных о превышении порогов 1,2 концентрации газа от датчиков подключенных к каналу 1-8;
- 4) GET_ERROR_CODE – преобразование и получение данных об ошибках канала 1-8;
- 5) GET_MESSAGE_STATE - преобразование и получение данных о состоянии канала 1-8;
- 6) GET_SENSOR_TYPE – преобразование и получение данных об типах подключенных датчиков к каналу 1-8.

Все эти функции используются в функциональном блоке преобразования данных, которые в последствии передаются в глобальные переменные контроллера. Глобальные переменные в свою очередь передаются на панель оператора.

Литература

1. Руководство пользователя GN-937x, Серия Gv1
2. Руководство по эксплуатации cMT2108X2_Datasheet_ENG
3. Техническое описание библиотеки SerialCommunication

4. Учебное пособие по программированию котроллеров в среде CODESys V.3.5
5. Руководство пользователя блока датчиков ФСТ-03В1

УДК 681.511

ПРОГРАММА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОРНЕВЫХ ГОДОГРАФОВ КЛАССИЧЕСКИХ И ИНТЕРВАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Райкова Ю.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Несенчук А.А.

Метод корневого годографа [1, 2] представляет собой мощный метод синтеза и анализа систем в теории систем автоматического управления (САУ) [1]. В данной статье разрабатывается программа для реализации процедур анализа и синтеза динамических систем с постоянными параметрами и интервальных динамических систем с использованием метода корневого годографа. Программа разработана на языке C#.

1. Интервальные динамические системы

Характеристическое уравнение классической системы имеет вид

$$1 + KW_1(s)W_2(s) = 0,$$

где $W_1(s)$ – передаточная функция прямой цепи; $W_2(s)$ – передаточная функция звена обратной связи; K – общий коэффициент усиления системы; s – комплексный дифференциальный оператор [1].

Передаточную функцию разомкнутой системы представим в виде [2]

$$G(s) = W_1(s)W_2(s) = \frac{\psi(s)}{\phi(s)}, \quad (1)$$

где $\psi(s)$ и $\phi(s)$ – полиномы от комплексного переменного s .

Тогда на основании (1) характеристическое уравнение системы перепишем в виде

$$p(s) = \phi(s) + K\psi(s) = 0.$$

Пусть варьируется общий коэффициент усиления в пределах всех действительных значений: $-\infty < K < +\infty$. Тогда уравнение корневого годографа в общем виде определяется следующей функцией отображения:

$$K = -\frac{\phi(s)}{\psi(s)} = u(\sigma, \omega) + iv(\sigma, \omega), \quad (2)$$

где $u(\sigma, \omega)$ и $v(\sigma, \omega)$ – гармонические функции двух независимых переменных σ и ω .

Функция (2) позволяет отображать некоторые образы, заданные в плоскости K варьируемого параметра (*параметра годографа*) на *плоскость комплексного переменного* и используется, таким образом, для формирования корневых годографов (корневых траекторий) в плоскости s [2].

Если параметр годографа изменяется вдоль всей действительной оси u плоскости K варьируемого параметра, годограф называется корневым годографом Теодорчика - Эванса (КГТЭ) [2]. Уравнение КГТЭ в данном случае имеет следующий вид:

$$v(\sigma, \omega) = 0. \quad (3)$$

Выражение (3) позволяет определять корневые годографы при изменении параметра годографа K вдоль всей действительной оси u плоскости варьируемого параметра [2]: $-\infty < K < +\infty$.

Уравнение параметра КГТЭ имеет вид

$$K = u(\sigma, \omega). \quad (4)$$

С использованием выражения (4) вычисляются значения параметра корневого годографа в любой точке корневого годографа.

Задача об устойчивости интервальных динамических систем, согласно В.Л. Харитонову [3], может быть сведена к решению задачи устойчивости четырёх классических систем на основе соответствующих характеристических полиномов, где в качестве моделей вспомогательных систем для динамической системы, заданной характеристическим полиномом

$$s^n + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} + a_3 s^{n-3} + a_4 s^{n-4} + a_5 s^{n-5} + a_6 s^{n-6} + a_7 s^{n-7} + \dots + a_{n-1} s + a_n = p(s), \quad (5)$$

где a_j – действительные коэффициенты полинома, $j = 1, 2, \dots, n$, изменяющиеся в интервалах

$$a_j \in [\underline{a}_j, \bar{a}_j] \quad (6)$$

выступают следующие полиномы [3]:

$$s^n + \underline{a}_1 s^{n-1} + \underline{a}_2 s^{n-2} + \bar{a}_3 s^{n-3} + \bar{a}_4 s^{n-4} + \underline{a}_5 s^{n-5} + \underline{a}_6 s^{n-6} + \bar{a}_7 s^{n-7} + \dots = h_1(s), \quad (7)$$

$$s^n + \underline{a}_1 s^{n-1} + \bar{a}_2 s^{n-2} + \bar{a}_3 s^{n-3} + \underline{a}_4 s^{n-4} + \underline{a}_5 s^{n-5} + \bar{a}_6 s^{n-6} + \bar{a}_7 s^{n-7} + \dots = h_2(s), \quad (8)$$

$$s^n + \bar{a}_1 s^{n-1} + \underline{a}_2 s^{n-2} + \underline{a}_3 s^{n-3} + \bar{a}_4 s^{n-4} + \bar{a}_5 s^{n-5} + \underline{a}_6 s^{n-6} + \underline{a}_7 s^{n-7} + \dots = h_3(s), \quad (9)$$

$$s^n + \bar{a}_1 s^{n-1} + \bar{a}_2 s^{n-2} + \underline{a}_3 s^{n-3} + \underline{a}_4 s^{n-4} + \bar{a}_5 s^{n-5} + \bar{a}_6 s^{n-6} + \underline{a}_7 s^{n-7} + \dots = h_4(s). \quad (10)$$

Если полиномы (7) – (10) являются устойчивыми, то устойчиво и все семейство (5), т.е. полином (5) является устойчивым по критерию устойчивости Гурвица. Для устойчивости полиномов (7) – (10) необходимо и достаточно, чтобы действительные части всех корней этих полиномов были отрицательны. Если хотя бы один из этих полиномов имеет хотя бы один корень с положительной действительной частью, все семейство (5) является неустойчивым.

Также Б. Андерсоном доказано [4], что для проверки устойчивости семейства полиномов степени $n = 3$ достаточно только одного полинома из (7) – (10), а для проверки устойчивости семейства полиномов степени $n = 4$ – только двух полиномов из (7) – (10).

При $n = 3$ используется следующий полином:

$$s^3 + \underline{a}_1 s^2 + \underline{a}_2 s + \bar{a}_3 = h_1(s). \quad (11)$$

При $n = 4$ используются следующие два полинома:

$$s^4 + \underline{a}_1 s^3 + \underline{a}_2 s^2 + \bar{a}_3 s + \bar{a}_4 = h_1(s), \quad (12)$$

$$s^4 + \bar{a}_1 s^3 + \underline{a}_2 s^2 + \underline{a}_3 s + \bar{a}_4 = h_1(s). \quad (13)$$

Рассмотрим примеры построения корневых траекторий с целью анализа и синтеза динамических систем.

2. Программа для построения корневых годографов интервальных систем

Разработана программа с оконным интерфейсом, предназначенная для построения корневых годографов классических и интервальных динамических систем на языке С#. На ввод подаётся тип вводимых исходных данных и порядок системы. После нажатия на кнопку «Вывести поля» отображаются необходимые поля для ввода коэффициентов. По нажатию кнопки «Обработать функцию/полином» программа анализирует введённые данные, а после нажатия кнопки «Вывести годограф» отображается графическое изображение корневого годографа, при выборе интервальной системы – также вывод об устойчивости системы. Программа предназначена для базового анализа устойчивости САУ, заданных передаточными функциями либо характеристическими полиномами.

Пример 1. Динамическая система, описывается передаточной функцией разомкнутой системы вида

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)}. \quad (14)$$

Введя необходимые данные в разработанное программное средство, получим график КГТЭ, построенный на интервале $[-10;5]$ с шагом 0.01 (рисунок 1).

Пример 2. Интервальная динамическая система, описывается характеристическим полиномом вида

$$p(s) = s^4 + a_1 s^3 + a_2 s^2 + a_3 s + a_4, \quad (15)$$

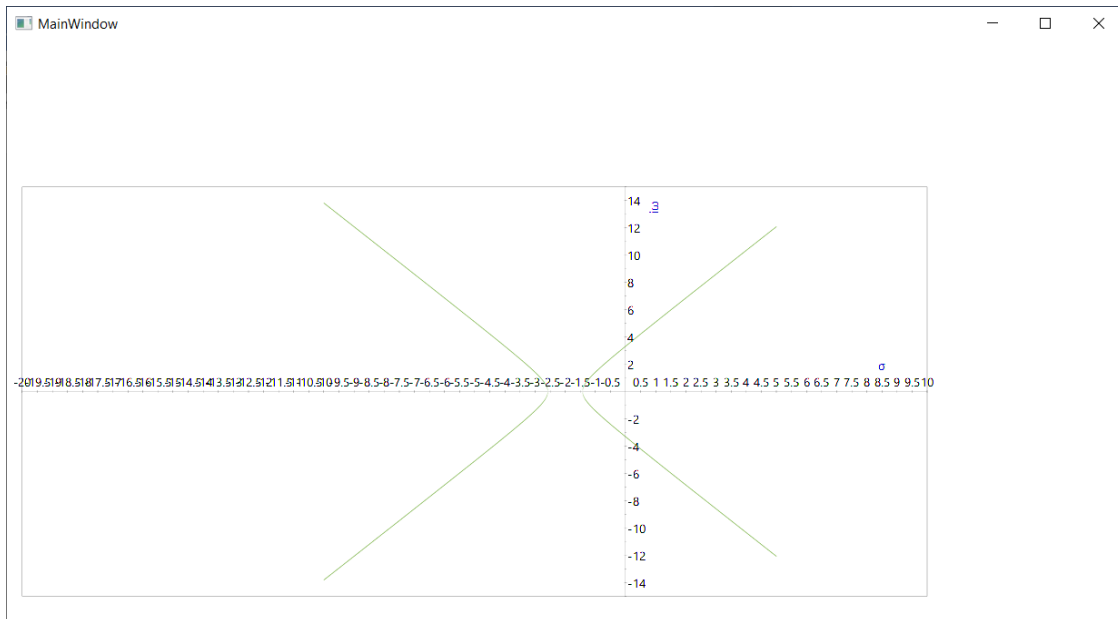


Рис. 1. График КГТЭ №1 для системы, описываемой передаточной функцией (14).

$$a_1 \in [3;5],$$

$$a_2 \in [8;34],$$

$$a_3 \in [17;23],$$

$$a_4 \in [0;10].$$

Введя необходимые данные в программное средство, получим график КГТЭ, построенный на интервале $[-10;5]$ с шагом 0.01 (рисунок 2). Система теряет устойчивость на указанном интервале при $a_4 \approx 2,55$.

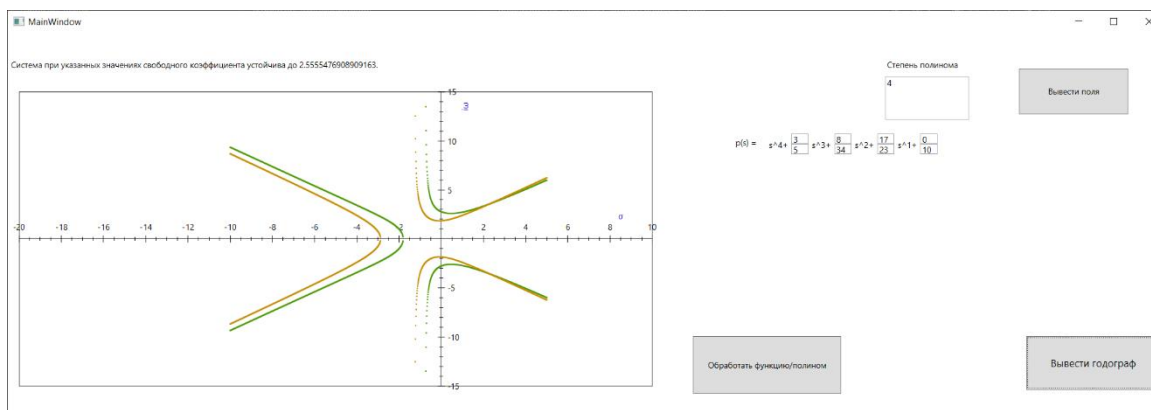


Рис. 2. График КГТЭ №2 для системы, описываемой характеристическим полиномом (15).

Пример 3. Интервальная динамическая система, описываемая характеристическим полиномом вида

$$p(s) = s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + a_3, \quad (16)$$

$$a_1 \in [5;6],$$

$$a_2 \in [7;10],$$

$$a_3 \in [0;8].$$

Введя необходимые данные в программное средство, получим график КГТЭ, построенный на интервале $[-10;5]$ с шагом 0.01, и вывод о сохранении устойчивости системы на заданном интервале при изменении свободного коэффициента (рисунок 3).

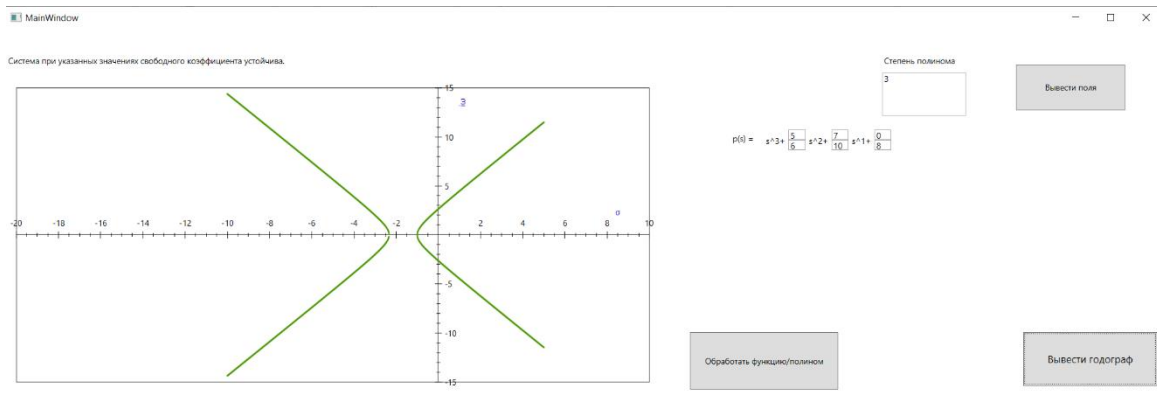


Рис. 3. График КГТЭ №3 для системы, описываемой характеристическим полиномом (16).

В ходе выполнения работы создано программное средство для анализа устойчивости и параметрического синтеза интервальных САУ. Оно позволяет работать как с классическими, так и с интервальными динамическими системами при условии корректной формы вводимых данных. Приведены примеры функционирования разработанной программы, позволяющие сделать вывод о её работоспособности.

Литература

1. Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002.
2. Несенчук, А.А. Анализ и синтез робастных динамических систем на основе корневого подхода / А.А. Несенчук. – Мн.: ОИПИ НАНБ, 2005.
3. Харитонов, В.Л. Об асимптотической устойчивости положения равновесия семейства систем линейных дифференциальных уравнений / В.Л. Харитонов // Дифференциальные уравнения. – 1978. – Т. XIV. – № 11. – С. 2086 – 2088.
4. Anderson, B.D.O. On robust Hurwitz polynomials / B.D.O. Anderson, E.I. Jury, M. Mansour // IEEE Transactions on Automatic Control. – 1987. – Vol. AC-32. – No. 10.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦИФРОВКИ ТРАНСПОРТНЫХ НАКЛАДНЫХ

Вашковец Д.Д.

Научный руководитель – Ковалева И.Л., к.т.н., доцент

Транспортные накладные играют важную роль в деятельности любого предприятия. Они являются документами, используемыми для описания и контроля перевозки грузов от отправителя к получателю. В них содержится подробная информация о грузе, отправителе, получателе, маршруте доставки и других важных деталях. Это позволяет предприятию точно определить, какие грузы были отправлены и какие должны быть доставлены, а также следить за ними на каждом этапе перевозки. Кроме того, транспортные накладные являются основой для коммуникации между различными участниками процесса перевозки. Они служат доказательством заключенного договора между отправителем и перевозчиком, а также между перевозчиком и получателем.

Оцифровка данных с транспортных накладных – трудоемкий и рутинный процесс. Поэтому создание программного средства для распознавания сканированного изображения транспортной накладной позволит избежать ошибок при переносе информации, обусловленных человеческим фактором (невнимательностью или утомляемостью работника), а также сократить время занесения данных в базу.

Существует несколько основных систем распознавания документов. Эти системы обладают примерно равными возможностями в вопросе распознавания и извлечения данных, однако все они являются платными коммерческими продуктами и многие внутренние алгоритмы их работы скрыты от общего доступа. Поэтому было разработано программное средство для распознавания сканированных транспортной накладной.

Для распознавания текстовых данных на изображении накладной была использована технология оптического распознавания символов (OCR). Программа реализована в среде разработки PyCharm на языке программирования Python с использованием библиотеки Tesseract. На рисунке 1 представлен алгоритм работы разработанного приложения.

На первом этапе происходит предобработка цветного сканированного изображения посредством перевода в оттенки серого, затем фильтрация полученного полутонового изображения, бинаризации и морфологического преобразования типа расширения.

Пример полученного изображения представлен на рисунке 2.

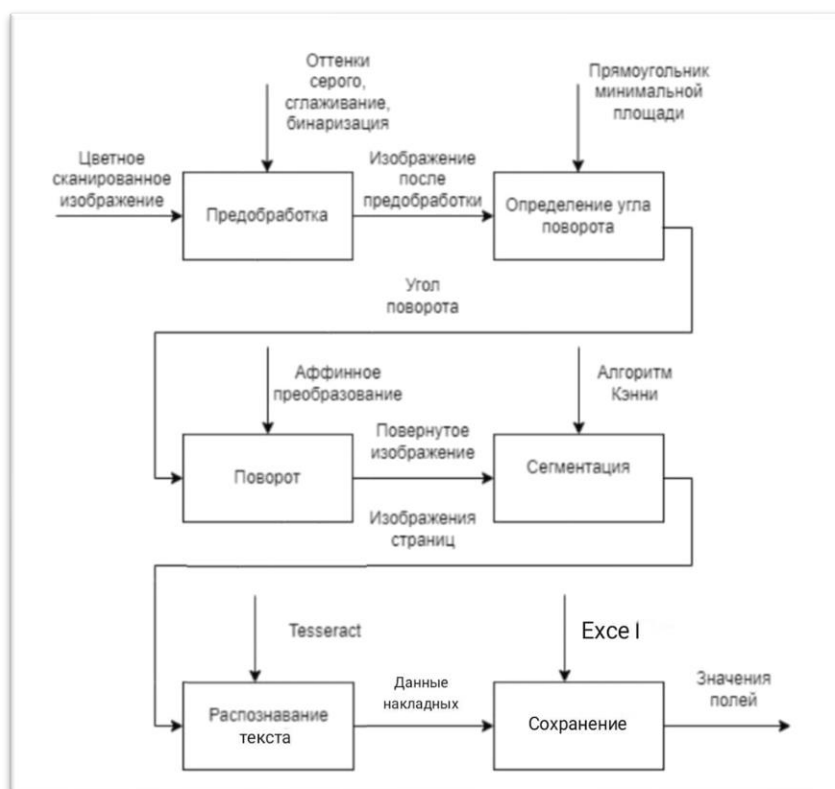


Рис. 1. Алгоритм работы оцифровки

№	Товар	Мест	Количество	Цена	Сумма
1	Доска	117,2 шт	117,2 шт	7,00	820,40
2	Заготовка для полозьев	55 шт	55 шт	14,88	818,40
3	Лак декоративный	18 кг	18 кг	8,48	152,28
4	Лоза ивы прутовидной	14 000 шт	14 000 шт	0,29	4 060,00
5	Мебельный щит (береза)	19 шт	19 шт	11,98	227,24
6	Поролон "British Vita Pic"	78 рул	78 рул	25,09	1 906,84
7	Скоба декоративная мебельная	1 150 шт	1 150 шт	0,58	667,00
8	Скотч	57 рул	57 рул	0,58	33,06
9	Ткань флок	180 м2	180 м2	9,92	1 785,60
10	Трубка д4	101 м	101 м	1,17	118,17
11	Ремень вентилятора	5 шт	5 шт	15,00	75,00
12	Поддон деревянный	15 шт	15 шт	100,00	1 500,00

Рис.2. Обработанное изображение

Затем определяется угол отклонения полученного прямоугольника от горизонтальной оси. На его основе вычисляется аффинная матрица двумерного вращения и производится поворот изображения относительно его центра и перспектива.

На следующем этапе выполняется сегментация, которая позволяет выделить: текст, строки и столбцы таблицы. Это достигается путем применения оператора Кэнни и морфологического преобразования типа закрытия.

Пример представлен на рисунке 3.

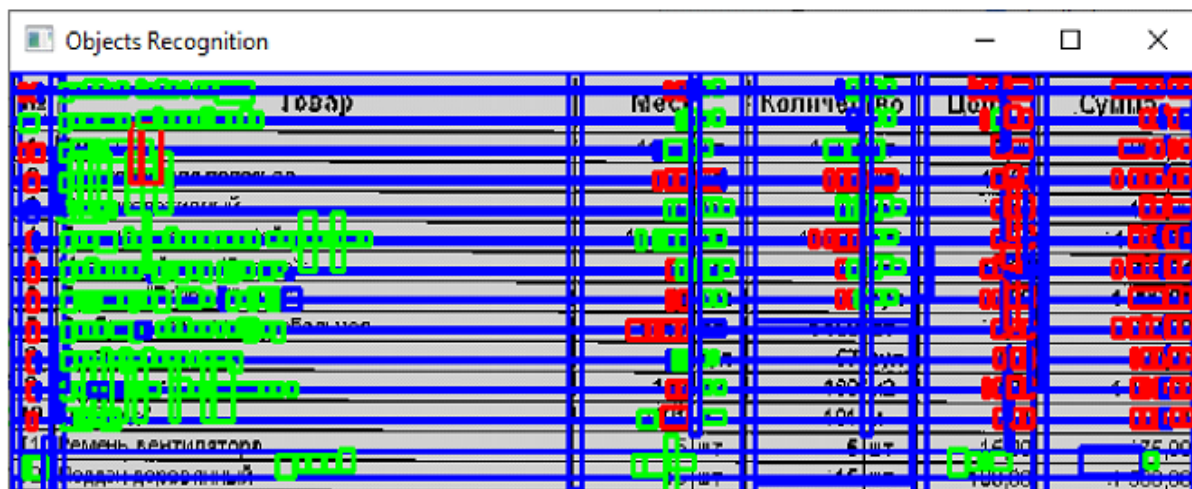


Рис.4. Результат сегментации

На следующем этапе сегментированные области проверяются на наличие в них текста. Если текст существует, он выделяется и начинается распознавание. Для этого используется библиотека Tesseract. По окончании процесса данные с накладной записываются в Excel (рисунок 4).

	A	B	C	D	E
1	Товар	Мест	Количество	Цена	Сумма
2	Доска	117,2 шт	1' 7,2 шт	7.00	820.40
3	Заготовка для полозьев	55 шт	55 шт	14.88	816.40
4	Лак рекорактивный	18 кг	18 кг	8.46	152.28
5	Лозаивы прутовидной	14 000 шт	14 000 шт	0.29	4 060.00
6	Мебельный щит (береза)	19 шт	19 шт	11.96	227.24
7	Поролон "British Vita Pic"	76 рул	76 рул	25.09	1 906.04
8	Скоба декоративная мебельная	1 150 шт	1 150 шт	0.58	667.00
9	Скотч	57 рул	57 рул	0.58	33.06
10	Ткань флок	180 м2	180 м2	9.92	1 785.60
11	Трубка д4	101 м	101 м	1.17	118.17
12	Ремень вентилятора	5 шт	5 шт	15.00	75.00
13	Поддэн деревянный	15 шт	15 шт	100.00	1 500.00

Рис. 4. Результаты работы

Литература

1. Сканер документов на основе технологии машинного зрения [электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/khBHy>.

**ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ
ТЕСТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Гойлик Д. В.

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

Автоматизация процессов мониторинга качества знаний позволяет преподавателям, руководству учебных заведений быстро и точно оценивать уровень компетенций студентов, выявлять тренды и закономерности. Это помогает принимать обоснованные решения по совершенствованию учебных программ, методик обучения и в целом повышать качество образования.

Согласно методике, используемой в отделе по мониторингу знаний БНТУ, при тестировании уровня подготовки обучающихся предлагается использовать четыре градации: низкий, средний, достаточный и высокий уровень подготовки. Эти градации необходимы для общей оценки качества знаний обучающихся вуза и разработке рекомендаций по его повышению. Мониторинг знаний, как правило, выполняется трижды. Это позволяет тестировать эффективность влияния рекомендаций на изменение уровня подготовки и, соответственно, качества знаний обучающихся.

Задачу тестирования уровня подготовки можно интерпретировать как задачу кластеризации на четыре класса. В классических подходах, не использующих нейронные сети, используются алгоритмы, основанные на графовых методах, алгоритмы спектр, объединения, k-means и другие. В проекте предлагается использовать сеть Кохонена.

Сеть Кохонена, также известная как самоорганизующаяся карта Кохонена или SOM (Self-Organizing Map), является одним из алгоритмов надзорного обучения, используемых для кластеризации и визуализации данных. Она позволяет автоматически выявлять скрытые структуры в данных и присваивать объектам определенные классы или кластеры на основе их признаков.

Нейронные сети Кохонена типичный пример нейросетевой архитектуры, обучающейся без учителя. Отсюда и перечень решаемых ими задач: кластеризация данных или прогнозирование свойств. Кроме того, сети Кохонена могут использоваться с целью уменьшения размерности данных с минимальной потерей информации [1].

В рассматриваемой архитектуре сигнал распространяется от входов к выходам в прямом направлении. Структура нейронной сети содержит единственный слой нейронов (слой Кохонена) без коэффициентов смещения. Общее количество весовых коэффициентов рассчитывается по следующей формуле:

$$N_w = M \cdot K,$$

где M – число входов сети;

K – число нейронов (кластеров).

Структура нейронной сети показана на рисунке 1.

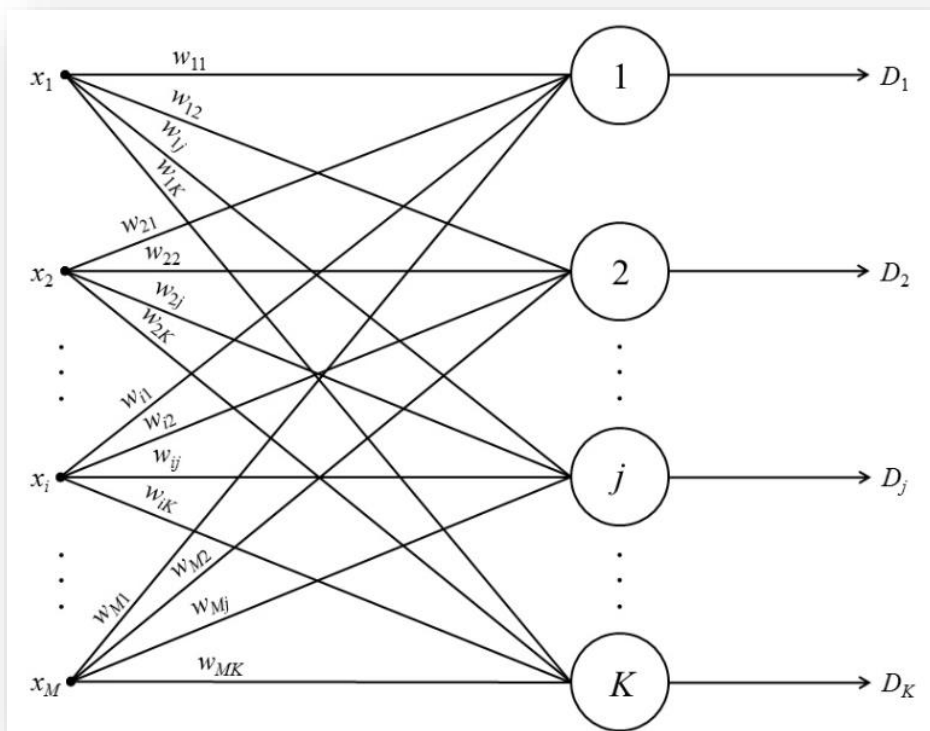


Рис. 1. Структура сети Кохонена

Для адаптации сети Кохонена для решения задачи тестирования качества знаний обучающихся требуется подготовить исходные данные, таблицу excel, в которой содержатся данные, необходимые для анализа качества знаний студентов. Это может включать ответы на тесты, выполненные задания, оценки преподавателей и другую доступную информацию. Пример исходной таблицы показан на рисунке 2.

Также для настройки сети Кохонена под задачу тестирования качества знаний обучающихся были установлены следующие параметры:

- число кластеров равно четырем: так как кластеризация идет по четырем уровням подготовки, а именно низкий, средний, достаточный и высокий;
- $\nu=0,3$ – коэффициент скорости обучения, который задается из предела $(0;1]$ и постепенно уменьшается от эпохи к эпохе обучения. Данное значение обеспечивает достаточно высокую скорость обучения, позволяющую сети быстро сходиться к оптимальным значениям весов.

В результате выполнения алгоритма можно увидеть результат, показанный на рисунке 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	N	Факультет	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3
2	1	АТФ	28.0	36.6	44.5	45.9	44.0	35.1	37.6	21.7	15.9	13.7
3	2	ИПФ	8.3	23.9	47.2	32.8	47.2	19.4	36.1	32.8	6.7	27.2
4	3	МСФ	51.8	58.9	60.0	53.6	56.8	54.4	48.8	43.4	27.7	20.4
5	4	МТФ	82.1	70.5	69.1	35.2	65.9	73.0	69.6	14.5	16.8	20.9
6	5	ПСФ	60.3	71.8	58.5	77.6	64.8	64.6	60.6	56.6	42.3	26.6
7	6	СФ	67.2	74.3	63.2	55.9	74.7	66.4	65.1	49.1	37.4	41.7
8	7	ФГДЭ	53.3	70.7	54.7	56.0	66.7	72.0	66.0	41.3	16.7	21.3
9	8	ФИТР	87.9	88.8	81.2	76.8	85.1	86.7	79.6	65.8	52.5	43.6
10	9	ФММП	77.8	83.3	50.0	55.6	88.9	33.3	61.1	38.9	5.6	0.0
11	10	ФТК	54.0	69.3	74.3	43.9	67.3	58.9	58.8	45.3	22.3	25.7
12	11	ФТУГ	54.5	73.4	68.2	62.9	75.0	76.2	75.3	51.6	50.0	47.6
13	12	ФЭС	50.4	64.8	49.8	44.8	50.0	59.4	55.4	36.3	27.6	18.9
14	13	ЭФ	50.1	60.9	43.4	56.6	53.3	53.6	49.7	43.2	32.3	31.9
15	14	ВТФ	40.0	20.0	0.0	30.0	30.0	20.0	0.0	40.0	10.0	0.0
16	15	СТФ	51.3	77.5	88.9	61.9	80.8	75.3	59.6	29.3	12.4	7.3

Рис. 2. Пример исходных данных

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	N	Факультет	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	CLUSTER
2	1	АТФ	27	36	44	45	44	35	37	21	15	13	3
3	2	ИПФ	8	23	47	32	47	19	36	32	6	27	3
4	3	МСФ	51	58	60	53	56	54	48	43	27	20	2
5	4	МТФ	82	70	69	35	65	73	69	14	16	20	2
6	5	ПСФ	60	71	58	77	64	64	60	56	42	26	0
7	6	СФ	67	74	63	55	74	66	65	49	37	41	0
8	7	ФГДЭ	53	70	54	56	66	72	66	41	16	21	2
9	8	ФИТР	87	88	81	76	85	86	79	65	52	43	0
10	9	ФММП	77	83	50	55	88	33	61	38	5	0	2
11	10	ФТК	53	69	74	43	67	58	58	45	22	25	2
12	11	ФТУГ	54	73	68	62	74	76	75	51	50	47	0
13	12	ФЭС	50	64	49	44	50	59	55	36	27	18	2
14	13	ЭФ	50	60	43	56	53	53	49	43	32	31	2
15	14	ВТФ	40	20	0	30	30	20	0	40	10	0	3
16	15	СТФ	51	77	88	61	80	75	59	29	12	7	2

Рис. 3. Результат работы алгоритма

Адаптированный алгоритм кластеризации может быть использован для более эффективного анализа успеваемости студентов, позволяя выявить группы студентов с похожими характеристиками и различиями в успеваемости. Это может быть полезным инструментом для принятия решений в образовательной сфере и разработки персонализированных подходов к обучению.

Литература

1. Нейронные сети Кохонена. [электронный ресурс] URL: <https://neuronus.com/theory/nn/955-nejronnye-seti-kokhonena.html> (Дата обращения: 23.03.2024).

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ФУНКЦИОНАЛ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

А. А. Дастури

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

Сегодня мало предложить потенциальным покупателям просто товар. Если речь идет об интернет-магазине или интернет-сайте предприятия по продаже товаров и услуг, то для повышения конкурентоспособности этих организаций необходимо, чтобы не возникало ситуаций отсутствия товара, которым заинтересовался потенциальный покупатель. Занимаясь продажами, менеджеры понимают, что в ситуации, когда на складах компании будет отсутствовать товар, представленный на сайте, может произойти потеря клиента. Поэтому при разработке сайта компании, занимающейся продажей специализированного инструмента, был предусмотрен функционал, ориентированный на управление запасами.

Для разработки оптимальной стратегии управления запасами были изучены процессы управления запасами, существующие в компании. Также были изучены различные модели управления запасами. Анализ литературных источников позволил выбрать для реализации две модели: однопродуктовую статическую модель и систему управления запасами с фиксированным размером заказ [1].

Однопродуктовая статическая модель управления запасами – это модель простейшего типа. Она характеризуется постоянным во времени спросом, мгновенным пополнением запаса и отсутствием дефицита. Наивысшего уровня запас достигается в момент поставки заказа (предполагается, что запаздывание поставки является заданной константой). Чем меньше размер заказа, тем чаще нужно размещать новые заказы. С другой стороны, с увеличением размера заказа уровень запаса повышается, но заказы размещаются реже.

В модели с фиксированным размером заказа объем заказа всегда одинаков, но время заказа и доставки постоянно меняются. Именно поэтому, прежде всего необходимо выполнить, пожалуй, главную задачу, характерную для этой системы – найти оптимальный размера заказа. Для определения оптимального размера заказа применяется формула Уилсона или, как её еще называют, формула экономического размера заказа ((Economic order quantity - EOQ). Однако для данной системы характерны идеальные условия, исходя из которых, пополнение запаса происходит после того, как закончится предыдущий. Это значит, что средний размер запасов на складе должен быть на уровне половины величины планируемого заказа, с учетом затрат на его приобретение, хранение и транспортировку.

На начальном этапе разработки сайта была выполнена реализация базы данных. Благодаря этому обеспечивается возможность демонстрации потенциальным клиентам спектра продукции, производимой организацией, в данном случае — инструментального оборудования, включая инструментальные лезвия и ножи.

Разработка данного веб-сайта осуществлялась с использованием языка JavaScript и его фреймворка Next.js в качестве фронтенда, а также Tailwind CSS — фреймворка для стилизации веб-страниц, использующего Node.js и его фреймворк Express.js для бэкенда. В качестве базы данных была использована PostgreSQL для хранения данных.

На рисунке 1 можно видеть главную страницу настоящего вебсайта этой компании для которой написана эта дипломная работа.

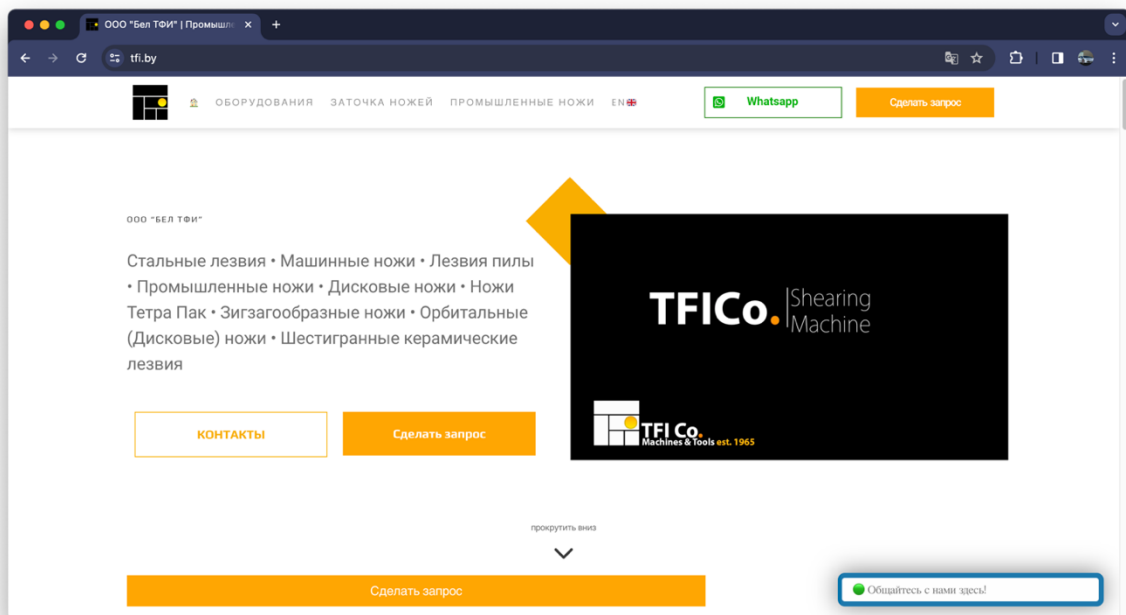


Рис.1. Главная страница сайта компании

Литература

1. Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.: ил.
2. Робсон, Э., Фримен, Э. Изучаем HTML, CSS и JavaScript / Э. Робсон, Э. Фримен. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. - 704 с.
3. Хернандес, М.Дж. Руководство по проектированию баз данных / М.Дж. Хернандес. - СПб.: Питер, 2017. - 416 с.

УДК 004.9

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ВЫБОРА УСЛУГ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРА

Емельянов Р.А.

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

Главная причина существования любой организации - некие потребности, которые организация призвана удовлетворять.

В последние десятилетия телекоммуникационные услуги прочно вошли в нашу жизнь. С развитием рынка связи появилась необходимость в качественном анализе данной области, как с точки зрения провайдеров связи, так и с точки зрения поведения абонентов. Провайдеры связи занимают новые позиции на рынке услуг. Целью провайдера всегда является желание найти нового клиента, который будет полностью удовлетворён всеми показателями предоставляемых услуг, а также сохранение тех клиентов, которые уже выбрали данного провайдера. Ещё существенный момент заключается в том, что на рынке предоставляемых услуг всегда в большинстве случаев существуют такой фактор как конкуренция, что не мало важно для провайдера. Чтобы стать более заметной на фоне других, многие компании используют в маркетинге так называемое уникальное торговое предложение, то есть то, что будет выделять её продукцию на рынке услуг и отличать её от конкурентов.

Понятие «уникальное торговое предложение» (УТП) - не просто название условного рекламного предложения-обращения, а целая теория, разработанная американцем Р. Ривзом. На английском языке эта теория называется «Unique Selling Proposition» (USP).

Основы теории уникального торгового предложения должны быть хорошо известны каждому продавцу, желающему одерживать постоянную победу на рынке и всегда идти на шаг впереди своих конкурентов. Если нет спроса на товар, значит, у потребителя нет желания его приобрести, а, следовательно, компания не получит никаких результатов и понесет колоссальные убытки. Причина же отсутствия спроса на продукцию чаще всего кроется в неумелом или неправильно созданном предложении потребителю.

Преимущества и особенности УТП:

- 1) повышает узнаваемость бренда на рынке, увеличивает лояльность целевой аудитории (ЦА), что сказывается на росте продаж;
- 2) снижается зависимость продаж от конкуренции по цене. Уникальное предложение оперирует ценностями продукции для потребителя, а не стоимостью;

3) естественно растет «армия постоянных клиентов», легче совершаются повторные продажи, привлекаются новые покупатели.

Например компании, которые занимаются предоставлением услуг интернета, видеоконтроля и т.д. в качестве УТП могут использовать так называемый тарифный план. Разные компании предлагают пользователям разные тарифные планы. Процесс выбора конкретного плана в конкретной компании может оказаться для пользователя трудоемким и неоднозначным. Тарифные планы имеют иногда незначительные и неявные отличия, что затрудняет их сравнение и выбор оптимального плана конкретным пользователем.

Для того, чтобы помочь пользователю в выборе тарифного плана, предлагается использовать подходы машинного обучения.

Задачу выбора тарифного плана можно рассматривать как задачу классификации. Для описания УТП (тарифных планов) используются различные характеристики (признаки). Как показывает практика, пользователи при выборе тарифного плана чаще всего анализируют следующие характеристики: телефония (цена за тариф, количество минут для разговора); интернет услуги (цена за тариф, доступная скорость интернета); телевидение (цена за тариф, количество доступных каналов); умный дом (цена за тариф, количество датчиков в комплекте); видеоконтроль (цена за тариф, количество камер, мегапиксели). Для решения задачи классификации использовался метод ближайшего соседа. Это простейший метод классификации, тем не менее дающий удовлетворительный результат.

Компании сохраняют истории выбора планов другими пользователями. Этот накопленный опыт может быть использован для помощи новому пользователю на этапе выбора услуг. Как правило, каждый пользователь сообщает компании некоторые свои личные данные. Их можно использовать для выполнения кластеризации всех пользователей и выбранных ими тарифных планов с возможными дополнительными пакетами услуг. В этом случае каждому новому пользователю не понадобится изучать особенности всех тарифных планов, т.к. после регистрации ему уже будет предложен определенный тарифный план (возможно с дополнениями).

Для решения задач кластеризации можно использовать методы регрессии, деревья решений, метод опорных векторов, метод k -ближайших соседей, метод k -средних и т.д.. В разработанном программном средстве использовался популярный метод k -средних. Величина k (количество классов) определяется количеством различных наборов УТП. Набор признаков был сформирован в результате предварительного анализа исходных данных, который показал, что каждое УТП, как правило, выбирается представителями одного возраста, пола, социальной группы

(студент, пенсионер, трудоспособный), имеющими схожие условия проживания и т.д.

Разработка программного средства велась на языке Java, с использованием фреймворка Spring. Также использовалась база данных PostgreSQL для хранения всех данных.

УДК 004.9

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИОДА В ВИДЕОПОТОКЕ

Мисякова В.А.

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

В работах [1], [2] и [3] были рассмотрены ключевые преимущества и недостатки нейронной сети YOLO, а также ее архитектура. В рамках данной работы предлагается провести обучение нейронной сети YOLOv4 на собственном наборе данных для обнаружения диода, расположенного на рабочем инструменте 3D-принтера.

Чтобы обучить нейронную сеть для обнаружения диода, необходимо создать собственный набор данных, который должен содержать не менее 700 изображений для обеспечения качественного обучения. Для этого были записаны несколько видео, на которых рабочий инструмент с диодом размещался в различных положениях (рисунок 1). Затем видео были разбиты на кадры. Для ручной маркировки изображений использовалась программа для разметки OpenLabeling. В результате был сформирован набор из 1011 изображений, к каждому из которых были созданы файлы аннотаций. В этих файлах содержится информация о классе объекта и о координатах прямоугольника, ограничивающего этот объект.

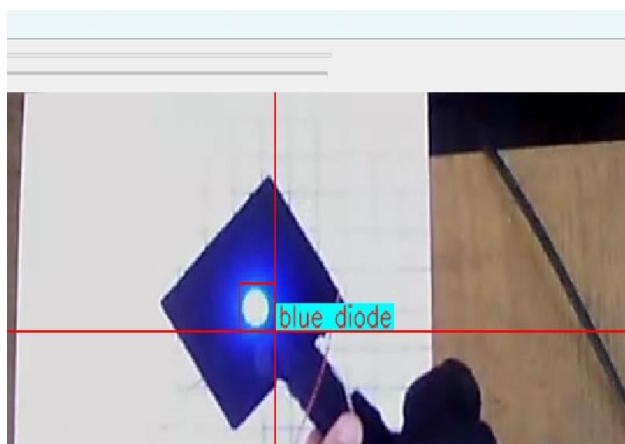


Рис.1. Маркировка изображений в OpenLabeling

YOLOv4 в основном реализуется на фреймворке Darknet [4]. Darknet - это фреймворк с открытым исходным кодом для обучения нейронных сетей, написанный на языке программирования C и с использованием технологии CUDA (Compute Unified Device Architecture) от NVIDIA. Этот фреймворк поддерживает вычисление как на центральном процессоре (CPU), так и на графическом процессоре (GPU).

Для работы с Darknet требуется установить несколько дополнительных компонентов. Библиотека OpenCV используется для работы с изображениями и видео и конфигурируется с использованием CMake. Для ускорения обучения нейронной сети и выполнения инференса на графическом процессоре используются CUDA и cuDNN.

Для обучения YOLO было применено "переносное обучение", которое предполагает использование весов предварительно обученной модели на наборе данных COCO в качестве отправной точки. Также были настроены параметры файла конфигурация, описанные ниже.

`batch = 64` - размер пакета или количество изображений, которые обрабатываются за одну итерацию обучения нейронной сети. Большие значения `batch size` могут ускорить обучение, однако при этом может возникнуть нехватка памяти на GPU. Кроме того, большие значения `batch` могут сделать процесс обучения менее стабильным.

`subdivisions = 32` - параметр отвечает за разделение пакета на подпакеты для снижения потребления памяти на графическом процессоре.

`max_batches = 6000` - общее количество итераций обучения. Установка слишком малого значения может не дать модели достаточно времени для сходимости, а слишком большое значение может привести к переобучению.

`steps = 4800, 5400` - параметр определяет на каких итерациях будет изменяться скорость обучения. Изменение скорости обучения в процессе обучения может помочь модели быстрее сойтись к оптимальным весам и улучшить качество обучения.

`width = 416, height = 416` - размеры входных изображений. Более высокие разрешения могут улучшить качество предсказаний за счет более детальной информации на изображении, но могут потребовать больше вычислительных ресурсов и времени обработки.

`filters = 18` - количество фильтров (и, следовательно, количество карт признаков) для каждого слоя свертки. Каждая карта признаков представляет собой 2D-матрицу, содержащую информацию о различных аспектах изображения, выявленных нейронной сетью в процессе обучения.

Алгоритм обучения принимает на вход обучающий набор, содержащий изображения и их аннотации. Затем начинается итерация обучения (эпоха), где каждое изображение последовательно проходит через все слои модели. Полученные на выходе результаты сравниваются с соответствующими аннотациями с использованием функции ошибки.

В процессе обучения с каждой последующей эпохой веса нейронной сети постепенно изменяются в направлении оптимальных значений, необходимых для достижения точного решения поставленной задачи. Средняя ошибка также уменьшается с каждой итерацией, что отражается на рисунке 2.

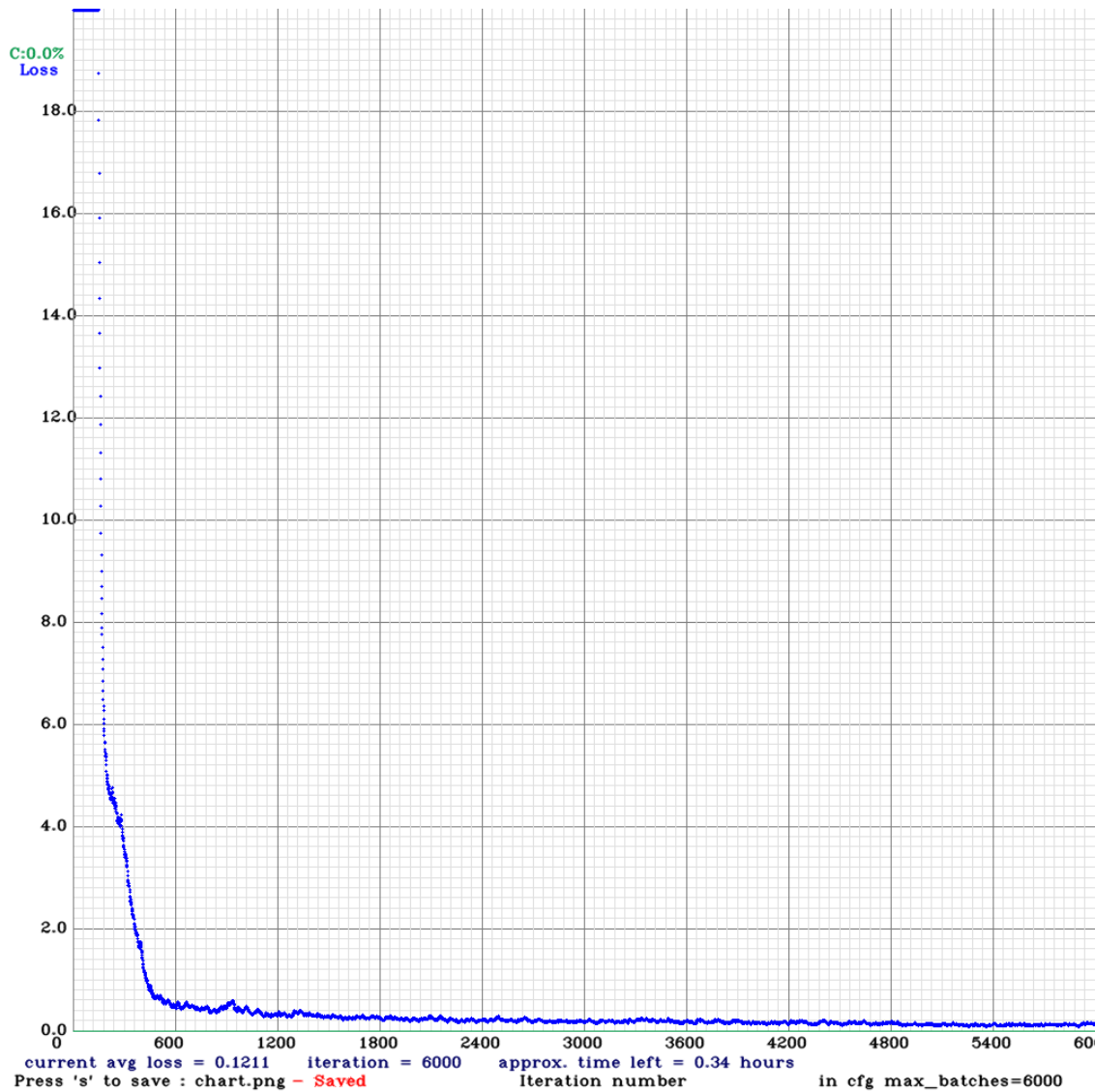


Рис.2. График средних ошибок

Обучение нейронной сети происходило на видеокарте NVIDIA GeForce GTX 1650. Было выполнено 6000 итераций на 1011 изображениях. В результате был получен файл весов diode_6000.weights, который в дальнейшем можно будет использовать для вычисления координат диода и передачи их с компьютера на Arduino.

Для визуализации результатов был написан скрипт на языке программирования Python, который рисует ограничивающую рамку вокруг

объекта, указывает класс, к которому принадлежит объект и процент уверенности.

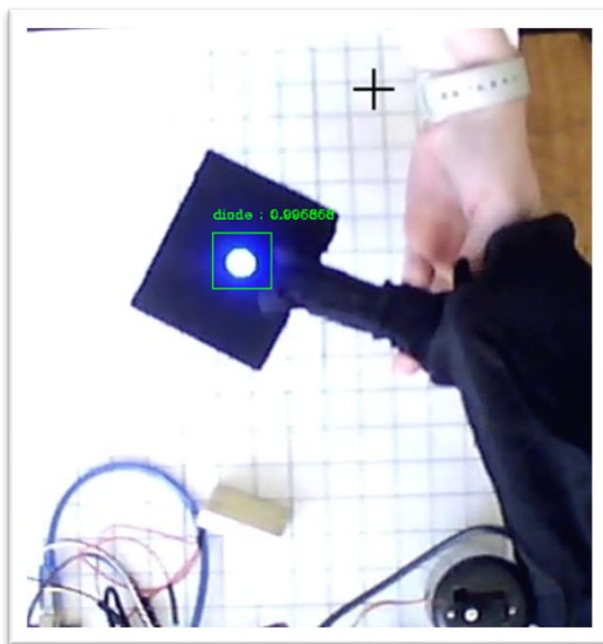


Рис.3. Результат работы скрипта с использованием полученного файла весов

Литература

1. Мисякова В.А., Ковалева И.Л. Обоснование использования нейронной сети уolo для определения положения рабочего инструмента 3d-принтера // Новые техно-логии и материалы, автоматизация производства : материалы международной научно-технической конференции (Брест, 16-17 ноября 2023 г.) / редкол. С.Р. Онысько [и др.] ; Министерство образования РБ, Брестский государственный технический университет. – Брест, 2023. – С. 45-49.
2. Мисякова, В. А. Особенности сети YOLOv4, используемой для определения положения инструмента / В. А. Мисякова, И. Л. Ковалева // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении [Электронный ресурс] : материалы XII международной научно-практической конференции (Минск, 13 марта 2024 года) : в рамках выставки «Автоматизация, электроника – 2024» / редкол.: А. Р. Околов (гл. ред.) [и др.] ; сост. А. Н. Дербан. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 85-86.
3. Мисякова, В. А. Выбор модели нейронной сети для отслеживания движения рабочего инструмента 3D-принтера / В.А. Мисякова, И.Л.Ковалева // Машиностроение : республиканский межведомственный сборник научных трудов / Белорусский национальный технический

университет ; редкол.: В. К. Шелег (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023. – Вып. 35. – С. 92-96

4. .Darknet [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/AlexeyAB/darknet> (Дата обращения: 05.05.2024)

УДК 004.9

ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБРАЗОВАНИИ

Ошуковская О.Э.

Научный руководитель - Ковалёва И.Л., к.т.н., доцент

Задачи проектирования системы управления проектами, применимой в области образования, включают анализ особенностей студенческой сферы коммуникаций и разработку концепции такой системы. Ключевыми факторами являются удобство использования и функциональность, предполагающие простоту в использовании, доступность для студентов и соответствие потребностям студентов в области планирования, взаимодействия между собой и преподавателями, отслеживания и контроля проектов. Требования к такой системе обширны, важно учесть каждый аспект. Поэтому для автоматизации работы с большим объемом факторов и реализации системы предлагается разработать концептуальную модель в результате применения структурного моделирования.

Для формирования концептуальной модели использовался метод моделирования структурных уравнений с частичным наименьшим числом квадратов (PLS-SEM). Метод PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling), пример модели которого представлен на рисунке 1, является статистическим методом из области машинного обучения, который часто используется для моделирования отношений между конструктами (абстрактными переменными) в исследованиях [1].

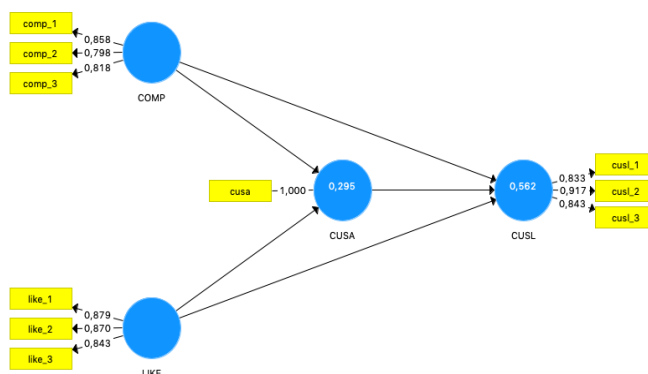


Рис.1. Модель метода PLS-SEM

В контексте разработки системы управления проектами применение PLS-SEM может быть полезным на различных этапах, особенно при анализе отношений между различными конструктами, такими как удобство использования, эффективность коммуникации, планирование задач и другие аспекты [2].

Для проведения данного анализа предлагаются следующие конструкты и их измерения, представленные на рисунке 2, которые, предположительно, будут иметь положительное влияние на удовлетворенность пользователей и эффективность выполнения проектов:

- 1. Удобство использования (Ease of Use):**
 - Измерение 1: Интерфейс пользователя
 - Измерение 2: Доступность функциональностей
 - Измерение 3: Обучаемость системы
- 2. Эффективность коммуникации (Communication Effectiveness):**
 - Измерение 1: Возможность общения студентов между собой
 - Измерение 2: Возможность общения студентов с преподавателями
 - Измерение 3: Средства обратной связи
- 3. Планирование задач (Task Planning):**
 - Измерение 1: Возможность установки задач и сроков
 - Измерение 2: Графики и календари для планирования
- 4. Разработка версий проекта (Project Versioning):**
 - Измерение 1: Возможность создания версий проекта
 - Измерение 2: Возможность отслеживания изменений в версиях
- 5. Общность работы в командах (Collaboration):**
 - Измерение 1: Возможность совместной работы над проектами
 - Измерение 2: Обмен файлами и ресурсами внутри команд
- 6. Удовлетворенность пользователя (User Satisfaction):**
 - Измерение 1: Общая удовлетворенность использованием системы
 - Измерение 2: Рекомендации системы другим студентам

Рис.2. Список конструктов и измерений анализа

Каждый из этих конструктов и измерений может быть представлен в структурной модели PLS-SEM, где отношения между ними проанализированы с учетом их влияния на удовлетворенность пользователя и общую эффективность системы управления проектами. После сбора данных, проверенных на нормальность и постоянство с помощью тестов Шапиро-Уилка и Бройша-Пирсона соответственно, предлагается использовать PLS-SEM для оценки параметров модели и проверки гипотез относительно влияния каждого из этих аспектов на общую эффективность будущей системы. В качестве взаимосвязей между переменными предлагается использовать следующие предположения:

- предположительная функциональность системы положительно влияет на удовлетворенность пользователей;
- удовлетворенность пользователей положительно влияет на общность работы в командах.

Выдвинутые гипотезы и их аргументы были использованы в модели в качестве переменных и их взаимосвязей, зависимость между ними определена как линейная. Для оценки качества модели используются коэффициент детерминации R^2 (объясняет дисперсию зависимой переменной эффективности выполнения проектов), коэффициент Q^2 (объясняет дисперсию зависимой переменной эффективности выполнения проектов) и F-критерий (показывает статистическую значимость). Индекс RMSEA показывает, насколько модель соответствует данным.

Для интерпретации результатов модели были выбраны коэффициенты регрессии и значимость коэффициентов регрессии. Оба коэффициента регрессии статистически значимы. Сформулированные ранее гипотезы будут подтверждены при коэффициентах регрессии равных около 0,1.

Модель разрабатывается с помощью программной системы SmartPLS и программного пакета R [3].

Литература

1. Alturki, Uthman, and Ahmed Aldraiweesh. "Application of Learning Management System (LMS) during the COVID-19 Pandemic: A Sustainable Acceptance Model of the Expansion Technology Approach." *Sustainability* 13, no. 19 (January 2021): 10991. <https://doi.org/10.3390/su131910991>.
2. Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., & Sarstedt, M. (2017). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Sage Publications.
3. Ringle, C.M., Wende, S., & Willett, J.B. (2015). *SmartPLS 3: SmartPLS for Windows [Computer software]*. SmartPLS.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОИСКА АНОМАЛИЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИТУАЦИЙ

Пашков В. С.

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

Аномалия (греч. *ανομοσ* «отрицание, противоположность» + *νόμος* «закон, норма») – отклонение от нормы, от общей закономерности, неправильность. Аномалии могут встречаться в тех сферах жизнедеятельности (здоровья, экологии, промышленности) и изучения (технических, экономических, химико-биологических и социальных наук) человечества, в которых принимают какие то правила, нормы и регламенты. Прогнозы могут обнаруживать необычные паттерны и предупреждать о возможных аномалиях. Они помогают управлять рисками и анализировать тренды, что позволяет предугадывать возникновение аномалий и принимать соответствующие меры.

Успеваемость обучающихся является одним из ключевых показателей качества образования. Анализ успеваемости студентов имеет большое значение для выявления факторов, влияющих на их учебные достижения, и разработки эффективных стратегий обучения и повышения качества образовательного процесса. Одной из аномалий в учебном процессе можно считать резкое снижение успеваемости студентов, имеющих высокие проходные балы на этапе поступления в вуз. Анализ успеваемости позволяет выявить таких студентов, испытывающих трудности в учебе, еще на ранних стадиях их обучения. Это дает возможность своевременно предоставить им дополнительную поддержку, индивидуальное обучение или консультации, что способствует повышению их успеваемости.

Подсистему контроля и диагностики успеваемости целесообразно включить в концептуальную структуру системы управления процессом обучения, которая представлена на рисунке 1.

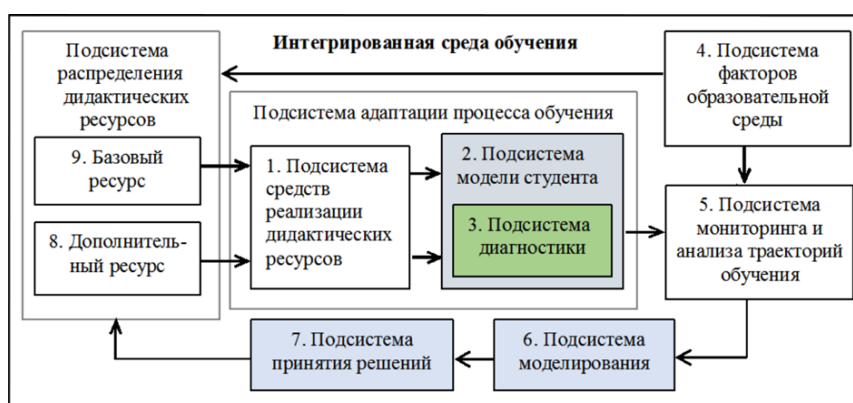


Рис. 1. Концептуальная структура системы управления процессом обучения

К основным компонентам системы относятся блоки, выполняющие информационную (блоки 2, 4), алгоритмическую (5, 6), интеллектуальную (3, 7) и исполнительную (1, 8, 9) функции, которые разделены между пользователями и программой [1]. Представление концептуальной структуры системы управления учебным процессом организовано по принципу обратной связи, разделения дидактических ресурсов и адаптации к индивидуальным характеристикам обучаемого.

Перед разработкой программного средства для поиска аномалий в учебном процессе были изучены подходы, применяемые при анализе отклонений в данных. В настоящее время разработано большое количество методов прогнозирования аномалий, которые могут быть использованы для обнаружения необычных и непредсказуемых событий в данных [2]. К ним относятся

- методы временных рядов. Эти методы используют исторические данные и анализируют их для обнаружения аномалий и прогнозирования будущих значений;
- методы статистического контроля процесса. Эти методы используют статистические показатели, такие как среднее, стандартное отклонение и контрольные пределы, чтобы определить, когда процесс или параметр системы выходит за пределы нормы;
- экспертные системы и правила. Этот подход основан на определении набора правил или условий, которые указывают на наличие неисправностей или аномалий;
- методы машинного обучения.

Разработанное программное средство позволяет использовать для поиска аномалий различные подходы. Так, для прогноза успеваемости студентов можно применить результаты работы алгоритмов ARIMA (ARIMA - интегрированная модель авторегрессии скользящего среднего, основывается на анализе временных рядов и учитывает автокорреляцию и сезонность данных), RandomForestRegressor (случайный лес, использует ансамбль деревьев решений для прогнозирования) и MinMaxScaler (метод нормализации данных).

Использование метода временных рядов показало, что он имеет потребность в качественных данных, трудности с прогнозом на “длинную дистанцию”. Поэтому чтобы получить более качественный итоговый прогноз можно объединить методы SARIMA, LSTM и экспоненциального сглаживания (процедура Хольта-Уинтерса).

Для разработки программного средства использовался язык программирования Python.

Литература

1. Прогнозирование успешности обучения в интегрированной образовательной среде с применением инструментов онлайн аналитики [электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3AQy8p>
2. Обзор метрик обнаружения аномалий [статья]. URL: <https://habr.com/ru/companies/rosatom/articles/687270/>

УДК 004.9

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭСКИЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ ТИПОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Радюк Н. О.

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

Для эффективного проектирования систем водоснабжения необходимо создание специализированного программного продукта, который обеспечит доступ к чертежам и эскизам узлов водоснабжения и сократит время разработки инженерных решений. Канализационные насосные станции (КНС) состоят из различных компонентов, таких как насосы, резервуары, клапаны и так далее. С использованием типовых изображений можно создавать понятные и наглядные визуализации, которые могут лучше представить структуру и компоненты системы.

Разработанная библиотека типовых изображений содержит набор графических элементов, которые соответствуют стандартам и требованиям для КНС. Ее использование помогает создавать эскизы и визуализации с единообразным стилем и соответствующим внешним видом. На рисунке 1 приведен пример некоторых графических элементов из библиотеки, которые используются для создания эскизов КНС.

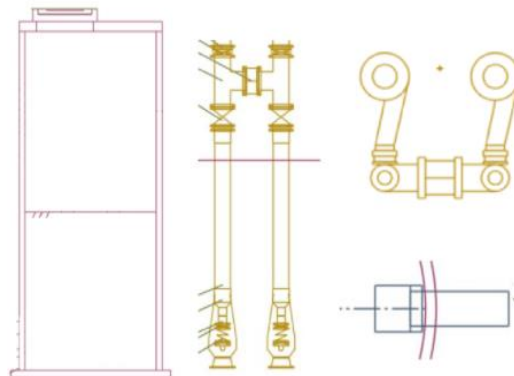


Рис. 1. Пример графических элементов

Для оптимизации процесса работы с создаваемыми эскизами было предложено включить в разработанный программный продукт алгоритм сжатия изображений. Использование сжатых изображений позволяет уменьшить размер файлов, снизить объем передаваемых данных и повысить производительность программы, что в итоге сократит время загрузки страниц и обеспечит более эффективное использование эскизов в процессе проектирования систем водоснабжения.

При сжатии изображения необходимо выдержать баланс между качеством изображения и размером файла.

В разрабатываемом программном средстве изображения представлены в SVG формате. SVG формат широко поддерживается веб-браузерами, также его использование не ограничено определенными программами и не требует специальных плагинов или приложений для просмотра и взаимодействий с ними. Также SVG формат обеспечивает безопасное масштабирование изображений без потерь качества (возможности масштабирования DXF, AI, CDR и PDF могут быть сильно ограничены в зависимости от программ, которые используются для их просмотра и редактирования).

SVG-файлы обычно имеют меньший размер по сравнению с DXF, AI, PDF, CDR, что способствует более быстрой загрузке веб-страниц и улучшает производительность сайта. SVG-файлы, как правило, уже содержат сжатую XML-разметку, но их можно дополнительно сжать с использованием алгоритмов сжатия данных.

В настоящее время все алгоритмы сжатия изображений можно классифицировать на две основные категории: без потерь (lossless) и с потерями (lossy). Сжатие без потерь подразумевает, что существует алгоритм, обратный алгоритму сжатия, позволяющий точно восстановить исходное изображение (например, алгоритм Хаффмана, алгоритм Лемпеля-Зива-Велча, алгоритм кодирования серий). Для алгоритма сжатия с потерями такой возможности не существует (например, алгоритм сжатия по стандарту JPEG, алгоритм вейвлет преобразования, алгоритм усеченного блока кодирования). Алгоритмы сжатия и восстановления подбираются так, чтобы добиться высокой степени сжатия и при этом сохранить визуальное качество изображения.

К наиболее эффективным алгоритмам сжатия для SVG-файлов относятся Brotli, Deflate, Zopfli, LZMA. Для выбора оптимального алгоритма сжатия было выполнено их сравнение по следующим параметрам: коэффициент сжатия, скорость сжатия и скорость восстановления изображения. Коэффициент сжатия определяет, насколько хорошо метод сжатия уменьшает размер изображения по сравнению с его исходным размером. Скорость сжатия отражает время, необходимое для выполнения процесса сжатия изображений. Скорость разжатия определяет время, необходимое для восстановления сжатого изображения в его исходное состояние.

В таблице 1 представлены данные различных алгоритмов сжатия изображения.

Таблица 1 – Данные анализа разных алгоритмов сжатия

Алгоритм сжатия (стратегии)	Коэффициент сжатия	Скорость сжатия [Mb/s]	Скорость разжатия [Mb/s]
Brotli	5.217	145.2	508.4
Deflate	4.666	146.9	434.8
Zopfli	5.770	0.2	460.1
Lzma	5.825	7.9	100.5
Lzham	5.580	4.7	168.7
Bzip2	5.710	11.0	52.3

Сравнительный анализ производится по следующим критериям: критерий Байеса, критерий Вальда, критерий Севиджа и критерий Гурвица. Каждый из этих критериев предлагает различные способы оценки и выбора оптимального решения в условиях неопределенности или риска. На примере выбора по критерию Гурвица в таблице 2 видно, что наилучшей стратегией является алгоритм Brotli. Параметры $\min(a_{ij})$ и $\max(a_{ij})$ – минимальное и максимальное значения соответственно из рассматриваемых параметров (коэффициент сжатия($K_{сж}$), скорость сжатия($v_{сж}$) и скорость разжатия($v_{разж}$)).

Таблица 2 – Матрица по критерию Гурвица

	$K_{сж}$	$v_{сж}$	$v_{разж}$	$\min(a_{ij})$	$\max(a_{ij})$	$y\min(a_{ij})+(1-y)\max(a_{ij})$
Brotli	5.217	145.2	508.4	5.217	508.4	307.1268
Deflate	4.666	146.9	434.8	4.666	434.8	262.7464
Zopfli	5.770	0.2	460.1	0.2	460.1	276.14
Lzma	5.825	7.9	100.5	5.825	100.5	62.63
Lzham	5.580	4.7	168.7	4.7	168.7	103.1
Bzip2	5.710	11.0	52.3	5.710	52.3	33.664

Литература

1. Теория игр: игры с природой [статья]. URL:<https://habr.com/ru/articles/179811/>
2. Данные анализа различных алгоритмов сжатия [статья]. URL: <http://www.gstatic.com/b/brotlidocs/brotli-2015-09-22.pdf>

3. Сравнительный анализ по критерию Гурвица. URL: <https://math.semestr.ru/games/horowitz.php>

УДК 004.9

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ОТЗЫВОВ О БНТУ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Ходькова М.О.

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

В современном образовательном процессе доступ к информации играет ключевую роль, особенно с учетом развития технологий и возможностей интернета. Отзывы студентов и учащихся стали важным инструментом в оценке качества образовательных услуг и уровня удовлетворенности обучающихся. Анализ этих отзывов может помочь учебным заведениям в улучшении своей работы и повышении уровня обучения.

Однако ручной процесс анализа отзывов может сопровождаться проблемами, такими как трудоемкость обработки информации и низкая эффективность. В связи с этим актуальной становится задача оптимизации процесса анализа отзывов за счет его автоматизации.

Современные методы анализа текста объединяют различные подходы и техники для извлечения информации, понимания смысла и структуры текстов. Они включают использование естественного языка (Natural Language Processing), машинного обучения и анализа данных. Эти методы находят применение в различных областях для обработки текстов и извлечения ценной информации из них.

В настоящее время наиболее распространенным и эффективным методом анализа отзывов клиентов является сентимент-анализ (или анализ тональности). Этот метод текста выявляет эмоционально окрашенную лексику и определяет эмоциональное отношение авторов к объектам, упоминаемым в тексте (например, в отзывах). Простейшая классификация текстов по тональности делится на два класса - позитивную и негативную оценку. С увеличением числа классов, очевидно, снижается точность классификации.

Для анализа тональности отзывов о БНТУ использовался подход, основанный на методах машинного обучения с учителем. В этом случае потребовался набор обучающих текстов, которые предварительно были размечены по тональности.

В контексте задачи классификации текстовых данных, существует несколько алгоритмов машинного обучения, которые могут быть применены для достижения цели. Для выбора наиболее эффективного

алгоритма были использованы следующие метрики оценки: точность (precision), полнота (recall) и F-мера. Эти метрики позволяют оценить качество классификации и сравнить различные алгоритмы. В результате проведенного анализа был выбран метод логистической регрессии, который показал хорошие результаты.

Создание системы анализа тональности включает этап формирования начальной выборки для обучения машинной модели. Обучающая выборка должна быть разнообразной и объективной, то есть включать отзывы разных групп пользователей и описывать различные аспекты университетской жизни.

Однако в онлайн-ресурсах отсутствует доступная готовая обучающая выборка отзывов об учебных заведениях на русском языке. Поэтому был разработан и применен автоматический метод сбора отзывов с сайта Google Maps. Специально разработанный код позволяет собирать отзывы и сохранять их в файл Excel. Отзывы классифицируются как "Positive", если количество звезд в отзыве превышает 3, и как "Negative", если оно меньше. Содержимое файла показано на рисунке 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	indx	score	text							
2		0	Negative	Лекционные аудитории насколько хорошо оборудованы, что один из учителей на це						
3		1	Positive	Очень красивое здание главного корпуса и в целом симпатичный студгородок. Оди						
4		2	Positive	Жизнь инженера грустна, зато стипендия смешная						
5		3	Positive	Моя альма-матер. Мало чего и8менилост за 10 лет. Хотя дворик возле первого корп						
6		4	Negative	Я поступила в этот университет в прошлом году. Хотела получать знания и мои одна						
7		5	Positive	На второй этаж нету прохода с боковых входов. Да и их по субботам закрывают.Не в						
8		6	Positive	Настрящий студенческий городок. Закончила в 2012. Но и сейчас люблю там прогуля						
9		7	Negative	Курсовые писать от руки это вообще позор						
10		8	Negative	Лекционные аудитории насколько хорошо оборудованы, что один из учителей на це						
11		9	Negative	Я поступила в этот университет в прошлом году. Хотела получать знания и мои одна						
12		10	Positive	На второй этаж нету прохода с боковых входов. Да и их по субботам закрывают.Не в						
13		11	Negative	Разочарована. Всегда хотела там учиться, но, получив диплом, ощущения остались оч						
14		12	Negative	Я против дистанционного обучения. Никакого контроля, некоторые преподаватели						
15		13	Negative	Позвонил по номеру 292-75-16 с вопросом касательно генеральной доверенности о						
16		14	Negative	1го сентября 2020го года на территории вуза людьми в штатском была схвачена и пс						
17		15	Negative	Состояние корпусов ужас. Зато ректорат - с ковровой дорожкой. И у ректора есть ли						
18		16	Positive	Красивый вход, чисто, на входе стоит охранник (не знаю зачем, но чаще используют						
19		17	Positive	Монументальное здание. Ворота в скверик перед зданием работают как машина в						
20		18	Negative	Никакое руководство, довоенный ремонт корпусов, аудиторий, 60 летнее оборудов.						

Рис.1. Excel-файл с начальной выборкой

Каждый документ из обучающей коллекции должен быть представлен в виде вектора признаков, чтобы быть подходящим для обучения машинной модели. Для этого выполняется предварительная обработка текста, включающая такие шаги, как токенизация, удаление стоп-слов, приведение слов к нормальной форме и создание словаря признаков.

Для преобразования текста в векторное пространство в данной работе используется такой метод, как мешок слов (bag-of-words). Согласно этому методу для каждого документа определяется вектор, каждая компонента

которого соответствует термину из словаря, а ее значение определяется числом, сколько раз это слово встретилось в тексте. Пример работы метода показан на рисунке 2.

	Иван	любит	смотреть	фильмы	Мария	тоже	также	футбольные	матчи	
Иван любит смотреть фильмы. Мария тоже любит фильмы.	1	2	1	2	1	1	0	0	0	→ [1, 2, 1, 2, 1, 1, 0, 0, 0]
Иван также любит смотреть футбольные матчи.	1	1	1	0	0	0	1	1	1	→ [1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1]

Рис.2. Пример работы метода «Мешок слов»

Для адаптации машинной модели на основе алгоритма логистической регрессии под задачу анализа текста отзывов и его бинарную классификацию были настроены параметры рассмотренные ниже:

C: 1.0 - параметр C контролирует силу регуляризации. Значение 1.0 устанавливает баланс между точностью модели и ее способностью обобщать.

max_iter: 500 - это количество итераций, которое алгоритм выполняет для сходимости. Увеличение этого значения до 500 может помочь в случаях, когда модель требует больше времени для обучения.

solver: liblinear – этот решатель эффективен для небольших датасетов и поддерживает L1 и L2 регуляризацию. Он хорошо подходит для бинарной классификации.

random_state: 42 - это значение используется для воспроизводимости результатов. Установка фиксированного числа гарантирует, что последовательные запуски модели будут давать одинаковые результаты [1].

В результате адаптации машинной модели с использованием алгоритма логистической регрессии и настройки указанных параметров, был достигнут высокий уровень точности. Значение score модели составило 0.91, что является высоким значением точности на приведенных тестовых данных.

Литература

1. Документация Scikit-Learn: LogisticRegression [Электронный ресурс]. URL:https://scikitlearn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear_model.LogisticRegression.html

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Яшкин К. В.

Научный руководитель – Ковалева И. Л., к.т.н., доцент

В настоящее время во многих компаниях и организациях, занимающихся обслуживанием компьютерной техники, отсутствует единая автоматизированная система учета заказов на обслуживание. Вместо этой информация о заявках и состоянии выполнения заказов вводится вручную, что создает проблемы с контролем сроков и качества работ, а также затрудняет анализ эффективности выполненных задач. Такая ситуация приводит к задержкам в обработке заявок, ошибкам в данных, недовольству работников и управленческому персоналу. В настоящее время существуют системы, позволяющие автоматизировать функцию учета заказов на обслуживание. Сравнительный анализ таких систем приведен в таблице 1.

Таблица 1.1 – Сравнительный анализ систем

Системы	Доступность	Удобство использования	Внедряемость	Стоимость
SAP EAM	Низкая	Средняя, требует адаптации	Сложная, ресурсозатратная	Высокая
Emerson OneWireless	Высокая	Высокая для инженеров, низкая для руководства	Средняя, требует интеграции	Высокая
IBM Maximo	Высокая	Средняя, требует интродукции	Сложная, ресурсозатратная	Высокая
Salesforce	Высокая	Высокая, простая в эксплуатации	Сложная, требует настройки	Высокая

Однако эти системы имеют высокую стоимость. Поэтому разработка автоматизированной системы учета заявок по обслуживанию компьютерной техники является важным и актуальным вопросом.

Для решения этой проблемы эффективным решением может быть внедрение компьютерных систем управления техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР). Такие системы представляют собой программные инструменты,

предназначенные для контроля и управления техническим состоянием оборудования. Они позволяют автоматизировать процессы учета заказов на обслуживание, отслеживание и контроль выполнения работ, а также анализ эффективности и качества выполненных задач.

Обзор проблемной области и анализ функционала систем аналогов позволил разработать use-case диаграмму, представленную на рисунке 1.

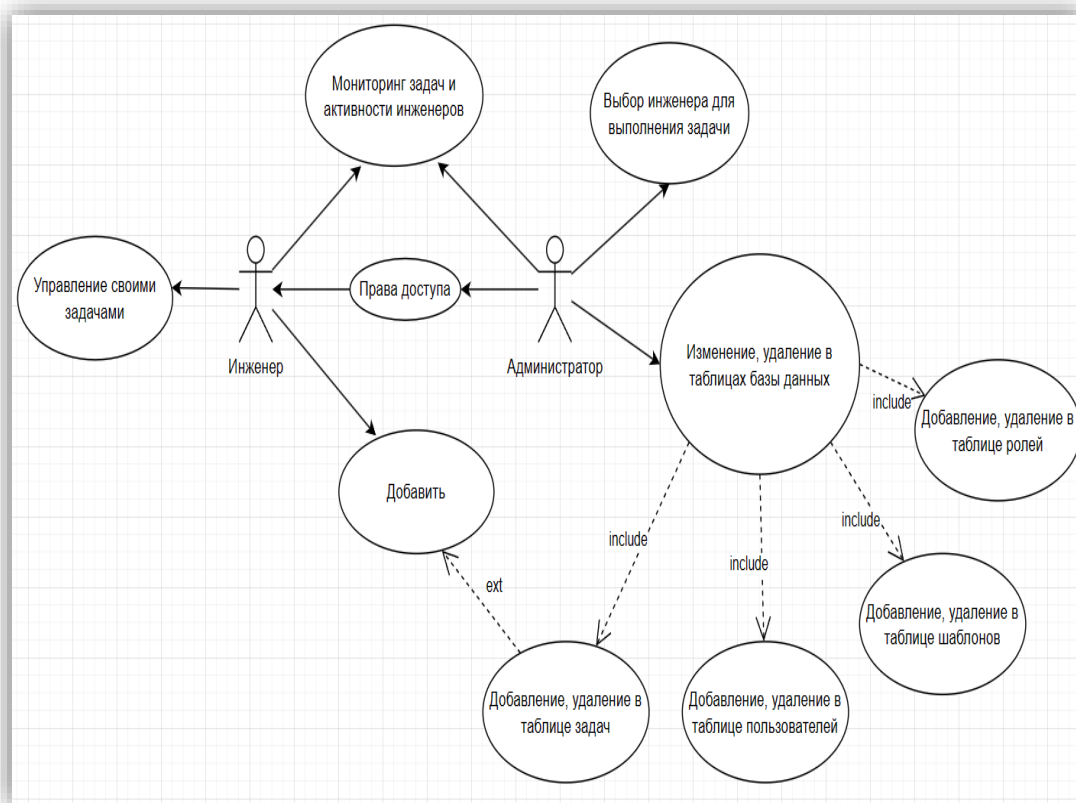


Рис.1. Use-case диаграмма

В разрабатываемом программном средстве оператор или администратор имеют возможность создавать заявки, в которых указываются детали поломки и добавляются комментарии, содержащие дополнительную информацию о проблеме. После создания заявки осуществляется выбор подходящего инженера, который будет выполнять работу. Выбор инженера может быть автоматическим, в этом случае анализируются навыки и текущая загруженность инженеров компании. Так же администратор может вручную выбрать подходящего инженера из доступного списка. После этого инженер получает информацию о заявке, включая описание поломки и комментарии от администратора. По завершении работ инженер закрывает заявку в системе, указывая, что поломка была устранена. Программное средство обеспечивает удобный учет и отслеживание всех заявок и связанных с ними данных, включая информацию о звонках, созданных заявках, выбранном инженере, выполненных работах и закрытых заявках.

Применение модуля автоматической обработки заказов в области обслуживания компьютерной техники позволяет сократить времени реакции на заявки, что, несомненно, повышает уровень обслуживания клиентов. Блок-схема процесса формирования заявки представлена на рисунке 2.

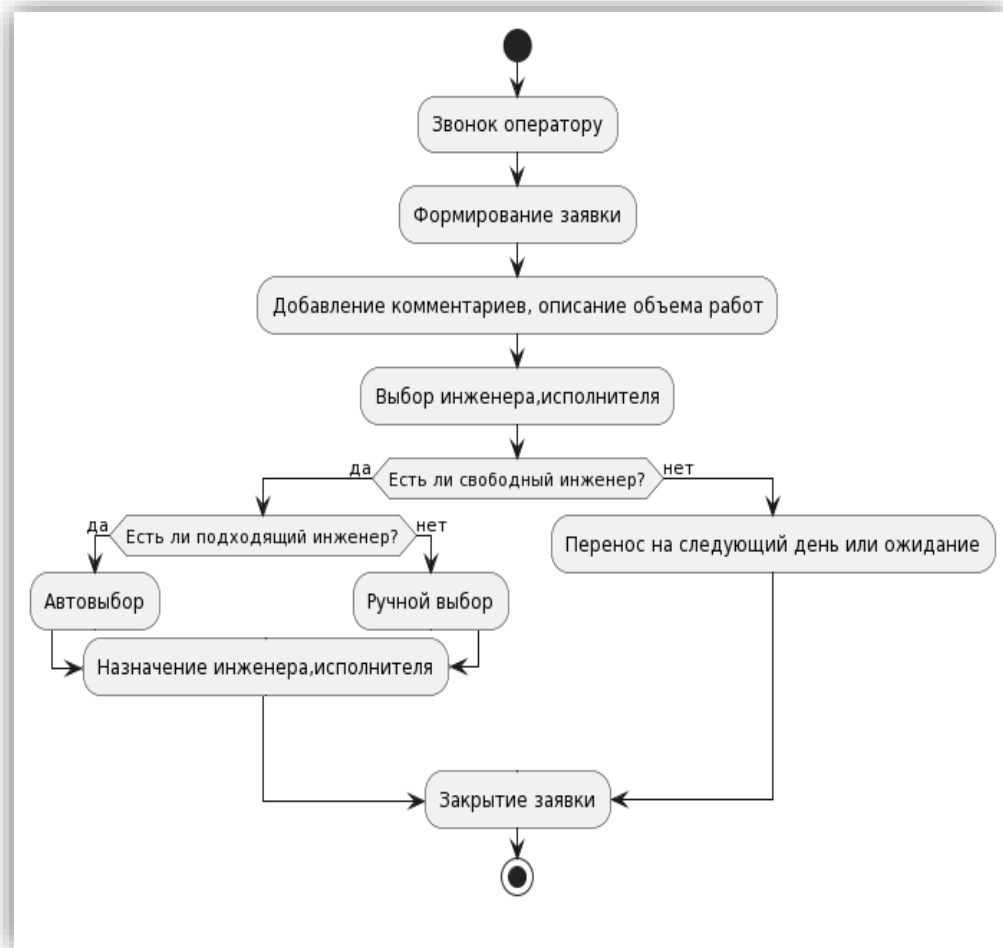


Рис.2. Блок-схема формирования заявки

Разработка программного средства велась с использованием технологии ASP.NET MVC в сочетании с MySQL.

Литература

1. [CRM Systems Overview | Salesforce](<https://www.salesforce.com/what-is-crm/>) [Electronic resource]. - 2023. - Mode of access: <https://www.salesforce.com/what-is-crm/>. - Date of access: 30.03.2024.
2. [Теория и методы многокритериальной оптимизации — Википедия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Многокритериальная_оптимизация) [Electronic resource]. - 2023. - Mode of access: https://ru.wikipedia.org/wiki/Многокритериальная_оптимизация. - Date of access: 30.03.2024.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕРСОНАЛА

Долгий В.В.

Научный руководитель – Сидорик В.В., к.ф.-м.н., доцент

В условиях современной бизнес-среды и быстрого развития технологий компании сталкиваются с необходимостью эффективного учета компетенций и профессиональных навыков персонала. В связи с этим возникает потребность в создании инструмента, способного вести мониторинг развития компетенций. Такой инструмент позволит компаниям не только улучшить управление персоналом, но и повысить производительность труда за счет более точного анализа и оценки знаний и навыков каждого работника. Также система мониторинга компетенций персонала способствует более эффективной адаптации к изменяющимся требованиям рынка и быстрому реагированию на потребности бизнеса.

Для реализации серверной части веб-приложения использован язык программирования Java, фреймворк Spring для создания веб-интерфейса и взаимодействия с базой данных PostgreSQL. Для создания пользовательского интерфейса на стороне клиента была использована библиотека React. Такой выбор технологий обусловлен их преимуществами, такими как кроссплатформенность, надежность, высокая производительность, а также поддержка объектно-ориентированного программирования [1] и возможность эффективного взаимодействия с базами данных.

В приложении реализовано две роли пользователей: работник и менеджер. Полномочия пользователей определены в соответствии с иерархией, приведенной на use-case диаграмме (рис. 1).

Менеджер может решать целый ряд задач, включая:

- создание категорий компетенций и соответствующих им навыков;
- управление обучающими программами и курсами, включая создание и редактирование;
- назначение сотрудникам обучающих курсов и отслеживание их статуса;
- редактирование информации о компетенциях сотрудников, включая добавление новых навыков и обновление текущих (рис. 2).
- создание событий (митапов) по обсуждению компетенций с уведомлением персонала по электронной почте.

Работник может выполнять ряд действий, включая:

- просмотр курсов, в которые он вовлечен (рис. 3);

- управление статусом курсов, в которых он выступает в качестве наставника;
- просмотр текущих программ курсов;
- просмотр информации о текущих событиях.

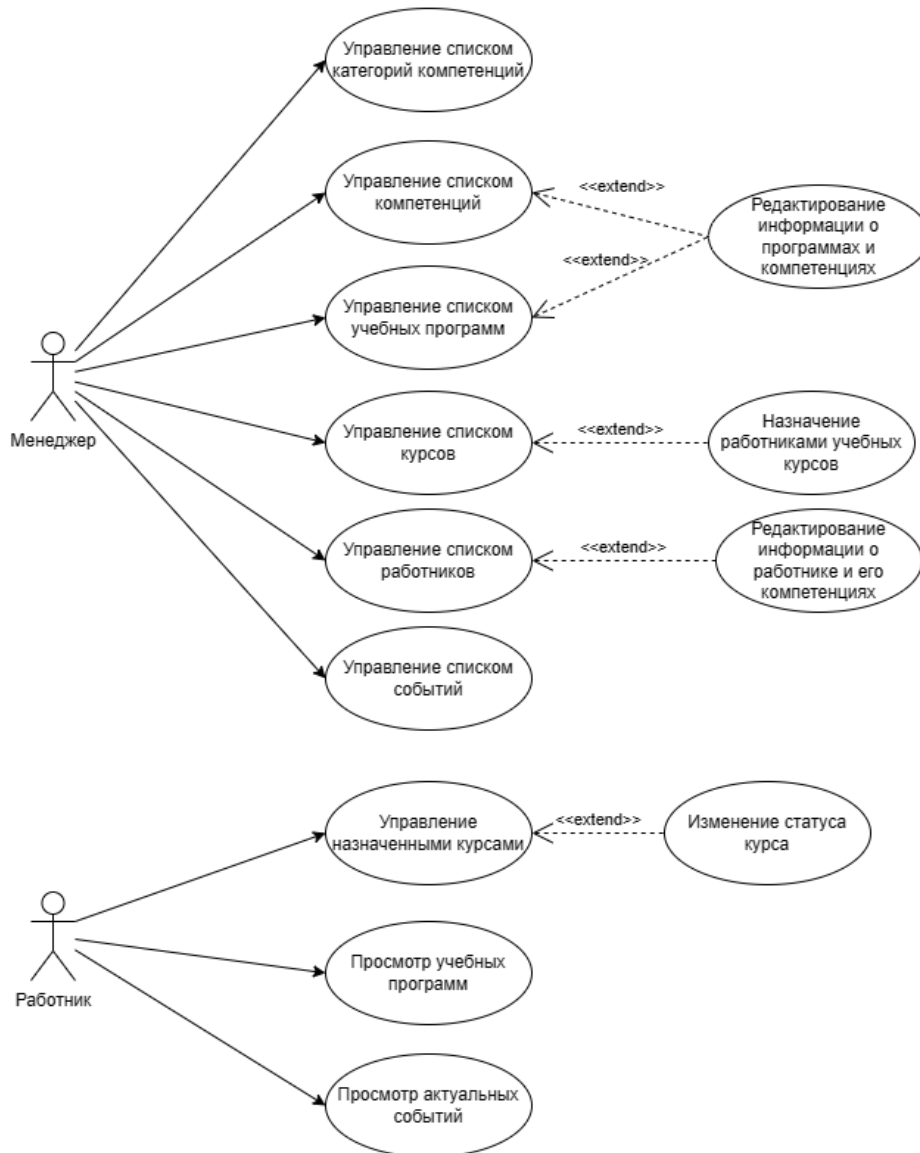


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

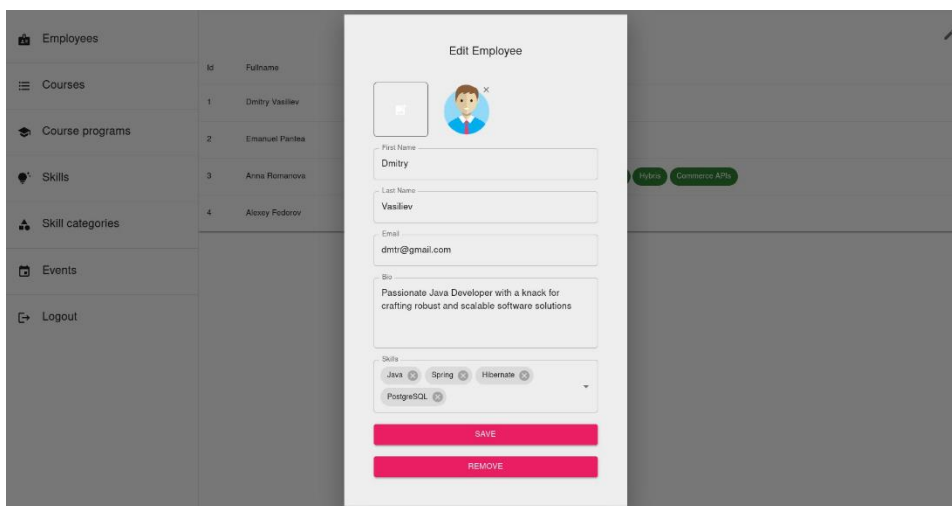


Рис. 2. Редактирование информации о работнике

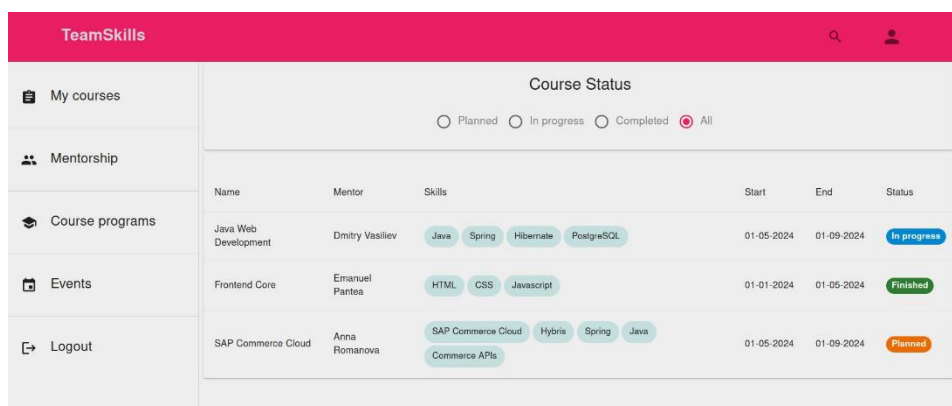


Рис. 3. Окно просмотра курсов от роли работника

Разработка и внедрение веб-приложения для мониторинга развития компетенций персонала играет важную роль в совершенствовании процессов управления персоналом и повышении эффективности работы организации. Такое приложение помогает компаниям быть конкурентоспособными и успешными в современном бизнес-мире, обеспечивая правильное стратегическое планирование и создание благоприятной среды для профессионального роста работников.

Литература

1. Болбот О.М. Классы в языке программирования Java: учебно-методическое пособие для студентов и слушателей системы повышения квалификации и переподготовки / О.М.Болбот, В.В.Сидорик; под общ. ред. В.В.Сидорика; Белорусский национальный технический университет. – Минск: БНТУ, 2020. – 76 с.

УДК 378.147.091.26-047.36:004.9

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА РЕЙТИНГА АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Рахман Д.К.

Научный руководитель – Сидорик В.В., к.ф.-м.н., доцент

В современном образовательном процессе значительное внимание уделяется не только передаче знаний, но и эффективному отслеживанию активности и прогресса студентов. Программное средство мониторинга и анализа рейтинга активности студентов в процессе обучения играет важную роль в этом контексте, обеспечивая возможность систематического анализа учебной деятельности. В наше время коллективная работа и управление проектами стали неотъемлемой частью многих областей деятельности, включая образование [1]. Разработка веб-приложения, позволяющего вводить задачи, отслеживать их выполнение, рейтинг, а также эффективно работать в команде, представляет собой значимый шаг в улучшении процесса обучения и совместной деятельности. Таким образом, чтобы упростить и оптимизировать работу студентов БНТУ, была осуществлена разработка веб-приложения мониторинга и анализа рейтинга активности в процессе обучения с возможностью хранения в базе данных для дальнейшего использования.

Проектирование веб-приложения осуществлялось в среде Rational Rose. На начальных этапах проекта были разработаны диаграмма вариантов использования и диаграмма классов. Для реализации приложения выбрана среда разработки Visual Studio Code, а язык программирования JavaScript использовался в качестве основного инструмента. Для разработки клиентской части веб-приложения – библиотека React.js, а для серверной части – библиотека Node.js. Для хранения данных была выбрана документоориентированная система управления базами данных MongoDB, которая позволяет сохранять информацию в структурированном и легко доступном виде.

Функциональные возможности веб-приложения позволяют решать следующие задачи: добавление задач и подзадач (название, кому назначена задача, статус и приоритет, дата сдачи задачи, прикрепление материалов к задаче, необходимых для ее решения), уведомление пользователя, который задействован в задаче, возможность комментирования шагов выполнения задачи.

В программе предусмотрена аутентификация пользователей. Администратор может добавлять, удалять, редактировать пользователей, а также добавлять, удалять, редактировать, дублировать задачи. У

администратора также есть доступ к корзине: если какая-то задача была удалена случайно, то она может быть восстановлена, либо удалена навсегда. Пользователь может отслеживать рейтинг задач: выполненные, в процессе и которые необходимо выполнить. Главное окно приложения представлено на рисунке 1.

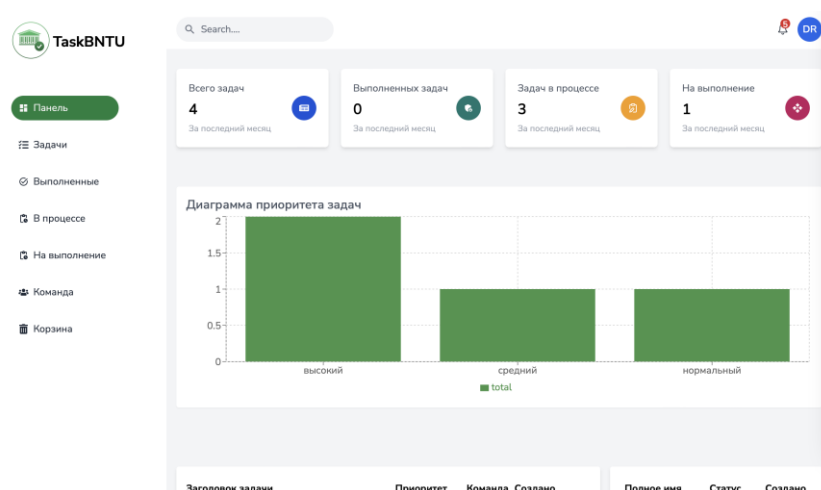


Рис. 1. Главное окно приложения

Администратор может добавлять, редактировать, удалять задачи. Пользователь может писать комментарии к задачам, а также добавлять подзадачи. Окно задач представлено на рисунке 2.

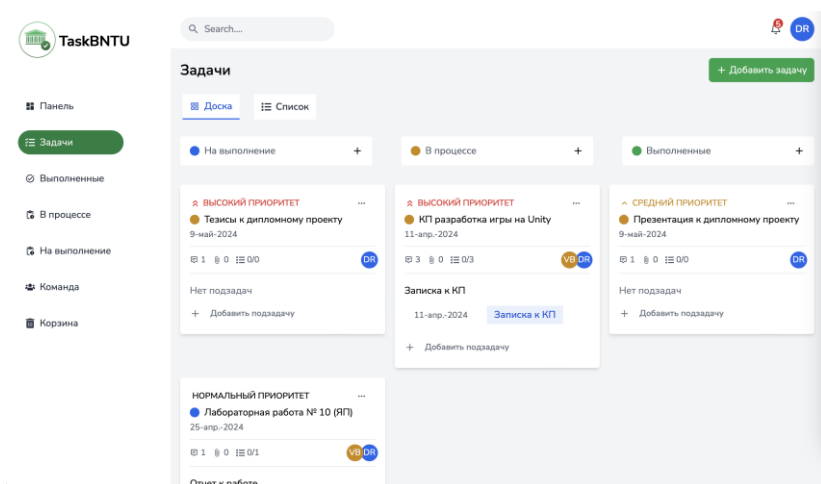


Рис. 2. Окно задач

Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 3.

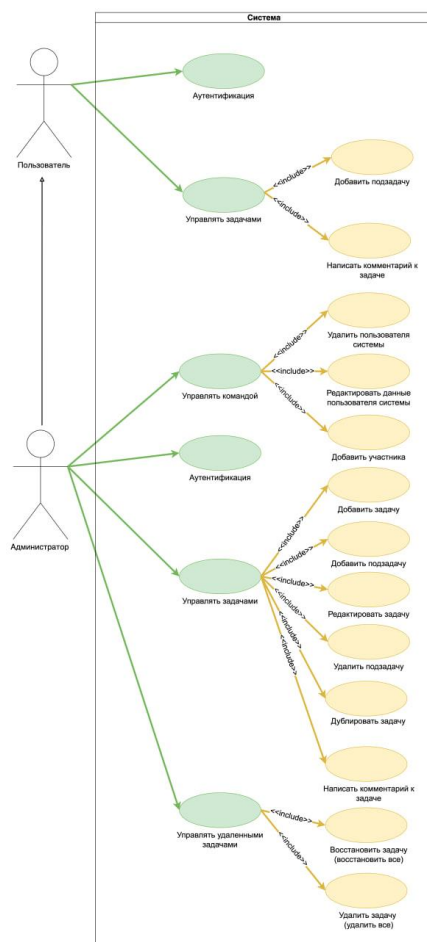


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования

Разработанное программное средство предоставляет полный цикл управления проектами и задачами студентов в процессе обучения, включая определение ответственных лиц, отслеживания прогресса выполнения, а также оценки эффективности работы команды студентов через отслеживание рейтинга задач. Контроль со стороны администратора обеспечивает работу над пользователями и задачами, что позволяет эффективно управлять процессами в команде.

Литература

1. Рудковский, Д.В. Функциональный модуль web-приложения для планирования и учета нагрузки преподавателя [Текст] / Д. В. Рудковский, В. В. Сидорик // Информационные технологии и системы: проблемы, методы, решения : материалы Республиканской научно-технической конференции, секция «Автоматизация процессов и производств», Минск, БНТУ, 22-23 ноября 2018 г. : Минск : БНТУ, 2018. – С.54-55.

УДК 004.773:316.346.32-057.875

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ОБМЕНА ЭЛЕКТРОННЫМИ СООБЩЕНИЯМИ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Ашейчик Д.С.

Научный руководитель – Сидорик В.В., к.ф.-м.н., доцент

В современном образовательном процессе обмен электронными сообщениями играет решающую роль в формировании образовательной среды, способствуя эффективной коммуникации и взаимодействию между студентами и преподавателями учебного заведения. Программное средство обмена электронными сообщениями в реальном времени становится неотъемлемой частью этого процесса, предоставляя пользователю возможность актуально и эффективно обмениваться информацией.

Веб-приложение способствует созданию образовательного сообщества, где студенты могут обмениваться идеями, обсуждать учебные вопросы, задавать вопросы и помогать друг другу в обучении. Таким образом, с целью улучшения образовательного процесса, повышения качества обучения и обеспечения удовлетворения потребностей студента было разработано программное средство для обмена электронными сообщениями в студенческой среде.

Данное приложение было реализовано с использованием среды разработки Visual Studio Code на языке программирования JavaScript. Для разработки клиентской части web-приложения была использована библиотека React.js, а для серверной части – фреймворк Next.js. Для хранения данных выбрана СУБД MongoDB, которая предоставляет гибкую и масштабируемую модель данных, основанную на документах, что позволяет легко хранить и оперировать структурированной информацией.

Главное окно приложения представлено на рисунке 1.

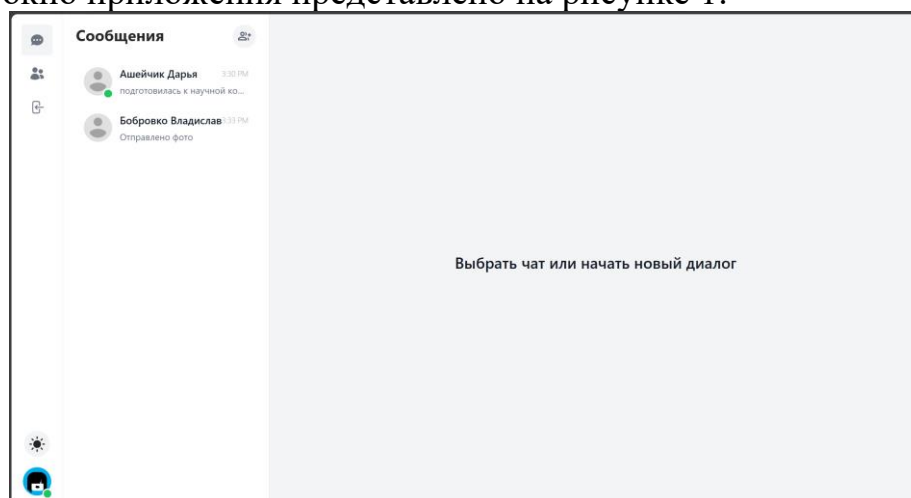


Рис. 1. Главное окно приложения

Функциональные возможности веб-приложения позволяют решать целый ряд задач, включая: реализацию системы регистрации и входа в систему с использованием электронной почты и пароля, обмен сообщениями и медиа-файлами, создание групповых чатов (название, список участников), удаление чатов; просмотр профилей пользователей с детальной информацией и статусом онлайн/оффлайн; редактирование информации о профиле, загрузка изображения; поиск пользователей по имени, адресу электронной почты, номеру группы и факультету.

Пользователь имеет возможность создать групповой чат, указав название группы и выбрав не менее 2 участников. На рисунке 2 представлено окно для создания группового чата.

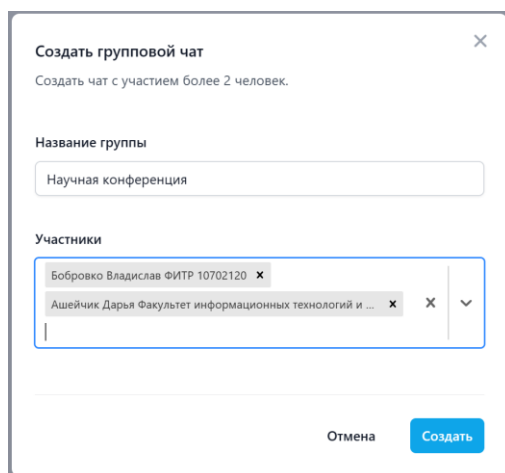


Рис. 2. Окно для создания группового чата

Пользователь может просматривать и редактировать свою личную информацию, а также загрузить фотографию (рисунок 3).

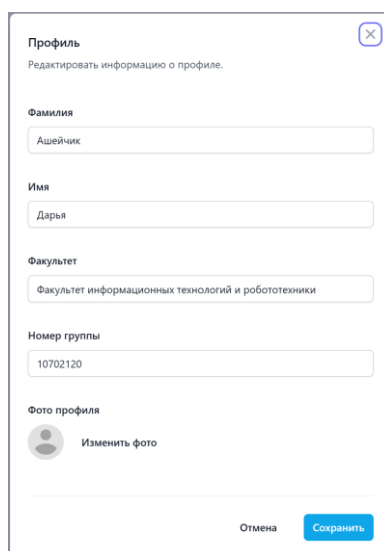


Рис. 3. Просмотр и редактирование личной информации пользователя

Для более наглядного отображения возможностей пользователя используется диаграмма вариантов использования (рисунок 4).

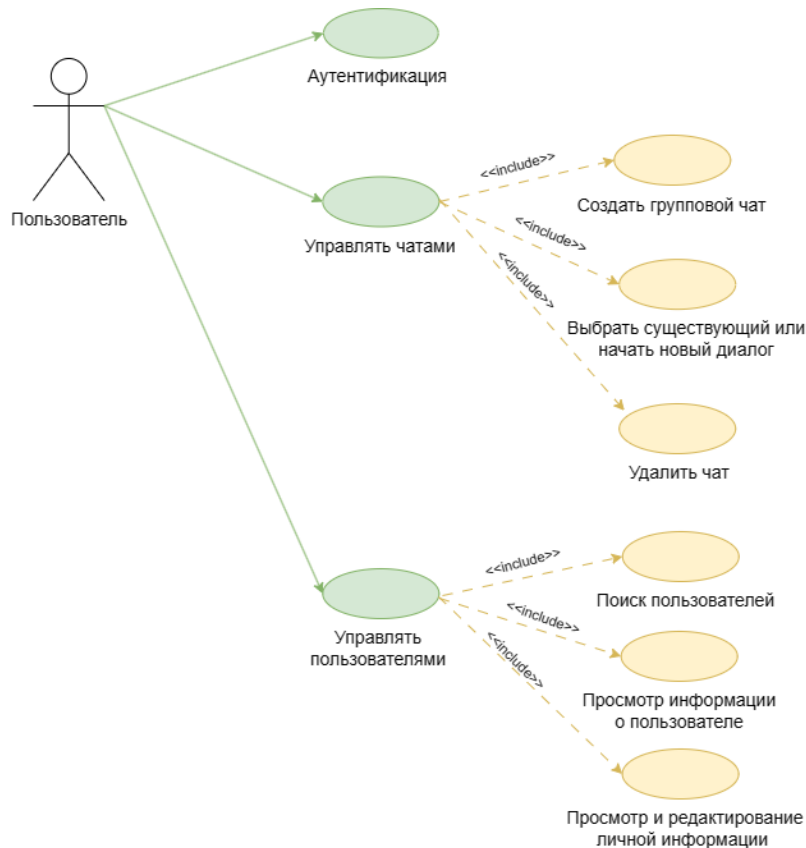


Рис. 4. Диаграмма вариантов использования

Разработанное веб-приложение предоставляет широкий спектр функциональных возможностей, которые позволяют студентам эффективно общаться и сотрудничать в учебной среде, включая обмен сообщениями в реальном времени, отправку и получение файлов, создание групповых чатов и просмотр информации о других пользователях. Эти функции делают приложение полезным для организации коммуникации и сотрудничества в студенческой среде, способствуя более эффективному обучению и развитию образовательного процесса.

Литература

1. Рудковский, Д.В. Функциональный модуль web-приложения для планирования и учета нагрузки преподавателя [Текст] / Д. В. Рудковский, В. В. Сидорик // Информационные технологии и системы: проблемы, методы, решения : материалы Республиканской научно-технической конференции, секция «Автоматизация процессов и производств», Минск, БНТУ, 22-23 ноября 2018 г. : Минск : БНТУ, 2018. – С.54-55.

УДК 336.717.1-022.328:004.9

ПОДСИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ В РАМКАХ СИСТЕМЫ МГНОВЕННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ БАНКОВ

Давидович Е.Н.

Научный руководитель – Сидорик В.В., к.ф.-м.н., доцент

Непрерывное развитие технологий в настоящее время влияет на все сферы жизнедеятельности человека. Изменились поведенческие и потребительские привычки населения. Люди, привыкшие к мгновенному обмену сообщениями в социальных сетях, теперь ожидают того же, когда речь идет о платежах. Это способствовало появлению во многих странах национальных схем моментальных платежей и переводов денежных средств с банковского счета клиента. Система мгновенных платежей (далее – СМП) – современный способ ускорения процесса совершения платежей, позволяющий максимально быстро выполнить расчет между конечными пользователями по номеру мобильного телефона.

В Беларуси разработкой ПО для СМП занимается ОАО «БМРЦ», который обеспечивает соответствующий сервис с 2019 года. До апреля 2022 года им могли пользоваться только юридические лица. Теперь данная услуга доступна и физическим лицам. Используя номер мобильного телефона как персональный идентификатор, можно осуществлять денежные переводы в режиме реального времени круглосуточно, без учета выходных и праздничных дней.

По состоянию на 1 января 2024 года 21 белорусский банк является участником СМП. Некоторые банки используют СМП не только для платежей внутри страны, но и для трансграничных. При осуществлении перевода между двумя странами передаются не физические деньги, а информация о получателе, номере счета в банке-получателе и переведенной сумме.

Целью проекта является разработка подсистемы проведения трансграничных переводов в рамках СМП банков, которая позволит осуществлять индивидуальную передачу средств между физическими и юридическими лицами, сохраняя при этом эффективность, связанную с быстрым и безопасным движением денег. Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи: изучение предметной области; формирование и направление в подсистему информационной поддержки мгновенных платежей (далее – ИПМП) RB01, RB12; прием от подсистемы ИПМП и обработка RB11, RB02; формирование, отправка, прием, обработка расс.008 (подтипы 43, 53); формирование, отправка, прием, обработка расс.002; вычисление сумм перевода.

Для доступа к информационным сообщениям RB01, RB12, RB11, RB02 и МХ-сообщениям расс.008 и расс.002, хранящихся в базе данных Oracle, использовался набор инструментов управления БД от Quest Software – Toad. Реализация проекта была осуществлена в L’Rise – автоматизированная информационная система для обслуживания физических лиц, которая предоставляет банкам широкие возможности по обслуживанию клиентов, гибким настройкам и автоматизации массовых процессов, оперативному анализу данных.

Информационные сообщения предназначены для запроса и получения всеми участниками информационного обмена, участвующими в предстоящем переводе денежных средств, информации, требуемой для осуществления платежа: данные о плательщике и бенефициаре и их банках, данные о банке-посреднике, данные об операции (о контрольных суммах, комиссионных платах, об обменном курсе, о назначении платежа). МХ-сообщение расс.008 содержит все данные о переводе. МХ-сообщение расс.002 предназначено для уведомления о результатах проведения входного контроля МХ-сообщения расс.008, а также о результатах его обработки (исполнения/неисполнения).

Информационный поток международного информационного сервиса на территории Республики Беларусь имеет два направления: из РБ и в РБ. Информационный поток из Республики Беларусь представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Схема информационной транзакции из РБ

На первом этапе банк плательщика формирует и направляет техническому оператору СМП сообщение RB01. Последний в свою очередь на основании поступившего сообщения формирует сообщение RB11 и направляет в банк-посредник. Банк-посредник направляет в СМП сообщение RB12 с кодом ответа, содержащим результат обработки запроса в Платежной системе партнера (со стороны РФ). И СМП на основании поступившего сообщения RB12 формирует RB02 и направляет его в банк плательщика [1].

С 14 февраля 2024 пользователям СМП в ОАО «Белинвестбанк» стали доступны трансграничные переводы в Российскую Федерацию. Окно приложения банка представлено на рисунке 2.

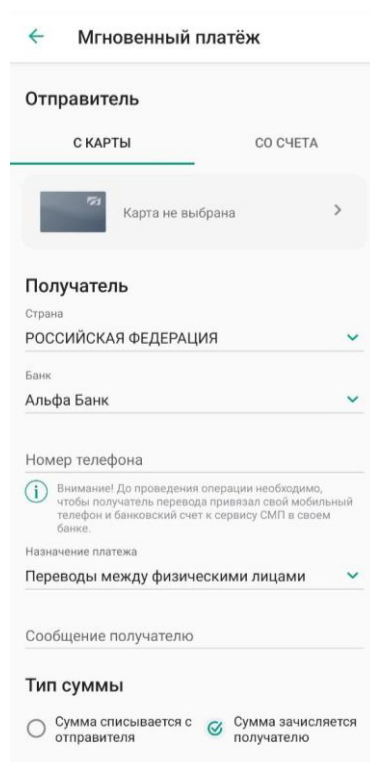


Рис. 2. Окно для осуществления трансграничного перевода в РФ

Отправитель вводит страну, банк, номер телефона получателя, назначение платежа, выбирает тип суммы и указывает сумму. При выборе плательщиком суммы к списанию (первый тип) в валюте страны плательщика с его счета спишется именно указанная сумма. В этом случае банки должны отнимать от нее свои комиссии, чтобы рассчитать в итоге сумму, которую получит бенефициар. Если тип суммы к зачислению получателю в валюте страны бенефициара, на его счет будет зачислена указанная отправителем сумма. При этом к этой сумме банки должны добавлять свои комиссии, чтобы в итоге рассчитать сумму, которую отправит плательщик.

В результате выполнения проекта были решены поставленные задачи и реализована возможность осуществления трансграничных переводов, что позволяет, пересекая границы, надежно и в кратчайшие сроки передавать денежные средства по номеру телефона.

Литература

1. Об утверждении Правил системы мгновенных платежей [Электронный ресурс] : постановление правления Национального банка Республики Беларусь, 20 сентября 2022 г., № 354 // Национальный правовой Интернет-

портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=B22238823>. – Дата доступа: 05.01.2024.

УДК 378.146:004

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ КУРАТОРА УЧЕБНОЙ ГРУППЫ

Ничипорук В.А.

Научный руководитель – Сидорик В.В., к.ф.-м.н., доцент

Кураторская работа в группах определяется как один из способов помощи студентам на начальном этапе обучения в ВУЗе и адаптации к новым условиям учебы и жизни. Работа куратора предполагает организацию коллектива учебной группы соответственно общим целям и задачам обучения и воспитания в университете [1].

Целью проекта является повышение эффективности труда преподавателей, занимающихся кураторской деятельностью. Заполнение журнала куратора – это трудоемкий процесс, которым на текущий момент кураторы занимаются вручную. Эта операция отнимает много времени. Web-приложение «Электронный журнал куратора учебной группы» разработано для автоматизации данной задачи. Приложение позволит сократить трудозатраты при сборе и обработке информации.

Программный продукт обеспечивает формирование и автоматизацию ведения журнала куратора, сохраняет информацию в базе данных и предоставляет пользователю интерфейс для работы с ней.

Для реализации клиент-серверного приложения выбран язык программирования Java, преимуществами которого являются кроссплатформенность, надежность, высокая производительность, взаимодействие с базами данных, поддержка ООП [2]. Web-интерфейс разработан с использованием фреймворка Spring.

В приложении реализовано 4 роли пользователей: администратор, методист, заведующий кафедрой, куратор.

Полномочия пользователей определены в соответствии с иерархией, каждой роли соответствует своя домашняя страница приложения. Use-case диаграмма приведена на рисунке 1.

Куратор вносит информацию в электронный журнал куратора группы и имеет возможность ее анализа путем выбора одного из пунктов меню (рисунок 2):

- список группы;
- социально-педагогическая характеристика учебной группы;
- актив учебной группы;

- карта здоровья;
- учет итоговой успеваемости;
- психолого-педагогическая характеристика учебной группы;
- учет идеологической и воспитательной работы;
- учет информационных часов;
- традиции ВУЗа, факультета, группы.

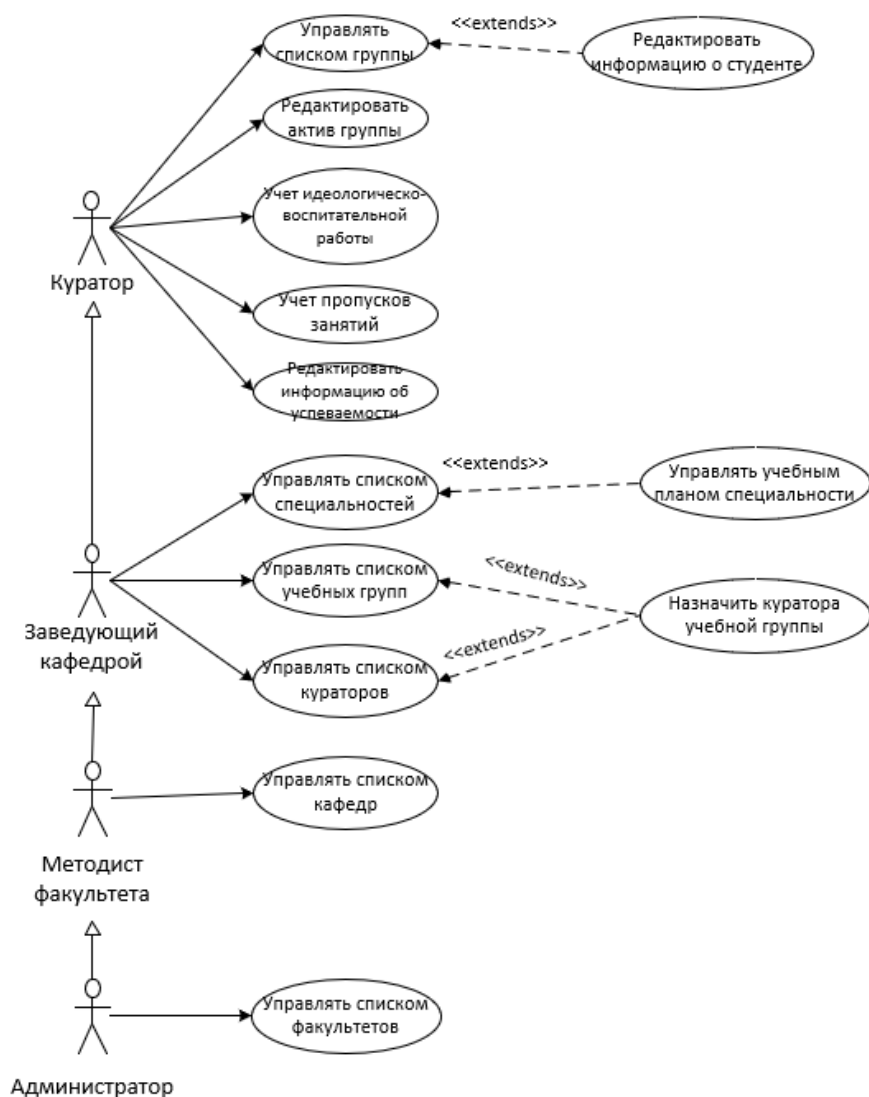


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

В журнале осуществляется учет различных видов работ, проводимых куратором в студенческой группе, включая идеологическую и воспитательную. Журнал содержит общую информацию о группе, а также о каждом студенте в отдельности, в том числе сведения о личности студента, его социально-бытовых условиях, поощрениях и взысканиях.

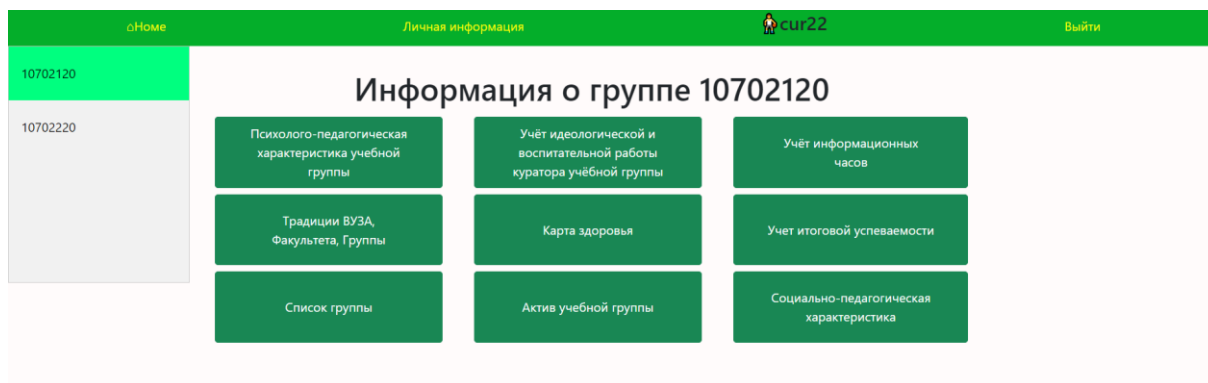


Рис. 2. Главная страница куратора

Куратор организует и фиксирует индивидуальную работу со студентами, ведет учет работы с родителями или лицами, их заменяющими. В журнал вносятся сведения об итоговой успеваемости студентов группы по семестрам в течение всего периода исполнения обязанностей куратора.

В результате, приложение облегчает работу с большими объемами информации, обеспечивает сохранность данных и автоматизирует процесс ведения журнала куратора учебной группы, упрощает анализ педагогических показателей группы и индивидуальных особенностей студентов, позволяет эффективное планирование мероприятий.

Кроме того, в приложении реализована автоматическая генерация социально-педагогической характеристики учебной группы на основе имеющихся данных, а также имеется возможность гибкого управления структурой учебного заведения и списком специальностей, по которым ведется обучение.

Литература

1. О проведении воспитательной работы педагогическими работниками во внеучебное время с обучающимися [Электронный ресурс]: постановление Министерства образования Республики Беларусь, 22 сентября 2022 г. № 332 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022. // <https://etalonline.by/document/?regnum=W22238817>
2. Болбот О.М. Классы в языке программирования Java: учебно-методическое пособие для студентов и слушателей системы повышения квалификации и переподготовки / О.М.Болбот, В.В.Сидорик; под общ. ред. В.В.Сидорика; Белорусский национальный технический университет. – Минск: БНТУ, 2020. – 76 с.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ МЕНЕДЖЕРОМ КОМПАНИИ

Синявская У.А.

Научный руководитель – Сидорик В.В., к.ф.-м.н., доцент

В современных организациях, где скорость обслуживания и эффективное распределение времени играют ключевую роль, системы управления очередью (СУО) становятся неотъемлемой частью повседневной жизни. Они помогают компаниям ускорять время работы и оптимизировать рабочие процессы. СУО позволяет автоматизировать процессы распределения клиентов по очередям, предоставляет широкий набор настраиваемых параметров, которые можно адаптировать под конкретные потребности компании. Система легко масштабируется в зависимости от потребностей компании и имеет возможность интеграции с другими системами управления.

В данной работе при разработке СУО было разработано единое программное средство для управления и настройки электронных очередей. Данная система работает по следующему алгоритму: клиент выбирает вид услуги, которую хочет осуществить и берет талончик с номером в очереди, данные о выбранной услуге отображаются на устройстве оператора, оператор может вызвать клиента вне очереди, либо он будет вызван автоматически, когда придет его очередь. После того как клиента вызвали, информация с номером его талончика отобразится на табло вызова и на табло для посетителей. Ключевую роль в системе играет административная панель. Она служит для настройки очереди, категорий и услуг, которые будут отражены в терминале, для аналитики и генерации отчетов о работе.

В данной работе была разработана административная панель, представленная в виде веб-приложения. Веб-приложение имеет клиент-серверную архитектуру. Несколько компьютеров-клиентов (удалённые системы) посылают запросы и получают услуги от центрального компьютера – сервера. [1]

Разработка приложения осуществлялась в среде Visual Studio Code. На начальных этапах проекта были разработаны диаграмма вариантов использования и диаграмма классов. Для реализации серверной части приложения был выбран и использован в качестве основного инструмента язык программирования Java. Для создания комфортного графического интерфейса выбрана библиотека React и язык программирования JavaScript, что обеспечило возможность быстрой и эффективной разработки интерфейса пользователя. Для хранения данных была выбрана объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL, которая

позволяет сохранять информацию в структурированном и легко доступном виде.

Функциональные возможности программы позволяют решать целый ряд задач, включая: создание и редактирование категорий и услуг, привязка услуг к категориям, активация и деактивация услуг, создание и редактирование рабочих мест, привязка рабочего места к кабинету, добавление сотрудников, включая администратора, возможность просмотра сгенерированных отчетов, аналитика, добавление рекламы, возможность управления личным кабинетом. Также в программе предусмотрена аутентификация пользователей. Администратор может добавлять, удалять, редактировать пользователей, создавать новые роли и привязывать к ним рабочие места. Список пользователей хранится в базе данных.

Главное окно приложения представлено на рисунке 1.

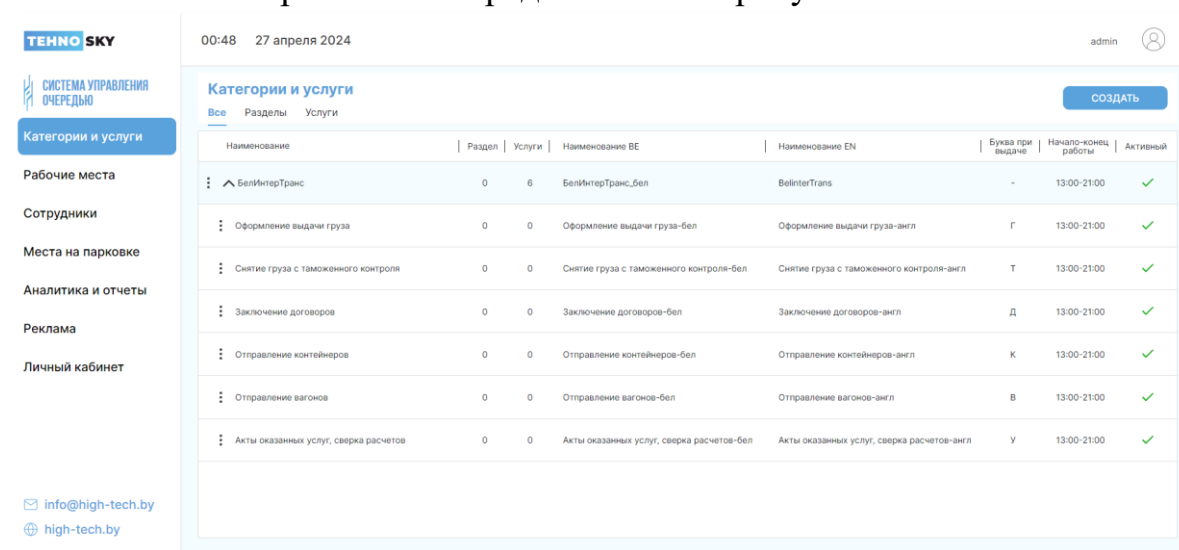


Рис. 1. Главное окно приложения

Для обеспечения конфиденциальности и целостности данных в приложении предусмотрена аутентификация пользователей. Роль администратора заключается в управлении пользователями включая их добавление и удаление и настройке системы управления очередью, а роль пользователя – в работе с электронной очередью. Полный список пользователей доступен администратору, что позволяет лучше контролировать процесс и организовать работу приложения. Окно аутентификации представлено на рисунке 2.

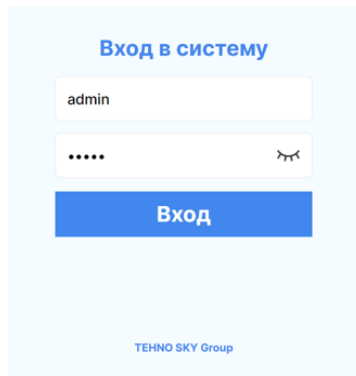


Рис. 2.7 Окно аутентификации

Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 3.

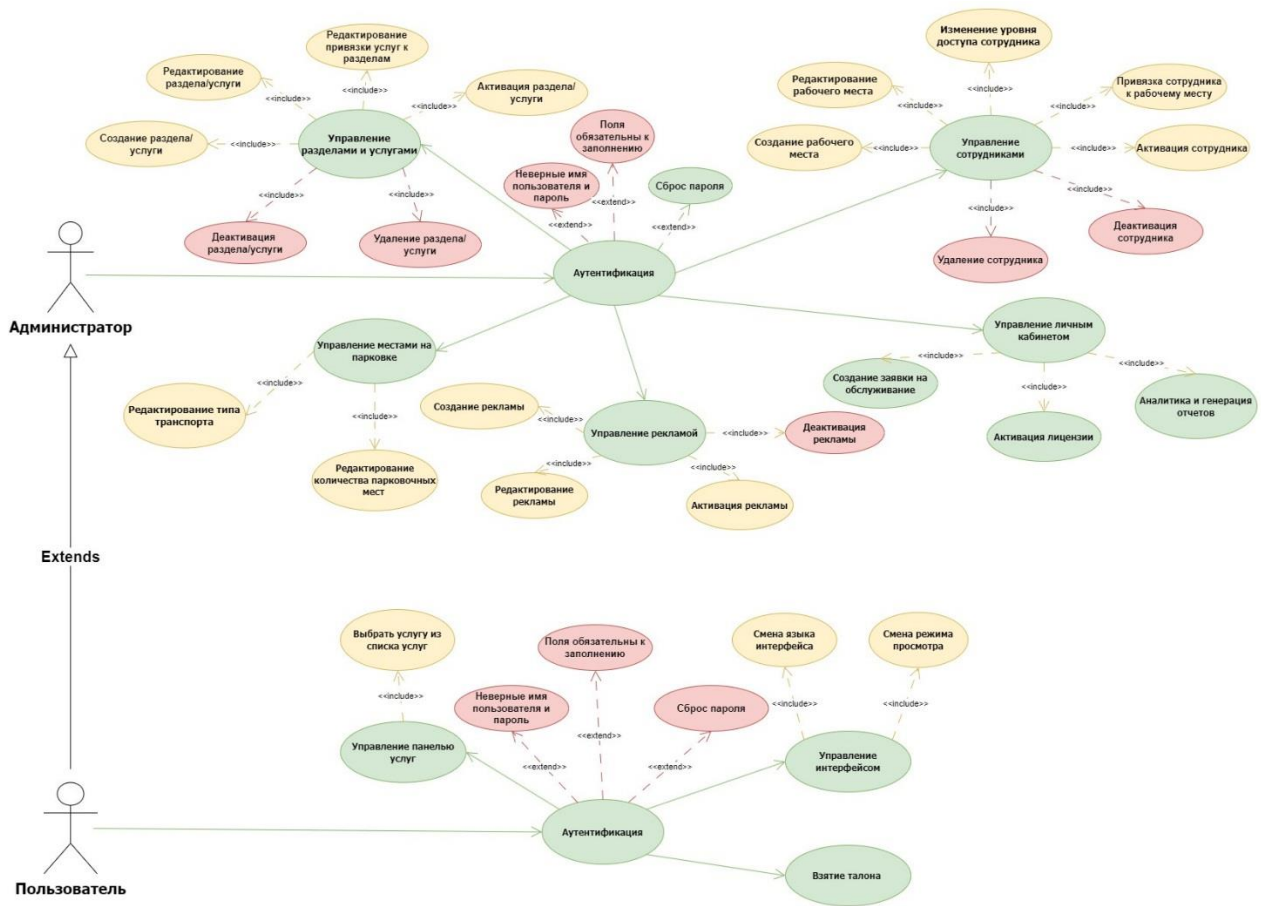


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования

Интерфейс приложения содержит все необходимые элементы управления, которые позволяют быстро находить определенную функцию и выполнять нужные действия. Использование модальных окон упрощает ввод информации и редактирование полей, а простые и понятные иконки

упрощают взаимодействие с приложением и ускоряют выполнение задач. Также была создана полная инструкция пользователю, которая поможет решить возникающие вопросы в процессе использования приложения.

Литература

1. Эспозито, Д. Разработка современных веб-приложений: анализ предметных областей и технологий / Д.Эспозито – М.: Вильямс И.Д., 2017.- 464с.

УДК 004.738.5:004.42+004.774.6

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАСЕЛЕНИЯ В СТУДЕНЧЕСКОЕ ОБЩЕЖИТИЕ

Савчик А.О.

Научный руководитель – Сидорик В.В., к. ф.-м. н., доцент

Для учреждений образования актуальным является комплексная автоматизация всех видов деятельности [1], включая структурные подразделения. Университетские общежития относятся к их числу. Ежегодно в общежития заселяются и выселяются тысячи студентов, что требует значительных затрат времени и усилий со стороны администрации университета, деканатов и персонала общежития. Каждого студента необходимо оформить, определить комнату и место с учетом статуса студента и уже проживающих. Сложность и многообразие связанных с этим факторов приводит даже к казусным ситуациям, при которых в комнату заселяется большее количество человек, чем это возможно. Это приводит к появлению дополнительных проблем с переоформлением и поиском нового места проживания.

В этой связи для улучшения эффективности организации работы системы, было создано приложение «Студенческое общежитие», которое значительно ускорит процесс заселения, сокращая время, которое студенты и администрация тратят на оформление документов и выполнение необходимых процедур, что, тем самым приводит к минимизации ошибок. Помимо вышеуказанного преимущества можно выделить еще несколько:

1. Улучшение опыта студентов. Благодаря автоматизации процесса заселения студенты получают более «гладкий» опыт, что способствует их удовлетворенности и комфорту;
2. Автоматизация позволяет сэкономить время и ресурсы администрации, которые могут быть направлены на другие не менее важные задачи, например, улучшение условий проживания в общежитии;

3. Улучшение точности данных. Система может обеспечить более точное и надежное хранение данных о студентах и их заселении, что важно для ведения учета и анализа.

Данное приложение было реализовано с использованием среды разработки Visual Studio Code на языке программирования React, node.js. Для реализации бесперебойной связи по протоколу HTTP были выбраны библиотеки ReactRouter и Axios. Для хранения данных используется база данных MongoDB.

Функциональные возможности программы позволяют решать комплекс организационных и управленческих задач: учет данных о комнатах в общежитии, их хранение в базе данных, произведение поиска общежитий по различным параметрам: стоимость, тип, адрес.

На рис. 1-2 показаны примеры графических окон, иллюстрирующих функциональные возможности данного приложения.

БАЗА ОБЩЕЖИТИЙ БНТУ

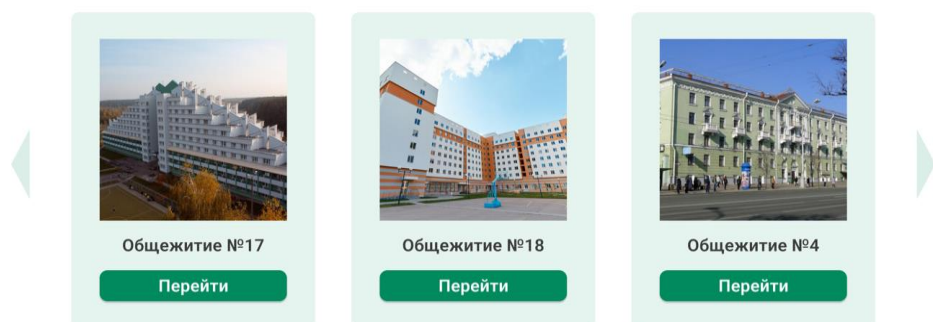


Рис. 1. Главное окно приложения



Рис. 2. Страница общежития

Окно заселения в общежитие представлено на рисунке 3.

ЗАСЕЛЕНИЕ В ОБЩЕЖИТИЕ

Фамилия: Савчик

Имя: Алина

Отчество: Олеговна

Пол: женщина ▼

Факультет: ФИТР ▼

Гражданство: РБ

Курс: 4 ▼

Номер группы: 10702120

Номер паспорта: AB1234578

Домашний адрес: Брестская обл., г. Барановичи, ул. Чайковская, д.35/2, кв.169

Номер телефона: + 375 - () - ____-__

Отправить заявку

Рис. 3. Окно заселения в общежитие

Приложение обладает интуитивно понятным интерфейсом, что обеспечивает пользователю комфортную работу с ним. Реализация приложения на платформе объектно-ориентированной парадигмы обеспечивает его развитие, расширяемость и добавление функционала.

Литература

1. Стефанов С. React: Up & Running / С.Стефанов – Сан-Франциско: Издательство O'Reilly Media 2020. – 250 с.
2. Каскиаро М. Node.js Design Patterns / М.Каскиаро – Бирмингем: Издательство Packt Publishing 2014. – 454 с.
3. Викстрем Р. React: С нуля до героя / Р.Викстрем – Москва: Издательство ДМК Пресс 2018. – 416 с.

ИНСТРУМЕНТЫ ПАРАЛЛЕЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++

Огородник И.В.

Научный руководитель – Прихожий А.А., д.т.н., профессор

С окончанием разработки и утверждением стандарта ISO/IEC 14882:2011, более известного как C++11, в язык программирования C++ была введена поддержка многопоточности на уровне ядра языка. Данная поддержка реализована двумя стандартными библиотеками: Thread support library и Atomic support library [1].

Вышеуказанные библиотеки предоставляют поддержку примитивов синхронизации и атомарных операций. Данные операции и примитивы ограничены в работе одним процессом, но при этом с ними может взаимодействовать неограниченное число потоков.

Таким образом, в C++ была добавлена возможность вручную разрабатывать многопоточные алгоритмы. В последующих редакциях стандарта, библиотеки дополнились новыми видами примитивов (семафор, барьер, общий мьютекс и т.п.).

Иное направление развития многопоточных алгоритмов появилось с выходом стандарта C++17. В данной версии языка была расширена библиотека стандартных алгоритмов Algorithm support library путем введения политик выполнения.

Политика выполнения – вид объекта в языке C++, описывающий то, каким образом может и должен выполняться некоторый код. В текущей версии языка (C++20) имеется четыре стандартных политики выполнения: sequenced policy, parallel policy, parallel unsequenced policy, unsequenced policy. Список политик может быть дополнен в различных компиляторах.

Политика последовательного выполнения (sequenced policy) указывает на то, что параллельную версию алгоритма запрещено использовать и операции над элементами массива должны выполняться последовательно.

Политика неупорядоченного выполнения (unsequenced policy) указывает, что выполнение функции должно происходить в вызывающем потоке, но при этом порядок обработки элементов не имеет значения и могут быть использованы инструкции векторизации (SIMD и т.п.).

Политика параллельного выполнения (parallel policy) означает, что алгоритм может выполняться на нескольких потоках, но в одном потоке элементы обрабатываются последовательно.

Политика параллельного неупорядоченного выполнения (parallel unsequenced policy) означает, что алгоритм может выполняться на нескольких

потоках. При этом в одном потоке элементы могут обрабатываться в произвольном порядке.

Стоит обратить внимание, что при использовании любой стандартной политики возникновение необработанной исключительной ситуации приведет к завершению работы приложения через вызов `std::terminate`. Кроме того, в случае невозможности параллелизовать или векторизовать алгоритм (например, при нехватке ресурсов), он будет выполнен последовательно.

Для сравнения времени выполнения стандартных алгоритмов при разных политиках выполнения были смоделированы задача трансформации (изменения) элементов массива и задача сортировки элементов в массиве.

Задача по изменению элементов массива (сложение с самим собой) была реализована через функцию `std::transform`, имеющую линейную сложность. Для каждого размера массива замеры повторялись 100 раз. Тестовая программа была скомпилирована при помощи компилятора MSVC v143 при уровне оптимизации O2. Выполнение происходило на четырех ядерном процессоре с архитектурой Zen 2, тактовой частотой 3.2 ГГц и поддержкой виртуализации. Зависимость среднего времени выполнения от размера массива показана на рисунке 1.

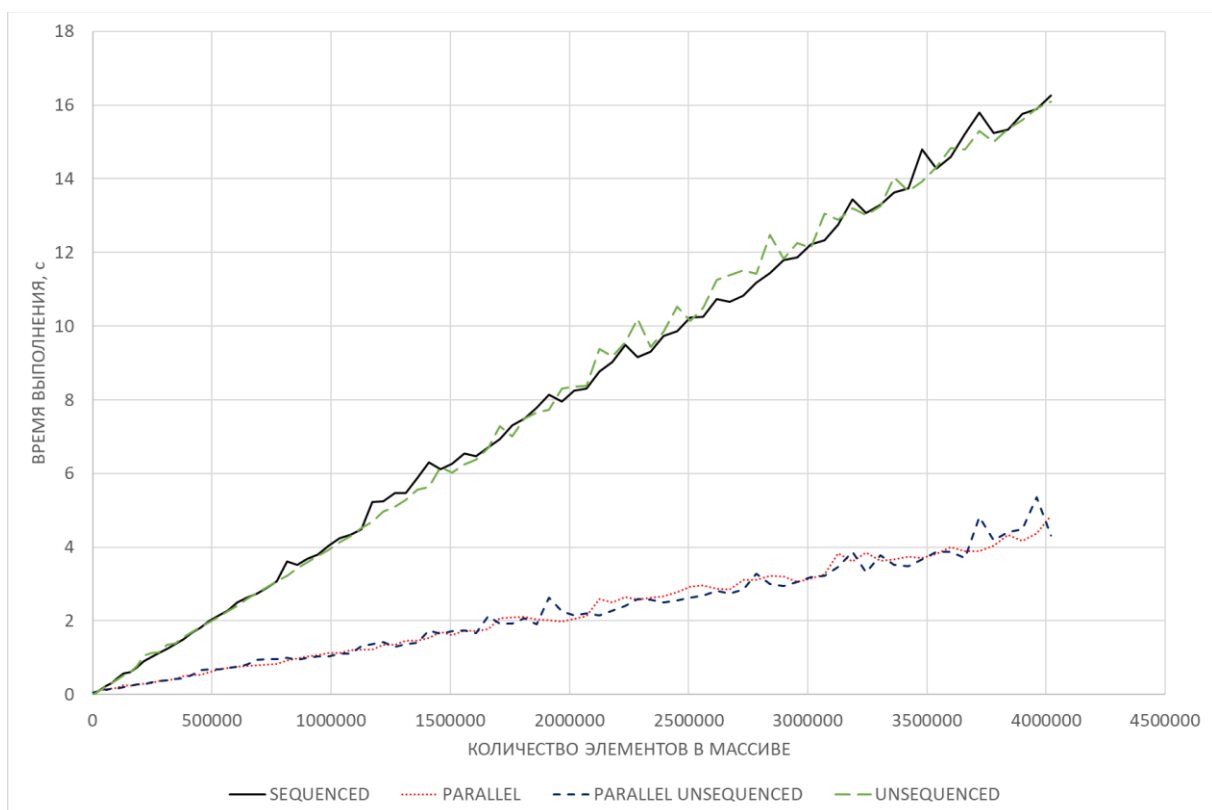


Рис. 1. Зависимость времени выполнения алгоритма трансформации от числа элементов массива на четырех политиках выполнения

Как видно из графика, последовательность (упорядоченность) выполнения практически не оказывает влияния на скорость трансформации. В среднем скорость выполнения при использовании параллельной политики выше, чем при использовании последовательной, в 3.2 раза. При этом для массивов размером менее 20000 элементов ускорение составило в среднем всего 0.22 раз, т.е. последовательный однопоточный вариант работал быстрее. При дальнейшем росте количества элементов до 600000 ускорение росло и в среднем составило 2.71 раз. После данного количества элементов ускорение оставалось примерно на одном уровне в 3.70 раз. Исходя из базового закона Амдала [2] и количества ядер процессора, можно сделать вывод о целесообразности использования параллельной версии данного алгоритма если размер массива более 600000 элементов.

Отметим, что на графиках отсутствует ускорение, вызванное переходом от политики `sequenced` к политике `unsequenced`. Это вызвано тем, что средства векторизации вычислений не были применены. Подобное обосновано использованным компилятором и отсутствием требований к обязательности векторизации со стороны стандарта языка [1].

Задача по сортировке массива была выполнена с использованием функции `std::sort` из библиотеки `Algorithm support library`. Данная функция реализует интроспективную сортировку, сложность которой в худшем случае и в среднем $n \log(n)$, где n – количество элементов в массиве. Количество прогонов и остальные параметры программы и компьютера идентичны таковым в первой задаче. Зависимость среднего времени сортировки от размера массива показана на рисунке 2.

В данном случае упорядоченность выполнения также практически не оказывает влияния на скорость выполнения. При количестве элементов в массиве меньшем 3000 коэффициент ускорения в среднем составляет 0.42, т.е. параллельная версия алгоритма работает медленнее последовательной. При количестве элементов от 3 до 10 тысяч коэффициент ускорения больше единицы и в среднем составляет 2.41. При количестве элементов, превышающем 10 тысяч, коэффициент ускорения прекращает рост и в среднем составляет 3.39. Из этого следует, что использование параллелизации при сортировке стандартными методами C++ имеет смысл только при больших количествах (более 10000) элементов в сортируемых массивах.

Таким образом, в языке программирования C++ имеются инструменты как для написания своих параллельных алгоритмов, так и для параллелизации имеющихся в стандартной библиотеке. При этом параллелизация стандартных алгоритмов может быть достигнута простым применением политики выполнения, но при этом не гарантируется увеличение производительности.

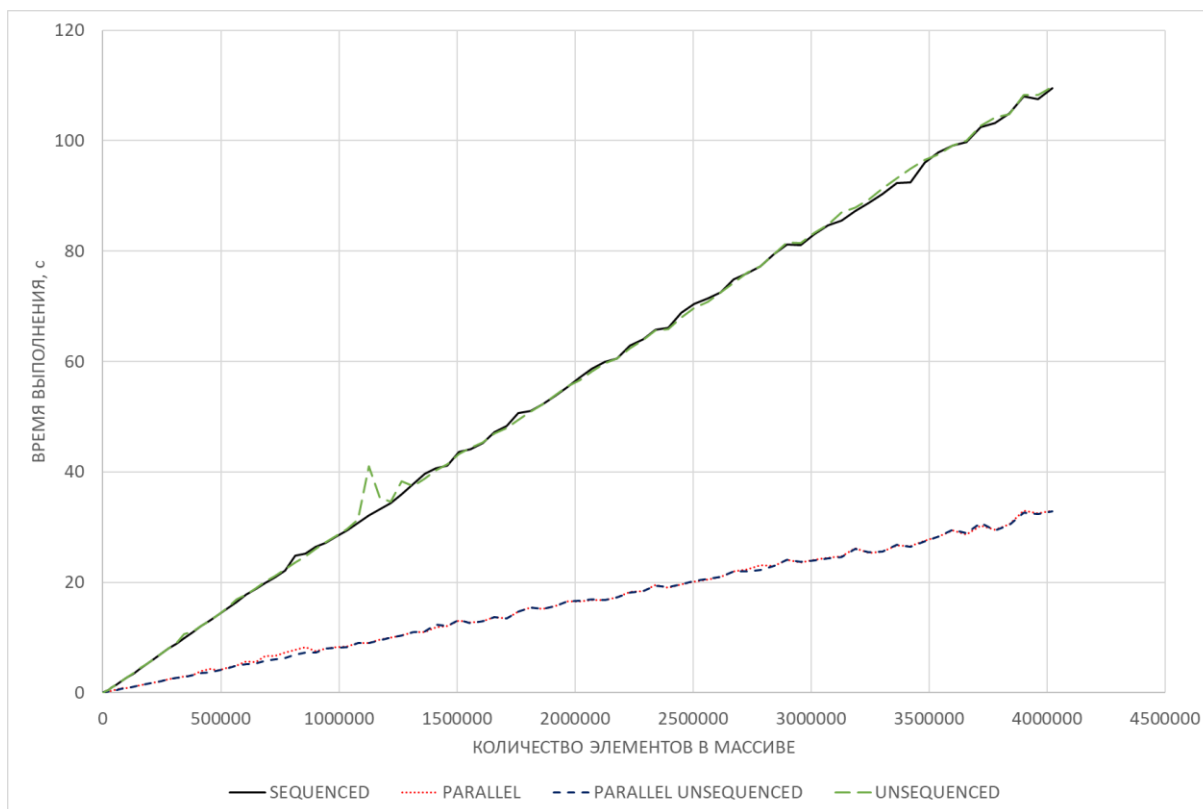


Рис. 2. Зависимость времени сортировки элементов массива от числа элементов на четырех политиках выполнения

Литература

1. Языки программирования. С++ : ISO/IEC 14882:2020. – Взамен ISO/IEC 14882:2017; введ. РБ 15.12.2020. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2020. – 1866 с.
2. Прихожий А.А.. Распределенная и параллельная обработка данных. – Минск : БНТУ, 2016. – 91 с.

УДК 004.942

ПРОЕКТ И КОМПОНЕНТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ СЕТИ

Купченко А.И.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

В рамках данной работы была поставлена цель проектирования отказоустойчивой сети и системы защиты информации для РУП «Белтелеком», что включает в себя создание защитных мер, способных

обеспечить непрерывную работоспособность системы даже при выходе из строя отдельных технических средств.

Для построения реальной сети передачи данных были использованы следующие устройства:

- маршрутизаторы PicOS v4.2.3;
- межсетевые экраны FortiGate v7.4.0;
- шлюзы безопасности BelVPNGate v4.5.1;

Модель подключения устройств защиты информации – Router-On-Stick, Transparent Mode (FortiGate).

Используемые методы защиты информации:

- IPSec VPN – набор протоколов для обеспечения защиты данных, передаваемых по межсетевому протоколу IP;

- Firewall;
- Antivirus;
- Intrusion Prevention;
- SSL-Inspection.

Используемые методы обеспечения отказоустойчивости:

- дополнительное плечо;

- RRI (Reverse Route Injection) + IBGP;

- VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) — это сетевой протокол, предназначенный для увеличения доступности маршрутизаторов, выполняющих роль шлюза по умолчанию;

- Conditional Advertisement;
- FGCP – FortiGate Clustering Protocol;
- FGSP – FortiGate Session Life Support Protocol;
- LACP – Link Aggregation.

При создании тестовой СПД маршрутизаторы PicOS были заменены на маршрутизаторы CumulusVX v4.4.5.

Среда виртуализации тестовой СПД – VM Ware ESXi v6.5.

Схема функциональной структуры сети представлена на рисунке 1.

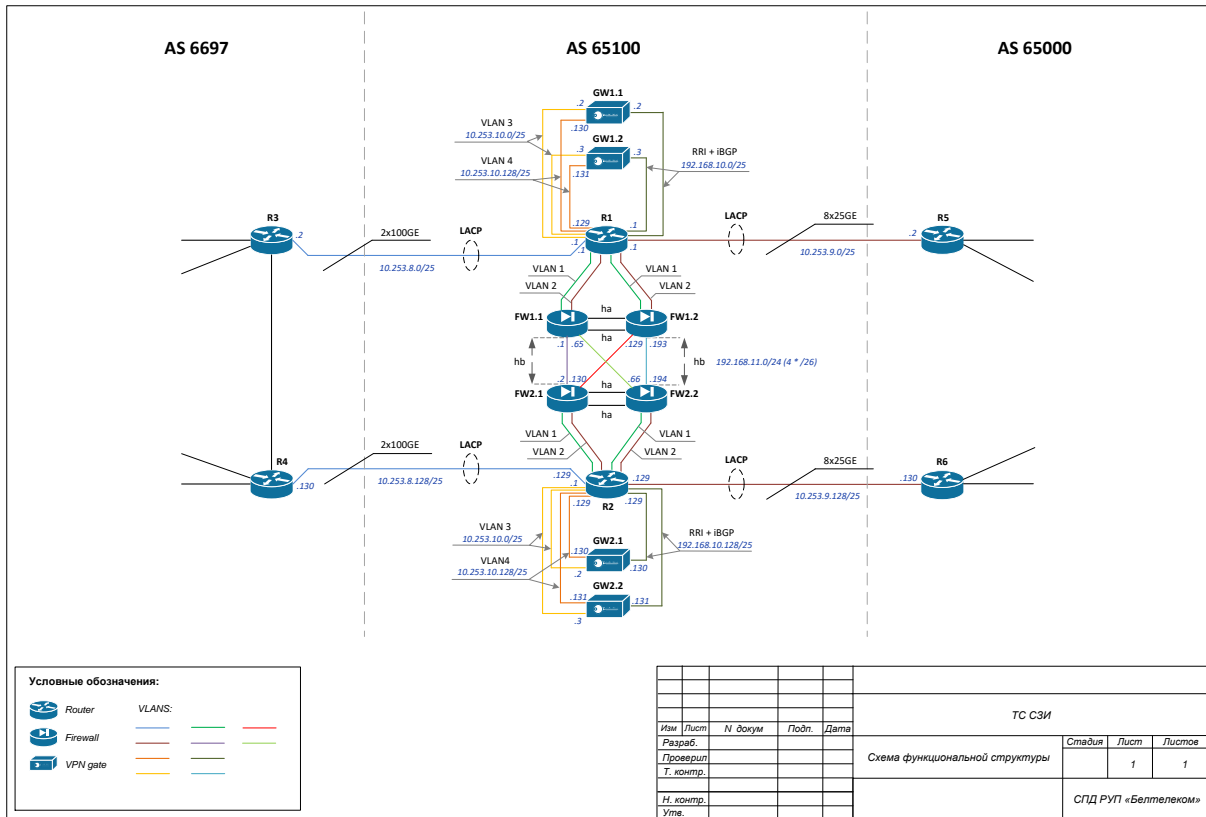


Рис.1. Схема функциональной структуры.

Были разработаны плагины совместимости с устройствами СПД для создания резервных копий конфигураций устройств передачи трафика и защиты информации в ПО Nautobot Golden Config

Плагин Nautobot Golden Config использует скрипты «jobs» и библиотеку Python Napalm для сбора резервных копий устройств, создания конфигураций и восстановления устройств по требованию или расписанию.

Сервер с ПО Nautobot расположен в AS 65000.

Проблема: отсутствие плагинов совместимости с устройствами СПД.

Решение: разработка плагинов Napalm для каждого из устройств СПД (FortiGate, PicOS, BelVPNGate).

Язык программирования – Python.

После запуска сервиса резервного копирования (Backup Job) конфигурации сохраняются в локальную директорию по пути /opt/nautobot/git/solidex_github/backup. Данные конфигурации в текущем виде можно применять для восстановления состояния устройств.

Также был разработан программный компонент «Автоматизированное тестирование» для проверки связности СПД в условиях отказа любого из компонентов и работы сервисов защиты информации, проверки работы сервисов безопасности и плагинов совместимости Nautobot для создания резервных копий устройств. Для создания тестовых сценариев

использовался Python-фреймворк Nornir. Библиотека сценариев – nornir_test. Результат тестирования записывается в файл test.log

В результате работы была создана отказоустойчивая сеть передачи данных, обеспечена многоуровневая защита аппаратно-программного комплекса от взлома и проникновений со стороны клиента, а также обеспечена возможность создавать резервные конфигурации устройств защиты информации.

Достигнутые результаты подчеркивают важность и эффективность применения комплексных средств защиты информации для обеспечения надежности и безопасности современных информационных систем.

Литература

1. Nautobot Golden Configuration Documentation – <https://docs.nautobot.com/projects/golden-config/en/latest/>
2. Fortinet Document Library – <https://docs.fortinet.com/>
3. Nornir's documentation – <https://nornir.readthedocs.io/en/latest/index.html>
4. PICOS Documentation – <https://pica8-fs.atlassian.net/>
5. Nornir Python Tutorial: Get Started With Network Automation – <https://netboxlabs.com/blog/nornir-python-tutorial-get-started-with-network-automation/>

УДК 004.942

ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕХОДА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ EDUCATS НА .NET 8

Старовойтов И.Ю.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

С выходом .NET 8 появилось множество новых возможностей как для разработчиков, так и для пользователей. Однако встает вопрос: стоит ли переводить обширные проекты на более новую версию? Насколько сложно перевести проект на новую версию? Достаточно ли новых возможностей для улучшения проекта? Эти вопросы всегда были актуальны, потому стоит рассмотреть их на конкретном примере.

На кафедре «Программное обеспечение информационных систем и технологий» БНТУ разработана и широко применяется система CATS (англ., Care About The Students), размещенная в сети Интернет по адресу <http://educats.bntu.by>. Это автоматизированная система управления обучением, которая позволяют размещать различные учебные материалы,

проводить контроль текущей успеваемости и оценку знаний студентов с помощью тестов, осуществлять руководство курсовым и дипломным проектированием, а также реализовать дистанционное обучение.

Система CATS представляет собой крупный проект, удобна в использовании и включает полный набор функционала для реализации учебного процесса. Она используется в процессе преподавания дисциплин «Основы программной инженерии», «Компьютерные системы и сети», «Основы информационной безопасности» и многих других. Поэтому рассмотрение возможности перехода системы управления обучением CATS на .NET 8 весьма актуально.

Одним из главных преимуществ .NET 8 является новая версия C#. В 12 версии языка добавлено огромное количество новых возможностей, в частности такие как:

- Основные конструкторы. Теперь можно создавать первичные конструкторы в любом class и struct. Основные конструкторы больше не ограничиваются типами record. Основные параметры конструктора находятся в области для всего текста класса.

- Выражения коллекции. Выражения коллекции представляют новый синтаксис terse для создания общих значений коллекции. Встраивание других коллекций в эти значения возможно с помощью оператора распространения.

- Параметры лямбда-кода по умолчанию. Теперь можно определить значения по умолчанию для параметров в лямбда-выражениях. Синтаксис и правила совпадают с добавлением значений по умолчанию для аргументов в любой метод или локальную функцию.

Помимо этих изменений было так же исправлено огромное количество мелких ошибок.

Вторым плюсом для перехода стало обновление ASP.NET Core, которое включает улучшения в Blazor, SignalR, минимальные API, собственные AOT, Kestrel и HTTP.sys серверы, а также проверку подлинности и авторизацию.

Ещё одним безусловным плюсом является обновление Entity Framework Core. Оно включает улучшения в сложных объектах типов, коллекциях примитивных типов, сопоставлении столбцов JSON, необработанных запросах SQL, отложенной загрузке, доступе к отслеживаемой сущности, сборке моделей, математических переводах и других функциях. Он также включает новый HierarchyId тип. Учитывая важную работу с БД в Educats, обновление EF Core пойдет только на пользу.

Однако переход на новую версию всегда несёт с собой риски. Проблема может возникнуть на каждом шаге. Однако наиболее эффективный алгоритм выглядит следующим образом:

1. Разработчикам следует обновить версию Visual Studio, Visual Studio Code и установить новую версию .NET. Этот шаг не вызовет проблем.

2. Необходимо обновить пакеты NuGet в проекте. При использовании новых версий пакетов шанс возникновения ошибок падает. В Educats чуть больше 10 пакетов, которые нужно исправить вручную, потому этот пункт не должен занять много времени.

3. Конечно же, следует изучить критические изменения. После этого можно приступать к основной работе. Следует изменить платформу в настройках с .NET 6 на .NET 8.

4. После изменения платформы могут появиться ошибки. Стоит снова проверить пакеты NuGet, сделать их совместимыми с новой платформой. Как и пункт 2, это не вызовет много проблем.

5. Оставшиеся критические ошибки исправляются с помощью официальной статьи, написанной Microsoft. Вот этот пункт может вызвать проблемы, которые потребуют некоторого времени на решение. Однако учитывая то, что есть официальная статья, эта проблема решаема.

6. Необходимо протестировать проект как вручную, так и с помощью модульных тестов. Некоторые тесты могут не работать, потому следует их исправить.

Если все изложенные пункты алгоритма успешно реализованы, то можно наслаждаться новыми возможностями и новым функционалом проекта.

В заключение можно сказать, что переход на .NET 8 может вызвать некоторые трудности, однако плюсы перекрывают это. Учитывая, что поддержка .NET 6 закончится в ноябре 2024 года и найденные ошибки исправляться не будут, переход на .NET 8 является хорошим решением.

Литература

1. Microsoft - Критические изменения в .NET 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/core/compatibility/8.0>

2. Microsoft – Новые возможности C# 12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/whats-new/csharp-12>

3. Microsoft – Новые возможности ASP.NET Core 8.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/release-notes/aspnetcore-8.0?view=aspnetcore-8.0>

4. Белова С.В. Организация учебного процесса по дисциплине «Компьютерные системы и сети» с помощью обучающей системы CATS / «Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино и приборостроении»: материалы X-й международной научно-практической конференции. – Минск: Бизнесофсет, 2022. – С.16-17