

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК ПОВОЛЖЬЯ

№11 2024

Направления:

**1.2.2. – МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (технические науки)**

**2.3.1. – СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА
ИНФОРМАЦИИ (технические науки)**

**2.3.3. – АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ (технические науки)**

**2.3.5. – МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
СЕТЕЙ (физико-математические науки)**

**2.3.5. – МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
СЕТЕЙ (технические науки)**

**2.3.6. – МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ,
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
(физико-математические науки)**

**Казань
2024**

УДК 60

ББК 30-1

Н-66

Н-66 Научно-технический вестник Поволжья. №11 2024г. – Казань: ООО «Рашин Сайнс», 2024. – 176 с.

ISSN 2079-5920

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (реестровая запись от 08.05.2019 серия ПИ № ФС 77 -75732)

Журнал размещен в открытом бесплатном доступе на сайте www.ntvprrt.ru, и в Научной электронной библиотеке (участвует в программе по формированию РИНЦ).

Журнал включен ВАК РФ в перечень научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» № E12025.

Главный редактор Р.Х. Шагимуллин

Редакционная коллегия

*С.В. Анаников – д.т.н., проф.; Т.Р. Дебердеев – д.т.н., проф.; Б.Н. Иванов – д.т.н., проф.;
В.А. Жихарев – д.ф.-м.н., проф.; В.С. Минкин – д.х.н., проф.; А.Н. Николаев – д.т.н., проф.;
В.Ф. Тарасов – д.ф.-м.н., проф.; Х.Э. Харлампиди – д.х.н., проф.; М.В. Шулаев – д.т.н., проф.*

В журнале отражены материалы по теории и практике технических, физико-математических и химических наук.

Материалы журнала будут полезны преподавателям, научным работникам, специалистам научных предприятий, организаций и учреждений, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

УДК 60

ББК 30-1

ISSN 2079-5920

© Рашин Сайнс, 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>В.С. Минкин, А.В. Репина, Т.Ю. Старостина, Р.Х. Шагимуллин</i> ОТВЕРЖДЕНИЕ ПОЛИСУЛЬФИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ВУЛКАНИЗУЮЩИМИ АГЕНТАМИ	8
1.2.2. — ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ	
<i>А.М. Болотов</i> ОПТИМИЗАЦИЯ УДЕЛЬНОЙ МАССОВОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАХОВИКОВ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА	14
<i>Е.В. Гусев, З.Л. Марюшина, А.А. Пронкин</i> ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ВЕС, ГАБАРИТЫ И СТОИМОСТЬ	18
<i>Ю.И. Фёдоров, А.М. Осипова, В.В. Овчинникова</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ УРОВНЯ ЗАГРУЖЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЗАПРОСАМИ К ЕЁ РЕСУРСАМ С ИСТОЧНИКОМ-СТОКОМ	22
2.3.1. — ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ	
<i>А.П. Буйносов, Н.Г. Фетисова</i> АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЯТЕН КОНТАКТА ПАРЫ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»	26
<i>А.В. Волков, Н.А. Звягинцев, А.Ф. Курмаева, Е.О. Шеянова</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИПФЕЙКОВ	30
<i>А.В. Волков, И.П. Карьгин, Л.П. Канаева, Д.В. Селяев, Н.А. Чагрин, А.В. Марченко</i> АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	33
<i>А.В. Волков, Д.В. Селяев, Н.А. Звягинцев, Е.О. Шеянова</i> СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПАРОЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ НА УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ИС НА ОСНОВЕ Т-КРИТЕРИЯ ВИЛКОКСОНА	37
<i>А.Ю. Ксенофонтов, М.А. Иванова, И.В. Гоголева, Т.И. Васильева</i> АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕФЕРИРОВАНИЕ ТЕКСТОВ ЮРИДИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ МЕТОДОМ АБСТРАКТИВНОЙ СУММАРИЗАЦИИ. ЧАСТЬ 1	40
<i>Е.М. Кузьмин, В.С. Осипов, Н. И. Прыгунов</i> РАЗРАБОТКА VR СИМУЛЯТОРА ИНЖЕНЕРА-ЭНЕРГЕТИКА	45
<i>Т.С. Миронов, Д.А. Андреев, Л.В. Мотайленко, В.А. Лондигов, А.П. Карасёв</i> АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ	48
<i>А.А. Панфилов</i> ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОБЕТОНОНАСОСА	52
<i>А.А. Панфилов</i> ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ПОТОК ОТКАЗОВ ТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ДРСУ	57
<i>К.М. Пичхадзе, А.А. Поляков</i> ОБЗОР ИСПЫТАНИЙ ПЕНЕТРАТОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ	61
<i>И.Д. Ратманова, Л.М. Зонин</i> ТЕХНОЛОГИЯ ВЕДЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ РЕГИОНА	69
<i>Е.В. Спиридонова, А.Д. Степанов</i> ПРОГНОЗ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ АТОМНОЙ МАССЫ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	77
<i>Н.Г. Фетисова, А.П. Буйносов</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ НА ПЯТНАХ КОНТАКТА В СИСТЕМЕ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»	81

Д.А. Хвостов, В.Э. Шейн РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРЫ С ЭЛЕМЕНТОМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА PYTHON	85
--	----

2.3.3. — ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

В.Г. Благовещенский, П.М. Шкапов, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов, С.А. Мокрушин АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ХРАНЕНИЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	89
Л.Н. Бурмин, Ю.А. Степанов МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МОДУЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МОНИТОРИНГА	94
Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ	100
К.И. Козлов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ КИБЕРАТАК: АЛГОРИТМЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ	103
К.И. Козлов ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ IT-ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА	107
В.И. Курир ЭКСПЕРТНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ ГЭС	111
Е.Н. Леонов, И.В. Чувочина ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ИНДУСТРИИ 4.0 И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	116
И.В. Макарова, А.И. Легаев, С.А. Легаева, Д.А. Апарнев РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭКСТРАКТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ОЧИЩЕННОЙ ПОЛИАНИОННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	120
К.В. Марусич, Е.А. Сарсынбаев РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МОДУЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ	124
С.В. Прытков, М.В. Абрамов, И.И. Гордин, И.А. Котлов РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ БОРЬБЫ С УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ	128
Л.А. Симонова, О.Ю. Бочаров ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	132

2.3.5. — ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ — МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

А.А. Акинин ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ	138
Е.И. Бубченко СТРУКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПРЕДИКТОРОВ В МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ	141
Н.И. Прыгунов, Е.М. Кузьмин ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ VR ПРИЛОЖЕНИЙ	144

2.3.5. — ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

И.И. Анохин РАСПОЗНАВАНИЕ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ В РЕЗЮМЕ С ПОМОЩЬЮ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ	147
---	-----

А.О. Батанов, Н.М. Тюшкевич, С.А. Лашков ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ МАСШТАБИРОВАНИЯ В ОБЛАЧНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ	151
М.А. Вишняков, И.Р. Сылкин, Ю.В. Царев СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ ДО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСА НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА	154
С.Ю. Луканов, Г.А. Хришкевич, М.А. Горелов, О.Ю. Тимошевская, В.А. Лондинов РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ	158
З.С. Сейдаметова, С.В. Сейдаметов, С. Сейдаметова ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОБЛАЧНЫХ МИКРОСЕРВИСНЫХ СИСТЕМ	163
АННОТАЦИИ	166

THE RELEASE MAINTENANCE

<i>V.S. Minkin, A.V. Repina, T.Y. Starostina, R.H. Shagimullin</i> CURING OF POLYSULFIDE OLIGOMERS WITH INDUSTRIAL VULCANIZING AGENTS	8
---	---

1.2.2. — TECHNICAL SCIENCES — MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND PROGRAM COMPLEXES

<i>A.M. Bolotov</i> OPTIMIZATION OF THE SPECIFIC MASS ENERGY CONSUMPTION OF COMPOSITE FLYWHEELS OF THE RING TYPE	14
<i>E.V. Gusev, Z.L. Maryushina, A.A. Pronkin</i> OPTIMIZATION OF SYSTEM REDUNDANCY WITH CONSTRAINTS ON WEIGHT, DIMENSIONS AND COST	18
<i>Yu.I. Fedorov, A.M. Osipova, V.V. Ovchinnikova</i> A MATHEMATICAL MODEL OF THE DYNAMICS OF THE LEVEL OF WORKLOAD OF AN INFORMATION SYSTEM WITH REQUESTS TO ITS RESOURCES WITH A SOURCE-DRAIN	22

2.3.1. — TECHNICAL SCIENCES — SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING

<i>A.P. Buinosov, N.G. Fetisova</i> ANALYSIS OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF CONTACT SPOTS OF A PAIR OF WHEEL-RAILS	26
<i>A.V. Volkov, N.A. Zvyagintsev, A.F. Kurmayeva, E.O. Sheyanova</i> APPLICATION OF FUZZY LOGIC METHODS FOR DETECTING DEEPFAKES	30
<i>A.V. Volkov, I.P. Kargin, L.P. Kanaeva, D.V. Selyaev, N.A. Chagrin, A.V. Marchenko</i> ANALYSIS OF PCB MANUFACTURING QUALITY PARAMETERS USING FUZZY LOGIC	33
<i>A.V. Volkov, D.V. Selyaev, N.A. Zvyagintsev, E.O. Sheyanova</i> STATISTICAL ANALYSIS OF THE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF PASSWORD POLICY ON THE LEVEL OF IP SECURITY BASED ON THE WILCOXON T-TEST	37
<i>A.Yu. Ksenofontov, M.A. Ivanova, I.V. Gogoleva, T.I. Vasilyeva</i> AUTOMATIC SUMMARY OF LEGAL DOCUMENTATION TEXTS BY THE METHOD OF ABSTRACTIVE SUMMARIZATION. PART 1	40
<i>E.M. Kuzmin, V.S. Osipov, N.I. Prygunov</i> DEVELOPMENT OF A VR SIMULATOR FOR AN ENERGY ENGINEER	45
<i>T.S. Mironov, D.A. Andreev, L.V. Motaylenko, V.A. Londikov, A.P. Karasev</i> SYSTEM ARCHITECTURE FOR TESTING TRADING STRATEGIES USING GRAPHICS PROCESSORS	48
<i>A.A. Panfilov</i> INFLUENCE OF AMBIENT AIR TEMPERATURE ON FUEL CONSUMPTION OF A CONCRETE PUMP TRUC	52
<i>A.A. Panfilov</i> INFLUENCE OF SEASONAL OPERATING CONDITIONS ON THE FLOW OF DRSU TRACTOR EQUIPMENT FAILURES	57
<i>K.M. Pichkhadze, A.A. Polyakov</i> REVIEW OF TESTS OF GENERATORS FOR THE STUDY OF CELESTIAL BODIES	61
<i>I.D. Ratmanova, L.M. Zonin</i> TECHNOLOGY FOR MAINTAINING FUEL AND ENERGY BALANCES IN THE REGION	69
<i>E.V. Spiridonova, A.D. Stepanov</i> PREDICTION OF THE RELATIVE ATOMIC MASS OF ELEMENTS USING MACHINE LEARNING METHODS	77
<i>N.G. Fetisova, A.P. Buinosov</i> DETERMINATION OF FRICTION FORCE AT CONTACT SPOTS IN THE WHEEL-RAIL SYSTEM	81
<i>D.A. Khvostov, V.E. Sheyn</i> IMPLEMENTATION OF A GAME WITH A PYTHON PROGRAMMING ELEMENT	85

2.3.3. — TECHNICAL SCIENCES — AUTOMATION AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND PRODUCTION

<i>V.G. Blagoveshchensky, P.M. Shkapov, I.G. Blagoveshchensky, I.V. Krotov, S.A. Mokrushin</i> ADAPTIVE CONTROL OF TRANSIENT SUNFLOWER SEED STORAGE PROCESSES BASED ON THE USE OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES	89
<i>L.N. Burmin, Yu.A. Stepanov</i> THE METHOD FOR QUALITY CONTROL OF THE SERVER-SIDE OF AN INFORMATION SYSTEM BASED ON A MODULAR MONITORING INFRASTRUCTURE	94
<i>R.R. Galyamov, A.Yu. Sharifullina</i> AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEM	100
<i>K.I. Kozlov</i> USING MACHINE LEARNING TO PREDICT CYBER ATTACKS: ALGORITHMS AND PRACTICAL EXAMPLES	103
<i>K.I. Kozlov</i> CLOUD COMPUTING AND ITS IMPACT ON THE SUSTAINABILITY OF IT INFRASTRUCTURE IN A CRISIS	107
<i>V.I. Kurir</i> EXPERT DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC SYSTEMS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS	111
<i>E.N. Leonov, I.V. Chuvochina</i> PROBLEMS OF SMART GRID TECHNOLOGY IN INDUSTRY 4.0 AND THEIR SOLUTIONS	116
<i>I.V. Makarova, A.I. Legaev, S.A. Legaeva, D.A. Aparnev</i> DEVELOPMENT OF THE EXTRACTOR DESIGN IN THE PRODUCTION OF PURIFIED POLYANION CELLULOSE	120
<i>K.V. Marusich, Y.A. Sarsenbaev</i> DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF THE HEAT TREATMENT MODULE FOR MACHINE-BUILDING PRODUCTS	124
<i>S.V. Prytkov, M.V. Abramov, I.I. Gordin, I.A. Kotlov</i> DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATION AND DESIGN OF IRRADIATION UNITS USED TO COMBAT ULTRAVIOLET DEFICIENCY	128
<i>L.A. Simonova, O.Y. Bocharov</i> APPLICATION OF PREDICTIVE ANALYTICS SYSTEM IN PROCESS CONTROL BASED ON NEURAL NETWORKS.	132

2.3.5. — PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES — MATHEMATICAL AND SOFTWARE OF COMPUTERS, COMPLEXES AND COMPUTER NETWORKS

<i>A.A. Akinin</i> APPLICATION OF LARGE LANGUAGE MODELS FOR DIAGNOSTICS	138
<i>E.I. Bubchenko</i> STRUCTURES OF NEURAL NETWORK PREDICTORS IN MEDICAL SYSTEMS	141
<i>N.I. Prygunov, E.M. Kuzmin</i> STAGES OF VR APPLICATION DEVELOPMENT	144

2.3.5. — TECHNICAL SCIENCES — MATHEMATICAL AND SOFTWARE OF COMPUTERS, COMPLEXES AND COMPUTER NETWORKS

<i>I.I. Anokhin</i> NAMED ENTITY RECOGNITION IN RESUMES USING LARGE LANGUAGE MODELS	147
<i>A.O. Batanov, N.M. Tyushkevich, S.A. Lashkov</i> APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES TO IMPROVE SCALING PROCESSES IN CLOUD-BASED EXPERT SYSTEMS	151
<i>M.A. Vishnyakov, I.R. Sylkin, Yu.V. Tsarev</i> SATELLITE TECHNOLOGIES FOR ESTIMATION OF DISTANCE TO EMISSION SOURCE BASED ON FACTOR ANALYSIS	154
<i>M.I. Gorelov, S.Yu. Lukanov, G.A. Khrishkevich, O.Yu. Timoshevskaya, V.A. Londikov</i> CONTROL MODEL DEVELOPMENT OF A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES USING DEEP REINFORCEMENT LEARNING	158
<i>Z.S. Seidametova, S.V. Seidametov, S. Seidametova</i> TOOLS FOR DEVELOPING CLOUD-BASED MICROSERVICE SYSTEMS	163

ABSTRACTS	166
-----------	-----

2.3.3.

¹В.С. Минкин, ¹А.В. Репина, ²Т.Ю. Старостина, ³Р.Х. Шагимуллин

¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет,
институт нефти, химии и нанотехнологий, кафедра физики,

²Казанский национальный исследовательский технологический университет,
институт управления, автоматизации и информационных технологий,
кафедра электропривода и электротехники,

³главный редактор журнала Научно-технический вестник Поволжья

ОТВЕРЖДЕНИЕ ПОЛИСУЛЬФИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ВУЛКАНИЗУЮЩИМИ АГЕНТАМИ

Рассмотрено влияние промышленных вулканизующих агентов на процессы отверждения полисульфидных олигомеров. Установлено влияние состава вулканизующих агентов на комплекс свойств и температурное поведение получаемых композиций. Показана эффективность использования диоксида свинца в составе вулканизующих паст.

Ключевые слова: *полисульфидные олигомеры, ЯМР-спектроскопия.*

Диоксид свинца является одним из наиболее активных вулканизующих агентов полисульфидных олигомеров (ПСО), который, как правило, используется в виде вулканизующих паст, содержащих пластификатор [1].

В состав отечественной вулканизующей пасты №17 на основе диоксида свинца входит около 10% мас. дибутилфталата (ДБФ). Наличие пластификаторов в составе герметиков должно оказывать определенное воздействие на процесс формирования полимерной сетки. Так, установлено [2], что введение 10 и 20 мас. ч. дибутилфталата в состав композиций на основе ПСО, вулканизуемых диоксидом свинца, приводит к снижению когезионной прочности вулканизатов в 2 и 3 раза соответственно. Данные о влиянии малых добавок пластификатора на комплекс свойств вулканизатов отсутствуют.

Известно, что в процессе вулканизации ПСО оксидами металлов развиваются процессы циклизации, особенно заметные при использовании диоксида свинца. При этом с увеличением дозировки PbO_2 возрастает содержание золь-полимера в вулканизатах. Так, в работе [3] приводится зависимость содержания золь-фракции от количества PbO_2 . Полагая, что в этом случае речь идет о ненаполненных вулканизатах и что диоксид свинца использовался без пластификатора, мы определили содержание золь-полимера в аналогичных вулканизатах, полученных с использованием этого окислителя в виде вулканизующей пасты №17. Оказалось, что содержание золя в последнем случае значительно ниже, а плотность эффективных цепей сетки выше (рис.1). Для вулканизатов, полученных без пластификатора, плотность химических цепей сетки настолько мала, что ее невозможно установить по равновесному модулю сжатия набухших образцов. Подобный характер изменения плотностей цепей сетки свидетельствует о существенном облегчении контакта HS-групп в присутствии дибутилфталата, что и приводит к более полному их превращению. Показательно, что наличие техуглерода П-803 (30 мас. ч.) в составе герметиков приводит к заметному повышению как эффективных, так и химических цепей сетки. что в данном случае может быть связано с каталитическим воздействием наполнителя на процесс вулканизации ПСО.

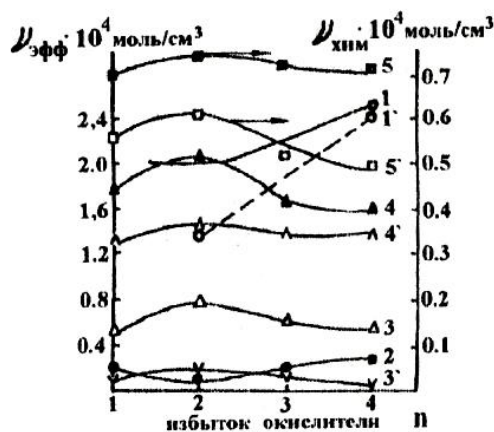


Рис. 1 – Влияние дозировки PbO_2 и пластификатора на количество золь-фракции (1,1',2) и параметры гель-фракции (плотности эффективной (3,3',4,4') и химической (5,5') сеток) у ненаполненных (3,3') и наполненных (4,4') вулканизатов ПСО, полученных без ДБФ (1,1',3,4') и с ДБФ (2,3,4,5)

На рис.2 приведены температурные зависимости ширины линии ЯМР для вулканизатов ПСО, полученных в присутствии пластификатора (кривая 1) и без него (кривая 2). Видно, что наличие пластификатора в герметизирующей пасте существенно влияет на функцию $\delta H = f(T)$ и область ее резкого сужения. При использовании диоксида свинца в виде вулканизирующей пасты эта зависимость смещается в область более высоких температур. Температура резкого сужения ширины линии $T_{с.р.}$ составляет для вулканизатов с пластификатором и без него соответственно -8°C и -32°C . Наблюдаемое различие в молекулярной подвижности вулканизатов хорошо коррелирует с плотностями цепей сетки (рис.1). Ранее было установлено, что при вулканизации ПСО образуются циклические соединения способные играть роль пластификатора и формирующие золь-полимер.

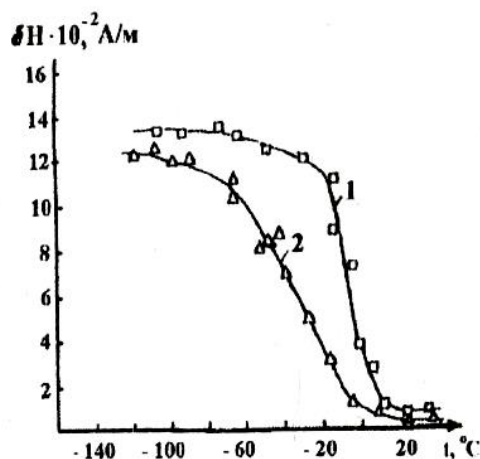


Рис. 2 – Температурные зависимости ширины линий ЯМР (δH) вулканизатов ПСО, полученных с использованием PbO_2 в виде пасты №17 (1) и порошка (2).

Коэффициент избытка окислителя против стехиометрии $n=2$

Судя по полученным экспериментальным данным, можно предположить, что при использовании диоксида свинца в виде вулканизирующей пасты затрудняется процесс циклообразования, поскольку содержание золь-фракции резко снижается и формируется сетка с достаточно высокой плотностью. Так, в табл.1 приведены результаты сравнения плотности цепей химической сетки ненаполненных вулканизатов ПСО, полученных с использованием вулканизирующей пасты №9 на основе MnO_2 и пасты №17 на основе PbO_2 при $n=2$, то есть при двукратном избытке окислителя по сравнению со стехиометрией (что соответствует эквимольному соотношению MO_2 : ПСО). Если учесть значение адсорбционно-десорбционных явлений для вулканизации ПСО, то естественно

предположить, что дибутилфталат может оказывать определенное влияние на число межмолекулярных контактов PbO_2 : олигомер.

Таблица 1 - Влияние природы диоксида в пасте на плотности цепей молекулярных сеток ненаполненных вулканизатов ПСО

Вулканизирующий агент	Плотность химических цепей молекулярной сетки $\cdot 10^4$, моль/см ³ :
Паста №9 (MnO_2)	2,10
Паста №17 (PbO_2)	0,75

Такие адсорбционные процессы или дативные связи, с одной стороны, способствуют окислению HS-групп олигомера, а с другой – его циклизации. Чем больше адсорбционных связей в вулканизирующей системе, тем больше степень превращения концевых групп олигомера и с большей вероятностью возможна циклизация макромолекул под влиянием меркаптидов свинца, образующихся в ходе процесса вулканизации. Разумеется, такое влияние адсорбционных и дативных связей имеет место лишь в тех случаях, когда их образование не приводит к резкому повышению вязкости системы.

Если о степени превращения HS-групп можно судить по экспериментальной плотности цепей сетки, то об интенсивности адсорбционных взаимодействий и дативных связей могут свидетельствовать значения тепловых эффектов при вулканизации ПСО оксидами свинца (рис.3).

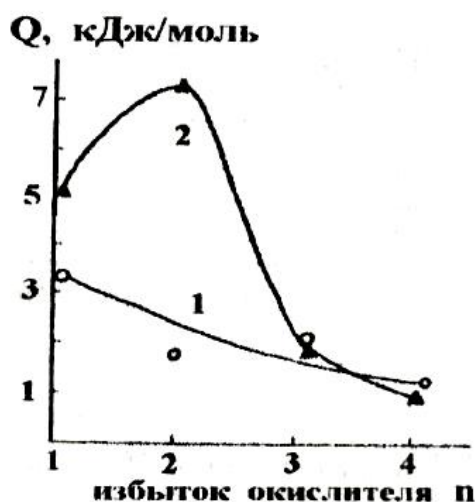


Рис. 3 – Влияние содержания PbO_2 на тепловой эффект вулканизации ПСО при использовании окислителя в виде: 1 – порошка, 2 – пасты №17

Согласно полученным данным тепловыделение при использовании пастообразного окислителя выше, что коррелирует с более высокими степенями превращения HS-групп олигомера. При этом максимумы на кривых тепловыделения и плотностей цепей сетки (рис.1 и 3) соответствуют эквимольному соотношению $[\text{PbO}_2]:[\text{PCO}]$ или двукратному молярному избытку окислителя над стехиометрией процесса окисления, протекающего по суммарному уравнению $2\sim\text{R-SH} + [\text{O}] = \sim\text{R-S-S-R} + \text{H}_2\text{O}$.

Следовательно, применение диоксида свинца в виде вулканизирующей пасты позволяет провести процесс вулканизации ПСО более эффективно, чем при использовании порошкообразного окислителя. Найденные значения вторых моментов линии ЯМР при низких температурах (рис.4) также свидетельствуют о более сильном межмолекулярном вкладе и более плотной упаковке полимерной сетки в вулканизатах, полученных в присутствии пластификатора.

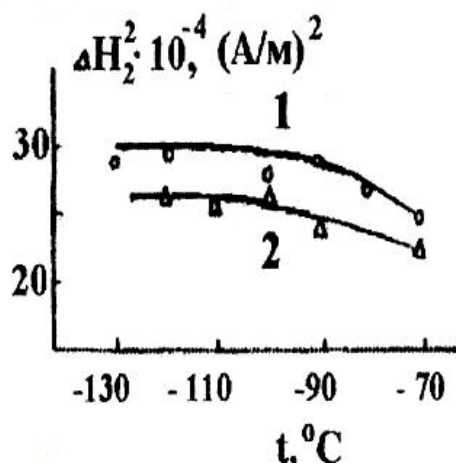


Рис. 4 – Второй момент линии ЯМР вулканизатов ПСО, полученных в присутствии ДБФ (1) и без него (2), при низких ($\leq T_g$) температурах и $n=2$

В состав вулканизирующих паст ПСО, кроме основного вещества, вводятся пластификатор, регулятор скорости процесса вулканизации, тиксотропные добавки [2]. В качестве пластификатора обычно применяют дибутилфталат [3], но имеются сведения об использовании хлористого дифенила, арохлора, смесей терфенилов, рубракса, битумов, каменноугольных или иных смол [3]. Как уже было показано выше, введение ДБФ в состав некоторых композиций на основе полисульфидных олигомеров способствует формированию более плотной и (или) однородной полимерной сетки. В этой связи несомненный интерес представляет исследование влияния пластификатора на кинетику процесса формирования полимерной сетки из ПСО.

На рис.5 приведены кинетические кривые процесса вулканизации полисульфидного олигомера диоксидом марганца в присутствии пластификатора (вулканизирующая паста №9) и без него. Ранее было показано [1,2], что сравнение скоростей процессов отверждения полисульфидных олигомеров можно проводить по значениям $1/\tau_{\min}$, где $\tau_{\min}$ – время, за которое достигается минимальное значение времени спин-спиновой релаксации T_2 .

С увеличением концентрации дибутилфталата в композициях на основе ПСО заметно ускоряется отверждение олигомера, а скорости процесса, найденные как $1/\tau_{\min}$, изменяются симбатно дозировке пластификатора (табл.2).

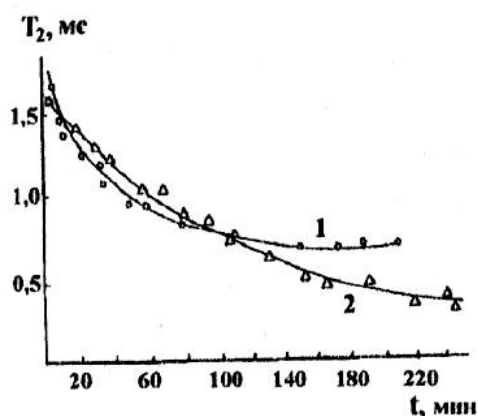


Рис. 5 – Изменение времени спин-спиновой релаксации T_2 в процессе вулканизации ПСО MnO_2 при 25 °C: 1 – в присутствии ДБФ (вулканизирующая паста №9), 2 – без ДБФ.

Это может быть обусловлено влиянием полярности среды на скорость окисления олиготиолов.

Таблица 2 - Влияние дозировки пластификатора на скорость отверждения композиций на основе ПСО

Количество ДБФ, % мас.	$(1/\tau_{\min}) \cdot 10^3, \text{ мин}^{-1}$
0	0,85
0,25	3,33
0,33	4,17
0,47	5,55

Действительно, при фиксированном количестве (47 % мас.) пластификатора наблюдается рост константы скорости вулканизации симбатно увеличению его полярности (табл.3). Однако повышение дозировки дибутилфталата может привести к чрезмерному ускорению процесса, что нежелательно, поскольку высокие скорости вулканизации оказываются причиной повышенной дефектности полимерной сетки [3].

Таблица 3 - Влияние полярности среды на скорость окисления олиготиолов

Показатель	Пластификатор		
	Гексан	ДБФ	ДМФА
Дипольный момент пластификатора Кл·м	0,08	2,75	3,88
Эффективная константа* скорости вулканизации до гель-точки $K \cdot 10^3 \text{ мин}^{-1}$	0,96	1,90	2,84

*Значения эффективных констант скорости вулканизации найдены по изменению вязкости композиций при 25 °С с использованием известной методики [2].

Действительно, рассчитанные по экспериментальным данным значения вторых моментов линии поглощения ЯМР при низких температурах для вулканизатов, полученных при использовании значительных количеств пластификатора, имеют более низкие значения, чем для вулканизатов, полученных в отсутствие дибутилфталата (табл.4).

Таблица 4 - Значения вторых моментов линии ЯМР вулканизатов ПСО при температуре - 80 °С

Содержание ДБФ, % мас.	$\Delta H_2^2 \cdot 10^{-4}, (\text{А/м})^2$
-	30,2
40	28,2
50	26,4
75	25,2
100	23,8

Следовательно, ДБФ ускоряет по крайней мере диффузию компонентов, участвующих в отверждении ПСО, но при его высоких дозировках скорость процесса достигает чрезмерной величины, что не способствует формированию высокой концентрации химически сшитых цепей и (или) плотности упаковки молекулярной сетки.

Контроль за скоростью процесса вулканизации по изменению времени спин-спиновой релаксации T_2 может осуществляться в реальном времени (рис.6). Поэтому данная процедура должна рассматриваться как экспресс-метод изучения кинетики отверждения олигомеров, который к тому же может быть легко реализован в лабораторных условиях.

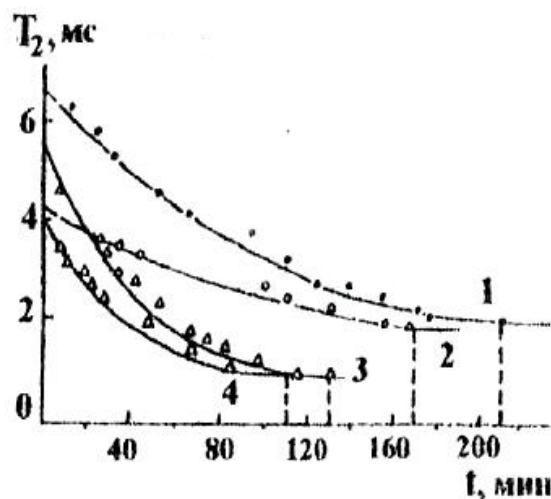


Рис. 6 – Зависимость времени T_2 от продолжительности процесса вулканизации ПСО.

Вулканизирующий агент: MnO_2 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (3,4),
наполнитель – мас. ч.тех. углерода П-803 (2,4)

Кроме того, существует прямая корреляция между плотностью эффективных цепей полимерной сетки и значениями T_2 вулканизатов (рис.7).

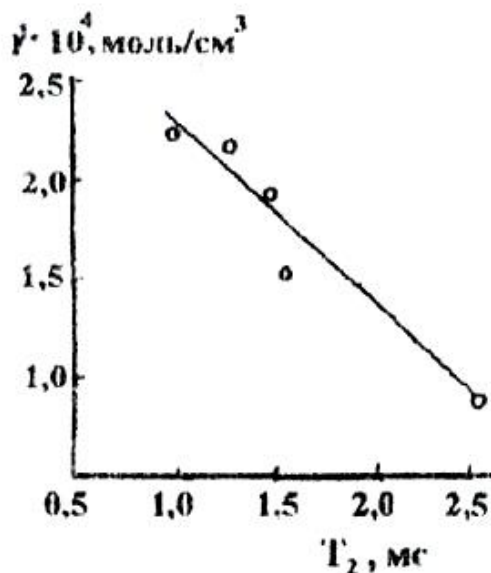


Рис. 7 – Зависимость времени спин-спиновой релаксации T_2 от плотности эффективных цепей молекулярной сетки (1,2), ненаполненных вулканизатов 30 ПСО

Поэтому используя зависимость $T_2 = f(\nu_{\text{эфф}})$ и экспериментально найденные значения T_2 можно в реальном временном масштабе оценивать эффективность процесса формирования полимерной сетки.

Список литературы

1. Минкин В.С. Промышленные полисульфидные олигомеры: синтез, вулканизация, модификация / Дебердеев Р.Я., Палютин Ф.М., Хакимуллин Ю.Н. // К: Новое знание, 2004, 176 с.
2. Суханов П.П., Минкин В.С. Исследование процессов структурирования олигомерных композиций методами радиоспектроскопии // К: КГТУ, 2011, 224 с.
3. Минкин В.С. ЯМР в промышленных полисульфидных олигомерах // К: изд-во Абак, 1997, 222 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ — 1.2.2.

1.2.2.

А.М. Болотов канд. техн. наук

Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации,
кафедра информатики,
Пермь, bamrgteu@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ УДЕЛЬНОЙ МАССОВОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАХОВИКОВ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА

В статье сформулирована задача нахождения оптимальной зависимости угла намотки от радиуса композиционного маховика кольцевого типа, которая обеспечивает его максимальное значение удельной массовой энергоемкости. Обоснован выбор ограничений в задаче. Приведены результаты расчета для наиболее распространенных композиционных материалов. Показано, что предлагаемых прием изготовления маховиков может существенно повысить его энергоемкость.

Ключевые слова: композиционный маховик, удельная массовая энергоемкость, метод Хука – Дживса.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам рационального использования энергии. Это связано с экологическими проблемами, стремлением экономить не возобновляемые энергетические ресурсы. Одним из возможных путей в этом направлении является использование различных аккумуляторов энергии. Сейчас предложены много типов накопителей энергии, которые используют различные физические и химические принципы для аккумуляции энергии. В настоящее время не существует идеального накопителя, т.к. их разные типы имеют как сильные, так и слабые стороны [1].

Таблица 1 - Сравнительная характеристика накопителей

Параметры	Вид накопителя				
	Электро-химический	Суперконденсатор	Сжатый воздух	Сверх-проводная катушка	Супер-маховик
КПД, %	70	95	85	95	90
Энергоемкость, Вт*ч/кг	150	15	—	200	300
Количество циклов	10^3	10^6	10^4	10^6	10^5
Жизненный цикл, лет	3-5	10	20	10	20+
Время заряда	часы	секунды	часы	минуты	минуты
Выходная мощность	средняя	высокая	очень высокая	высокая	высокая
Стоимость	низкая	средняя	очень высокая	очень высокая	высокая
Масштабируемость	высокая	средняя	низкая	средняя	высокая
Экологические проблемы	средние	низкие	средние	низкие	низкие

Из таблицы видно, что по многим показателям супермаховик превосходит другие типы накопителей. Маховик накапливает энергию в виде кинетической энергии вращающегося тела. Значение удельной массовой энергоемкости изотропного маховика известно [2]:

$$W_m = \frac{[\sigma]^+}{\rho} K, \quad (1)$$

где $[\sigma]^+/\rho$ – удельная прочность материала маховика на растяжение, $\text{м}^2/\text{с}^2$;

K – коэффициент формы маховика.

Коэффициент формы маховика является безразмерной величиной и характеризует его эффективность. Из формулы (1) следует, что W_m маховиков прямо пропорциональна удельной прочности материала. Это справедливо и для анизотропных маховиков. Использование высокопрочных композиционных материалов для изготовления маховиков методом намотки позволяет повысить их W_m в 3-5 раз по сравнению с маховиками из металлов с высокой удельной прочностью. Такие маховики называли супермаховиками. Но маховики полученные намоткой, в частности кольцевые маховики изготовленные окружной намоткой, обладают существенным недостатком – низкой прочностью в радиальном направлении.

Одним из возможных путей повышения прочности маховика в радиальном направлении является изменение угла намотки ленты по толщине в процессе изготовления маховика [3]. Так как вариантов изменения угла намотки бесконечное множество, то необходимо найти оптимальную зависимость угла укладки ленты по толщине кольцевого маховика.

В качестве параметра оптимизации принимался угол укладки ленты θ между направлением армирования и образующей цилиндра:

$$X = \{\theta\}. \quad (2)$$

Ограничения:

1) Структурное. Минимально возможный угол намотки 45° (внутренний радиус) из условия обеспечения не соскальзывания ленты с оправки и максимально возможный угол 90° (наружный радиус). Обозначая структурные ограничения через $\chi(X)$ имеем:

$$45^\circ \leq \chi(X) \leq 90^\circ. \quad (3)$$

2) Физические. Оценка прочности проводилась по критерию максимальных линейных напряжений. Тогда исчерпание несущей способности кольца возможно в четырех случаях:

а) растягивающие напряжения в ленте вдоль армирования σ_1 больше допустимого σ_{1B}^+ :

$$\psi_1(X) = 1 - \sigma_{1B}^+ / \sigma_1. \quad (4)$$

б) растягивающие поперечные напряжения σ_2 в ленте превысили допустимые σ_{2B}^+ :

$$\psi_2(X) = 1 - \sigma_{2B}^+ / \sigma_2. \quad (5)$$

в) касательные напряжения в ленте τ больше допустимых τ_{12B} :

$$\psi_3(X) = 1 - \tau_{12B} / \tau. \quad (6)$$

г) разрушение кольца в радиальном направлении:

$$\psi_4(X) = 1 - [\sigma_r] / \sigma_r. \quad (7)$$

В расчетах принималось, что допустимые напряжения $[\sigma_r]$ равняются допустимым поперечным напряжениям σ_{2B}^+ .

3) Геометрическое. По физическому смыслу радиус кольца не может быть отрицательным, тогда имеем геометрическое ограничение в виде:

$$\varphi(X) \geq 0. \quad (8)$$

Имеем задачу нелинейного программирования с функцией цели W_m (максимум удельной массовой энергоёмкости) в следующем виде:

$$W_m \rightarrow \max; \varphi(X) \geq 0; \chi(X) > 0; \psi_i(X) \leq 0, i=1,4. \quad (9)$$

Для решения задачи (9) необходимо использовать методы прямого поиска, в которых используется только значение целевой функции. Из существующих методов поиска был выбран метод Хука – Дживса (МХД).

Зависимость угла укладки ленты от радиуса искалась в классе гладких функций, а именно в виде квадратичной функции:

$$\theta(r) = A * r^2 + B * r + C. \quad (10)$$

Константы A, B, C определялись из системы трех уравнений. Она получается при записи (10) для трех относительных радиусов: внутреннего, среднего и наружного, который равен единице. В уравнении системы, записанном для наружного радиуса, угол укладки ленты был

постоянным и равнялся $\theta=90^0$. Такая окружная намотка обеспечивает максимальную жесткость материала, что снижает растягивающие радиальные напряжения в кольце. Таким образом, МХД применялся для функции двух переменных.

Алгоритм нахождения напряженно-деформированного состояния вращающегося композиционного слоистого кольца в предположении плоского напряженного состояния рассмотрен в статье [4]. Определение напряжений в ленте σ_1 , σ_2 , τ по найденному окружному напряжению проводилось по формулам, приведенным в работе [5]. Получение оптимального решения в общем случае (для произвольных размеров и материала кольца) требует значительных затрат. Для практики важны конкретные случаи. Поэтому возможность повышения W_m рассмотрена для конкретных материалов: стекло-, органо-, угле-, боропластиков (СП, ОП, УП, БП) [6].

Таблица 2 - Механические характеристики материалов обода маховиков

Характеристика	Плотность, кг/м ³	σ_{1B}^+ , ГПа	$\sigma_{1B}^+/\sigma_{2B}^+$	σ_{1B}^+/τ_{12B}	E_1 , ГПа	E_1/E_2	E_1/G_{12}
СП	2100	1,75	51,47	36,46	57	6,33	10,96
УП	1500	1,1	33,33	40,74	180	29,03	36,00
ОП	1380	1,8	64,29	42,86	72	14,69	36,00
БП	2000	1,6	24,62	15,69	210	11,05	33,87

Расчет проводился для значений относительного радиуса от 0,2 до 0,8, с шагом 0,2. Это дало возможность при значительном сокращении объема вычислений исследовать зависимость W_m от размеров кольца, угла намотки и механических свойств материала кольца.

Начальная длина шага равнялась 2 градусам. Конечная длина шага изменения угла намотки равнялась $5 \cdot 10^{-4}$ градусам. Оптимальное решение для различных значений внутреннего радиуса находилось за 37 – 42 итераций. Косвенный контроль правильности полученного решения оценивался по разнице между W_m , соответствующим возможным видам разрушения. При решении эта разница была в третьей-пятой значащей цифре. В процессе решения имелись случаи нарушения структурного ограничения (3) для нижней границы для ОП и СП колец с относительным радиусом равным 0,2 ($r=0,2$) и верхней границы для УП кольца с $r=0,8$. В этих случаях, где это происходило, углу намотки присваивалось граничное значение ограничения (45^0 или 90^0).

Полученные результаты сравнивались с $\tilde{W}_m$ кольца, имеющего окружную намотку по всей толщине кольца. Результаты расчетов сведены в таблицу 3. Процентная разница находилась по формуле:

$$[(W_m - \tilde{W}_m)/\tilde{W}_m] \cdot 100\%. \quad (11)$$

Таблица 3 – Результаты решения оптимизационной задачи (9)

Материал маховика	Относительный внутренний радиус кольца			
	0,2	0,4	0,6	0,8
УП	32,69	38,52	41,58	20,60
ОП	26,42	47,04	17,86	9,19
БП	26,72	22,32	15,54	13,97
СП	5,44	4,2	3,89	7,96

Из таблицы видно, что изменяя угол укладки ленты по радиусу, можно добиться существенного увеличения W_m маховиков кольцевого типа. Наибольший эффект достигается в случае применения материалов с большим коэффициентом анизотропии (УП, БП, ОП). Таким образом, применяемая в настоящее время при изготовлении кольцевых маховиков окружная намотка по всей толщине обода приводит к неполной реализации прочностных свойств композиционных материалов. Следствием этого является более низкая W_m маховика, по сравнению с оптимально спроектированным маховиком.

Список литературы

1. Соколов М.А., Томасов В.С., Йастрзевски Р. Сравнительный анализ систем запасаения энергии и определение оптимальных областей применения современных супермаховиков. «Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики», 2014, том 14, №4(92). С.149-155.
2. Джента Дж. Накопление кинетической энергии. Теория и практика современных маховичных систем. М.: Мир, 1988, 428 с.:ил.
3. А. с. 1462052 СССР, МПК F 16 F15/30. Маховик: 4151649/25-28: заявл.26.11.86: опубл. 28.02.89/Колмогоров Г.Л., Болотов А.М., Лободов В.В. (СССР). – Бюл.№8. – 3 с.:ил.
4. Болотов А.М., Лободов В.В. Решение плоской задачи для вращающегося слоисто-ортотропного кольца переменной высоты//Прочностные и динамические характеристики машин и конструкций/Перм.политехн.ин-т. Пермь, 1989. С.66-70.
5. Основы проектирования и изготовления конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов [Учеб. пособие для авиац. спец. вузов / В. В. Васильев, А. А. Добряков, А. А. Дудченко и др.]; Под ред. В. В. Васильева. — М.: МАИ, 1985, 218 с.: ил.
6. Скворцов Ю.В. Механика композиционных материалов: конспект лекций /Самара: Изд-во Самар.гос.аэрокосмического ун-та, имени С.П. Королёва, 2013, 94 с.

1.2.2.

¹Е.В. Гусев канд. техн. наук, ^{1,2}З.Л. Марюшина, ¹А.А. Пронкин¹ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»,

Кафедра 610 «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем»,

²ФАУ Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»,

Москва, ccg-gus@mail.ru, nightwitches152@gmail.com, pronkinalex@mail.ru

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ
С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ВЕС, ГАБАРИТЫ И СТОИМОСТЬ**

В статье рассмотрен вопрос разработки математической модели и алгоритма решения задачи оптимального резервирования для системы из n последовательно соединённых элементов с учетом ограничений по весу, габаритам и стоимости. Результаты могут быть использованы в расчетах при проектировании или эксплуатации сложных систем, где необходимо определить оптимальное количество запасного оборудования, учитывая ограничения по бюджету или другим параметрам, таким как вес или габариты.

Ключевые слова: надежность, оптимальное резервирование, теория надежности, надежность системы, резервирование системы.

Решение задачи по оптимизации резервирования с одним ограничением было рассмотрено многими авторами, используя различные вычислительные подходы. Однако все предложенные методы громоздки и требуют использования компьютера для решения достаточно сложных задач. В данной рассмотрена общая задача оптимального резервирования для нескольких значений x .

Предположим, что система состоит из R последовательно соединенных элементов разных типов. Пусть Q_i, W_i, C_i, V_i — это вероятность отказа, вес, стоимость и габариты i -го элемента ($i = 1, 2, \dots, R$). Для резервированной системы аналогичные параметры обозначим как Q_c, W_c, C_c, V_c . Допустимые значения веса, стоимости и габаритов системы примем за $W_{\text{доп}}, C_{\text{доп}}, V_{\text{доп}}$. Задача заключается в выборе количества резервированных элементов n_i для каждого из R элементов так, чтобы минимизировать вероятность отказа системы, а вес, стоимость и габариты системы будут не превышать заданных значений:

$$\begin{cases} Q_c = \min [Q], \\ W_c \leq W_{\text{доп}}, \\ C_c \leq C_{\text{доп}}, \\ V_c \leq V_{\text{доп}}. \end{cases} \quad (1)$$

Рассмотрим упрощенную задачу для части системы, включающей только первые два элемента, для которых нужно найти оптимальные значения n_1 и n_2 . Чтобы свести задачу с несколькими ограничениями к задаче с одним ограничением, введем коэффициент A , который учитывает возможность резервирования по каждому из ограничений:

$$A_p = \frac{k_W(W_{p-1} + \sum_{i=s+2}^R W_i)W_p}{W_{\text{доп}}} + \frac{k_C(C_{p-1} + \sum_{i=s+2}^R C_i)C_p}{C_{\text{доп}}} + \frac{k_V(V_{p-1} + \sum_{i=s+2}^R V_i)V_p}{V_{\text{доп}}} \quad (2)$$

где s — номер последовательности ($s = 1, 2, \dots, R - 1$); p — номер шага в последовательности решений ($p = 1, 2, 3, \dots, N$); k_W, k_C, k_V — масштабные множители для приведения единиц измерения веса, стоимости и габаритов к одному масштабу; W_p, C_p, V_p — вес, стоимость и габариты системы на p -м шаге оптимальной последовательности (при $p = 0$ значения W_0, C_0, V_0 соответствуют весу, стоимости и габаритам нерезервированной системы).

Различные схемы резервирования будем оценивать по двум критериям: вероятности отказа Q и значению коэффициента A . Задача заключается в нахождении оптимальной последовательности вариантов для каждой части системы, в которой с ростом номера варианта значения Q уменьшаются, а значения коэффициентов A возрастают:

$$\begin{cases} Q_p < Q_{p-1} \\ A_p < A_{p-1} \end{cases} \quad (3)$$

На каждом этапе необходимо рассмотреть возможные варианты резервирования и выбрать тот, у которого значение коэффициента A , рассчитанное по формуле (2), будет минимальным. Для описания вычислительной процедуры будем обозначать переход от предыдущего члена оптимальной последовательности $Q_{p-1} = Q_{i,j}$, $A_{p-1} = A_{i,j}$ к следующему $Q_p = Q_{r,l}$, $A_p = A_{r,l}$ через изменение индексов $i \rightarrow r$, $j \rightarrow l$, где j и l — число элементов первого типа, а i и r — второго. Вычислительный процесс представляет собой повторяющиеся циклы, где на каждом этапе анализируется пара смежных узлов. Из возможных вариантов резервирования для пары узлов выбираются подходящие в пределах заданных ограничений. Затем к следующей паре добавляется новый узел, и так продолжается до R -го узла, формируя оптимальные последовательности. Завершение процесса определяется выполнением одного из неравенств: $W_{N-1} < W_{\text{доп}} < W_{N'}$; $C_{N-1} < C_{\text{доп}} < C_{N'}$; $V_{N-1} < V_{\text{доп}} < V_{N'}$

Расчет оптимального числа резервных элементов

Дана система, состоящая из трех последовательно соединенных элементов со следующими характеристиками:

Таблица 1 – Начальные данные

$q_1 = 0,1;$	$W_1 = 1$	$C_1 = 50$	$V_1 = 3;$
$q_2 = 0,2;$	$W_2 = 3;$	$C_2 = 30$	$V_2 = 2;$
$q_3 = 0,3$	$W_3 = 2;$	$C_3 = 40;$	$V_3 = 4.$

Исходная система характеризуется параметрами:

$$Q = 1 - \prod_{i=1}^3 (1 - q_i) = 0,496; W_0 = \sum_i W_i = 6; C_0 = \sum_i C_i = 120; V_0 = \sum_i V_i = 9.$$

Требуется произвести поэлементное резервирование так, чтобы получить минимальное значение вероятности отказа системы Q при следующих ограничениях на вес, стоимость и габариты: $W_{\text{доп}} = 12$, $C_{\text{доп}} = 220$, $V_{\text{доп}} = 16$. Предварительно определим масштабные множители, для этого один из них (например, k_w) примем равным 1:

$$k_c = \frac{W_{\text{доп}}}{C_{\text{доп}}} = 0,0546; k_v = \frac{W_{\text{доп}}}{V_{\text{доп}}} = 0,075 \quad (4)$$

Ограничения применяются ко всей системе, но на данном этапе нас интересуют только ограничения на резервирование первых двух узлов, с которых начинается процесс. Эти частные ограничения находят по формулам:

$$W_{s \text{ доп}} = W_{\text{доп}} - \sum_{i=s+2}^R W_i; \quad (5)$$

$$C_{s \text{ доп}} = C_{\text{доп}} - \sum_{i=s+2}^R C_i; \quad (6)$$

$$V_{s \text{ доп}} = V_{\text{доп}} - \sum_{i=s+2}^R V_i. \quad (7)$$

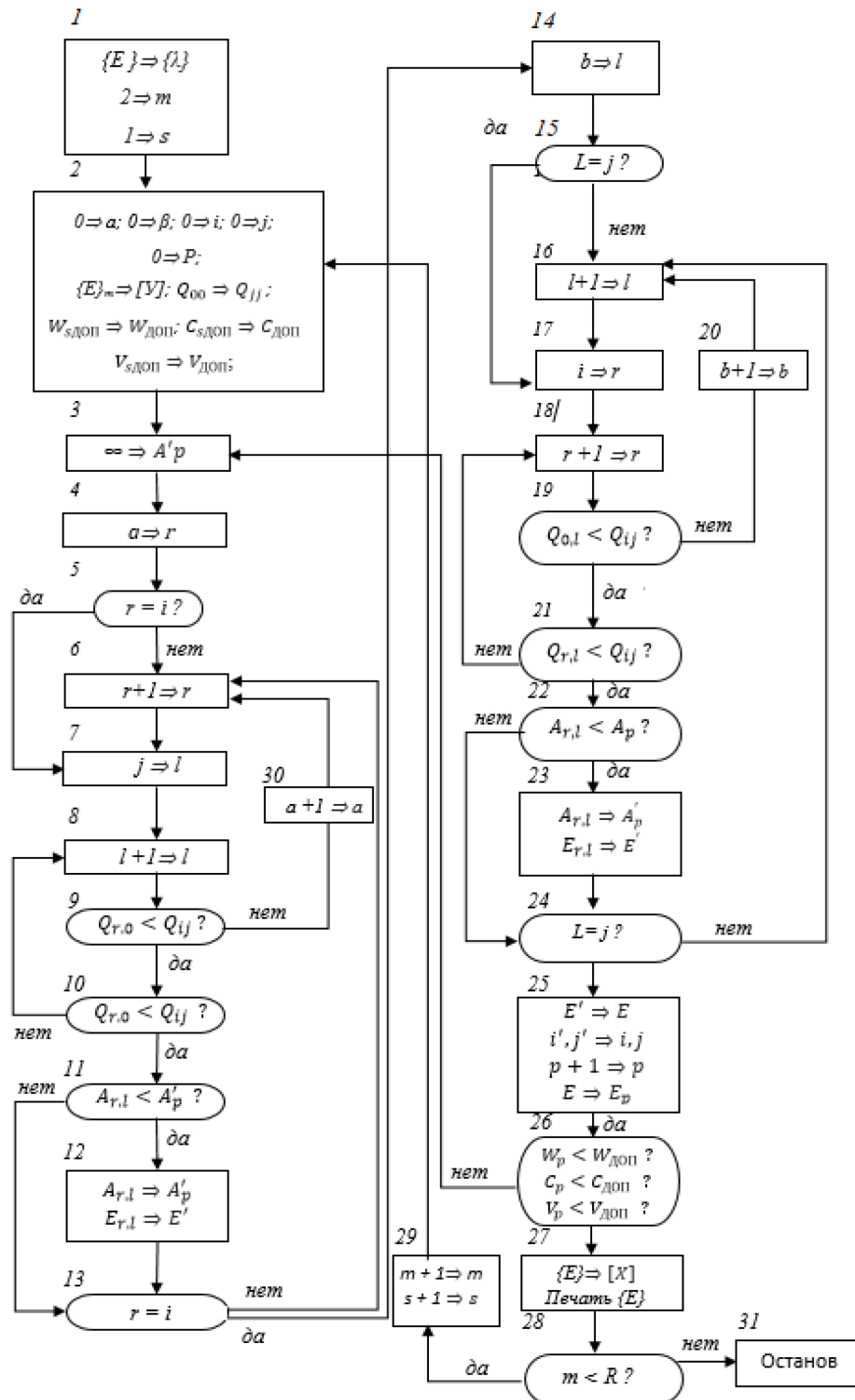


Рис. 1 - Блок-схема алгоритма решения задачи оптимального резервирования с учетом ограничений по весу, габаритам и стоимости

При $s = 1$ (первая последовательность) получим:

$$W_{l\text{доп}} = 12 - 2 = 10, C_{l\text{доп}} = 220 - 40 = 180, V_{l\text{доп}} = 16 - 4 = 12.$$

Эти ограничения используем при определении оптимальной последовательности для части системы, состоящей из первого и второго узла. Результаты вычислений согласно рис. 1 – будем помещать в таблицу 2, в которой верхняя строка соответствует количеству элементов и соответствующим значениям Q , W , C , V первого узла, а левый столбец характеризует второй узел. Приступим к рассмотрению возможных вариантов резервирования определяя для каждого из них значения Q , W , C , V и A .

Таблица 2 – Результаты вычислений

i Q_i W_i C_i V_i	j, Q_j, W_j, C_j, V_j		
	$n_1 = 1$ 0,1 1 50 3	$n_1 = 2$ 0,01 2 100 6	$n_1 = 3$ 0,001 3 150 9
$n_2 = 1$ 0,2 3 30 2	$Q_{11} = 0,280$ $W_{11} = 4$ $C_{11} = 80$ $V_{11} = 5$	$Q_{12} = 0,208$ $W_{12} = 5$ $C_{12} = 130$ $V_{12} = 8$ $A'_1 = A_{12} = 9,91$	–
$n_2 = 2$ 0,04 6 60 4	$p = 1$ $Q_{21} = 0,136$ $W_{21} = 7$ $C_{21} = 110$ $V_{21} = 7$ $A_1 = A_{21} = 9,87$	$p = 2$ $Q_{22} = 0,049$ $W_{22} = 8$ $C_{22} = 100$ $V_{22} = 10$ $A_2 = A_{22} = 17,41$	$Q_{23} = 0,041$ $W_{23} = 9$ $C_{23} = 210$ $V_{23} = 13$
$n_2 = 3$ 0,008 9 90 6	$Q_{31} = 0,107$ $W_{31} = 10$ $C_{31} = 140$ $V_{31} = 9$ $A'_2 = A_{31} = 17,61$	$Q_{32} = 0,018$ $W_{32} = 11$ $C_{32} = 190$ $V_{32} = 12$	–

Заключение. В данной работе был рассмотрен процесс оптимального резервирования системы, состоящей из последовательно соединенных элементов. Для упрощения задачи с несколькими ограничениями были введены коэффициенты, что позволило свести ее к задаче с одним ограничением. В результате разработан алгоритм, позволяющий решать поставленную задачу и формировать оптимальную последовательность резервирования, повышающую надежность системы. Этот подход может стать основой для дальнейших исследований и применения в проектировании сложных технических систем с высокими требованиями к надежности.

Список литературы

1. Абрамов О.В. Управление состоянием сложных технических систем// Труды Международного симпозиума Надежность и качество. - 2010 - Т. 1 - С. 24-26.
2. Gusev E., Pronkin A. Forecasting of maintenance indicators of complex technical systems during storage // AS 6, 383-391 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42401-023-00225-6>.
3. Гусев Е.В., Пронкин А.А. Модель определения оптимального количества запасных элементов и принадлежностей методом динамического программирования // Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. -№5.-С. 46-49.
4. Федотов В.К., Сергеев Н.П., Кондрашин А.А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств. М.: Техносфера, 2005. 502 с.

1.2.2.

Ю.И. Фёдоров, А.М. Осипова, В.В. Овчинникова

Оренбургский государственный аграрный университет,
институт управления рисками и комплексной безопасности,
кафедра информатики и прикладной математики,
Оренбург, yurf0023@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ УРОВНЯ ЗАГРУЖЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЗАПРОСАМИ К ЕЁ РЕСУРСАМ С ИСТОЧНИКОМ-СТОКОМ

В работе изучается авторская математическая модель информационного процесса динамики уровня загрузки информационной системы запросами к её ресурсам с источником-стоком. Модель представлена задачей с начальным условием для неоднородного логистического дифференциального уравнения со стационарным свободным членом, рассматриваемым как параметр моделируемого процесса. Найдено аналитическое соотношение для количества запросов к ресурсам системы к текущему моменту времени, на основе которого произведена оценка уровня загрузки информационной системы.

Ключевые слова: *математическая динамическая модель, информационная система, отказоустойчивость.*

Работа посвящена исследованиям в области построения и анализа динамических математических моделей-сценариев функционирования информационных систем (ИС) в условиях воздействия ряда опасных факторов в сети, таких, например, как отказы в обслуживании. При наличии уязвимостей ИС к проявлению подобных деструктивных факторов запросы от пользователей, поступающие к базам данных (серверу) ИС, могут быть не выполнены или пользователю может быть отказано в доступе к серверу. В результате появления таких событий возможны нарушения функционирования информационных инфраструктур (ИИ), в том числе критических ИИ и одного из основных критериев информационной безопасности объекта – доступности ресурсов ИС [1,2]. Ранее исследования в этом направлении нами проводились в работе [3]. Методы данной работы применялись нами также и в других областях [4-5].

Исследования посвящены анализу отказоустойчивости ИС в условиях проявления таких опасных факторов в сети, как отказы в обслуживании с целью предотвращения нарушения доступности ресурсов ИС.

Основной задачей исследования является количественная оценка динамики уровня загрузки ИС запросами к её ресурсам и влияние на динамику этого информационного процесса (ИП) параметров системы.

При решении задачи применён метод математического моделирования: в авторской математической модели изучаемого ИП с источником-стоком находится уровень загрузки ИС запросами к её ресурсам (количество запросов), оценивается соотношение этой величины с ресурсами ИС и влияние параметров модели на динамику процесса.

Рассмотренная модель динамики уровня загрузки ИС запросами – нелинейное дифференциальное уравнение с начальным условием

$$w'(t) = kw \left(1 - \frac{w}{W} \right) + f, \quad w(0) = w_0, \quad (1)$$

где $w(t)$ – количество запросов к ИС к моменту времени t ; w_0 – начальное количество запросов в системе; W – ресурсы ИС по обработке потока данных, запросов; k – положительная константа модели; $f(t) = f$ – стационарная функция источника (стока),

рассматриваемая как параметр моделируемого процесса.

Нами найдено аналитическое решение задачи (1) для определённого диапазона значений f . Уравнение (1) представим в стандартной для теории дифференциальных уравнений форме и запишем задачу (1) в виде

$$w'(t) - kw + (k/W)w^2 = f, \quad w(0) = w_0. \quad (2)$$

Уравнение в (2) – неоднородное уравнение Риккати. В общем случае это уравнение не сводится к квадратурам. Но постоянство коэффициентов и параметра позволяет проинтегрировать его в конечном виде. Классическое однородное уравнение Риккати обычно интегрируют разделением переменных. Нами применён следующий эффективный метод интегрирования уравнения (2).

Заменой неизвестной функции $w(t)$ в уравнении (2)

$$w(t) = Wz'/kz \quad (3)$$

изучаемая модель приводится к задаче Коши для линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами

$$z'' - kz' - (kf/W)z = 0, \quad z(0) = 1, \quad z'(0) = kw_0/W. \quad (4)$$

Решение уравнения (4) находится в соответствие с общей теорией таких уравнений и определяется знаком дискриминанта D характеристического многочлена, его корнями λ_1 и λ_2 ,

$$D = k^2 + \frac{4kf}{W} = k^2 \left(1 + \frac{4f}{kW} \right), \quad \lambda_1 = \frac{k}{2} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{4f}{kW}} \right), \quad \lambda_2 = \frac{k}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4f}{kW}} \right). \quad (5)$$

В работе [3] отмечено, что решение $z(t)$ будет представлено разными формулами в зависимости от промежутка, которому принадлежат значения параметра f модели, который определяется знаком дискриминанта D (при $D > 0$, $D = 0$, $D < 0$).

Здесь изучалось поведение моделируемого процесса при

$$0 < D < k^2. \quad (6)$$

Если ввести обозначения

$$d = \sqrt{1 + 4f/kW}, \quad \text{т. е. } f = (d^2 - 1)kW/4, \quad (7)$$

то диапазон (6) для D будет определяется следующим диапазоном значений параметра d (или f)

$$0 < d < 1 \quad (-kW/4 < f < 0). \quad (8)$$

Соотношения (5) для дискриминанта, корней характеристического многочлена задачи (4) и границы корней запишем, соответственно, в виде

$$D = k^2 d^2, \quad \lambda_1 = k(1-d)/2, \quad \lambda_2 = k(1+d)/2, \quad 0 < \lambda_1 < \lambda_2 < k. \quad (9)$$

Решением задачи (4) будет функция

$$z(t) = \exp(\lambda_1 t) \left(\lambda_2 - k \frac{w_0}{W} \right) / (\lambda_2 - \lambda_1) + \exp(\lambda_2 t) \left(k \frac{w_0}{W} - \lambda_1 \right) / (\lambda_2 - \lambda_1). \quad (10)$$

Подставив (10) в (3), найдём решение $w(t)$ задачи (1)

$$w(t) = \frac{W}{k} \frac{\lambda_1 (\lambda_2 - k w_0/W) + \lambda_2 (k w_0/W - \lambda_1) \exp((\lambda_2 - \lambda_1)t)}{(\lambda_2 - k w_0/W) + (k w_0/W - \lambda_1) \exp((\lambda_2 - \lambda_1)t)}. \quad (11)$$

Формула (11) – основное соотношение для анализа динамики главного показателя рассматриваемого ИП – количества запросов $w(t)$ к ресурсам ИС в момент времени t .

Результаты и обсуждение. В результате исследований установлено, что в рассматриваемом диапазоне (8) значений параметра f (источника-стока) показатель процесса $w(t)$ зависит не только от f , но и от соотношения w_0/W . Вводя коэффициент

$$r = w_0/W, \quad 0 < r < 1, \quad (12)$$

характеризующий это соотношение (мы считаем, что $w_0 < W$) формулу (11) представим в виде

$$w(t) = \frac{W}{k} \frac{\lambda_1(\lambda_2/k - r) + \lambda_2(r - \lambda_1/k) \exp((\lambda_2 - \lambda_1)t)}{(\lambda_2/k - r) + (r - \lambda_1/k) \exp((\lambda_2 - \lambda_1)t)}. \quad (13)$$

Особенностью изучаемого ИП в диапазоне (8) является наличие в интервале $0 < r < 1$ двух значений коэффициента r , при которых моделируемый процесс будет стационарным, т. е. количество запросов к ИС остаётся постоянным, равным начальному значению w_0 в течение всего процесса:

$$w(t) = w_0 \text{ при } r_1 = \lambda_1/k = \frac{1-d}{2} \text{ или } r_2 = \lambda_2/k = \frac{1+d}{2}, \quad 0 < r_1 < r_2 < 1. \quad (14)$$

Значения r_1 и r_2 из (14) разбивают интервал $0 < r < 1$ на три промежутка

$$0 < r < r_1, \quad r_1 < r < r_2, \quad r_2 < r < 1. \quad (15)$$

Используя значения r_1 и r_2 запишем основное соотношение (13) в виде

$$w(t) = \frac{W}{k} \frac{\lambda_1(r_2 - r) + \lambda_2(r - r_1) \exp(kdt)}{(r_2 - r) + (r - r_1) \exp(kdt)}, \quad (16)$$

где λ_1, λ_2 определяются формулами (9), а d – (6).

В данной работе мы рассмотрели поведение процесса (функции $w(t)$) на первом параметрическом интервале из трёх в (15)

$$0 < r < r_1. \quad (17)$$

При условии (17) функция (16) определена при всех $t \geq 0$, кроме $t^* = (1/kd) \ln(r_2 - r/r_1 - r)$, а $t = t^*$ является вертикальной асимптотой кривой (16). $w(t)$ интерпретирует ИП, характеризующий динамику количества запросов к ресурсам ИС во времени t , лишь на промежутке $[0, t_{кр}]$, где

$$t_{кр} = (1/kd) \ln(\lambda_1(r_2 - r)/(\lambda_2(r_1 - r))), \quad t_{кр} < t^*.$$

На промежутке $[0, t_{кр}]$ функция $w(t)$ выпукла вверх, монотонно убывает от w_0 до $w(t_{кр}) = 0$. На других участках области определения $w(t)$ физического смысла не имеет. Информационный процесс является ограниченным по времени, конечным процессом падения количества запросов к ресурсам ИС от начального значения до нулевого.

Выводы. В статье, для авторской математической модели информационного процесса динамики уровня загруженности ИС запросами к её ресурсам с источником-стоком, выполнен анализ динамики процесса для параметров модели, определённых условием (8). Динамика количества запросов к ресурсам системы определяется не только выбранными параметрами модели, но и коэффициентом (12), характеризующим соотношение w_0/W . Диапазон изменения этого коэффициента разбивается на три диапазона (15), поэтому будет несколько возможных режимов течения процесса. В данной работе подробно рассмотрено поведение процесса на первом параметрическом диапазоне (17) из трёх, на котором информационный процесс представляет собой ограниченный по времени, конечный процесс падения количества запросов к ресурсам ИС от начального значения до нулевого.

На наш взгляд, результаты проведённых исследований, расширяют знания о рассматриваемых процессах и могут быть применены для дальнейших исследований динамики уровня загруженности ИС запросами к её ресурсам.

Список литературы

1. Громов Ю.Ю. Надёжность информационных систем: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, Н.Г. Мосягина, К.А. Набатов. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 160 с.
2. Математическое моделирование отказоустойчивости информационных систем / А. И. Голева, Н. Р. Стороженко, В. И. Потапов, О. П. Шафеева // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2019. – Т. 17. – № 4. – С. 33-45.–DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-4-5-33-45. – EDN POKCRJ.
3. Федоров Ю.И. Математическая динамическая модель оценки загрузки информационной системы запросами / Ю. И. Федоров // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 11. – С. 465-468. – EDN IGRGKM.
4. Федоров Ю.И. Неклассическая кинетическая математическая модель адсорбции паров воды почвами / Ю. И. Федоров, В. Д. Павлидис, М. В. Чкалова // Агрофизика. – 2023.– № 1. – С. 57-63. – DOI 10.25695/AGRPH.2023.01.08. – EDN IPCBCK.
5. A priori estimates of the mass of the burnt materials in rooms of buildings in the integral mathematical model of the initial stage of the fire / V. Pavlidis, Y. Fedorov, M. Chkalova, R. Suleymenova // E3S Web of Conferences: 1, Nalchik, 18 марта 2021 года – 19 2020 года. – Nalchik, 2021. – P. 01006. – DOI 10.1051/e3sconf/202126201006. – EDN NYXNBL.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ — 2.3.1.

2.3.1.

А.П. Буйносов д-р техн. наук, Н.Г. Фетисова

Уральский государственный университет путей сообщения,
кафедра «Электрическая тяга»,
Екатеринбург, byinosov@mail.ru, NFetisova@usurt.ru

АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЯТЕН КОНТАКТА ПАРЫ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»

В статье приведена разработанная авторами методика определения геометрических параметров пятен при контакте рельса и колеса железнодорожного подвижного состава.

Ключевые слова: подвижной состав, колесо, рельс, параметры, геометрия, контакт, пятно, анализ.

В статье [1] аналитически находятся координаты точек контакта нового колеса и рельса при нулевом угле набегания. Математическим путем, по характерным точкам, задавались профили колеса и рельса. Затем находились координаты точек контакта (см. рис. 1). Так, например, для выбранного положения осей координаты точек контакта на рельсе, заданные в мм: А(0;0) и В(33,66; -9,97).

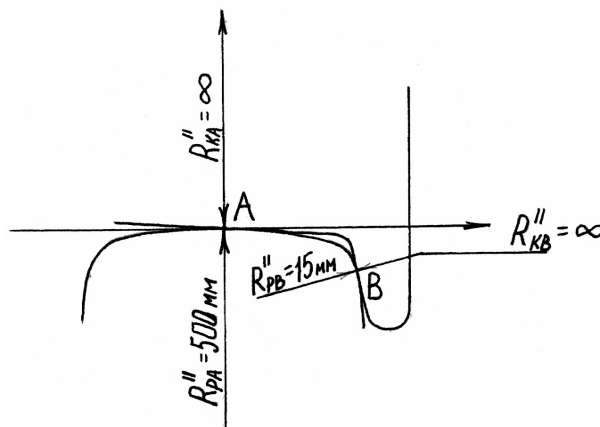


Рис. 1 - Определение координат точек контакта

Для определения параметров пятен контакта нужно знать главные радиусы кривизны R и R'' поверхностей в точках контакта.

Величины $R'_{pA} = R'_{pB} = \infty$ (см. рис. 2, а), где индекс «р» относит величину к рельсу, индексы «А» и «В» к соответствующим точкам контакта. Значения R'_{KA} и R'_{KB} равны соответственно $\frac{R_A}{\cos \beta} = 479 \text{ мм}$ и $\frac{R_B}{\cos \alpha} = 977 \text{ мм}$ (см. рис. 2, б), где $\alpha = 60^\circ$ угол наклона гребня вагонного колеса, $\beta = 2,86^\circ$ уклон поверхности катания. Величины приведенных радиусов R' , определяемых по формуле:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R'_K} + \frac{1}{R'_p} \quad (1)$$

совпадают со значениями R'_K и равны $R'_A = 479 \text{ мм}$, $R'_B = 977 \text{ мм}$ для вагонных колес.

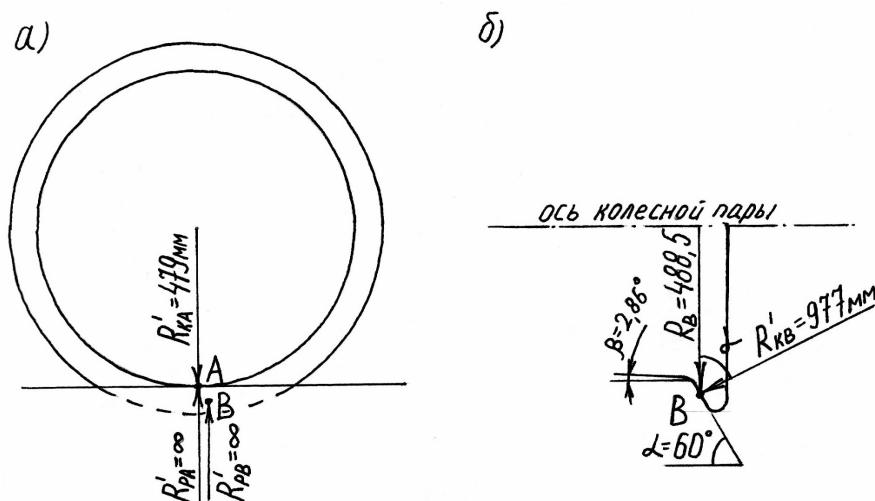


Рис. 2 - Определение главных радиусов кривизны поверхностей

Радиусы кривизны R''_p для рельса в точках А и В равны $R''_{pA} = 500$ мм, $R''_{pB} = 15$ мм. Радиусы кривизны R''_k для колеса в точках А и В в этой плоскости равны $R''_{kA} = \infty$, $R''_{kB} = \infty$ (см. рис. 1). Значения R'' совпадают со значениями R_p и равны $R''_A = 500$ мм, $R''_B = 15$ мм в точках А и В.

Деформация при контакте бандажа и рельса возникает при действии силы, характеризующейся упругостью материала. Так как колесо взаимодействует с рельсом не в одной точке, то форма пятна контакта соответствует поверхности, изображенной на рис. 3.

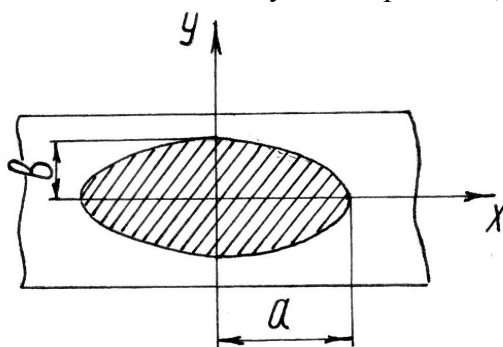


Рис. 3 - Форма пятна контакта

Координаты x и y связаны между собой уравнением эллипса. Поверхность распределения давлений по опорной площадке имеет форму эллипсоида [2]

$$p_{x,y} = p_{0,0} \cdot \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}, \quad (2)$$

где $p_{0,0}$ – давление в центре эллипса; a – большая полуось эллипсоида. b – малая полуось эллипсоида. P – сила действующая от колеса на рельс; E – модуль упругости материала колеса и рельса; μ – коэффициент Пуассона материала колеса и рельса; R – радиус колеса; r – радиус головки рельса.

Давление в центре эллипса равно:

$$P_{0,0} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{\pi ab}. \quad (3)$$

Эквивалентный радиус пятна контакта C рассчитывается по следующей формуле:

$$C = \sqrt{a \cdot b}. \quad (4)$$

В статьях [3, 4] приведены следующие формулы для расчета эквивалентного радиуса и максимального давления:

$$C = F_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{3PR_e}{4E^*}}, \quad E^* = \frac{0,5E}{(1-\nu^2)}, \quad (5)$$

где F_1 – коэффициент пропорциональности. $F_1 = 1$ для пятна на поверхности катания, $F_1 = 0,84$ для бокового пятна; R_e – эквивалентный радиус кривизны поверхностей в точках контакта. $R_e = \sqrt{R' \cdot R''}$; ν – коэффициент Пуассона для колесной и рельсовой стали.

$$p_{0,0} = F_2 \cdot \sqrt[3]{\frac{6PE^{*2}}{\pi^3 R_e^2}}, \quad (6)$$

где F_2 – коэффициент пропорциональности; $F_1 = 1$ для пятна на поверхности катания. $F_1 = 1,42$ для бокового пятна.

Размеры большой и малой полуосей эллипса определяются по формулам [5]:

$$a = \frac{c}{\sqrt{\lambda}}, \quad (7)$$

$$b = c \cdot \sqrt{\lambda}, \quad (8)$$

где $\lambda = \frac{F_3}{\mu}$, $\mu = \sqrt{\frac{R'}{R''}}$; $F_3 = 1$ для пятна на поверхности катания; $F_3 = 0,57$ для бокового пятна;

В случае ненулевого угла набегания, для оценки величины проскальзывания на боковом пятне контакта, нужно знать значение забега l (см. рис. 4).

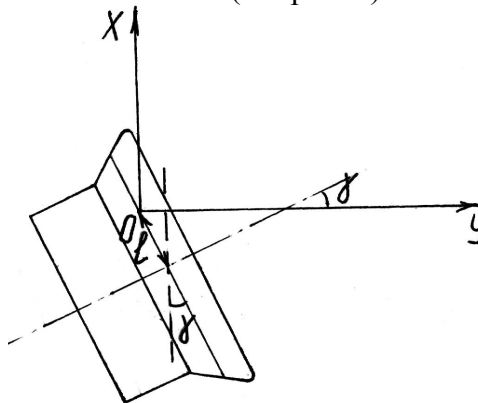


Рис. 4 - К определению величины забега

В статье [6] получена следующая формула для определения l :

$$l = \gamma \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (9)$$

где γ – угол набегания колеса; R – радиус колеса в точке контакта; α – угол наклона гребня колеса.

При изменении угла набегания положение точек контакта на профилях рельсов и колес практически не меняется [7].

То есть можно пренебречь различием между H и R , где H – расстояние от границы проекции колеса до проекции оси колесной пары, которое при нулевом угле набегания равно R (см. рис. 5).

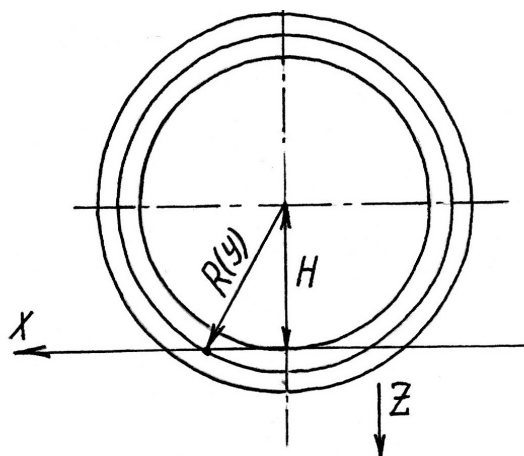


Рис. 5 - Определение положения точек контакта на гребне при ненулевом угле набегания

Пересечение поверхностей колеса и рельса образует область, сечение ко-торой плоскостями параллельными XOZ являются сегментами кругов и характеризуются высотой h и полудлиной a . Величины h столь малы, что эти сегменты с большой точностью можно считать сегментами парабол. Величины h и a связаны известным геометрическим соотношением

$$a^2 = 2hR \quad (10)$$

где h – высота сегмента; R – радиус круга.

Давление в каждом сегменте считается распределенным по полуэллипсу (см. формулу (2)).

Таким образом, для определения параметров пятен контакта целесообразно использовать следующие зависимости:

- максимальное давление на пятне контакта находится по формуле (6);
- размеры большой и малой полуосей эллипса определяются по формулам (7) и (8).

Список литературы

1. Жаров И.А., Конькова Т.Е. Оценка параметров пятен контакта и выбор коэффициента Винклеровского слоя для пары колесо-рельс // Вестник ВНИИЖТ. 1999. № 6. С. 10-18.
2. Буйносов А.П. Оценка применяемых материалов бандажей колесных пар и рельсов // Тяжелое машиностроение. 2000. № 11. С. 16-20.
3. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Наноматериал увеличит срок службы бандажей колесных пар // Научное обозрение. 2011. № 5. С. 266-274.
4. Буйносов А.П. Разработка и аппаратная реализация прибора для измерения геометрических параметров бандажей колесных пар // Транспорт Урала. 2010. № 3 (26). С. 64-68.
5. Буйносов А.П., Худояров Д.Л. Влияние упрочнения гребней на ресурс бандажей колесных пар // Транспорт Урала. 2010. № 1 (24). С. 63-68.
6. Балдин В.Л., Буйносов А.П., Тихонов В.А. Повышение долговечности колесных пар за счет упрочнения гребней бандажей локомотивов // Вестник транспорта Поволжья. 2011. № 5 (29). С. 57-61.
7. Буйносов А. П. Методы повышения ресурса бандажей колесных пар локомотивов. Саарбрюккен, 2011. 289 с.

2.3.1.

А.В. Волков канд. техн. наук, Н.А. Звягинцев, А.Ф. Курмаева, Е.О. Шеянова

Национальный исследовательский
Мордовский государственный Университет им. Н. П. Огарёва,
кафедра информационной безопасности и сервиса,
elsoldador@rambler.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИПФЕЙКОВ

В статье рассматривается применение нечеткой логики для обнаружения дипфейков, при этом особое внимание уделяется визуальным артефактам влияющих на вероятность подделки. Для проверки гипотезы зависимости или независимости категориальных переменных между входными и выходными ЛП используется статистический анализ хи-квадрат Пирсона. Исследование показало, неравномерное распределение показателей входных и выходной ЛП. Таким образом, применение нечеткой логики с использованием комплексного учета визуальных артефактов повышает точность выявления фальсифицированного контента, особенно при выраженных отклонениях.

Ключевые слова: *нечеткая логика, информационная безопасность, информационная атака, MatLab.*

Введение. В последнее десятилетие дипфейки стали серьезной угрозой безопасности и достоверности информации. Способность генеративно-состязательных сетей создавать поддельный контент высокой точности вызывает тревогу не только в сфере частной безопасности, но и на уровне государственных структур. В ответ на эту угрозу исследователи разрабатывают методы обнаружения дипфейков. Среди множества современных технологий особый интерес представляет нечеткая логика. Данный метод способен повышать точность анализа мультимедийных данных в особенностях неопределенности, что поможет выявить потенциальные признаки подозрительного, поддельного контента.

Цель статьи – исследование применения методов нечеткой логики для обнаружения дипфейков.

Нечеткая логика как подход в борьбе с дипфейками. В 2023 году число попыток мошенничества с использованием дипфейков выросло в 31 раз и согласно прогнозам на 2024 год, ожидается увеличение числа кибератак из-за консолидации кибергруппировок и глобальных соглашений между странами. Компания *SocialProof Security*, занимающаяся обучением кибербезопасности, отметила, что в 2024 году значительно выросло число мошенников, использующих ИИ для клонирования голосов и создания поддельных фото и видео с целью совершения преступлений.

В России также участились атаки с использованием дипфейков: в январе жертвами стали более 2000 россиян, из которых 70% — граждане, а остальные — должностные лица компаний и государственных органов. Весной мошенники, выдававшие себя за сотрудников силовых структур и известных личностей, обманули нескольких жителей Кировской области. Органы внутренних дел также фиксируют случаи видеомошенничества [1].

Распознавание подделок, таких как дипфейки, требует анализа множества признаков, поскольку ни один отдельный признак не может гарантировать подлинность или фальсификацию. В дипфейках часто наблюдаются крошечные отклонения, которые могут быть почти незаметны для человеческого глаза. Признаки, такие как нестандартное движение глаз, несоответствие теней, неровности текстуры кожи и едва заметные искажения в мимике, — всё это формирует «профиль подделки».

Нечёткая логика — это метод обработки данных, в основе которого лежит теория нечётких множеств и «мягких» значений. В отличие от классической логики, где утверждение может быть либо истинным, либо ложным, нечёткая логика допускает промежуточные значения, выраженные через степени принадлежности [2]. Такой подход полезен при анализе мультимедийных данных, где степень «поддельности» может варьироваться. Система, способная выявлять поддельные элементы, должна уметь собирать и обрабатывать такие мелкие детали. На основе их совокупности строится более точная и объективная оценка, поскольку каждый признак по отдельности может быть случайным или несущественным, но их комбинация резко повышает вероятность дипфейка.

Создание алгоритма нечеткой логики. Специалисты выделяют следующие ключевые характеристики, с помощью которых создаются дипфейки:

- подмена лиц (алгоритмы глубокого обучения анализируют и отображают черты лица, обеспечивая реалистичную и плавную замену);
- синтез голоса и реалистичная анимация (с помощью технологии *Deepfake* можно создавать реалистичную анимацию выражений лица и движений тела, также использовать для синтеза человеческих голосов);
- преобразование текста в речь (для преобразования текста в реалистично звучащую человеческую речь также применяют методы *Deepfake*).

Дипфейк обладает следующими ключевыми признаками: неправдоподобные глаза, тени и пятна на лице, неестественный тон кожи, непрорисованные зубы и пальцы руки ног, нарушение пропорций тела, разное качество участков видео, отсутствие синхронизации между речью и движением губ, разное освещение в соседних кадрах и так далее.

Для построения алгоритма «нечеткой логики» [3], которая выявляет дипфейки можно выделить следующие входные лингвистические переменные (ЛП): текстура кожи (ТК), мимика (М), движение глаз (ДГ), освещение и тени (ОТ), изображение мелких деталей (ИМД).

Выходные ЛП: вероятность подделки (ВП).

Терм-множества для входных и выходных ЛП одинаковы: низкий (0-0,3), средний (0,4-0,7), высокий (0,8-1), отображают уровень, описывающий степень отклонения или вероятность и оцениваются по шкале (от 0 до 1), чтобы определить степень их отклонения от нормы. Ранг выходной ЛП будет [0 100] и условно обозначать вероятность подделки или дипфейка в процентах.

После определения правил для построения алгоритма «нечёткой логики» в программе *MatLab* с помощью *Fuzzy Logic Toolbox* были получены следующие значения (таблица 1):

Таблица 1 – Показатели зависимости входных и выходных ЛП, отображающие возникновение дипфейка при наличии или отсутствии его признаков.

Текстура кожи (ТК)	Мимика (М)	Движение глаз (ДГ)	Освещение и тени (ОТ)	Изображение мелких деталей (ИМД)	Вероятность подделки (ВП) (%)
0,6	0,8	0,7	0,2	0,2	81
0,9	0,8	0,9	0,4	0,8	83
0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	17
0,2	0,9	0,4	0,9	0,6	50
0	0,1	0,9	0,5	0,8	50
0,2	0,1	0,2	0,7	0,2	32

Для анализа данных показателей был построен график (рис.1).

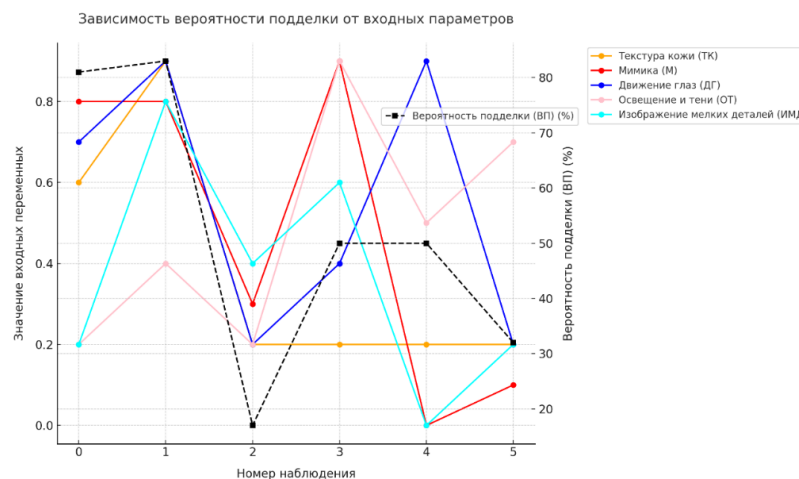


Рис. 1 – Показатели зависимости вероятности подделки от различных входных параметров для каждого наблюдения

Линии с маркерами на графике показывают значения каждого входного параметра по шкале от 0 до 1, а пунктирная черная линия на вторичной оси у показывает вероятность подделки в процентах для каждого случая.

Для проверки гипотезы зависимости или независимости категориальных переменных между входными и выходными ЛП был проведен статистический анализ хи-квадрат Пирсона (или тест χ^2). По таблице критических точек распределения χ^2 по уровню значимости

$\alpha=0,05$ и числу степеней свободы $k=8$, находим $\chi^2_{кр.}=15,509$. Так как $\chi^2_{набл.}=21,67 > \chi^2_{кр.}=15,509$, то можно принять гипотезу о неравномерном распределении показателей входных и выходной ЛП.

Аргумент подтверждает гипотезу о неравномерном распределении между входными и выходными ЛП, показывающими вероятность ошибки распределения при ($p=0,05$).

Вывод. Исследование применения нечеткой логики для обнаружения дипфейков показало, что комплексный учет признаков визуальных артефактов повышает точность выявления фальсифицированного контента, особенно при выраженных отклонениях. Наиболее высокая вероятность подделки варьируется до 83% и фиксировалась при значительных отклонениях сразу по нескольким параметрам.

Для проверки гипотезы зависимости или независимости категориальных переменных между входными и выходными ЛП использовался статистический хи-квадрат Пирсона. Результаты гипотезы свидетельствуют о неравномерном распределении показателей что подтверждает наличие существенных различий и эффективность метода.

Список литературы

1. *iGuides*. «Дипфейки — реальная угроза в 2024 году: что делать, если сотрудник...» *iGuides*, 2024, www.iguides.ru/blogs/tech-news-247/deepfakes-are-a-real-threat-in-2024-what-should-i-do-if-an-employee-of/.
2. Белозерова Г.И. Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие : в 2 частях / Г. И. Белозерова, Д. М. Скуднєв, З. А. Кононова. — Липецк: Липецкий ГПУ, [б. г.]. — Часть 1 — 2017. — 64 с. — ISBN 978-5-88526-875-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111969> (дата обращения: 24.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Нечеткая логика : учебно-методическое пособие / составители Д. В. Полупанов, С. Р. Абдюшева. — Уфа : БашГУ, 2020. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179916> (дата обращения: 24.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2.3.1.

**А.В. Волков канд. техн. наук, И.П. Карьгин канд. техн. наук,
Л.П. Канаева канд. филол. наук, Д.В. Селяев, Н.А. Чагрин, А.В. Марченко**

Национальный исследовательский
Мордовский государственный Университет им. Н. П. Огарёва,
кафедра информационной безопасности и сервиса,
elsoldador@rambler.ru

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

В данной статье представлена модель анализа параметров качества изготовления печатных плат с применением нейро-нечеткой системы вывода. Рассмотрено применение нечеткой логики на этапе подготовки к производству, включая проверку оборудования, соблюдение технологических правил и контроль за параметрами производства. Использование нечеткой логики позволило выявить потенциальные проблемы на раннем этапе производства, что позволило обеспечить более эффективное управление качеством процесса изготовления печатных плат и минимизировать риск ошибки человеческого фактора. Для автоматизации процесса анализа качества изготовления печатных плат была использована нейронная сеть. Данный инструмент обработки данных и обучения на основе имеющихся образцов способствует ускорению и улучшению процесса анализа качества, что приводит к повышению эффективности производства печатных плат.

Ключевые слова: нечеткая логика, нейронная сеть, печатная плата, изготовление, технологический процесс, качество.

Введение. Производство печатных плат — это многоэтапный процесс, требующий строгого соблюдения норм для обеспечения качества. Ошибки на этапе подготовки могут привести к дефектам и сбоям. В статье рассматривается применение нечеткой логики для анализа качества изготовления печатных плат, включая проверку оборудования и контроль параметров, что позволяет выявлять потенциальные проблемы и улучшать управление качеством.

Разработка нечеткой модели. Для нечеткой модели анализа параметров качества изготовления печатных плат была разработана модель экспертной системы оценки качества с применением нечетких правил вывода с использованием лингвистических переменных (ЛП).

Пусть $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ - множество входных лингвистических переменных,

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ - множество выходных лингвистических переменных,

$TX = \{tx_1, tx_2, \dots, tx_n\}$ - термы-множества для входных переменных,

$TY = \{ty_1, ty_2, \dots, ty_m\}$ - термы-множества для выходных переменных,

$R = \{r_1, r_2, \dots, r_k\}$ - множество правил вывода.

Тогда правило вывода можно представить в виде:

ri : If (x_1 is tx_{1i}) and (x_2 is tx_{2i}) and ... and (x_n is tx_{ni}) then (y is ty_{ji})

где x_i - значение входной переменной,

tx_i - терм-множество для входной переменной x_i ,

y - значение выходной переменной,

ty_{ji} - терм-множество для выходной переменной y .

Математически это может быть представлено с помощью функций принадлежности для каждого терма-множества. Например, пусть $\mu_{A_i}(x)$ - функция принадлежности для терма-множества A и входной переменной x . Тогда значение выходной переменной y может быть определено как комбинация значений функций принадлежности входных переменных и их соответствующих коэффициентов:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n \mu A_i(x_i) \cdot a_i}{\sum_{i=1}^n \mu A_i(x_i)} \quad (1)$$

где a_i - коэффициенты, характеризующие веса важности каждой входной переменной.

В качестве входных лингвистических переменных (ЛП) модели были взяты основные параметры и характеристики, определяющие качество изготовления печатных плат на подготовительном этапе производства.

К входным ЛП можно отнести понимание проектно-конструкторской документации (ПКД), понимание требований и спецификации (ТС), соблюдение технологических операций изготовления ПП (ТОПП), опытность персонала (ОП), эффективность управления производством (УП). Выходной ЛП является параметр качества изготовления ПП – КПП.

Для ЛП были определены их термы-множества использующиеся для определения соответствия качества изготовленных печатных плат ПКД – низкое, среднее, высокое; ТС – недостаточное, удовлетворительное, полное; ТОПП – неполное, частичное, полное; ОП – низкий уровень, средний уровень, высокий уровень; УП – низкая, средняя, высокая. Выходное ЛП КПП - низкое, среднее, высокое.

Для разработки модели экспертной системы контроля качества изготовления печатных плат, использовалось программное средство Fuzzy Logic Toolbox программы MatLab.

На основании экспертных измерений были получены численные значения, в которых, входные параметры считаются по 100 бальной шкале, выходные, показывающие оценку параметров качества изготовления печатных плат по 5 бальной шкале.

Для отслеживания динамики качества изготавливаемых ПП на основании результатов экспертных исследований был проведен анализ зависимости КПП от входных ЛП, описывающих основные показатели определяющие качество изготовления печатных плат на подготовительном этапе производства. Полученные данные сведены в таблицу 1:

Таблица 1 – Количественные показатели качества изготавливаемых печатных плат

Проектно-конструкторская документация	Понимание требований и спецификации	Соблюдение технологических операций изготовления ПП	Опытность персонала	Эффективность управления	Параметр качества изготовления ПП
91,8	91,8	99,1	84,5	84,5	4,27
68,2	62,7	66,4	19,1	24,5	2,5
11,8	13,6	84,5	84,5	82,7	2,21
95,5	82,7	91,8	70	100	4,13
22,7	51,8	62,7	20,9	95,5	2,5

При анализе данных была выявлена зависимость факторов, связанных с подготовительным этапом производства печатных плат, имеющим существенное влияние на качество конечного продукта, выраженное в показателе качества изготовления печатных плат (КПП).

Neural network toolbox в среде MATLAB. Для автоматизации процесса анализа качества изготовления печатных плат используется радиально базисная нейронная сеть, обученная по алгоритму Левенберга-Марквардта.

Для обучения нейронной сети в MATLAB использовался программный инструмент Neural Network Toolbox, который предоставляет возможность для проектирования, реализации, визуализации и симуляции нейронных сетей и вызывается с помощью команды **nnstart**.

Далее используя выбранные данные, было проведено обучение нейронной сети. Процесс обучения нейронной сети представлен на рисунке 1. В процессе обучения MATLAB автоматически обрабатывает процесс обратного распространения ошибки и адаптацию весов.

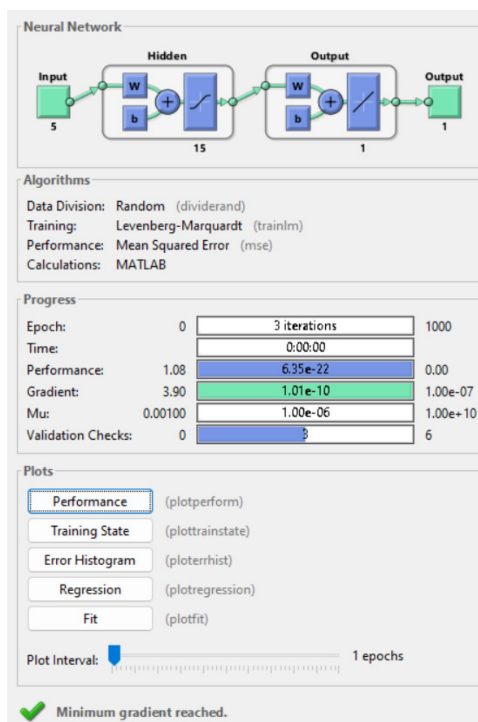


Рис. 1 – Обучение нейронной сети

После обучения нейронной сети, было проведено тестирование сети, используя данные, полученные в ходе исследования, представленные в таблице 1 (строка 5). Тестирование нейронной сети представлено на рисунке 2,3:

```
>> sim(net, [22.7; 51.8; 62.7; 20.9; 95.5])

ans =

    2.5286
```

Рис. 2 – Тестирование нейронной сети

```
>> sim(net, [56.7; 98.6; 98.5; 33.1; 11.6])

ans =

    3.8782
```

Рис. 3 – Тестирование нейронной сети

Вывод. В данной статье была представлена модель нейро нечеткого вывода для анализа параметров качества изготовления печатных плат на этапе подготовки к производству. Данный подход включает проверку оборудования, соблюдение технологических правил и контроль за параметрами производства. Таким образом, использование нечеткой логики и экспертной системы оценки при изготовлении печатных плат позволяет выявить потенциальные проблемы человеческого фактора при подготовительных производственных работах и обеспечить более эффективное управление качеством процесса изготовления печатных плат.

Для автоматизации процесса анализа качества изготовления печатных плат использовалась радиально базисная нейронная сеть обученная по алгоритму Левенберга-Марквардта. Данная нейронная сеть является инструментом для обработки данных и обучения на основе имеющихся образцов. Ее применение автоматизировало и значительно ускорило процесс анализа качества, что в конечном итоге приведет к повышению эффективности производства печатных плат.

Список литературы

1. *Юрков Н.К.* Технология производства электронных средств : учебник / Н. К. Юрков. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1552-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
2. *Белозерова Г.И.* Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие : в 2 частях / Г. И. Белозерова, Д. М. Скуднев, З. А. Кононова. — Липецк : Липецкий ГПУ, [б. г.]. — Часть 1 — 2017. — 64 с. — ISBN 978-5-88526-875-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111969>
3. *Ростовцев В.С.* Искусственные нейронные сети / В. С. Ростовцев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 216 с. — ISBN 978-5-507-47362-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364517>

2.3.1.

А.В. Волков канд. техн. наук, Д.В. Селяев, Н.А. Звягинцев, Е.О. Шеянова

Национальный исследовательский
Мордовский государственный Университет им. Н. П. Огарёва,
кафедра информационной безопасности и сервиса,
elsoldador@rambler.ru

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПАРОЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ НА УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ИС НА ОСНОВЕ Т-КРИТЕРИЯ ВИЛКОКСОНА

Статья посвящена оценке влияния изменения политики паролей на уровень безопасности системы с использованием статистического анализа на основе Т-критерия Вилкоксона. Несмотря на наличие более продвинутых методов аутентификации, таких как многофакторная аутентификация, пароли остаются основным средством защиты информации. В исследовании анализировались инциденты, связанные с безопасностью, до и после внедрения более строгих требований к паролям, включая их длину, сложность и частоту смены. Статистический анализ показал значительное снижение числа инцидентов после изменения политики, что подтверждает важность балансировки требований к паролям для повышения безопасности без ущерба для удобства пользователей.

Ключевые слова: пароль, информационная безопасность, статистический анализ, Т-критерий Вилкоксона.

Введение. Пароли продолжают оставаться основным средством защиты учетных записей и данных в информационных системах, несмотря на внедрение более продвинутых методов аутентификации, таких как биометрия и многофакторная аутентификация (МФА). На протяжении десятилетий специалисты по информационной безопасности усложняли политику паролей: увеличивали минимальную длину, требовали использования специальных символов и рекомендовали регулярную смену паролей. Это должно было повысить защиту систем, однако практика показала, что чрезмерные требования часто приводят к противоположным результатам. Многие пользователи являются неквалифицированными при обращении с паролями, что в последствии создает новые уязвимости.

Таким образом, оценка влияния изменения политики паролей на уровень безопасности системы с использованием статистического анализа Т-критерия Вилкоксона, позволит выявить, насколько новые требования к паролям влияют на частоту инцидентов безопасности и уровень защиты системы в целом. (написать, что были взяты такие-то критерии оценки в общем).

Оценка влияния политики паролей с использованием Т-критерия Вилкоксона. Эффективность парольной политики безопасности зависит от того, насколько хорошо она сбалансирована между обеспечением надежной защиты системы и удобством для пользователей.

Для проведения исследования использовались такие параметры как частота инцидентов безопасности, связанных с паролями, таких как успешные и неуспешные попытки взлома, несанкционированный доступ и использование слабых паролей и требования к паролям, которые менялись в соответствии с политикой *CIS Password Policy Guide* [1]:

- длина пароля (минимальная) – минимальное количество символов;
- длина пароля (максимальная) – максимальное количество символов;
- сложность пароля – комбинации букв, цифр и специальных символов;
- срок действия пароля – частота изменения пароля;
- блокировка сеанса при бездействии – время бездействия пользователя до автоматического завершения сеанса;

- ограничение количества неудачных попыток входа – после какого числа неудачных попыток учетная запись блокируется;
- мониторинг неудачных попыток – ведение журнала для отслеживания активности попыток входа;
- блокирование смены пароля – предотвращение смены пароля на слишком слабый.

Данные для анализа включали метрики до и после изменения политики в различных временных интервалах.

Т-критерий Вилкоксона был выбран для сравнения статистически непараметрических двух независимых выборок выборок:

- до изменений политики паролей – собраны данные об инцидентах безопасности при использовании старых требований;
- после изменений политики паролей – аналогичные данные после внедрения более строгих рекомендаций [3].

Каждая пара данных до и после изменений анализировалась для выявления наличия статистически значимых различий оценки рисков информационной безопасности.

Данные исследования о влиянии политики паролей на уровень безопасности до изменения политики паролей представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Исследования о влиянии политики паролей на уровень безопасности до изменения политики паролей

Параметр	Количество итераций	Процент от общего числа инцидентов (%)
Успешные попытки взлома	10	5.38
Неуспешные попытки взлома	65	34.95
Несанкционированный доступ	5	2.69
Использование слабых паролей	55	29.57
Утечка данных	15	8.06
Неизвестные атаки	20	10.75
Общее количество инцидентов	186	100

Данные исследования о влиянии политики паролей на уровень безопасности после изменения политики паролей представлены в таблице 2:

Таблица 2 – Исследования о влиянии политики паролей на уровень безопасности после изменения политики паролей.

Параметр	Количество итераций	Процент от общего числа инцидентов (%)
Успешные попытки взлома	4	7,14
Неуспешные попытки взлома	23	41,07
Несанкционированный доступ	6	10,71
Использование слабых паролей	16	28,57
Утечка данных	4	7,14
Неизвестные атаки	3	5,36
Общее количество инцидентов	56	100

Для оценки полученных значений параметров до и после изменения политики проведем сравнительный анализ, представленный в таблице 3:

Таблица 3 – Сравнительный анализ полученных значений параметров до и после изменения парольной политики безопасности

№	Параметр	Количество итераций ДО изменения	Количество итераций ПОСЛЕ изменения	Разница (после-до)	Разница d	Ранг
1	Успешные попытки взлома	10	4	-6	6	Ранг2
2	Неуспешные попытки взлома	65	23	-42	42	Ранг 6
3	Несанкционированный доступ	5	6	1	1	Ранг 1
4	Использование слабых паролей	55	16	-39	39	Ранг 5
5	Утечка данных	15	4	-11	11	Ранг 3
6	Неизвестные атаки	20	3	-17	17	Ранг 4

Для проверки различий между парными наблюдениями, когда данные не обязательно распределены нормально используем тест знаков рангов или Т-критерий Вилкоксона.

Найдем Т эмпирическое вычислив сумму рангов в нетипичном направлении. [2]:

$$T_{\text{emp}} = 1 \quad (1)$$

Сравним T_{emp} с $T_{\text{кр}}$, который при уровне значимости $p = 0,5$ и $n = 6$ равен 2. Следовательно $T_{\text{emp}} < T_{\text{кр}}$, изменения показателя статистически значимы при $p < 0,05$.

Таким образом, использование парольной политики информационной безопасности показали снижение рисков угроз информационной безопасности.

Для описания границ множества чисел или элементов определим супремум и инфинум:

- количество инцидентов ДО изменения: $\text{supremum} = 6$
- количество инцидентов ПОСЛЕ изменения: максимум = 23, минимум = 3
- разница (после–до): $\text{supremum} = 1$, $\text{infinum} = -42$
- разница |d|: $\text{supremum} = 42$

Данные значения позволяют оценить эффективность изменения политики паролей, демонстрируя значительное снижение числа инцидентов в рамках реализованных мер информационной безопасности.

Вывод. В результате анализа с использованием Т-критерия Вилкоксона было выявлено значительное снижение числа инцидентов, связанных с информационной безопасностью, после изменения политики паролей. Все разницы оказались положительными, что указывает на уменьшение числа инцидентов после внедрения новых требований к паролям. Статистика Вилкоксона $W=0$ оказалась меньше критического значения, что подтверждает статистическую значимость этих изменений. Следовательно, новые требования к паролям, такие как повышение сложности и частоты их смены, способствовали повышению уровня безопасности системы.

Список литературы

- 1 Дохов М.А. Непараметрические критерии в программе "Statistica" : учебно-методическое пособие / М. А. Дохов. – Санкт-Петербург : СПбГПМУ, 2019. – 40 с. – ISBN 978-5-907184-43-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/174499> (дата обращения: 19.10.2024).
- 2 Шакало Д.Н. Основы статистического анализа : учебное пособие для вузов / Д. Н. Шакало, А. В. Гончаров, Т. В. Иванюга. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 92 с. — ISBN 978-5-507-48378-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/380723> (дата обращения: 22.10.2024).
- 3 Центр интернет-безопасности. Руководство по политике паролей CIS / Центр интернет-безопасности. — 2021. — URL: <https://www.cisecurity.org/password-policy-guide> (дата обращения: 24.10.2024).

2.3.1.

¹А.Ю. Ксенофонов, ²М.А. Иванова канд. физ.-мат. наук,
³И.В. Гоголева канд. педагог. наук, ⁴Т.И. Васильева

^{1,2}Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
Институт математики и информатики,
Якутск, iv_mari@mail.ru,

³ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»,
Инженерный факультет,
Якутск, ivgogoleva61@yandex.ru,

⁴ГБОУ РС(Я) "Якутский индустриально-педагогический колледж",
Якутск

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕФЕРИРОВАНИЕ ТЕКСТОВ ЮРИДИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ МЕТОДОМ АБСТРАКТИВНОЙ СУММАРИЗАЦИИ. ЧАСТЬ 1

Работа посвящена применению метода абстрактивной суммаризации при автоматическом реферировании юридической документации. Подробно рассматривались языковые модели ruBERT-base и ruGPT3-medium. Выполнен сравнительный анализ поэтапной работы этих моделей. Для исполнения выбрана среда разработки Jupyter Notebook на языке программирования Python.

Ключевые слова: *автоматическое реферирование, юридические документы, метод абстрактивной суммаризации, ruBERT-base, ruGPT3-medium.*

Актуальность. Цифровизация юридической деятельности послужило толчком для развития концепции Legal AI - применения технологии искусственного интеллекта (ИИ) в юриспруденции. Одна из приоритетных направлений - обработка естественных языков, в частности задача автоматического реферирования текстов, цель которого заключается в сжатии исходного документа в формат краткого реферата с сохранением основополагающей информативной части.

Данная работа посвящена методу абстрактивной суммаризации, поскольку нынешний уровень совершенства применяемых технологий позволяет достичь приемлемых результатов автоматического реферирования. Тем не менее основная сложность реализации данной системы состоит в выбранной предметной области - юриспруденции, поскольку правовым текстам свойственна комплексная структура изложения и специальная терминология. К тому же, значительную трудность также представляет русский язык по той причине, что в настоящий момент фундаментальных исследований по данной проблематике недостаточно.

Целью работы является сравнительный анализ русскоязычных языковых моделей в задаче автоматического реферирования текстов юридической документации с применением метода абстрактивной суммаризации.

Для имплементации системы выбрана среда разработки Jupyter Notebook на языке программирования Python.

Подборка юридической документации. Для сравнительного анализа языковых моделей отобраны документы юридического содержания, составляющие основу для эксперимента. Ключевым критерием при отборе экспериментируемых документов являлось то, что их тексты должны содержать в себе данные, технически интерпретируемые вычислительной системой и обеспечивающие обработку алгоритмами нейронных сетей.

В общей сложности, через языковые модели в качестве экспериментируемых данных были проведены 437 юридических документов, сегментированным по трем правовым категориям: Документы экономических споров в арбитражном суде – category 1 (143 шт.); Документы административных и уголовных дел – category 2 (148 шт.); Документы

гражданско-правовых споров – category 3 (146 шт.).

Для имплементации системы первым была выбрана предобученная языковая модель ruBERT-base - функционально адаптированная под задачу генерации русскоязычных текстов версия языковой модели BERT. Она была предобучена на базе русскоязычных текстовых корпусов Википедии и различных новостных статей, преимущественно общественно-политического характера.

Этапы работы модели ruBERT-base:

1) *Предварительная обработка данных.* Тип токенизатора - WordPiece с размером словаря $10 \cdot 10^4$ токена.

2) *Обучение модели.* Модель ruBERT-base была предобучена на корпусе русскоязычных новостей и статей Википедии. В целях улучшения работоспособности модели произвели дообучение на датасете Gazeta.

3) *Построение модели.* После дообучения модели, методом деления набора данных на обучающую, проверочную (валидационную) и тестовую производим оценку языковой модели с целью определения наиболее оптимальных значений гиперпараметров.

Величина перекрестной проверки (кросс-валидации) $k = 4$, общий процент обучающей выборки составляет 75% и, следовательно, валидационная часть фрагментирована на четыре секций по 15%. Соответственно остаточный процент тестового набора данных составляет 15%.

График точности и потерь на этапе обучения и валидации модели представлена на рисунке 1.

В целом можно отметить, что в начале точность модели на обучающем наборе данных составляет 62.97% и на проверочном наборе данных 61.23%. Динамика кривых следует по неустойчивому восходящему тренду. Также в интервале 8-9 эпох наблюдалось снижение уровня точности проверочного набора данных (-0.013%), что объясняется ошибкой значений гиперпараметров.

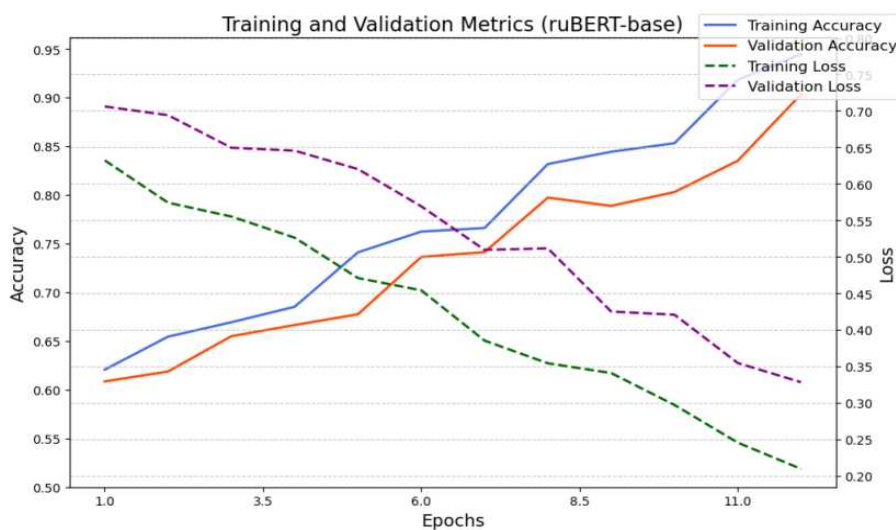


Рис. 1 - График точности и потерь модели ruBERT-base

При этом, по мере обучения наблюдается заметное повышение точности обучающего и проверочного набора данных в диапазоне 7-8 эпох: +8.45% точности на тренировочном и +8.23% на валидационном. В общей сложности, за 12 эпох модель достигает наиболее высоких показателей точности: 0.926% по обучающему набору данных и 0.909% по проверочному набору данных соответственно. Последующее увеличение эпох приводит к стагнации процента точности модели, а через 25 эпох тренд опускается к нисходящему.

Исходя из соотношения конечных показателей точности тренировочного и проверочного набора данных можно утверждать, что их разница на величину в 0.017% является незначительной по существу. Это означает, что модель не переобучена и объективна в плане генерации корректных выходных данных на основе входной последовательности.

4) *Настройка гиперпараметров.* В таблице 1 представлены значения ключевых гиперпараметров языковой модели ruBERT-base. При введении указанных значений также учитывались рекомендации, составленные авторами исследования в котором был проведен похожий эксперимент по генерации русскоязычных текстовых данных [1].

Таблица 1 - Гиперпараметры модели ruBERT-base

Наименование гиперпараметра	Значение
BATCH_SIZE	8
NUM_BATCHES	550
EPOCHS	12
ATTENTION_HEADS	12
N_ESTIMATORS	10
HIDDEN_SIZE	768
INPUT_MAX_LENGTH	1042
LEARNING_RATE	0.00001
SEED	[164, 128]
DROPOUT	0.1

5) *Генерация и вывод результатов.* После дообучения и настройки гиперпараметров модели можно приступить к выполнению задачи автоматического реферирования текстов методом абстрактивной суммаризации.

Оценку качества рефератов-кандидатов, сгенерированных по выбранным правовым категориям, производим с помощью метрик ROUGE и BLEU. В таблице 2 приведены результаты оценочных метрик модели.

Таблица 2 — Результаты работы модели ruBERT-base

	ROUGE-1F	ROUGE-2F	ROUGE-3F	ROUGE-LF	BLEU
category 1	25.32	17.47	22.03	19.58	5.1
category 2	31.54	21.12	30.01	26.87	7.9
category 3	26.23	18.21	24.94	20.04	6.2
average	27.70	18.93	25.66	22.16	6.4

Следует отметить, что значения оценочных метрик довольно неудовлетворительные. Это произошло вследствие лимитационных ограничений архитектуры и проблем с галлюцинацией данных, зачастую присущий языковой модели BERT в целом.

Вторая предобученная языковая модель - ruGPT3-medium, русскоязычная версия известной архитектуры GPT-3. Модель специально настроена под исполнение задачи автоматического реферирования текстов методом абстрактивной суммаризации.

Этапы модели ruGPT3-medium:

1) *Предварительная обработка данных.* Тип токенизатора - BPE с размером словаря $5 \cdot 10^4$ токена. Токенизация входных данных осуществляется посредством использования класса AutoTokenizer из модуля transformer, импортированные из пакета библиотек HuggingFace.

2) *Обучение модели.* Модель ruGPT3-medium изначально была предобучена на датасете Gazeta. Для повышения качества генерации выполнили дообучение (fine-tuning) модели на следующих датасетах: русскоязычная версия мультязычного датасета XL-sum и мультимодальный датасет summarization-dataset [2], [3].

3) *Построение модели.* После дообучения модели, методом деления набора данных на обучающую, проверочную (валидационную) и тестовую производим оценку языковой модели с целью определения наиболее оптимальных значений гиперпараметров.

Величина перекрестной проверки (кросс-валидации) $k = 5$, общий процент обучающей выборки составляет 70% и, следовательно, валидационная часть фрагментирована на четыре секций по 14%. Соответственно остаточный процент тестового набора данных составляет 30%.

График точности и потерь на этапе обучения и валидации модели представлена на рисунке 2.

На уровне первой эпохи наблюдалось существенное расхождение точностей между обучающим (0.621%) и валидационным (0.551%) набором данных, что составляет 0.070%. Видимо это связано с тем, что процент тестового набора данных составляет 30% при стандартных 20%. Кроме того, совокупный объем обучающего корпуса датасетов составляет 189 МБ, что заметно ниже рекомендуемых значений при построении модели.

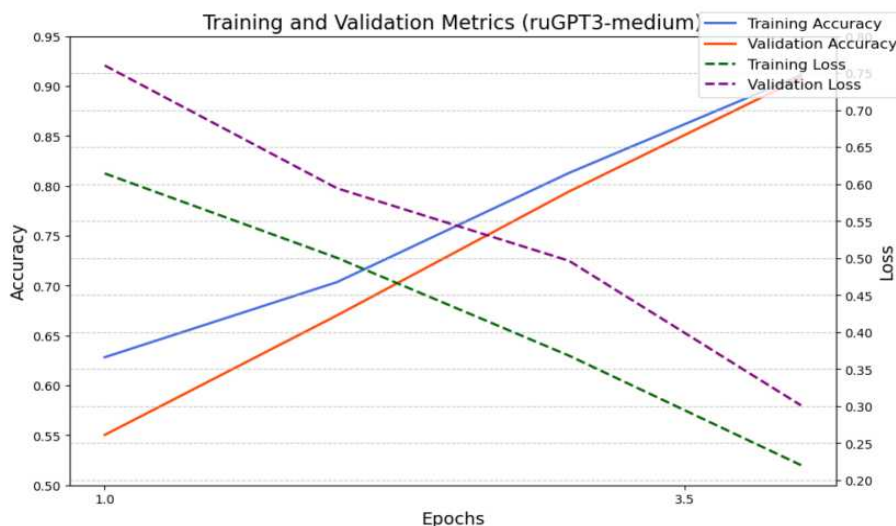


Рис. 2 — График точности и потерь модели ruGPT3-medium

В принципе заслуживает особого внимания то, что модель оперативно обучилась за 4 эпох, достигнув значений точности в 0.918% на проверочном обучающем наборе данных и 0.913% на проверочном (валидационном) наборе данных соответственно. При этом важно отметить устойчивую динамику кривых восходящего тренда на подобии линейной функции. Несущественная разница в 0.005% указывает на отсутствие признаков переобучения модели и ее способность генерировать качественные выходные последовательности данных.

4) *Настройка гиперпараметров.* В таблице 3 представлены значения ключевых гиперпараметров языковой модели ruGPT3-medium.

Таблица 3 - Гиперпараметры модели ruGPT3-medium

Наименование гиперпараметра	Значение
BATCH_SIZE	6
NUM_BATCHES	540
EPOCHS	4
ATTENTION_HEADS	12
N_ESTIMATORS	10
HIDDEN_SIZE	768
INPUT_MAX_LENHT	2048
LEARNING_RATE	0.00005
SEED	[164, 128]
DROPOUT	0.1

5) *Генерация и вывод результатов.* После дообучения и настройки гиперпараметров модели можно приступить к выполнению задачи автоматического реферирования текстов методом абстрактивной суммаризации.

В таблице 4 приведены результаты оценочных метрик модели.

Таблица 4 - Результаты работы модели ruGPT3-medium

	ROUGE-1F	ROUGE-2F	ROUGE-3 _F	ROUGE-LF	BLEU
category 1	27.28	21.54	21.03	20.51	9.4
category 2	34.94	27.74	33.81	27.07	12.5
category 3	32.01	24.21	24.94	23.67	10.2
average	31.41	24.50	26.59	23.75	10.7

По сравнению с результатами модели ruBERT-base, значения оценочных метрик модели ruGPT3-medium достаточно высокие. Предположительно это связано с авторегрессионной декодер архитектурой модели GPT и гигантским объемом встроенных параметров. В отличие от BERT, алгоритм GPT без затруднений принимает на вход длинные последовательности данных без потери их концептуальных зависимостей, помимо этого модель не поражена проблемами лимитационного ограничения и галлюцинациями.

В таблице 5 представлены средние значения оценочных метрик имплементированных языковых моделей.

Таблица 5 - Результаты сравнительного анализа по языковым моделям

	ROUGE-1 _F	ROUGE-2F	ROUGE-3F	ROUGE-L _F	BLEU
ruBERT-base	27.70	18.93	25.66	22.16	6.4
ruGPT3-medium	31.41	24.50	26.59	23.75	10.7

Результаты позволяют сделать вывод о том, что модель ruBERT-base продемонстрировала плохой результат чем ruGPT3-medium. Почему?

В первую очередь, модель не способна в должной степени улавливать скрытые контекстуальные зависимости входной последовательности данных по причине максимального лимита входных токенов в 1024 единиц, тогда как другие модели способны принимать до 2048 единиц соответственно. Также модель не является генеративной. В дополнение, модель испытывает сложности при работе с языками, отличными от английского, и более того, требовательна к вычислительным ресурсам.

Относительно ruGPT3-medium следует подчеркнуть, что модель генерирует сравнительно адекватные рефераты, чем ruBERT-base. Однако фундаментальным ограничением архитектуры модели GPT является ее односторонняя (слева направо) трансформерная конструкция. Это означает, что при генерации модель опирается только на предыдущие слова, ввиду этого ухудшается понимание входной последовательности данных и соответственно качество выходных данных. Т.е., возможно, возникновение ситуации, при которой ранее допущенные ошибки в обучающем датасете, либо неправильные входные данные могут заметно повлиять на последующие предсказания модели.

Таким образом, оба метода слабы для автоматического реферирования юридических текстов методом суммаризации. Необходимо продолжение исследования.

Список литературы

1. *Savelieva A., Au-Yeung B., Ramani V.* Abstractive Summarization of Spoken and Written Instructions with BERT. — 2020. — arXiv: 2008. 09676 [[cs.CL](http://cs.cl/)].
2. *Hasan T., Bhattacharjee A., Islam M.S., [et al.].* XL-Sum: Large-Scale Multilingual Abstractive Summarization for 44 Languages. — 2021. — arXiv: 2106.13822 [[cs.CL](http://cs.cl/)].
3. *Tsanda A., Bruches E.* Russian-Language Multimodal Dataset for Automatic Summarization of Scientific Papers. — 2024. — arXiv: 2405. 07886 [[cs.CL](http://cs.cl/)].

2.3.1.

¹Е.М. Кузьмин, ¹В.С. Осипов, ²Н.И. Прыгунов

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова,
¹инженерно-технологический институт,
кафедра программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем,
Сибирский федеральный университет,
²Саяно-шушенский филиал СФУ,
кафедра фундаментальной подготовки,
Абакан, elisej.kuzmin.03@mail.ru

РАЗРАБОТКА VR СИМУЛЯТОРА ИНЖЕНЕРА-ЭНЕРГЕТИКА

В работе рассмотрены вопросы такие как важность профессии инженер-энергетик, почему низкий процент молодежи в данной отрасли, а также как VR-симулятор может повлиять на будущее профессии. Приведены данные о среднем возрасте сотрудников энергетической сферы. Описаны концепция, актуальность и уникальность VR-симулятора, а также перспективы развития проекта.

Ключевые слова: VR-технологии, популяризация, инженерные профессии, ученые, энергетическая отрасль.

Введение

Профессия инженера-энергетика играет ключевую роль в современной жизни. Однако зачастую о значимости этих специалистов вспоминают лишь в моменты сбоев электричества. На самом деле от этих людей зависит комфорт повседневной жизни подавляющего большинства и функционирование промышленности по всей стране. Кроме этого, энергетическая отрасль является одним из драйверов развития, ни одно электрическое устройство не будет работать без электричества. Результаты работы этой отрасли используются во всех отраслях отечественной экономики.

Для популяризации профессии будет создан игровой иммерсивный VR-симулятор «Энергия прошлого: приключения в Хакасии». В ходе симуляции участники познакомятся с деятельностью инженеров-энергетиков 20 века. Попад в команду молодых инженеров, игроку предстоит создать систему электроснабжения на новой территории, прообразом которой является Республика Хакасия с ее природными, промышленными и географическими особенностями. Игроку предстоит принять решение о строительстве гидро-, тепловых и солнечных электростанций, распределить энергию между предприятиями и обычными жителями в городах. У объектов энергетики, которые предстоит построить, будет свой реальный исторический прототип.

Данная статья нацелена на рассмотрение следующих вопросов: в чем заключается важность профессии инженера-энергетика, почему востребована в наше время и каким образом VR-симулятор может повлиять на развитие этой сферы.

Важность профессии инженер-энергетик

Электрическая энергия проникла во все сферы человеческой деятельности: быт, промышленность, науку, космос и сельское хозяйство. Это объясняется тем, что электричество может превращаться в другие виды энергии, такие как тепловая, механическая, звуковая и световая. Оно также легко передается на значительные расстояния в больших количествах.

Нашими предками были созданы энергетические объекты, такие как Саяно-Шушенская и Красноярская ГЭС. Корпорация Росатом является одним из мировых лидеров по производству атомной энергии. Ученые и инженеры, такие как А.В. Винтер, Л.К. Рамзин, М.А. Шателен, реализовали проект ГОЭЛРО и внесли вклад в развитие электроэнергетики не только в России, но и за рубежом.

Тем не менее, современная молодежь редко задумывается о таких достижениях. Образ инженеров-энергетиков существенно проигрывает представителям медиа, дизайна, психологии и спорта. Даже среди инженерных специальностей (STEM) энергетики находятся в самой нижней части рейтинга популярности.

Крайне низкий уровень осведомленности молодежи в Республике Хакасия о деятельности в сфере электроэнергетики подтверждается результатами исследования. Пять отраслей, знаменитых в Хакасии, включают: природа и туризм, культура, промышленность, горное дело, электроэнергетика.

Проведя серию КВИЗов среди молодежи, стало ясно, что уровень узнаваемости личностей, событий и объектов энергетики самый низкий среди всех отраслей. Косвенно о снижении интереса молодежи не только к энергетике, но и к техническим специальностям свидетельствует уменьшение числа школьников, выбравших профильную математику и физику для сдачи ЕГЭ. Созидательная деятельность в энергетической области не рассматривается как ценность для молодежи. Молодежь не идентифицирует себя с успехами и достижениями, которыми гордится энергетика 20 века.

Средний возраст сотрудников энергетической сферы вырос. Этот показатель говорит об уменьшении притока молодежи. Например, в ПАО «Россети» средний возраст сотрудников в 2020 – 43 года. Количество молодежи, работающей на предприятиях отрасли составляет долю сотрудников до 35 лет в ПАО «Россети» в 2023 году – 22%. За пять лет молодежи снизилась на 29%. Наличие проблемы подтверждается и самими работниками энергосектора. В июне 2024 года «Энергетическая работодательская ассоциация России» проводила годовое общее собрание, где обсуждались текущие кадровые проблемы в электроэнергетике. На мероприятии обсуждались меры, которые необходимо предпринять для решения проблемы кадрового дефицита. О необходимости повышения ценности энергетической отрасли в глазах молодежи говорят как федеральные, так и региональные эксперты, а также представители энергетических предприятий и вузов.

Привлечение молодежи республики к проекту позволит в среднесрочной перспективе инициировать реальные изменения в отрасли, способствуя её обновлению и повышению значимости.

VR-симулятор инженера-энергетика

Познакомиться с трудом инженеров-энергетиков не просто, ведь он обладает опасностью, а также ведется вдалеке от крупных городов. Попасть на экскурсию очень сложно, а попробовать себя в их деятельности практически невозможно. VR-технологии помогут не просто показать, а именно погрузить игрока в инженерную деятельность. Все это будет доступно в игровом формате в иммерсивном VR-симуляторе «Энергия прошлого: приключения в Хакасии».

В основе проекта лежат иммерсивные VR-технологии. Проект погружает участников в заданную событийную среду, позволяя познакомиться с историческими личностями и на себе прочувствовать всю сложность такой отрасли как электроэнергетика, что может побудить молодое поколение задуматься о возможности связать свою будущую деятельность с этой отраслью. Особенности проекта являются наглядность и сосредоточенность на предметной области. Проект является нестандартной образовательной практикой, задействующей воображение, дающей возможность творчески подойти к инженерной профессии.

Уникальность проекта состоит в том, что он предполагает знакомство с деятельностью, которое сложно организовать в реальности. Они снабжают промышленные объекты энергией. Однако молодежь редко задумывается о деятельности энергетиков. Для повышения доступности и расширения охвата одновременно с VR версией продукта будет разработана и версия для персонального компьютера, которую сможет получить любой желающий и повторить прохождение симуляции дома.

Глобальной целью проекта является ориентация современной молодежи на повышение престижа созидательного труда в инженерных профессиях, примером из которых является

профессия инженера-энергетика.

Выбор тематического направления

Выбор тематического направления стал сложной задачей. Выбор стал между вариантами «Культурный код» и «Нация созидателей». С одной стороны часть содержания проекта направлена на формирование у молодежи такой традиционной ценности как созидательный труд. С другой стороны основой творческой концепций создаваемого иммерсивного игрового симулятора «Энергия прошлого: приключения в Хакасии» является демонстрацией и переживанием на собственном опыте пользователями достижений инженеров и энергетических объектов. После дискуссий принято решение выбрать направление «Нация созидателей». Создаваемый симулятор позволит молодежи погрузиться в деятельность отечественных инженеров-энергетиков. Перед участниками встанут те же задачи, которые стояли перед их предшественниками.

Так же симулятор призван показать представителями поколения «Z», что не только в IT индустрии востребованы специалисты, интересующиеся физикой, математикой и другими точными науками, не только IT индустрия технологична, автоматизирована и нуждается в подобных специалистах.

Выводы

Статья необходима для демонстрации реальных достижений энергетической отрасли в игровом иммерсивном формате, где участники смогут своими руками создать энергетическую инфраструктуру региона, поможет повысить ценность отрасли в глазах молодежи и сформировать ее положительный образ.

Список литературы

1. От агронома до IT: самые востребованные STEM-профессии России [Электронный ресурс]: РБК – офиц. сайт – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/61265be09a79474cbfd7a5c4>
2. Ректор МГУ заявил об уменьшении числа школьников, сдающих ЕГЭ по физике и математике [Электронный ресурс]: ТАСС – офиц. сайт – URL: <https://tass.ru/obschestvo/18607087>
3. Несмотря на усилия научного сообщества, доля сдающих ЕГЭ по физике снижается [Электронный ресурс]: Коммерсантъ – офиц. сайт – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6821762?ysclid=m0uou9qoi9114537649>
4. Отчет о социальной ответственности и корпоративном устойчивом развитии [Электронный ресурс]: РОССЕТИ – офиц. сайт – URL: <https://ar20.rosseti.ru/?/ru/93-personnel>
5. Кадровый состав [Электронный ресурс]: РОССЕТИ – офиц. сайт – URL: <https://ar23.rosseti.ru/ru/sustainable-development/hr-management/personnel-structure>
6. Решение кадровой проблемы в электроэнергетике общими усилиями [Электронный ресурс]: News – офиц. сайт – URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/313982902>
7. Статический анализ результативности интерактивного обучения. [Текст] / Р.Э. Асланов, В.С. Осипов, Д.А. Яковлев // Научно-технический вестник Поволжья: науч. журн. / КНИТУ – 2023 – №6 – С. 300-303.
8. Оценка эффективности использования VR-технологий в обучении. [Текст] / И.С. Замулин, В.С. Осипов, Е.Л. Прокопьева, Д.А. Яковлев // Образование и общество: науч. журн. / ОГУ – 2024 – №3 – С. 20-30.

2.3.1.

^{1,2}Т.С. Миронов, ²Д.А. Андреев канд. техн. наук,
²Л.В. Мотайленко канд. техн. наук, ²В.А. Лондигов канд. техн. наук,
^{2,3}А.П. Карасёв канд. экон. наук

¹Индивидуальный предприниматель,
²Псковский государственный университет,
Передовая инженерная школа гибридных технологий в станкостроении
Союзного государства, образовательный департамент,
отделение информационно-коммуникационных технологий,
³Псковский государственный университет,
Институт промышленных технологий и дизайна,
кафедра автомобильного транспорта,
Псков, jarwis9812@gmail.com, dandreev60@mail.ru,
l.motailenko@pskgu.ru, v.lodnikov@pskgu.ru, a.karasev@pskgu.ru

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ

В работе предлагается архитектура системы для тестирования торговых стратегий, которая позволяет ускорить вычисления за счет применения графических процессоров. Исследование проводится в контексте автоматических торговых систем, совершающих десятки тысяч сделок в день. Рассматриваются основные этапы тестирования стратегий и обосновывается целесообразность переноса соответствующих вычислений на графический процессор. Проводится тестирование производительности предложенной архитектуры и сравнение с системой, использующей только центральный процессор.

Ключевые слова: алгоритм, стратегия, вычисление, сделка.

Введение

Тестирование торговой стратегии представляет собой симуляцию, в ходе которой алгоритм подвергается испытанию в условиях, максимально приближенных к реальным сделкам, имевшим место в прошлом [1]. Такое тестирование является одним из основных инструментов аналитиков и разработчиков торговых роботов. Часто целью этого процесса является выявление наиболее оптимальных параметров торгового алгоритма. Как правило, поиск происходит итеративно с помощью одновременного запуска большого числа экземпляров одного алгоритма с различными конфигурациями. По результатам тестирования либо выбирается набор параметров, удовлетворяющих требования трейдера, либо процесс начинается сначала – с новыми наборами настроек алгоритмов. Нередко применяются такие методы, как генетические алгоритмы или рой частиц. Несложно заметить, что такой процесс является достаточно трудоемким, что в купе с постоянным ростом объемов данных на биржах делает традиционные методы последовательной обработки с использованием центрального процессора (ЦП) недостаточно эффективными.

В свою очередь, графические процессоры (ГП) предлагают сотни ядер, которые реализуют принцип «одиноким поток команд – множественный поток данных». Это делает их оптимальным вычислительным устройством для выполнения однотипного алгоритма для разных наборов входных данных. Однако невозможно просто перенести алгоритм, предназначенный для ЦП, на ГП из-за специфики их вычислительной модели. Обычно ГП не имеют прямого доступа к основной памяти и у них отсутствуют аппаратно-управляемые кэши, что делает работу с памятью критически важным фактором [2]. Такие вещи, как двойные циклы и произвольный доступ, являются более трудоемкими для ГП. При реализации системы для тестирования стратегий на ГП необходимо обеспечить, чтобы все

вычисления, завязанные на операторы условного перехода или случайного доступа к данным, были предварительно рассчитаны на ЦП.

В данной работе предлагается архитектура системы для тестирования торговых стратегий, которая призвана найти компромисс между вычислениями на ГП и ЦП с учетом перечисленных выше трудностей.

Применение GPGPU в тестировании торговых стратегий

Обработка данных в системах, тестирующих торговые стратегии, происходит в несколько этапов:

- 1) считывание входных данных из источника;
- 2) вычисление количественных признаков;
- 3) формирование торговых сигналов;
- 4) моделирование сделок и расчет показателей эффективности торгового алгоритма.

Не каждая из представленных операций подходит для реализации параллельной обработки на уровне данных. Возможность параллельной обработки на первом этапе ограничена спецификой протоколов, используемых на современных торговых площадках. Как правило, формат данных предусматривает передачу информации об отдельных событиях по мере их наступления. Это означает, что передача данных носит инкрементальный характер, и текущее состояние может быть получено только путем последовательного выполнения полученных сообщений.

Возможность эффективного выполнения второго этапа на ГП также ограничена. Это обусловлено тем, что обработка таблиц заявок и сделок часто связана с циклическими вычислениями с неизвестным количеством итераций. К тому же редко можно найти стратегию без условных выражений. Поэтому необходимо разделить торговый алгоритм на два – для предварительного вычисления признаков на ЦП и формирования торговых сигналов. При этом важно помнить о высоких издержках на пересылку данных между ГП и ЦП, т.е. копирование необходимо выполнять блоками, чтобы потери при пересылке компенсировались ускорением вычислений [3].

Четвертый этап также пригоден для ГП лишь частично. Непосредственно в симуляции сделок необходимо учитывать микроструктуру рынка и моделировать влияние самого тестируемого алгоритма на ход торгов. Например, необходимо вычитать сделки алгоритма из книги заявок, иначе у стратегии будет нереалистично большой запас ликвидности. Помимо этого, необходимо учитывать временные задержки, связанные с передачей данных по сети и ограничения на число транзакций в единицу времени. Таким образом, только симулятор для специфических сценариев может быть эффективно перенесен на ГП целиком. Для обеспечения большей общности целесообразно для симуляции использовать ЦП.

Тем не менее, на ГП могут быть перенесены вычисления метрик эффективности алгоритмов. Наибольший интерес представляют не отдельные покупки или продажи, а закрытые позиции, т.е. набор сделок, который возвращает портфель стратегии к нулевому значению. Поэтому массив сделок стратегий может быть сведен к списку закрытых позиций. Цены при этом усредняются, используя объемы сделок в качестве весов. В итоге одна запись содержит средневзвешенные цены открытия и закрытия и суммарный объем позиции. Также в записи находятся временные метки, количество сделок и прочие показатели, набор которых может варьироваться в зависимости от конкретных требований трейдера или исследователя [4].

Предлагаемая архитектура

Принимая во внимание все выше сказанное, предлагается следующая архитектура, изображенная на рис. 1. Пунктирной линией обозначаются независимые процессы, коммуницирующие между собой через неблокирующие очереди сообщений. В верхней части изображены процессы, выполняющиеся на ЦП, в нижней, соответственно, на ГП. Стрелками изображен поток данных.

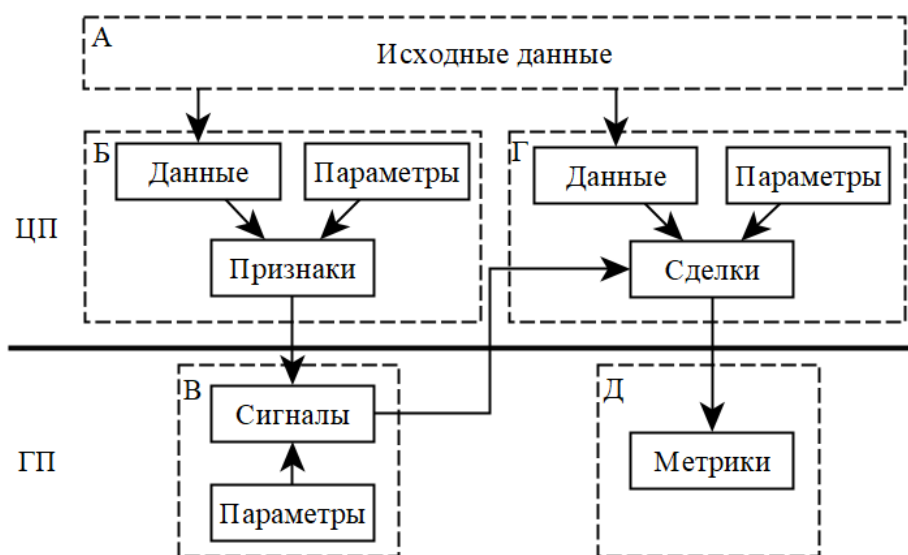


Рис. 1 – Предлагаемая архитектура системы

Процесс *А* выполняет чтение исторических биржевых данных. Приемниками данных являются два процесса – *Б* и *Г*. Процесс *Б* выполняет предварительную подготовку признаков. Здесь происходят вычисления с непредсказуемыми паттернами доступа к памяти. Полученные признаки пересылаются на ГП в процесс *В*, где формируются торговые сигналы. Полученные результаты пересылаются обратно в основную память, и в процессе *Г* происходит симуляция торгов с формированием списка закрытых позиций по каждой стратегии. Здесь также необходимо получение исходных данных, чтобы обеспечивать достоверную симуляцию с учетом временных задержек и доступной ликвидности. Далее сделки в виде списка закрытых позиций передаются в ГП для вычисления метрик, участвующих в оценке эффективности тестируемых алгоритмов. Важно отметить, что параметры стратегий не выгружаются как из основной памяти, так и из памяти ГП на протяжении всего процесса.

Передача данных между процессами *Б*, *В* и *Г* выполняется блоками в виде двумерных массивов размерностью $N \times (K \times S)$, где N – количество пакетов в блоке, K – количество выходных значений, S – количество тестируемых стратегий. S фиксировано на протяжении всего тестирования. Для процесса *Б* значение K равно количеству признаков, необходимых для вычисления сигналов. Каждый сигнал в процессе *В* представляет собой параметры заявки – направление (покупка или продажа), цена и объем. Таким образом, размер блока зависит от количества заявок, которыми управляет алгоритм.

Структура блока, которая передается из *Г* в *Д* зависит от количества сделок, совершенных алгоритмом в ходе симуляции. Число сделок для разных стратегий может отличаться на порядки, из-за чего некоторые ячейки в блоке будут нулевыми. Может сложиться ситуация, когда подавляющее большинство ячеек будут пустыми. Чтобы этого избежать, закрытые позиции так компонуются в блоки, чтобы минимизировать число пустых элементов в блоке. Списки сделок алгоритмов разбиваются на ряд категорий в зависимости от размера, и блоки формируются из стратегий, у которых схожее число закрытых позиций.

Сравнение производительности

Тестирование производительности происходило на реальных исторических данных с московской биржи. Использовался самый активный инструмент срочного рынка – фьючерс на доллар. В ходе тестирования не замерялось время на чтение данных с диска – они предварительно загружались в память. В качестве торговой стратегии использовался классический алгоритм MACD, основанный на двух скользящих средних значениях цены [5]. Система запускалась с фиксированным количеством стратегий на каждой дневной сессии торгов за сентябрь 2023 г., вычислялось среднее время выполнения за все запуски. Тестирование повторялось для разного количества алгоритмов. Важно отметить, что вычислительная сложность тестовой стратегии не зависела от параметров. Использованные

аппаратные средства: ГП – *NVIDIA GeForce RTX 3070 TI* (реализовано с использованием технологии *CUDA*), ЦП – *AMD Ryzen 9 5900x*.

Сравнение результатов производилось относительно системы, выполнявшей те же вычисления, но целиком на ЦП. При этом процесс *Б* совмещался с *В*, а *Г* с *Д*. Результаты тестирования представлены на рис. 2.

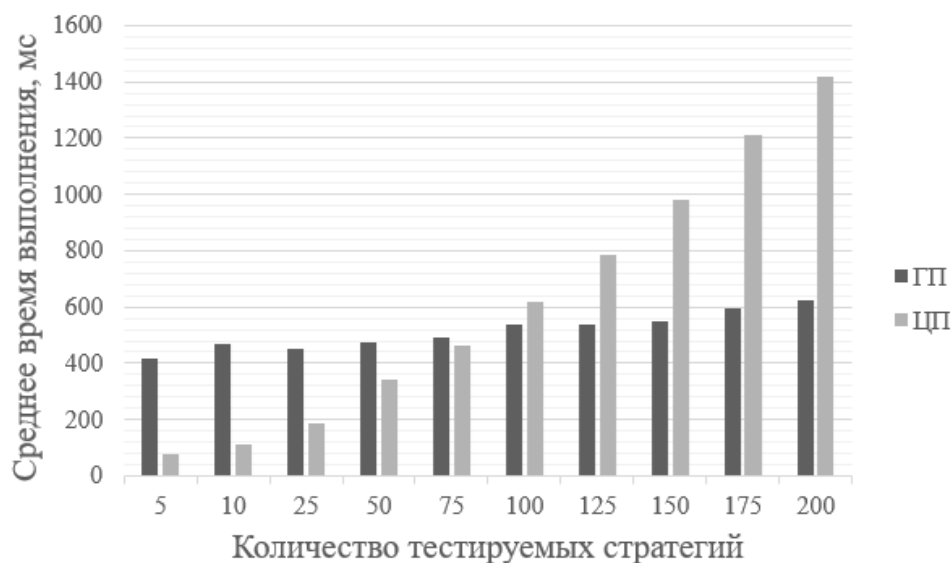


Рис. 2 – Результаты тестирования производительности

Заключение

Предложенная архитектура показывает высокую масштабируемость и позволяет повысить производительность процесса тестирования. Однако ускорение наблюдается только для достаточно больших объемов вычислений. При этом сложность программирования возрастает значительно. Если в традиционной архитектуре для ЦП, алгоритм может быть реализован в виде одной функции или объекта, то в предложенной системе вычисления должны быть распределены по трем отдельным модулям. Повышенная сложность уменьшает скорость разработки, а, следовательно, и применимость такой системы для разработки новых алгоритмов, которая, зачастую, происходит итеративно. В то же время предложенная архитектура отлично подходит для трудоемкой процедуры оптимизации параметров уже реализованных алгоритмов, когда программный код стратегии не требует частых изменений.

Список литературы

1. Pseudo-Mathematics and Financial Charlatanism: The Effects of Backtest Overfitting on Out-of-Sample Performance / *D.H. Bailey, J.M. Borwein, M.L. Prado [et al.]* // Notices of the American Mathematical Society. 2014. Vol. 61, No. 5. P. 458–471.
2. *Vaitonis M., Masteika S., Korovkinas K.* Algorithmic Trading and Machine Learning Based on GPU // Symposium for Young Scientists in Technology, Engineering and Mathematics. Gliwice, 2018. P. 50–54.
3. *Лукьяница А.А., Севрюков Б.Г.* Ускорение процесса обучения нейросети за счет использования графического акселератора // Параллельные вычислительные технологии: Труды международной научной конференции. Челябинск, 2009. С. 579–587.
4. *Монахов О.Г.* Эффективное использование графических ускорителей при параллельной оптимизации финансовых стратегий на кластерной системе // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321, № 5. С. 179–182.
5. *Anghel G.D.I.* Stock market efficiency and the MACD. Evidence from countries around the world // Procedia Economics and Finance. 2015. Vol. 32. P. 1414–1431.

2.3.1.

А.А. Панфилов канд. техн. наук

Тюменский индустриальный университет,
Институт Транспорта,
кафедра сервиса автомобилей и технологических машин,
Тюмень, panfilovaa@tyuiu.ru

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА
НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОБЕТОНОНАСОСА**

В статье установлены закономерности влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива автобетононасоса при разном количестве секций распределительной мачты в развернутом положении. Предложена методика по совершенствованию системы нормирования расхода топлива для автобетононасоса.

Ключевые слова: *нормирование расхода топлива, автобетононасос, температура окружающей среды, коэффициенты корректирования.*

Последнее время в строительстве при заливки бетонных конструкции все большее используются передвижные бетононасосы на автомобильном шасси. Скорость заливки бетона при использовании данных специальных автомобилей резко повышается, так как раствор может подаваться на расстояние до 20 метров как в высоту, так и на расстояние.

Существующие методики нормирования расхода топлива для специальной техники не учитывают особенности и режимы работы передвижных насосных установок [1].

Под действием сил тяжести возникает сложность перекачивания раствора по рукаву, что приводит к увеличению оборотов двигателя и повышению расхода топлива.

Влияние количества секции распределительной мачты в развернутом виде на расход топлива автобетононасоса уже рассмотрено в предыдущей работе [3], поэтому установление закономерности влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива автобетононасоса будет целью данного исследования.

Температура окружающего воздуха оказывает существенное влияние как на рабочие процессы двигателя, так и на технологические процессы перекачки бетонного раствора. Снижение температуры окружающего воздуха приводит к повышению вязкости нефтепродуктов, ухудшению смесеобразования топливно-воздушной смеси и увеличению тепловых потерь через систему охлаждения двигателя [4].

Наиболее подходящей температурой окружающей среды для начала и поддержания процесса твердения бетона считается диапазон от +20 °С до +30 °С. Если температура снижается с +20 °С до +5 °С, то время схватывания бетона увеличивается в пять раз. Однако наиболее значительное замедление реакции происходит при дальнейшем понижении температуры, а при переходе к отрицательным значениям гидратация полностью останавливается из-за замерзания воды. Когда температура окружающего воздуха поднимается выше +35 °С, а влажность опускается ниже 50%, это ускоряет испарение воды из бетонной смеси. Из-за этого нарушается водоцементное соотношение, что приводит к замедлению или даже полной остановке процесса гидратации. Чтобы предотвратить потерю влаги, следует принимать специальные меры защиты смеси.

На основе предыдущих исследований, для описания зависимости расхода топлива специальных автомобилей от температуры окружающего воздуха рекомендуется использовать квадратичную модель, или полином второй степени [5].

Для установления закономерности влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива были проанализированы путевые листы фактического потребления топлива автобетононасосов Schwing S36X на базе автомобиля КАМАЗ. С помощью открытых

климатических платформ проведен анализ температурных показателей окружающей среды в период эксплуатации техники.

При обработке экспериментальных данных были установлены зависимости влияния температуры воздуха на часовой расход топлива автобетононасоса Schwing S36X при разном количестве секций распределительной мачты в развернутом положении (рис. 1 - 4).

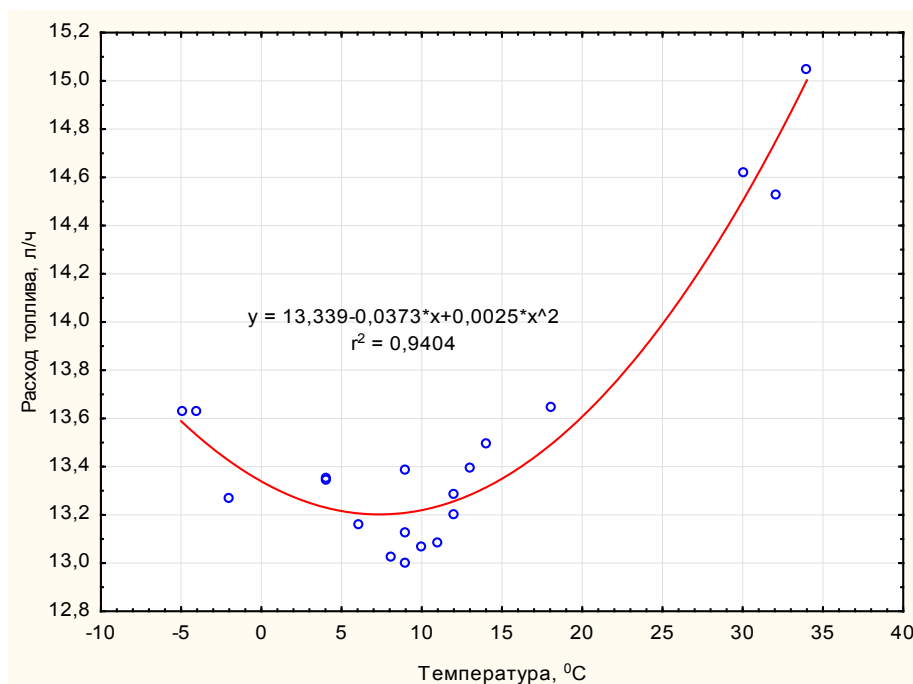


Рис. 1 - Зависимость часового расхода топлива автобетононасоса Schwing S36X от температуры воздуха при работе с одной секцией

Количественные параметры математических моделей, отражающие влияние температуры воздуха на часовой расход топлива автобетононасоса Schwing S36X при использовании различного числа секций распределительной мачты, приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Параметры математических моделей

Количество секции распределительной мачты	a	b	c
1	0,0025	-0,0373	13,34
2	0,0024	-0,032	14,01
3	0,0021	-0,0253	15,95
4	0,002	-0,0313	17,41

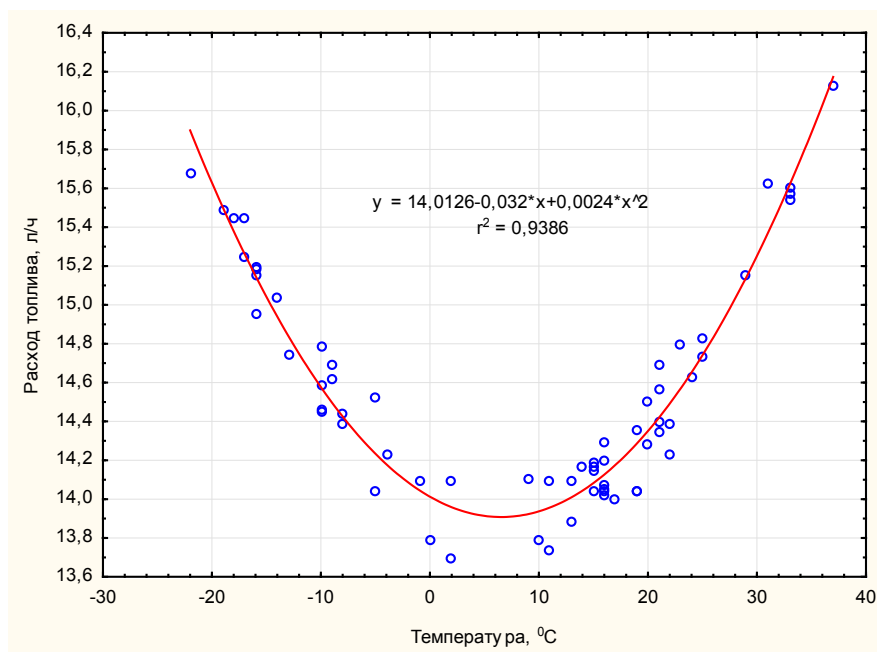


Рис. 2 - Зависимость часового расхода топлива автобетононасоса Schwing S36X от температуры воздуха при работе с двумя секциями

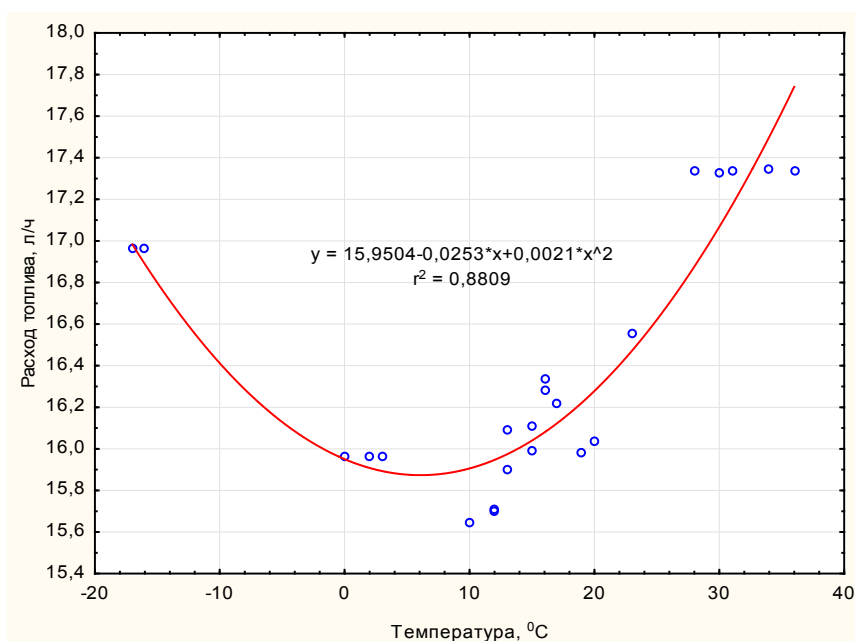


Рис. 3 - Зависимость часового расхода топлива автобетононасоса Schwing S36X от температуры воздуха при работе с тремя секциями

Согласно графикам, наименьший расход топлива у автобетононасоса Schwing S36X наблюдается при температуре окружающей среды от +5°C до +10°C.

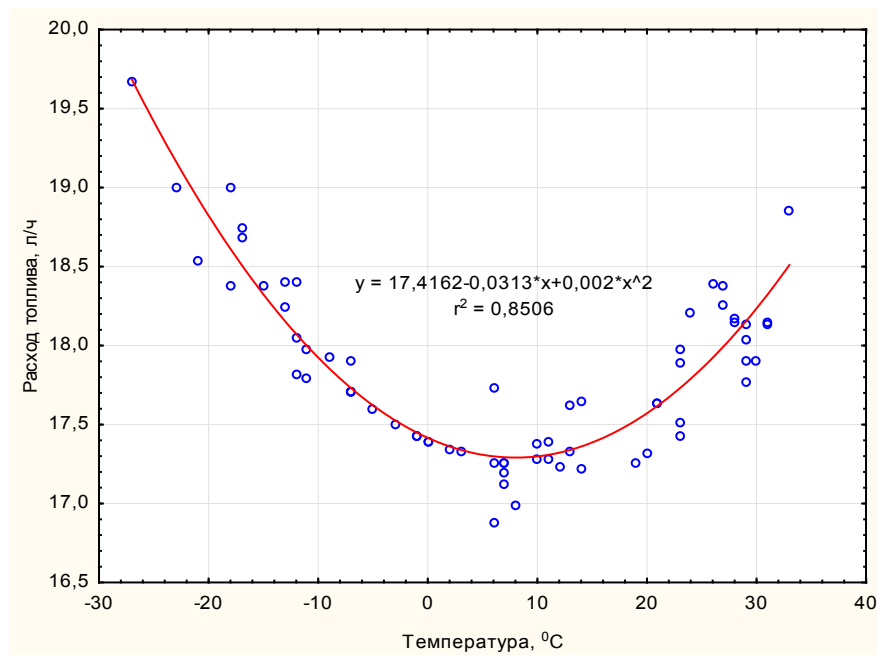


Рис. 4 - Зависимость часового расхода топлива автобетононасоса Schwing S36X от температуры воздуха при работе с четырьмя секциями

Одним из способов практического использования полученных результатов исследования является совершенствование методики нормирования расхода топлива для автобетононасоса. Скорректированные нормы важны не только для мониторинга и учёта расходов топлива, но и для расчёта стоимости выполненных работ, а также для планирования потребностей в дизельном топливе на определённые виды работ.

Коэффициенты корректирования температурных надбавок для автобетононасоса Schwing S36X представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Коэффициенты корректирования температурных надбавок для автобетононасоса Schwing S36X

Температура окружающего воздуха, °C	K_t
от -25 до -30	1,18
от -20 до -25	1,13
от -15 до -20	1,09
от -10 до -15	1,06
от -5 до -10	1,03
от 0 до -5	1,01
от 0 до 5	1,00
от 5 до 10	1,00
от 10 до 15	1,00
от 15 до 20	1,02
от 20 до 25	1,04
от 25 до 30	1,06

Применение результатов исследования позволит объективно подходить к планированию расходования моторного топлива избегая его дефицита в моменты повышенного спроса или излишек, освобождая тем самым ресурсы.

Список литературы

1. Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте (утв. распоряжением Минтранса России от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р (в редакции от 30.09.2021) [Электронный ресурс] / Режим доступа http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009/ (дата обращения: 5.11.2024).
2. *Захаров Н.С.* Сервис транспортных, технологических машин и оборудования в нефтегазодобыче: учебное пособие / Захаров Н.С., Некрасов В.И., Базанов А.В. [и др.] // Тюмень, 2019. 487 с.
3. *Панфилов А.А., Ракитин В.А.* Влияние количества секции распределительной мачты в верхнем положении на расход топлива автобетононасоса // Научная жизнь. 2023. Т. 18. № 4 (130). С. 566-573.
4. *Вохмин Д.М.* Совершенствование рабочих процессов двигателя внутреннего сгорания / Вохмин Д.М., Захаров Н.С., Козин Е.С., Панфилов А.А. // Тюмень, 2023. 143 с.
5. *Панфилов А.А.* Влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива подъёмными агрегатами Hailua // Транспортное дело России. 2023. № 5. С. 275-277.

2.3.1.

А.А. Панфилов канд. техн. наук

Тюменский индустриальный университет,
Институт Транспорта, кафедра сервиса автомобилей и технологических машин,
Тюмень, panfilovaa@tyuiu.ru

**ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НА ПОТОК ОТКАЗОВ ТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ДРСУ**

В работе рассматриваются сезонные колебания изменения интенсивности эксплуатации и параметра потока отказов тракторной техники дорожно-ремонтных предприятий. Разработаны коэффициенты сезонной неравномерности поступления тракторной техники на посты текущего ремонта.

Ключевые слова: сезонные условия эксплуатации, тракторная техника, параметр потока отказа, коэффициент неравномерности.

Изменения условий эксплуатации тракторной техники влияют на периодичность проведения технического обслуживания, сложность выполнения технических операций, а также способствуют росту числа поломок тракторной техники [1].

Частые поломки приводят к простоем техники, снижая общую эффективность использования тракторной техники. Рост количества отказов повышают затраты на запасные части и материалы, а также уменьшают коэффициент технической готовности [2].

В данной работе была проведена обработка статистических данных о количестве, наработке и отказах тракторной техники, содержащихся в ремонтных листах отдела эксплуатации ДРСУ (дорожное ремонтно-строительное управление). В ходе обработки экспериментальных данных вся тракторная техника поделена на три группы: бульдозеры, тракторы и экскаваторы, которые задействованы при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

Изменения интенсивности эксплуатации тракторной техники в течение года на одну единицу подвижного состава представлены на рис. 1.

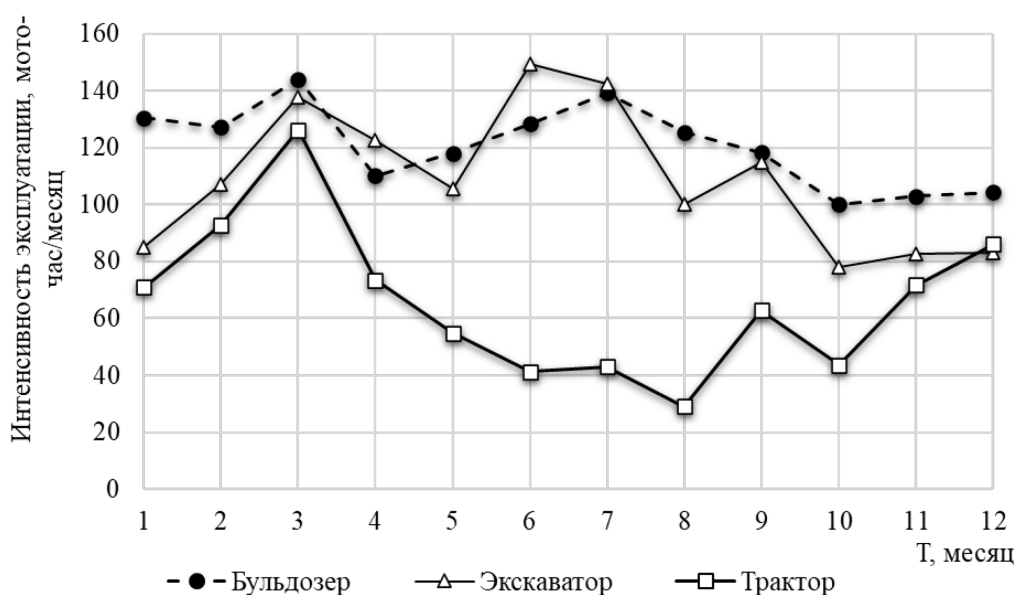


Рис. 1 - Изменения интенсивности эксплуатации тракторной техники в течение года

Интенсивность эксплуатации бульдозеров и экскаваторов остается стабильной на протяжении всего года, однако наблюдаются незначительные увеличения активности весной

и летом. Это обусловлено работами по разработке дорожных покрытий на участках дорог в ходе их строительства и ремонта после зимнего сезона.

Максимальный пик интенсивности работы тракторов отмечается весной, а также небольшое увеличение наблюдается в начале зимы. Эти тенденции свидетельствуют о том, что тракторы преимущественно задействованы на начальных и завершающих этапах строительства и ремонта автомобильных дорог, связанных с перемещением грунта.

Закономерность изменения параметра потока отказов тракторной техники отражает зависимость частоты возникновения неисправностей от различных факторов, таких как сезонность технологических процессов, интенсивность эксплуатации, техническое обслуживание и другие.

На графике ниже видно, что частота отказов имеет тенденцию увеличиваться в определенные периоды года, такие как весна и начало зимы, когда техника подвергается повышенным нагрузкам и воздействию неблагоприятных погодных условий.

Изменения параметра потока отказов тракторной техники в течение года на одну единицу подвижного состава представлены на рис. 2.

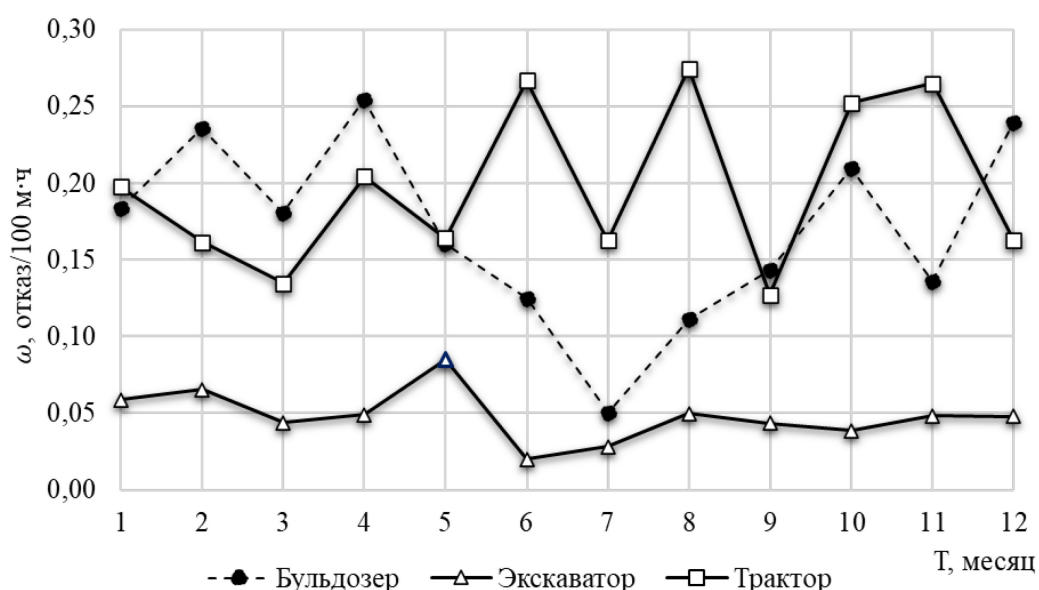


Рис. 2 - Изменения параметра потока отказов тракторной техники в течение года

У бульдозера отмечается рост показателя отказов в холодное время года, вероятно связанный с воздействием низких температур на гидравлическую систему и наличием замерзших грунтов при ремонте дороги.

Для трактора характерно равномерное распределение параметров отказов, которое прямо коррелирует с интенсивностью его работы. Повышенная эксплуатация трактора ведет к увеличению числа отказов.

Экскаватор демонстрирует наибольшее значение параметра отказов весной, хотя в абсолютных значениях этот показатель у него самый низкий среди всей техники. Вероятнее всего, всплеск отказов связан с проведением профилактических мероприятий перед началом строительного сезона.

Изменение отказов по определенным системам и узлам техники зависит от объемов работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог, дорожных условий на строительной площадке. Кроме того, определенная доля отказов обусловлена влиянием низких температур на гидравлику тракторной техники: при понижении температуры увеличивается вязкость гидравлической жидкости, что затрудняет её циркуляцию по гидравлическим магистралям в конечном итоге приводит к разрушению уплотнений деталей гидравлической системы [3].

На состояние ходовой части значительное воздействие оказывают дорожные условия, вернее их отсутствие. Техника работает в сложных условиях, таких как мёрзлый грунт зимой и грунтовые дороги в период весенней распутицы [4].

Полученные результаты исследования могут быть использованы для корректирования коэффициента неравномерности поступления тракторной техники на посты текущего ремонта [5].

В соответствии с существующей методикой расчета, коэффициент неравномерности поступления тракторной техники на посты технического ремонта изменяется от 1,2 до 1,5 в зависимости от общего числа транспортных средств в автопарке. Для предприятий с количеством подвижного состава до 150–200 единиц этот коэффициент составляет 1,5, тогда как для предприятий с численностью автомобилей 400–500 единиц он снижается до 1,2.

Расчёт коэффициента сезонной неравномерности поступления на посты текущего ремонта для тракторной техники определяется как усреднённое значение по трем группа техники и представлен в табл. 1.

Таблица 1 - Расчет среднего коэффициента сезонной неравномерности поступления тракторной техники на посты текущего ремонта

Месяц	Бульдозер	Трактор	Экскаватор	Среднее значение
Январь	1,20	1,14	0,98	1,10
Февраль	1,49	1,22	1,38	1,36
Март	1,29	1,38	1,18	1,28
Апрель	1,39	1,22	1,18	1,26
Май	0,95	0,73	1,77	1,15
Июнь	0,80	0,89	0,59	0,76
Июль	0,35	0,57	0,79	0,57
Август	0,70	0,65	0,98	0,78
Сентябрь	0,85	0,65	0,98	0,83
Октябрь	1,05	0,89	0,59	0,84
Ноябрь	0,70	1,54	0,79	1,01
Декабрь	1,24	1,14	0,79	1,06

Расчетным путем определен коэффициент неравномерности поступления тракторной техники в зону текущего ремонта, который применяется для определения расчётного количества постов текущего ремонта (табл. 2).

Таблица 2 - Расчетное значение коэффициента неравномерности ϕ

Месяц	Нормативное значение	Расчетное значение	Разница в %
Январь	1,2	1,32	10
Февраль	1,2	1,63	36
Март	1,2	1,54	28
Апрель	1,2	1,51	26
Май	1,2	1,38	15
Июнь	1,2	0,91	-24
Июль	1,2	0,68	-43
Август	1,2	0,94	-22
Сентябрь	1,2	1,00	-17
Октябрь	1,2	1,01	-16
Ноябрь	1,2	1,21	1
Декабрь	1,2	1,27	6

Полученные расчёты показали, что в весенний период необходимо увеличить количество постов текущего ремонта для тракторной техники в среднем на 30% и на столько же можно сократить в летние периоды. Изменение количества постов текущего ремонта в течение года позволит снизить простои тракторной техники в ожидании ремонта и повысит эффективность эксплуатации подвижного состава.

Список литературы

1. *Козин Е.С.* Системы поддержки принятия решений на транспорте /Козин Е.С., Захаров Н.С., Панфилов А.А., Вохмин Д.М. // Тюмень, 2023. 170 с.
2. *Гусельников А.С., Захаров Н.С.* Влияние сезонных условий на параметр потока отказов элементов системы питания двигателей автомобилей КАМАЗ-43118 // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 2. С. 111–120
3. *Конев В.В., Мерданов Ш.М.* Совершенствование тепловой подготовки гидропривода строительно-дорожных машин // В сборнике: Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях. Материалы международной научно-практической конференции. Белгород, 2020. С. 185-189.
4. *Базанов А.В.* Техническая эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования в особых условиях / Базанов А.В., Козин Е.С., Панфилов А.А. // учебное пособие. Тюмень. 2017. 143 с.
5. *Ракитин А.Н.* Влияние сезонных изменений условий и интенсивности эксплуатации на поток отказов автомобилей: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.22.10 / Ракитин Александр Николаевич. Тюмень, 2004. 20 с.

2.3.1.

¹К.М. Пичхадзе д-р техн. наук, ²А.А. Поляков¹Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет) (МАИ),
Москва,²АО «НПО Лавочкина»,
МО, Химки, APoliakov@laspace.ru**ОБЗОР ИСПЫТАНИЙ ПЕНЕТРАТОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ**

В работе рассматриваются испытания пенетраторов для исследования небесных тел. Приводятся результаты натурных испытаний пенетраторов при внедрении в грунты-аналоги небесных тел. Особое внимание уделяется новым решениям и технологиям в космической технике.

Ключевые слова: *пенетратор, схема испытаний, внедрение в грунт, космический аппарат.*

Введение.

Планетные исследования являются важным направлением исследований космического пространства, обеспечивающих получение знаний о космосе и кроме того о ресурсах небесных тел. Длительные исследования тел Солнечной системы с помощью пролётных, орбитальных и посадочных аппаратов дали возможность значительно продвинуться в развитии представлении об этих телах. Вместе с тем исследования показали, что дальнейшее углубленные исследования отдельных, наиболее интересных, районов и особенно тех их характеристик, которые можно определить, лишь углубившись в грунт или определение которых требует одновременного нахождения нескольких станций на поверхности небесных тел, вызывает необходимость перехода к новым методам и новым техническим средствам. Одним из таких перспективных средств является пенетраторы

Использование пенетраторов позволяет без использования буровой установки получить образцы глубинных пород небесных тел, кроме того для них не требуется использование устройств мягкой посадки, что сильно упрощает конструкцию всего космического аппарата.

Подготовка и проведение испытаний опытных макетов космического аппарата являются одним из важнейших и дорогостоящих этапов создания космической техники. [2]

Целью испытаний является получение информации о состоянии испытываемого изделия. Целью испытаний пенетраторов является экспериментальное определение качественных и количественных характеристик процессов функционирования пенетратора при внедрении в аналоги грунтов в условиях, максимально приближенных к натурным. В ходе испытаний должны решаться следующие задачи:

- подтверждение заданных параметров внедрения пенетратора в грунтовые модели;
- подтверждение работоспособности механических, пиротехнических, гидравлических и других систем, задействованных в процессе внедрения;
- подтверждение работоспособности применённых технологий в процессе создания пенетратора.

Испытания на внедрение пенетратора в грунт является ответственным, сложным и быстро текущим процессом для исследования.

Наземные испытания в рамках миссии «Марс-96»

Для проведения наземной экспериментальной отработки пенетратора миссии «Марс-96» в части внедрения в грунт был создан габаритно-массовый макет (ГММ) пенетратора, укомплектованный штатными и специальными служебными системами, и механизмами. Конструкция экспериментального макета состояла из внедряемой части, остающейся на

поверхности хвостовой части и приборного отсека (подвижного контейнера), расположенного в хвостовой части, кабель-троса, соединяющего между собой внедряемую и хвостовую части и содержит системы и механизмы, необходимые для функционирования.

В соответствии с целью и задачами испытаний программой измерений предусматривались измерения в ходе эксперимента следующих параметров:

- начальной скорости подхода макета к поверхности (скоростная киносъемка);
- начального давления в работе полости системы амортизации;
- конечного положения изделия в грунте (глубины проникания, удаления от точки проникания, угла останова изделия в грунте);
- составляющих по трем осям перегрузки по времени в подвижном контейнере;
- конечного положения приборного контейнера относительно корпуса макета;
- наличия деформации на корпусе, наличия обрыва кабель-троса;
- угла поворота корпуса механизма открытия окон спектрометра и наличие деформации на нем.

Проведение бросковых испытаний макетов пенетратора в общем случае в грунты с различными механическими характеристиками осуществлялась в шахте установки УН-2 в Московском авиационном институте. Схема установки для проведения наземной экспериментальной отработки пенетратора миссии «Марс-96» в части внедрения в грунт представлена на рисунке 1.

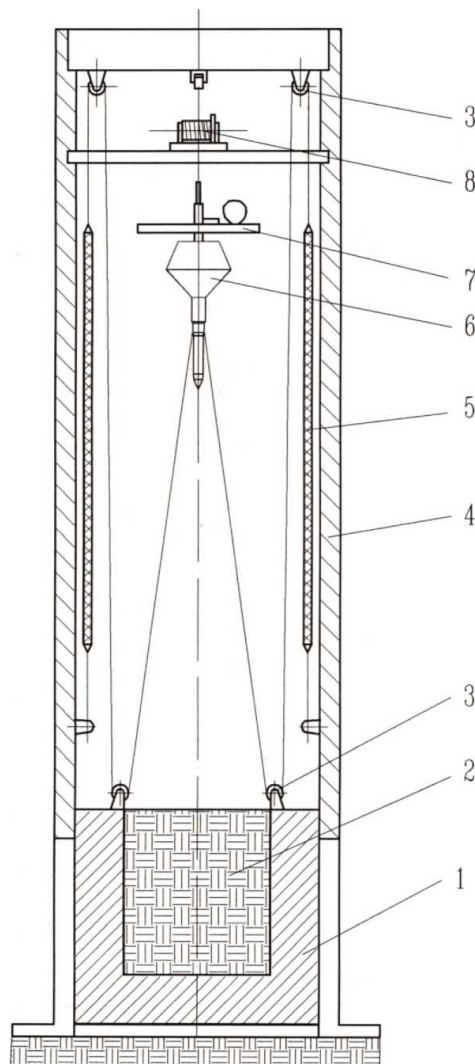


Рис. 1 - Схема установки: 1-колодез, 2-аналог грунта, 3-блок, 4-ствол шахты, 5-амортизатор-ускоритель, 6-макет пенетратора, 7-пусковое устройство, 8-лебедка.

В рамках наземной отработки была проведена серия бросковых испытаний макетов пенетратора в аналог марсианского грунта (плотностью $\rho = 1.5 \dots 1.8 \text{ кг/см}^3$) с целью оценки

динамики и параметров внедрения и разделения внедряемой и хвостовой частей макетов при различных скоростях подлета к поверхности грунтовой мишени.

Было выполнено несколько бросков, из них первые три броска с промежуточным конусом на хвостовой части макета диаметром 200 мм, остальные 16 бросков были выполнены с промежуточным конусом на хвостовой части диаметром 170 мм. При скоростях подлета к поверхности грунтовой мишени 40 м/с и 50 м/с с диаметром промежуточного конуса хвостовой части макета пенетратора 200 мм заглубление среза тормозного конуса пенетратора ($\phi=400$ мм) ниже первоначального уровня поверхности грунтовой мишени составила ~170 мм и 280 мм, соответственно.

Проникновение внедряемой части пенетратора, измеренное от носка до начального уровня поверхности мишени при скорости подлета 40 м/с - 1400 мм и при скорости подлета 50 м/с - 1600 мм. При увеличении скорости подлета макета к поверхности мишени до 60 м/с заглубление хвостовой части макета резко сократилось, срез тормозного конуса хвостовой части не доходил до начального уровня поверхности от 110 до 170 мм, а проникновение в грунт внедряемой части увеличилось до 1700...2000 мм (от носка до начального уровня поверхности мишени).

Этот качественный эффект объяснялся прежде всего тем, что при увеличении подлетной скорости с 50 м/с до 60 м/с возрастает продольная перегрузка в процессе торможения макета за счет промежуточного конуса и усилие на штифте крепления внедряемой части к хвостовой части макета достигает величины необходимой для их среза. Вследствие этого внедряемая часть отделялась значительно раньше момента времени, когда тормозной конус макета мог бы достичь поверхности грунта.

При всех бросках со скоростью подлета 40—50 м/с после внедрения макета в грунтовую мишень образовывалась воронка диаметром ~ 0.9...1.0 м и глубиной 250...270 мм, что также необходимо было учитывать при расчете заглубления хвостовой части пенетратора.

При изменении угла встречи макета пенетратора с поверхностью грунтовой мишени ($\beta \leq 30^\circ$) существенных изменений картины внедрения не наблюдалось. Отклонение в динамике движения внедряемой части также не обнаружено.

При тех бросках, где происходил контакт тормозного конуса с откосом грунта ($15^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$) происходил небольшой разворот корпуса хвостовой части макета пенетратора в пределах $2^\circ \dots 5^\circ$ относительно его продольной оси на момент контакта с поверхностью грунта. Результаты проведенной серии бросковых испытаний приведены в таблице 1.

Повреждений конструктивных элементов макета пенетратора в ходе проведения бросковых испытаний обнаружено не было. [3].

Таблица 1 - Результаты бросковых испытаний макета миссии «Марс-96»

№	Плотность грунта, кг/см ³	Скорость подлета, м/с	Загл. нос. части, мм
1.	1.5	41.6	1400
2.	1.5	50.0	1640
3.	1.5	51.3	1570
4.	1.5	60.4	1710
5.	1.5	62.4	2000
6.	1.5	60.0	1910
7.	1.6	52.0	1900
8.	1.7	47.0	1350
9.	1.7	46.5	1600
10.	1.8	46.7	1450
11.	1.8	46.3	1440
12.	1.8	47.8	1440
13.	1.8	51.5	1700
14.	1.8	60.0	1850
15.	1.8	58.7	1750
16.	1.8	28.0	1255

Наземные испытания в рамках миссии «MoonLITE»

В рамках британской миссии «MoonLITE» в Луну должны были вонзиться на высокой скорости четыре пенетратора с приборами на борту, среди которых были сейсмодатчики, анализаторы минерального состава и датчики температуры, также внутри пенетраторов имелись батареи и радиоаппаратура для передачи научной информации. Несмотря на то, что миссия так и не была реализована, в 2008 году на полигоне Министерства обороны Великобритании в Пендине, были проведены испытания, целью испытательных стрельб было проверить, выдержат ли пенетраторы удар в несколько тонн песка на скорости 305 м/с и сохранят ли работоспособность находящиеся внутри приборы.

Чтобы определить это, консорциум UK MoonLITE провел два ударных испытания пенетратора на установке в Пендине, Уэльс, с песчаной мишенью, используемой для имитации лунного реголита. Скорость удара снаряда составляла 310 м/с, а угол удара колебался от 88° до 108° . Угол атаки и наличие вспышки на конце создавали "хвостовой удар", приводящий к высокому вертикальному ударному ускорению. Пенетратор и его ракеты были привязаны к саям для стрельбы в 300 м от цели (рисунок 2).



Рис. 2 - Испытания пенетратора проекта «MoonLITE» [4]

Измеренное пиковое ускорение на оси составляло 20 000 g в передней части пенетратора и около 10 000 g в задней части пенетратора. Боковые пиковые ускорения были измерены в задней части пенетратора и составили 15 000 g по вертикальным осям и 6500 g по горизонтальным осям. Отсек с суспензиями располагался примерно посередине пенетратора

и поэтому должен был подвергаться аналогичной или более высокой ударной нагрузке. Несмотря на небольшую деформацию стальных носовых конусов пенетратора, представители разработчика пенетраторов, подтвердили, что приборы внутри пережили удар. Испытания были признаны успешными.

Британские разработчики так же рассматривали применение этой технологии к исследованию других планет и спутников Солнечной системы, в частности к ледяному спутнику Юпитера Европе, у которой может быть океан под ее ледяной поверхностью.

В 2013 году на том же полигоне стальной пенетратор был запущен в 10-тонный куб льда, чтобы имитировать поверхность спутника Юпитера. Полноразмерный 20-килограммовый снаряд врезался в ледяную глыбу со скоростью 340 м/с, но его конструкция осталась нетронутой, как и его внутренние компоненты. Зонд испытал пиковую ударную нагрузку в 24000 g. Несмотря на незначительные наружные повреждения снаряда, приборы внутри остались работоспособными.

Тросовый пенетратор

В 2013 году в рамках программы NASA Innovative Advanced Concepts (NIAC) было предоставлено финансирование нескольким творческим техническим концепциям в надежде, что одна или несколько из них приведут к большим прорывам в космической науке и исследованиях. В рамках одной из концепций предусматривалось создание космического корабля для возврата образцов, который будет нести шесть легких ракетобразных «пенетраторов», которые будут сбрасываться на целевой объект (объекты) с орбиты или во время пролета с использованием космического троса длиной в несколько миль.

Прототипы, прошли комплекс испытаний и были внедрены в землю во время полевых испытаний в пустыне Блэк-Рок в Неваде и показали хорошие результаты при скорости до 405 м/с.

Схема испытаний заключалась в том, что пенетратор поднимался до 1550 метров и после отделения падал на землю, при этом скорость удара составила около 0,5 Маха или около 150 м/с. Осмотр места удара показал, что задняя часть прототипа не повреждена и после удара выступает за пределы площадки. Некоторые из выброшенных материалов имели трещины под напряжением и некоторое сжатие. Передняя часть пенетратора также была цела. Единственное внешнее повреждение, которое было замечено - это некоторое отделение трубы корпуса от носового конуса. Отсутствие повреждений согласуется с испытаниями на сжатие, которые показали, что материал зоны деформации может выдерживать усилия до 500 кН. При скорости удара 150 м/с сила, действующая на материал, была ниже пороговой, и, по существу, не ожидалось разрушения внутренних компонентов пенетратора. Следующим этапом тестирования было войти в землю на более высокой скорости.

Один из рассмотренных методов заключался в использовании двухступенчатой системы, в которой был начальный подъем вверх (аналогично баллистическому испытанию описанному выше), а затем, когда ракета направлена вниз, с запуском второй ступени ракеты для более высокой скорости удара. Поскольку при таком варианте потенциальная зона поражения могла быть довольно большой, из соображений безопасности, от него пришлось отказаться.

Другой вариант, состоял в том, чтобы запускать ракету с помощью воздушных шаров или воздушных змеев на привязи, чтобы можно было существенно контролировать точное местоположение системы во время спуска вниз. Аэростатные системы обеспечивают большую устойчивость и меньше технических проблем, но полезная нагрузка в 20 кг довольно велика для простых метеозондов, а все, что больше, было слишком дорогим для первой фазы исследования. Сильные ветры, характерные для района Блэк-Рок, также ограничивали подъем воздушного шара.

Для проверки принципа полета было решено использовать воздушные змеи, так как 20 кг довольно большая нагрузка и для воздушного змея, было принято использовать их в тандеме. Полет пенетратора до момента удара показан на рисунке 3. Расчетная скорость при ударе составляла около 1,4 Маха, или около 420 м/с. Эта скорость находилась в середине желаемого режима работы.

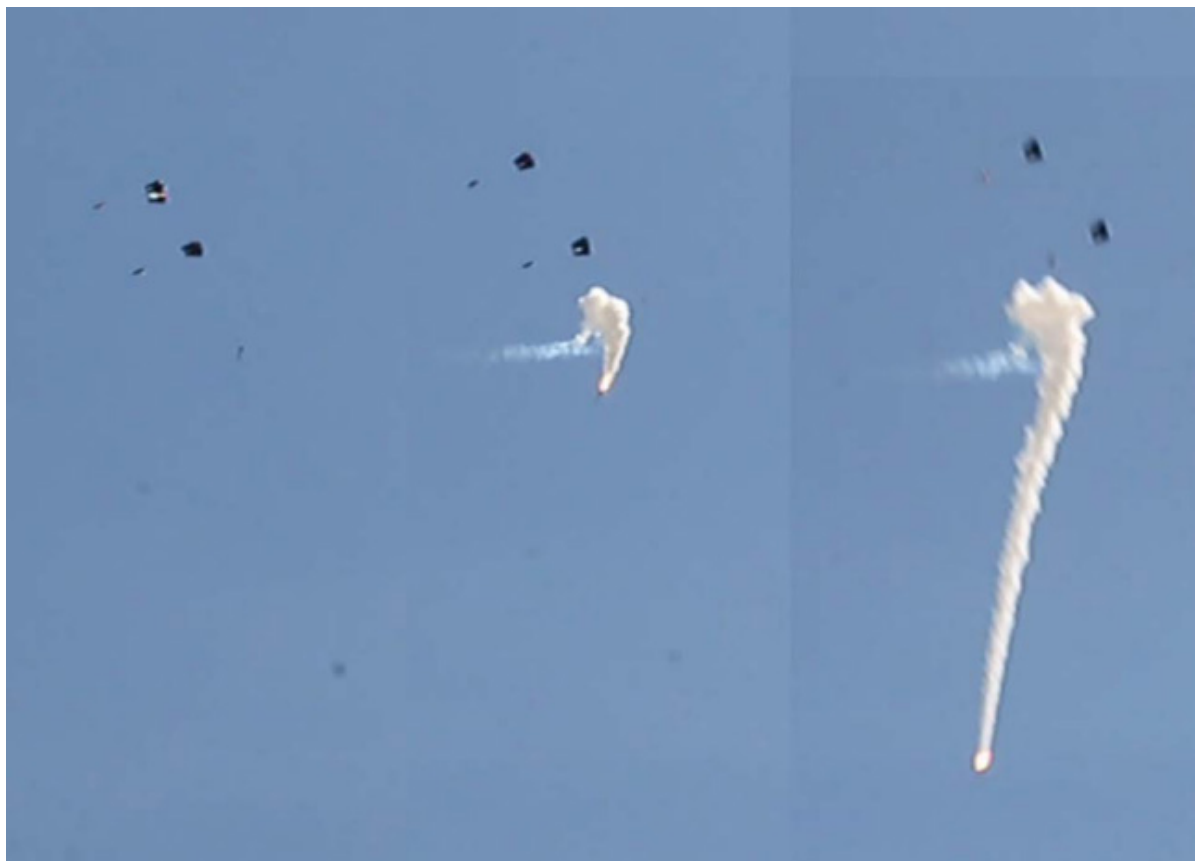


Рис. 3 - Запуск пентратора с высоты 2500 футов (762 м), поддерживаемый двумя воздушными змеями с электроприводом [5]

На рисунке 4. показаны крупные планы места удара. Очевидных признаков самого пентратора нет, хотя на месте четко виден рисунок ребер и корпуса ракеты, уходящих в землю. На некоторых выбросах видны признаки горения (темно-серого цвета) от ракетного двигателя.

Подобно дозвуковому случаю, в этом районе прорыли траншею, чтобы выяснить процессы, возникающие в результате удара. Носовой обтекатель был найден неповрежденным на глубине 1,3 м, как и в случае с дозвуковым двигателем. Однако было обнаружено, что он сдвинут в сторону под углом 90° от главной входной шахты. Этого положения можно было достичь только в том случае, если все еще горящий двигатель догонял носовой обтекатель и отталкивал его в сторону. Отверстие продолжалось по меньшей мере на 2,2 м, но ни ракетный двигатель, ни корпус ракеты на самом деле найдены не были. По-видимому, там была полость размером с двигатель, уходящая дальше вниз. [5]



Рис.4 - Ударный кратер полета пенетратора [5]

Заключение

Обзор испытаний пенетраторов «Марс-96», «MoonLITE» и тросовой системы показал, что существует несколько вариантов разгона пенетратора до необходимой скорости с последующим внедрением в грунт. По результатам обзора испытаний можно сделать вывод, что на сегодняшний день существует техническая возможность проведения натурных испытаний пенетраторов на скоростях внедрения в грунт до 500 м/с. Такие решения могут быть полезными при разработке и отработке новых пенетраторов с аналогичными скоростями внедрения в грунт.

Однако при увеличении скорости внедрения скорее всего потребуется модернизация существующих или создание новых экспериментальных установок на совершенно других принципах проведения испытаний, что является дорогостоящим и длительным процессом.

С учетом развития современных расчетных и моделирующих цифровых платформ при создании высокоскоростных пенетраторов целесообразно рассматривать переход от натурных испытаний в виртуальную среду с использованием электронных цифровых двойников.

Список литературы

1. Леун Е.В., Нестерин И.М., Пичхадзе К.М., Поляков А.А., Сысоев В.К. Обзор схем пенетраторов для контактных исследований космических объектов // Космическая техника и технологии. 2022. №2 С.103-117
2. Поляков А.А., Защиринский С.А. Использование виртуального пространства для проведения макетно-конструкторских испытаний по электронному макету космического аппарата. // Труды МАИ, выпуск №107, 2019г., электронное издание. С. 20
3. Техническая справка о научно-исследовательской работе. Экспериментальные исследования по отработке элементов конструкции и систем пенетратора при моделировании внедрения в грунты различных типов. Московский государственный авиационный институт им. Серго Орджоникидзе (технический университет). 1993 г., С.23.
4. Gowen R.A. et al. Penetrators for in situ subsurface investigations of EuropaAdvances in Space Research Vol 48, Issue 4, 16 August 2011, P. 725-742.
5. Hopf T., Kumar S., Karl W.J., Pike W.T. Shock protection of penetrator-based instrumentation via a sublimation approach // Advances in Space Research 45 (2010). P.460 – 467.
6. Winglee R.M., Truitt C. Department of Earth and Space Sciences. University of Washington // Final Report for NNX12AR02G. Sample return systems for extreme environments. P 31.
7. Winglee R.M., Truitt C. Department of Earth and Space Sciences. University of Washington // Final Report for NNX13AR37G. Sample return systems for extreme environments. P 61.

2.3.1.

И.Д. Ратманова д-р техн. наук, Л.М. Зонин

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
факультет информатики и вычислительной техники,
кафедра программного обеспечения компьютерных систем,
Иваново, ratmanovairina@mail.ru, levzonin@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ВЕДЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ РЕГИОНА

В работе представлена технология формирования системы топливно-энергетических балансов на основе поэтапной агрегации показателей по видам энергетических ресурсов и форме их происхождения (использования). Разработанный сервис позволяет корректно сформировать сводный баланс в полуавтоматическом режиме с корректным использованием единиц измерения показателей и минимизацией статистических отклонений на уровне обнопродуктовых балансов.

Ключевые слова: *топливно-энергетический баланс региона, унифицированный подход к формированию ТЭБ, калькулятор формирования системы топливно-энергетических балансов.*

Введение

Энергетический сектор региона образует комплекс, отличающийся высокой степенью сложности, многослойностью, внушительным числом взаимосвязей между различными ведомствами и географическим распространением. В свете этого для осуществления управленческих задач в рамках топливно-энергетического комплекса особую роль играет применение систем информационной поддержки процесса принятия решений. [9] Модель топливно-энергетического баланса является наиболее подходящим инструментом для сбора и анализа данных в рамках указанной информационной поддержки, что способствует эффективному управлению топливно-энергетическим комплексом региона.

С наступлением нового тысячелетия, вопросы разработки и применения энергетических балансов на уровне субъектов федерации регулярно обсуждаются на федеральном уровне Российской Федерации. В соответствии с положениями федеральных законов РФ: № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года, касающегося энергосбережения и повышения эффективности использования энергетических ресурсов, и № 190-ФЗ от 27 июля 2010 года, регламентирующего вопросы теплоснабжения, составление топливно-энергетических балансов на региональном уровне приобретает статус обязательной процедуры.

Источниками данных для составления этих балансов выступают формы, предоставляемые Федеральной службой государственной статистики. Тем не менее, на практике исключительное опирание на статистические данные Росстата может привести к определённым сложностям, таким как удвоение учетных записей, расхождение в информации и не всестороннее её покрытие из-за методики "досчётов". Росстат классифицирует информацию в зависимости от разделов общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД). При этом, данные о разнообразных сферах деятельности в рамках одной энергетического ресурса разделены между несколькими категориями ОКВЭД. Более того, в случаях, когда в регионе отдельные виды деятельности в сфере ТЭК представлены только одной или двумя крупными компаниями, сбор информации органами статистики становится затруднительным уже на региональном уровне. Эти факторы препятствуют созданию полной и точной картины состояния топливно-энергетического комплекса в регионе.

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 30 апреля 2021 года № 1152-р (в редакции от 2 декабря 2022 года) "О плане действий (дорожной карте) по созданию социально значимой и экономически обоснованной системы газификации и газоснабжения в регионах страны", подчеркивается важность подготовки топливно-энергетических балансов. В ответ на заявленное направление по газификации национальной экономики, Минэнерго России издало Приказ от 29 октября 2021 года № 1169, который устанавливает регламент по подготовке топливно-энергетических балансов для регионов и муниципалитетов. Документ включает также инструкции по составлению прогнозных ТЭБ, предназначенных для корректного расчета необходимых объемов энергоресурсов, учитывая конкуренцию между различными видами топлива. Планируется осуществление контроля за перспективными пользователями природного газа на уровне исполнительной власти субъектов. Кроме того, рекомендуется запрос у органов, курирующих поставки газа, информации о планах по его предоставлению. Осуществление сопоставления всех видов топливных ресурсов является ключевым элементом в процессе формирования топливно-энергетического баланса.

В текущей практике Федерального статистического мониторинга не проводится компиляция интегрированного топливно-энергетического баланса отдельных регионов. Это приводит к отсутствию адекватной оценки энергоемкости регионального валового продукта, которая измеряется как отношение первичного потребления энергоресурсов, зафиксированного в сводном ТЭБ, к объему валового регионального продукта. Росстат лишь фиксирует показатели энергоемкости ВРП, тогда как региональные органы власти сообщают о динамике этих показателей.

На уровне регионов редко встречается методологически корректное составление комплексных топливно-энергетических балансов. Учитывая обширность и разнообразие энергетических потоков, протяженность страны и существенное разнообразие субъектов Федерации, для реалистичного анализа топливно-энергетического баланса России необходимо использовать комплексный подход, собрав данные из множества источников. Это включает в себя официальную статистику, специализированные обзоры отраслей, актуальные национальные отчеты по вопросам теплоснабжения и энергоэффективности, агрегированные данные государственных информационных систем различных ведомств, а также ретроспективные аналитические оценки. [3]

Следует сказать, что в ряде регионов накоплен определенный опыт составления ТЭБ. [3-7, 8] Тем не менее, принимаемые меры специфичны для отдельного региона и не имеют стандартизированного характера. Научный коллектив Ивановского государственного энергетического университета им. В.И. Ленина создал и успешно реализовал в нескольких российских регионах информационно-аналитическую систему, предназначенную для учета топливно-энергетических балансов на региональном уровне (Свидетельство № 2012615714 от 22 июня 2012 года о государственной регистрации программы для ЭВМ «Информационно-аналитическая система ведения топливно-энергетических балансов региона (ИАС ТЭБ)»). Фундаментальным элементом данной системы является наблюдение за деятельностью поставщиков энергетических и топливных ресурсов.

Ключевые шаги в структурировании мониторинга включают:

- выявление перечня организаций топливно-энергетического комплекса (ТЭК), которые будут регулярно отслеживаться, на основе проведенного информационного аудита;
- создание информационно-прогностического образа ТЭК региона;
- правовое закрепление стандартов для сбора статистических данных, процедур заполнения их и предоставления отчетности исполнительными органами на уровне муниципальных образований;
- сбор фактологической информации непосредственно от ТЭК-организаций, находящихся в ведении назначенного исполнительного органа;
- анализ собранной информации, который включает в себя подготовку монотоварных балансов топлива и энергии.

Специально предназначенный для управления задачей документ, озаглавленный "Порядок ведения топливно-энергетических балансов с использованием региональной информационно-аналитической системы", устанавливает правила для информационного взаимодействия.

В качестве фундамента для создания информационно-аналитической системы (ИАС) был выбран комплекс программных средств "ИнфоВизор" для поддержки принятия решений, разработанный специалистами Ивановского государственного энергетического университета. [7] Этот комплекс включает в себя набор инструментов CASE-класса, предназначенных для создания корпоративных информационно-аналитических систем, адаптированных к различным областям их применения. С начала 2004 года по 2023 год ИАС ТЭБ была реализована и успешно эксплуатируется в нескольких регионах Российской Федерации. Однако стоит подчеркнуть, что возник ряд трудностей и проблем, в том числе:

- мониторинг поставщиков ТЭР не позволяет собрать полную информацию о конечных потребителях (имеется информация по потреблению бюджетной сферы и населению);
- ориентация на сбор информации с муниципальных образований усложняется слабой компетенцией и текучестью кадров исполнительных органов власти на местах;
- департаменты (министерства) Субъектов Федерации, курирующие энергетическую политику, малочисленны и не имеют возможности поддерживать энергетический мониторинг;
- федеральная нормативная база регламентирует использование данных Росстата при формировании ТЭБ.

Учитывая вышесказанное, представляется целесообразным разработка унифицированного решения для ведения системы топливно-энергетических балансов региона с последующим ретроспективным анализом значений показателей ТЭБ в целях оценки эффективности энергопотребления.

Подход к формированию системы топливно-энергетических балансов региона

Топливо-энергетический баланс является комплексным статистическим инструментарием, соединяющим в единую систему данные о разнообразных видах топлива и энергии, и способствует систематизации информации о деятельности энергетического сектора в рамках, соединенных между собой таблиц. Такие таблицы объединены единой методологической основой, стандартными показателями, единицами измерения и классификаторами. В рамках ТЭБ выделяют суммарный баланс и специфические балансы для каждого вида топливно-энергетических ресурсов (однопродуктовые балансы), а также прогностические и фактические балансы. Такие балансы региона необходимы для анализа целей использования разнообразных энергоресурсов, их преобразования из одного вида в другой, а также для выяснения объемов и пропорций потребления в различных отраслях экономики. ТЭБ служит вариантом информационной модели энергетического сектора, предоставляющей ключевые данные для понимания энергетических связей и соотношений.

Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) структурирован в виде интегрированной балансовой таблицы, включающей несколько сегментов с набором индикаторов, которые детализируют производство и распределение энергоресурсов, а также их применение для разнообразных нужд, включая окончательное потребление. Процедура разработки ТЭБ предполагает последовательное суммирование данных в зависимости от категории энергетического ресурса и характеристик его использования. Можно визуализировать систему топливно-энергетических балансов на региональном уровне как многоуровневую структуру, напоминающую древовидную модель. Исходная вершина дерева соответствует сводному (отчетному) ТЭБ региона. Промежуточные узлы дерева соответствуют укрупненным категориям ТЭР, которые позволяют сделать сводный ТЭБ более компактным и удобным для анализа. Конечные узлы соответствуют однопродуктовым балансам. На рис. 1 показан пример иерархической модели сводного ТЭБ.

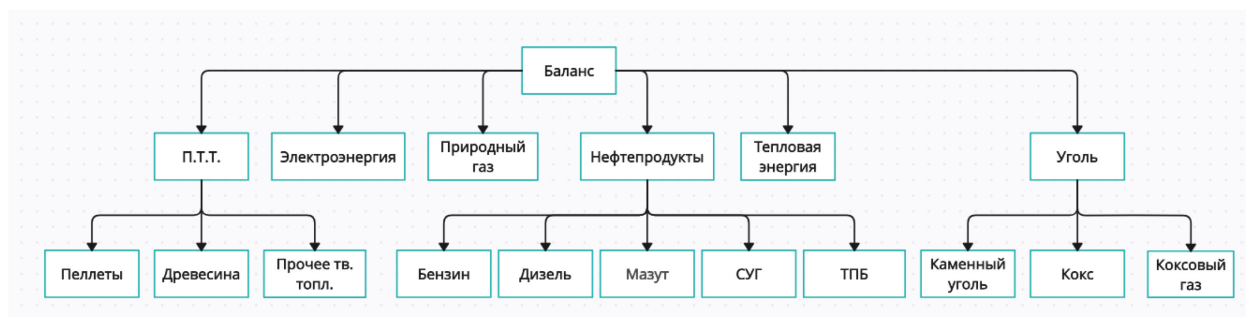


Рис. 1 – Схема иерархической модели сводного (отчетного) ТЭБ региона

Итоговый топливно-энергетический баланс охватывает три ключевых раздела: "Потребление первичной энергии (грубое начальное снабжение)", "Процесс преобразования энергоносителей" и "Окончательное использование энергии". В перечень топливно-энергетических ресурсов входят такие позиции, как:

- неочищенная нефть и сопутствующий газ;
- нефтепродукты;
- природный и сжиженный газы, биогаз и другие вторичные горючие ресурсы;
- каменный уголь, сланцы, коксующийся уголь, производственный газ;
- торф, древесное топливо и другие виды твердого топлива;
- электрическая и тепловая энергия, генерируемые в ходе производства.

Акторами топливно-энергетического комплекса (ТЭК), представленными в обобщенном балансе, являются различные категории производственных факторов, задействованных в процессах преобразования энергетических ресурсов. К ним относятся электростанции различных типов, как тепловые (ТЭС), так и гидроэлектрические (ГЭС), атомные (АЭС) и станции на возобновляемых источниках энергии (НВИЭ), промышленные энергетические установки, котельные и установки по использованию отходящего тепла, заводы по переработке нефти и газа, а также предприятия, занимающиеся обработкой (обогащением) угля и транспортные системы для перемещения ТЭР.

При формировании сводного энергетического баланса региона в расчет принимаются данные из однопродуктовых балансов отдельных энергоресурсов. В своей основе баланс i -го топливно-энергетического ресурса можно представить с помощью следующего выражения:

$$P_i = K_i + H_i + \sum_j T_{ij}, \text{ где}$$

P_i - обозначает уровень использования i -го вида топливно-энергетического ресурса, который рассчитывается путем суммирования его добычи (применимо к первичным энергоносителям) или производства, величины импорта и объемов, находящихся в резервных запасах, с последующим вычетом экспортированных количеств данного ресурса.

K_i - отражает итоговое использование i -го энергоресурса, определяемое как общий объем его потребления со стороны общественности, экономических субъектов, а также затраты на неэнергетические цели, например, как материал для производства.

H_i - представляет собой потери i -го топливно-энергетического ресурса, которые вычисляются на основании общей суммы расходования данного ресурса на внутренние нужды участников ТЭК, включая потери в ходе его преобразования, а также потери, возникающие при транспортировке.

T_{ij} - указывает на потери, возникающие в процессе трансформации i -го типа топлива или энергии в рамках j -ой стадии преобразовательной деятельности, и являются результатом разницы между объемами израсходованных и полученных энергоресурсов.

В целом все указанные элементы однопродуктового баланса состоят из показателей:

$$X = \{x_1, \dots, x_n, \dots, x_{|X|}\}, 1 \leq n \leq |X|, \text{ где}$$

n – количество показателей однопродуктового баланса.

В процессе формирования однопродуктового энергетического баланса допускается использование данных из множественных источников информации. К ним относятся официальная статистика, специализированные отчеты отрасли, актуальные государственные отчеты в областях теплоснабжения и эффективного использования энергии, агрегированные данные геоинформационных систем (ГИС) различных государственных учреждений, а также обзоры, содержащие исторические аналитические данные. В итоге для интеграции в окончательный баланс производится отбор единственного наиболее подходящего значения для каждого параметра на основе принципа уменьшения статистических расхождений.

$$ST_i = P_i - K_i - H_i - \sum T_{ij}; ST_i \rightarrow \min.$$

Выбор значения показателя из исходных форм осуществляется по эвристическому правилу в соответствии с инструкцией (комментариям) к конкретному источнику. Данные источников заносятся в натуральных единицах измерения и пересчитываются в тонны условного топлива для обеспечения возможности интеграции данных в сводном балансе.

Для оптимизации процесса анализа в общем энергетическом балансе определены главные разделы. Создание сводного баланса региона происходит после того, как составлены все промежуточные балансы, путём их агрегирования – суммирования данных по всем пунктам указанных таблиц. Особо стоит упомянуть, что в качестве начального раздела принято первичное (совокупное) потребление энергии, ключевой для расчета энергоемкости валового регионального продукта (ВРП).

Энергоемкость ВРП рассчитывается как соотношение общей величины потребления топливно-энергетических ресурсов и величины валового регионального продукта.

$$\mathcal{E}_{ВРП} = \frac{\sum_i P_i}{ВРП}$$

Вместе с тем полученная на основе данных ТЭБ энергоемкость экономики региона в натуральных единицах позволяет глубже проанализировать ситуацию. В частности, можно сравнить прирост внутреннего потребления первичных топливно-энергетических ресурсов с приростом ВРП в целях оценки интенсивности снижения энергоемкости. Также можно выполнить анализ влияния на энергопотребление структурных изменений в экономике региона, ее активности, а также интенсивности (энергоэффективности) и др.

Ежегодно осуществляется накопление значений показателей балансов для последующего ретроспективного анализа эффективности энергопотребления в регионе. [10]

Таким образом, разработан подход к формированию информационной модели системы топливно-энергетических балансов региона. Описанный в данном разделе метод положен в основу сервиса формирования системы топливно-энергетических балансов региона, рассмотренного в следующем разделе.

Сервис формирования системы топливно-энергетических балансов региона

В основу сервиса положен Калькулятор, реализованный в табличном редакторе Microsoft Excel с использованием языка программирования Visual Basic, связывающий показатели ТЭБ соответствующими ассоциациями в виде формул (Свидетельство № 2023687165 от 12 декабря 2023 года о государственной регистрации программы для ЭВМ «Сервис формирования ежегодных топливно-энергетических балансов региона»).

Процесс формирования сводного ТЭБ соответствует обходу дерева снизу вверх. При этом данные Росстата и др. источников вводятся в электронные таблицы, соответствующие однопродуктовым балансам в натуральных единицах. Каждый однопродуктовый баланс представляется таблицей, в которой первые два столбца показателей соответствуют структуре баланса в т.у.т. и натуральных единицах. Остальные столбцы соответствуют статистическим формам, данные из которых предполагается использовать в формируемом балансе. В сервисе поддерживается, выбор данных в баланс с автоматическим пересчетом в т.у.т., а также балансировка (оценка статистического отклонения с повторным выбором данных возможно из другой формы). После выполнения нескольких итераций окончательный баланс будет сформирован (рис. 2). Значения показателей однопродуктовых

балансов отражаются в балансах верхних уровней. Таким образом, автоматически сформируется сводный баланс региона. Ежегодно данная технология ведения ТЭБ выполняется с накоплением ретроспективы значений необходимых показателей для последующего анализа.

Природный газ	В баланс, тыс. т у.т., к-т перевода 1.154	В натуральных единицах, тыс. куб. м/т у.т.	4-ТЭР, тыс. куб. м	4-ТЭР, т у.т.	22-ЖКХ	1-ТЕП, тыс. куб. м
Выработано						
Получено из-за пределов области	19 770,58	17 132 215,00	17 132 215,00			
Отпущено за пределы области						
Изменение запасов	577,62	500 537,00	500 537,00			
Потреблено всего	20 348,20	17 632 752,00	17 632 752,00			
Стат.расходжение	-2 290,15					
Производство ЭЭ и ТЭ	17 751,41	17 264 054,00		17 264 054,00		
Производство электроэнергии	4 814,89	4 814 892,00		4 814 892,00		
Производство тепла	12 936,52	11 210 152,88		11 007 366,00		11 210 152,88
Теплоэлектростанции	2 593,00	2 592 995,00		2 592 995,00		
Котельные	10 343,52			8 414 371,00		
Электрокотельные						
В теплоутилизационных и прочих установках						
Электростанции	7 407,89	7 407 887,00		7 407 887,00		
Переработка нефти						
Переработка газа	5,34	5 337		5 337		
Обогащение угля						
Собственные нужды						
Потери в сетях						
Конечное потребление	4 881,60	4 230 158,69				
Сельское хозяйство	79,45	68 845,00		68 845,00		
Промышленность	460,25	398 832,00				
Добыча полезных ископаемых						

Рис. 2 – Фрагмент заполненной таблицы однопродуктового баланса

После того как в одной категории ТЭР будут заполнены все однопродуктовые таблицы, будет сформирована таблица укрупненной категорией ТЭР. Для каждой категории в Калькуляторе имеется своя таблица (Уголь, Нефтепродукты, ПТТ и др.). Они формируются автоматически с использованием формул Excel путем построчного суммирования данных из однопродуктовых таблиц группы. Пример таблицы укрупненной категорией ТЭР с формулами для расчета представлен на рис.3.

А	В
Нефтепродукты	В баланс, тыс. т у.т.
Выработано	=Бензин!B3+Дизель!B3+Мазут!B3+СУГ!B3+ТПБ!B3
Получено из-за пределов области	=Бензин!B4+Дизель!B4+Мазут!B4+СУГ!B4+ТПБ!B4
Отпущено за пределы области	=Бензин!B5+Дизель!B5+Мазут!B5+СУГ!B5+ТПБ!B5
Изменение запасов	=Бензин!B6+Дизель!B6+Мазут!B6+СУГ!B6+ТПБ!B6
Потреблено всего	=Бензин!B7+Дизель!B7+Мазут!B7+СУГ!B7+ТПБ!B7
Стат.расходжение	=Бензин!B8+Дизель!B8+Мазут!B8+СУГ!B8+ТПБ!B8
Производство ЭЭ и ТЭ	=Бензин!B9+Дизель!B9+Мазут!B9+СУГ!B9+ТПБ!B9
Производство электроэнергии	=Бензин!B10+Дизель!B10+Мазут!B10+СУГ!B10+ТПБ!B10
Производство тепла	=Бензин!B11+Дизель!B11+Мазут!B11+СУГ!B11+ТПБ!B11
Теплоэлектростанции	=Бензин!B12+Дизель!B12+Мазут!B12+СУГ!B12+ТПБ!B12
Котельные	=Бензин!B13+Дизель!B13+Мазут!B13+СУГ!B13+ТПБ!B13
Электрокотельные	=Бензин!B14+Дизель!B14+Мазут!B14+СУГ!B14+ТПБ!B14
В теплоутилизационных и прочих установках	=Бензин!B15+Дизель!B15+Мазут!B15+СУГ!B15+ТПБ!B15
Переработка нефти	=Бензин!B16+Дизель!B16+Мазут!B16+СУГ!B16+ТПБ!B16
Переработка газа	=Бензин!B17+Дизель!B17+Мазут!B17+СУГ!B17+ТПБ!B17
Обогащение угля	=Бензин!B18+Дизель!B18+Мазут!B18+СУГ!B18+ТПБ!B18
Собственные нужды	=Бензин!B19+Дизель!B19+Мазут!B19+СУГ!B19+ТПБ!B19
Потери в сетях	=Бензин!B20+Дизель!B20+Мазут!B20+СУГ!B20+ТПБ!B20
Конечное потребление	=Бензин!B21+Дизель!B21+Мазут!B21+СУГ!B21+ТПБ!B21
Сельское хозяйство	=Бензин!B22+Дизель!B22+Мазут!B22+СУГ!B22+ТПБ!B22
Промышленность	=Бензин!B23+Дизель!B23+Мазут!B23+СУГ!B23+ТПБ!B23
Добыча полезных ископаемых	=Бензин!B24+Дизель!B24+Мазут!B24+СУГ!B24+ТПБ!B24
Обрабатывающие производства	=Бензин!B25+Дизель!B25+Мазут!B25+СУГ!B25+ТПБ!B25
Обеспечение ЭЭ, газом и паром	=Бензин!B26+Дизель!B26+Мазут!B26+СУГ!B26+ТПБ!B26
Водоснабжение, водоотведение, утилизация отходов	=Бензин!B27+Дизель!B27+Мазут!B27+СУГ!B27+ТПБ!B27
Прочая промышленность	=Бензин!B28+Дизель!B28+Мазут!B28+СУГ!B28+ТПБ!B28
Строительство	=Бензин!B29+Дизель!B29+Мазут!B29+СУГ!B29+ТПБ!B29
Транспортировка, хранение и связь	=Бензин!B30+Дизель!B30+Мазут!B30+СУГ!B30+ТПБ!B30
Железнодорожный	=Бензин!B31+Дизель!B31+Мазут!B31+СУГ!B31+ТПБ!B31
Трубопроводный	=Бензин!B32+Дизель!B32+Мазут!B32+СУГ!B32+ТПБ!B32
Автомобильный	=Бензин!B33+Дизель!B33+Мазут!B33+СУГ!B33+ТПБ!B33
Прочий транспорт	=Бензин!B34+Дизель!B34+Мазут!B34+СУГ!B34+ТПБ!B34
Сфера услуг	=Бензин!B35+Дизель!B35+Мазут!B35+СУГ!B35+ТПБ!B35
Население	=Бензин!B36+Дизель!B36+Мазут!B36+СУГ!B36+ТПБ!B36
Неэнергетические нужды	=Бензин!B37+Дизель!B37+Мазут!B37+СУГ!B37+ТПБ!B37

Рис. 3 – Алгоритм формирования укрупненной категории ТЭР «Нефтепродукты»

Как только сформируются таблицы укрупненных балансов, будет готов сводный (общий) баланс в таблице «Баланс», которая отображает общую картину по региону. В сводной таблице учитываются все виды топлива и энергии, что позволяет увидеть полный топливно-энергетический баланс региона. На рис. 4 представлены формулы для формирования сводного ТЭБ и заполненная таблица сводного баланса.

Топливо-энергетический баланс					
ТЭБ, тыс. т у.т.	Уголь	Нефть	Нефте-продукты	Природ-ный газ	Прочее твердое топливо
1	2	3	4	5	
Производство энергетических ресурсов	=Уголь/В3				=ПТТВ3
Ввоз	=Уголь/В4		=Нефтепродукты/В4	=Пр-й газ/В4	
Вывоз					
Изменение запасов	=Уголь/В6		=Нефтепродукты/В6	=Пр-й газ/В6	=ПТТВ6
Потребление первичной энергии	=Уголь/В7		=Нефтепродукты/В7	=Пр-й газ/В7	=ПТТВ7
Статистическое расхождение	=Уголь/В8		=Нефтепродукты/В8	=Пр-й газ/В8	=ПТТВ8
Производство ЭЭ	=Уголь/В10		=Нефтепродукты/В10	=Пр-й газ/В10	=ПТТВ10
Производство тепловой энергии	=С13+С14+С15		=Е13+Е14+Е15	=F13+F14+F15	=G13+G14+G15
Теплоэлектростанции			=Нефтепродукты/В12	=Пр-й газ/В12	
Котельные	=Уголь/В13		=Нефтепродукты/В13	=Пр-й газ/В13	=ПТТВ13
Электрокотельные и теплоутилизационные установки					
Преобразование топлива	=С17+С18+С19	=D17+D18+D19	=Е17+Е18+Е19	=F17+F18+F19	=G17+G18+G19
Переработка нефти					
Переработка газа				=Пр-й газ/В18	
Обогащение угля	=Уголь/В18				
Собственные нужды			=Нефтепродукты/В19	=Пр-й газ/В19	=ПТТВ19
Потери при передаче	=Уголь/В20		=Нефтепродукты/В20	=Пр-й газ/В20	=ПТТВ20
Конечное потребление	=Уголь/В21		=Нефтепродукты/В21	=Пр-й газ/В21	=ПТТВ21
Сельское хозяйство	=Уголь/В22		=Нефтепродукты/В22	=Пр-й газ/В22	=ПТТВ22
Промышленность	=Уголь/В23		=Нефтепродукты/В23	=Пр-й газ/В23	=ПТТВ23
Добыча полезных ископаемых	=Уголь/В24		=Нефтепродукты/В24	=Пр-й газ/В24	=ПТТВ24
Обрабатывающие производства	=Уголь/В25		=Нефтепродукты/В25	=Пр-й газ/В25	=ПТТВ25
Обеспечение ЭЭ, газом и паром	=Уголь/В26		=Нефтепродукты/В26	=Пр-й газ/В26	=ПТТВ26
Водоснабжение, водоотведение, утилизация отходов	=Уголь/В27		=Нефтепродукты/В27	=Пр-й газ/В27	=ПТТВ27
Прочая промышленность	=Уголь/В28		=Нефтепродукты/В28	=Пр-й газ/В28	=ПТТВ28
Строительство	=Уголь/В29		=Нефтепродукты/В29	=Пр-й газ/В29	=ПТТВ29

Топливо-энергетический баланс										
ТЭБ, тыс. т у.т.	Уголь	Нефть	Нефте-продукты	Природ-ный газ	Прочее твердое топливо	Гидро-энергия и НВИЭ	Атомная энергия	Электро-энергия	Тепловая энергия	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Производство энергетических ресурсов	182				183	234				600
Ввоз	474		3 838	19 771				6 184	1 635	31 901
Вывоз								-2 506		-2 506
Изменение запасов	16		7	578	2					603
Потребление первичной энергии	672		3 845	20 348	185	234		3 678	1 635	30 597
Статистическое расхождение	0		176	-2 290	1			0	107	-2 007
Производство ЭЭ	-5		-37	-4 815	0	-234		2 622	0	-2 470
Производство тепловой энергии	-134		-210	-12 937	-185	0		0	10 951	-2 513
Теплоэлектростанции			-28	-2 593				0	2 261	-360
Котельные	-134		-182	-10 344	-185				8 637	-2 207
Электрокотельные и теплоутилизационные установки									54	54
Преобразование топлива	-447	0	0	-5	0	0	0	0	0	-452
Переработка нефти										
Переработка газа				-5						-5
Обогащение угля	-447									-447
Собственные нужды	0		0	0	0	0		-493	-273	-766
Потери при передаче	0		0	0	0	0		-929	-849	-1 778
Конечное потребление	86		3 383	4 882	0			4 878	11 357	24 585
Сельское хозяйство	0		83	79	0			246	243	651
Промышленность	0		1 145	460	0			1 684	4 521	7 811
Добыча полезных ископаемых	0		29	0	0			21	2	52
Обрабатывающие производства	0		449	90	0			1 297	1 378	3 214
Обеспечение ЭЭ, газом и паром	0		40	27	0			126	1 804	1 998
Водоснабжение, водоотведение, утилизация отходов	0		105	300	0			239	346	990
Прочая промышленность	0		525	43	0			0	992	1 561

Рис. 4 – Алгоритм формирования сводного ТЭБ и фрагмент ТЭБ региона

Заключение

Технология формирования системы топливо-энергетических балансов на основе разработанного сервиса позволяет корректно сформировать сводный ТЭБ в полуавтоматическом режиме с корректным использованием единиц измерения показателей и минимизацией статистических отклонений на уровне обнопродуктовых балансов ТЭР.

На основе разработки выполнено формирование топливо-энергетических балансов 2016-2022 гг. одного из регионов ЦФО. Ретроспективный анализ показателей ТЭБ позволил оценить эффективность энергопотребления в регионе.

Список литературы

1. *Башмаков И.А.* Оценка потенциала энергосбережения в ХМАО / И. А.Башмаков, К. Б. Борисов, М. Г. Дзедзичек, А. А.Лунин, О. В.Лебедев // Академия энергетики. – 2011. – № 5. – С. 36–44.
2. *Башмаков И.А.* Энергетические балансы РФ и субъектов РФ как основа разработки и мониторинга программ повышения энергоэффективности/ И.А. Башмаков//Энергосовет.- 2012. - №4 (23).- С. 21-29.
3. *Гашо Е.Г.* Оценка динамики изменения пропорций топливно-энергетического баланс РФ / Е.Г. Гашо, О.Н. Чехранова // Промышленная энергетика . – 2023. – №4. – С.2–9.
4. *Данилов Н.И.* Показатели энергоэффективности в системе регионального планирования/ Н. И. Данилов, В.В. Добродей, В.Ю. Попов, М.А. Коняева // Вестник УрФУ. Серия Экономика и управление. – 2012. – № 2. – С. 118–125.
5. *Данилов Н.И.* Энергоэффективность начинается с / Н. И. Данилов // Энергосбережение. – 2011. – № 4. – С. 72–88.
6. *Климова Г.Н.* Роль топливно-энергетического баланса в программе энергетической эффективности Томской области / Г. Н. Климова // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – №7. – С.232–236.
7. *Коровкин С.Д.* Программный комплекс ИнфоВизор как среда поддержки жизненного цикла корпоративных информационных систем / С.Д. Коровкин, И.А. Левенец, И.Д. Ратманова, Л.В. Щавелев // Вестн. ИГЭУ. – 2004. – Вып. 3. – С. 71–79.
8. *Павлов Н.В., Иванова А.Е., Петрова Т.Н.* Структурный анализ топливно-энергетического баланса республики Саха (Якутия) // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2018. Т. 20. № 9-10. С. 3-12.
9. *Ратманова И.Д.* Методология организации информационной поддержки принятия решений в сфере энергетики / И. Д. Ратманова // Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2006. – 224 с.
10. *Ратманова И.Д., Зонин Л.М.* Методы и средства оценки эффективности энергопотребления на основе ретроспективного анализа показателей топливно-энергетических балансов региона// Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. - №7. – С. 192-198.

2.3.1.

Е.В. Спиридонова, А.Д. Степанов

Оренбургский государственный университет,
Институт математики и информационных технологий,
кафедра прикладной математики,
Оренбург, artema437@mail.ru

**ПРОГНОЗ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ АТОМНОЙ МАССЫ ЭЛЕМЕНТОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

В работе представлены результаты применения моделей Random Forest и градиентного бустинга XGBoost для обучения с учителем – базы данных химических элементов, построенной в СУБД SQLite. Отклонения от предсказанных значений изучаемых элементов Co, Ni, Cu составили не более 1,5 %. Кросс-валидация для прогноза элементов с номером от 119 до 121 составила 99,8 %. Ограничением моделей является применимость полученных данных только к изотопам элементов с минимальным набором нейтронов.

Ключевые слова: машинное обучение, прогноз свойств, модель структура-свойство, относительная атомная масса элементов.

В современном мире применение машинного обучения и искусственного интеллекта увеличивается пропорционально усложнению научного знания. В рамках химической области информационные технологии позволяют решать задачи, с которыми не справляется современная методология в вопросах молекулярной механики, квантовой химии, моделирования молекул, а также прогноза синтеза веществ и материалов.

Однако химические науки имеют специфику применения информационных технологий. Чаще всего предметом исследования является сложная система, каждый параметр, который значительно влияет на результат эксперимента. Инновационным решением этой проблемы для экономии труда в наукоёмких областях является применение методов машинного обучения [1].

Машинное обучение – комплекс мероприятий по созданию алгоритмов решения поставленной задачи компьютерными методами.

Оно может быть осуществлено, с помощью обучения:

1) с учителем – модели предоставляется база данных, выборка из которой идёт на основе «стимул-реакция», предполагается наличие зависимости, но её природа неизвестна;

2) без учителя – данные для обучения предоставляются без предварительных меток и категорий, предполагается поиск скрытых зависимостей и кластеризация.

В настоящее время открытые базы данных [2-3] химических и физических свойств элементов позволяют применить обучение с учителем для прогноза относительной атомной массы элементов. При использовании моделей, построенных на изучении системы классическими методами регрессии, можно добиться точности до 0,01 а.е.м. вещества, в случае моделей Random Forest и градиентного бустинга, использование ансамблей деревьев позволяет захватить не только правила периодического закона, но и скрытые закономерности распределения относительной атомной массы, что повышает точность до 0,001 а.е.м.. Данный процесс может быть реализован при помощи библиотеки Pandas.

Авторами статьи была заполнена база данных системы SQLite. Значения параметров для каждого элемента имели вид:

1. Element – обозначение элемента;
2. Protons – количество протонов в ядре элемента;
3. Neutrons – количество нейтронов в ядре элемента;
4. Electrons – количество электронов в ядре элемента;

Модель базы данных в DB Browser представлена на рисунке 1.

Work1	CREATE TABLE "Work1" ("Element" TEXT UNIQUE, "F
Element	TEXT "Element" TEXT UNIQUE
Protons	INTEGER "Protons" INTEGER
Neutrons	INTEGER "Neutrons" INTEGER
Electrons	INTEGER "Electrons" INTEGER

Рис. 1 – Структура базы данных для обучения

Из базы данных формировались массивы, которые переносились в модель для обучения. Интерфейс полученного программного обеспечения представлен на рисунке 2.

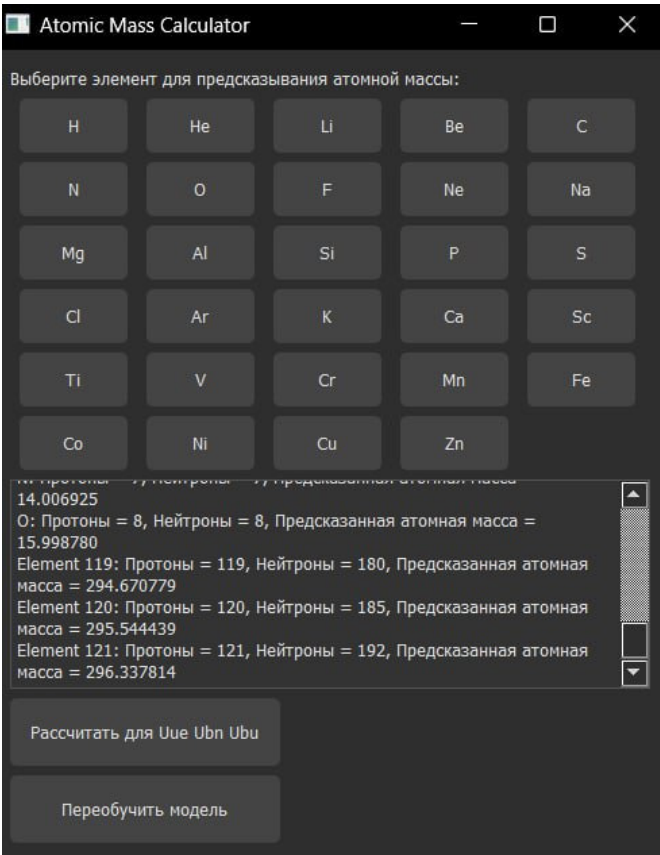


Рис. 2 – Интерфейс программного обеспечения

Метод Random Forest или метод случайного леса строит ансамбли решающих деревьев. Каждое дерево создаётся на основе случайного подмножества, это даёт возможность прогнозировать скрытые параметры и закономерности. Суть работы метода представлена на рисунке 3 [4].

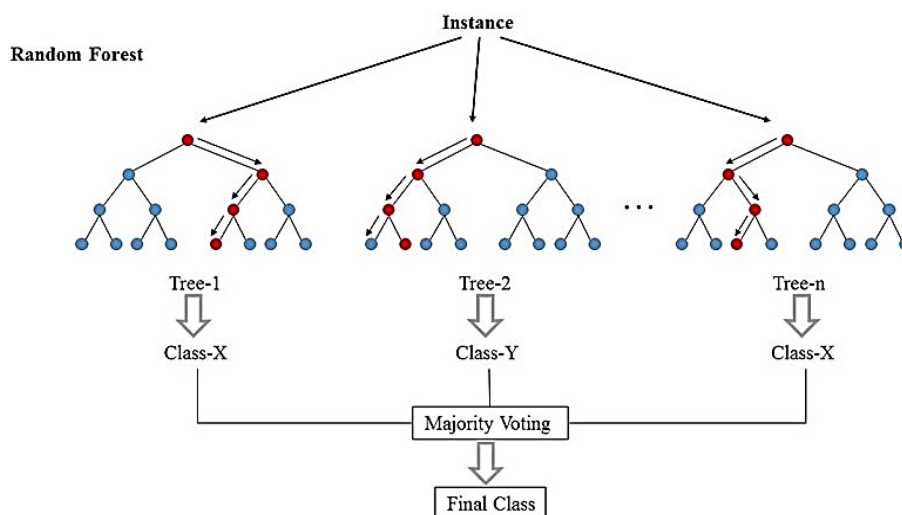


Рис. 3 – Суть работы метода Random Forest

Для К-мерной валидации получаемых данных требуется разбиение деревьев во время итераций на определённые фолды, что является частью ансамблевого обучения.

В химических исследованиях дефектом масс пренебрегают, поэтому основными параметрами для обучения являлись протоны – «Protons», нейтроны «Neutrons» и электроны «Electrons». Модель обучения – Random Forest, содержит количество эстиматоров – 100.

Для кросс-валидации установлены следующие переменные:

1. `min_error_threshold = -0.001` - минимальная погрешность;
2. `max_folds = len(X) // 2` - максимальное количество фолдов;
3. `current_folds = 2` - начальное количество фолдов;

В сумме в процессе обучения образовалось 10 фолдов - данный показатель отражает, что модель не была переобучена, следовательно, её результаты можно использовать на примерах из тестовой выборки и для элементов, которые в неё не входили. Также в модель включены веса, которые позволили учесть массу тяжелых атомов.

Полученная модель была обучена и использована для предсказания относительной атомной массы Co, Ni и Cu. Результаты со средним значением кросс-валидации представлены в таблице 1.

Малые значения относительной погрешности итоговых значений позволяют указать на значительную эффективность предсказательной модели, что даёт возможность использовать её для прогноза атомной массы ещё не открытых элементов, но со значительными ограничениями.

Таблица 1 – Итоговый результат прогноза для Co, Ni и Cu

Элемент	$A_{г.табл.}$, а.е.м.	$A_{г.итог.}$, а.е.м.	$\Delta A_{г.}$, а.е.м.	E, %
Co	58.4372	58.9332	0,496	0,8487
Ni	58.6492	58.6934	0,0442	0,0753
Cu	62.6294	63.5460	0,9166	1,4635

Для следующего эксперимента была использована модель градиентного бустинга XGBoost, с модификацией параметров:

- 1) `n_estimators = 60000` - число деревьев в ансамбле;
- 2) `max_depth = 5000` - максимальная глубина дерева - увеличенная глубина позволит зафиксировать нелинейные зависимости между параметрами;
- 3) `learning_rate = 0.005` - скорость обучения.

Преимуществом данной модели является использование функции ошибки `reg:squarederror`, которая уменьшает среднеквадратичную ошибку и увеличивает точность результатов.

Стоит учесть, что в рамках данной модели рассматривались только изотопы с минимальным количеством нейтронов из предсказанных возможных [5-6]. Итоговые результаты в сравнении с прогнозируемыми из источников [5-8] представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Итоговые результаты прогноза для Uue, Ubn и Ubu

Элемент	$A_{г.табл.}$, а.е.м.	$A_{г.итог.}$, а.е.м.	$\Delta A_{г.}$, а.е.м.	ε , %	Кросс-валидация
Ununennium 119	[294]	294,680359	0	0,00	0.998
Unbinilium 120	[299]	295,554016	4	1,34	0.998
Unbiunium 121	[297]	296,347382	1	0,37	0.998

Полученные значения для прогнозируемых элементов свидетельствуют об эффективности модели для предсказания относительной атомной массы элементов, однако для сверхтяжёлых элементов существуют большое количество предсказанных изотопов, что привносит дополнительную сложность для учёта масс.

Модифицированные параметры модели позволяют предсказывать значение относительной атомной массы элементов до границ применимости периодического закона с учётом изотопов, содержащих минимум нейтронов в ядре, однако с ростом атомной массы точность предсказания будет уменьшаться.

Список литературы

1. Accelerated chemical science with AI / S. Back, A. Aspuru-Guzik, M. Ceriotti [и др.] // Digital Discovery. – 2024. – № 3. – С. 23-33.
2. PubChem National Library of Medicine: портал. – Bethesda, 2004. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 30.10.2024)
3. ChemSpider: портал. – London, 2009. – URL: <https://www.chemspider.com/> (дата обращения: 30.10.2024)
4. Dimitriadis S.I. How random is the random forest? RF algorithm on the service of structural imaging biomarkers for AD: from ADNI database / S.I. Dimitriadis, D. Liparas // Neural Regeneration Research. – 2018. – Т. 6, № 13. – С. 962-970.
5. Sicius H. Ausblick: Chemische Elemente der 8. und 9. Periode / H. Sicius. – Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2020. – 15 с.
6. Systematic study of decay properties of heaviest elements / Y. M. Palenzuela, L. F. Ruiz, W. Greiner, A. Karpov // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2012. – Vol. 76, No. 11. – P. 1165-1171.
7. Pyykkö P. A suggested periodic table up to $Z \leq 172$, based on Dirac-Fock calculations on atoms and ions / P. Pyykkö // PCCP: Physical Chemistry Chemical Physics. – 2011. – Vol. 13, No. 1. – P. 161-168.
8. Нефедов В.И. Электронные конфигурации и Периодическая таблица Д.И. Менделеева для сверхтяжёлых элементов / В. И. Нефедов, М. Б. Тржасковская, В. Г. Яржемский // Доклады Академии наук. – 2006. – Т. 408, № 4. – С. 488-490.

2.3.1.

Н.Г. Фетисова, А.П. Буйносов д-р техн. наук

Уральский государственный университет путей сообщения,
кафедра «Электрическая тяга»,
Екатеринбург, NFetisova@usurt.ru, byinosov@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ НА ПЯТНАХ КОНТАКТА В СИСТЕМЕ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»

В статье приведена разработанная авторами методика определения силы трения на пятнах контакта рельса и колесной пары железнодорожного подвижного состава.

Ключевые слова: подвижной состав, колесо, рельс, контакт, пятно, сила трения, определение.

Рассмотрим сначала двумерный контакт (см. рис. 1).

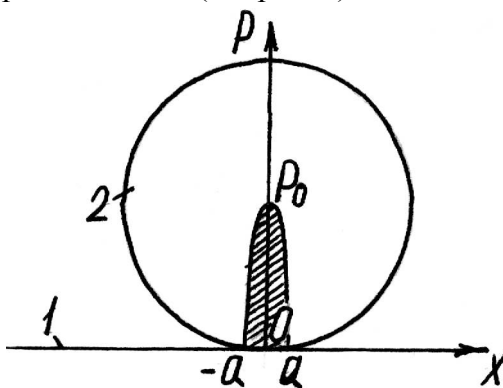


Рис. 1 - Двумерный контакт колеса (2) с рельсом (1)

Введем систему координат, связанную с первым телом. В этой системе координат давление в области контакта находится по формуле [1]:

$$p(x) = p_0 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{x}{a}\right)^2}, \quad (1)$$

где a – половина размера пятна контакта; p_0 – максимальное давление, $p_0 = \frac{2P}{\pi a}$; P – нагрузка на контакт.

Касательные усилия τ в каждой точке контакта находятся по следующей формуле [2]:

$$\tau(x) = k \cdot p(x) \cdot \left(\frac{\vec{v}(x)}{v(x)} \right), \quad (2)$$

где k – коэффициент трения скольжения; $\vec{v}, v$ – вектор скорости скольжения поверхностей, направленный по касательной к поверхности их общего контакта и его модуль.

Тогда сила трения на пятне контакта вычисляется по следующей формуле [3]:

$$F = \int_{-a}^a \tau(x) dx. \quad (3)$$

Переходя к безразмерным силам, то есть:

$$K = \frac{\vec{F}}{kP} \quad (4)$$

и сделав замену $x = \frac{x}{a}$, получим:

$$\vec{K} = \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 \sqrt{(1-x^2)} \cdot \frac{\vec{v}}{v} dx. \quad (5)$$

Обозначив $\vec{v}(0)$ через $\vec{u}$, а угловую скорость вращения катящегося тела ω_y имеем:

$$v_x = u_x, \quad v_y = u_y, \quad v_z = u_z - x\omega_y \quad (6)$$

Величину u_z будем считать равной нулю, но иногда она может иметь существенное значение (например, при объяснении падения силы трения при вибрации).

Сделав замену $\vec{v} = \frac{\vec{v}}{a\omega_y}$, $\vec{\mu} = \frac{\vec{u}}{a\omega_y}$ из равенств (6) имеем:

$$v_x = \mu_x, \quad v_y = \mu_y, \quad v_z = -x. \quad (7)$$

В силу четности функции v по x , компонента $K_z = 0$. Значит:

$$K = \frac{2\vec{\mu}_1}{\pi} \cdot \int_{-1}^1 \frac{\sqrt{(1-x^2)}}{v} dx \quad (8)$$

где $\vec{\mu}_1 = \vec{\mu}_x + \vec{\mu}_y$, $v = \sqrt{(\mu_l^2 + x^2)}$.

Характеризовать скорость приближения функции $K(\mu_l)$ к 1 можно величиной μ^* такой, что $K(\mu^*) = 0,5$. Для рассматриваемого случая $\mu^* = 0,19$.

Обычно изучают зависимость K не от μ_l , а от величины относительного проскальзывания ε , которая определяется как:

$$\varepsilon = \frac{u_l}{R\omega_y}. \quad (9)$$

тогда

$$\varepsilon = \frac{\mu_l \cdot a}{R}. \quad (10)$$

Для аппроксимации функции $K(\varepsilon)$ используется следующая формула:

$$K(\varepsilon) = \frac{2}{\pi} \cdot \arctg\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon^*}\right), \quad (11)$$

где $\varepsilon^* = \frac{\mu^* a}{R}$.

В реальности пятно контакта имеет форму эллипсоида [2]. Тогда вместо уравнений (6) имеем:

$$v_x = u_x - y\omega_z, \quad v_y = u_y + x\omega_z, \quad v_z = u_z - x\omega_y + y\omega_x. \quad (12)$$

Сделав замену

$$\vec{v} = \frac{\vec{v}}{a}, \quad \vec{\mu} = \frac{\vec{u}}{a}, \quad x = \frac{x}{a}, \quad y = \frac{y}{b}, \quad \rho = \frac{b}{a}, \quad (13)$$

и считая $u_z = 0$ из равенств (12) имеем [4, 5]:

$$v_x = \mu_x - \rho u_y, \quad v_y = \mu_y + x\omega_z, \quad v_z = -x\omega_y + \rho u_x. \quad (14)$$

Для вектора $\vec{K}$ выражение будет иметь вид:

$$\vec{K} = \frac{3}{2\pi} \int_{-1}^1 dy \int_{-f(y)}^{f(y)} \sqrt{(1-x^2-y^2)} \cdot \frac{\vec{v}}{v} dx, \quad (15)$$

где $f(y) = \sqrt{1-y^2}$.

Пятно контакта на поверхности катания колеса и рельса в работе [6] рассматривается как круглое пятно в отсутствии кручения, то есть:

$$\left. \begin{aligned} \rho &= 1 \\ \omega_z &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (16)$$

где $\rho = \frac{b}{a}$; ω_z – угловая скорость вращения колеса вокруг вертикальной оси.

Направив ось координат так, чтобы $\omega_x = 0$ и сделав замену:

$$v = \frac{v}{\omega_y}, \quad \mu = \frac{\mu}{\omega_y}, \quad (17)$$

получим:

$$v_x = \mu_x, \quad v_y = \mu_y, \quad v_z = -x. \quad (18)$$

В силу четности функции v по x компонента K_z равна нулю [7], тогда:

$$\vec{K} = \frac{3\vec{\mu}_1}{2\pi} \int_{-1}^1 dy \int_{-f(y)}^{f(y)} \sqrt{(1-x^2-y^2)} \cdot \frac{\vec{v}}{v} dx, \quad (19)$$

где $\vec{\mu}_1 = \vec{\mu}_x + \vec{\mu}_y$; $v = \sqrt{(\mu_l^2 + x^2)}$.

Кривая $K(\varepsilon)$ аппроксимируется функцией (11).

Пятно контакта гребня колеса с рельсом отличается по своим параметрам от пятна на поверхности катания колеса и рельса. В частности отношением полуосей эллипса. Для этого пятна характерны малые значения ρ (много меньше единицы). Тогда вместо формул (12) можно использовать следующее:

$$v_x = u_x, \quad v_y = u_y + x\omega_z, \quad v_z = x\omega_y. \quad (20)$$

При этом:

$$\omega_y = \omega \cdot \cos \alpha; \quad (21)$$

$$\omega_z = -\omega \cdot \sin \alpha, \quad (22)$$

где ω – угловая скорость вращения колесной пары; α – угол наклона касательной плоскости в центре пятна контакта.

Введя обозначения:

$$\vec{\mu} = \frac{\vec{u}}{\omega}, \quad \vec{v} = \frac{\vec{v}}{\omega}, \quad (23)$$

получим:

$$\begin{aligned} v_x &= \mu_x, \\ v_y &= \mu_y - x \cdot \sin \alpha, \\ v_z &= -x \cdot \cos \alpha. \end{aligned} \quad (24)$$

Величина K находится по формуле (19). Для аппроксимации используется та же формула, что и в рассмотренном выше случае.

Список литературы

1. Буйносов А.П. Повышение ресурса бандажей колесных пар электровозов в результате изменения технологии их обточки // Автоматизация и современные технологии. 1992. № 8. С. 23-25.
2. Буйносов А.П. Влияние условий эксплуатации на износ бандажей // Локомотив. 1995. № 1. С. 33-34.
3. Буйносов А.П., Наговицын В.С., Калмыков А.А., Елфимов В.И. Бесконтактное измерение бандажей колесных пар // Железнодорожный транспорт. 1995. № 11. С. 34-36.
4. Буйносов А.П. Оценка применяемых материалов бандажей колесных пар и рельсов // Тяжелое машиностроение. 2000. № 11. С. 16-20.
5. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Наноматериал увеличит срок службы бандажей колесных пар // Научное обозрение. 2011. № 5. С. 266-274.
6. Буйносов А.П. Разработка и аппаратная реализация прибора для измерения геометрических параметров бандажей колесных пар // Транспорт Урала. 2010. № 3 (26). С. 64-68.
7. Буйносов А.П., Худояров Д.Л. Влияние упрочнения гребней на ресурс бандажей колесных пар // Транспорт Урала. 2010. № 1 (24). С. 63-68.

2.3.1.

Д.А. Хвостов, В.Э. Шейн

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова,
инженерно-технологический институт,
кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем,
Абакан, daniil.xv@mail.ru, sheyn-v@mail.ru

РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРЫ С ЭЛЕМЕНТОМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА PYTHON

В статье представлены результаты реализации игры с элементом программирования на Python. Также в статье подчеркивается важность игрового программирования как эффективного инструмента для обучения основам программирования. Это делает процесс более доступным и интересным для начинающих разработчиков.

Ключевые слова: *игры, программирование, алгоритмы, библиотека pygame.*

Введение

На сегодняшний день рынок предлагает огромный выбор игр различных жанров, однако игры, в которых игроки должны писать программы, отличаются своей уникальностью и образовательной ценностью. Эти игры могут включать в себя множество элементов и механик, которые способствуют не только развлекательному процессу, но и развитию критического мышления, логики и навыков программирования.

Игры с элементами написания кода превращают обучение в увлекательное приключение, где игроки могут экспериментировать с алгоритмами, отлаживать свои решения и наблюдать за результатами своих действий в реальном времени. Это создает уникальную возможность для самовыражения и творчества, позволяя игрокам разрабатывать собственные стратегии и подходы к решению задач.

Обзор аналогов

Если говорить об уже существующих программных продуктах, то самыми популярными из них являются:

1. Robocode – это стратегическая игра, где игроки создают виртуальных боевых роботов, используя Java или .NET. Игроки программируют своих роботов, чтобы они сражались друг с другом на арене.

2. Untrusted – это приключенческая онлайн-игра, предназначенная для людей, которые хотят попрактиковаться и проверить свои навыки в JavaScript. В этой игре от вас требуется направлять доктора Эвала через машинный континуум и изменять его реальность, чтобы получить свободу.

3. Terrarium – программист создает своё животное, подконтрольные параметры от скорости, силы атаки, дальности зрения до алгоритмов поведения. Цель создать с использованием языка программирования C# наиболее живучий организм.

Каждая из этих игр предлагает уникальные механики и подходы к обучению программированию. Но все они могут показаться сложными для начинающих программистов. Разработанный программный продукт призван же наоборот снизить порог вхождения и повысить интерес у обучающихся.

Основные функции, которые внесены в данную игру:

1. Обеспечение визуальной обратной связи, которая показывает, как именно проходил бой, путем отображения движения ботов на экране.

2. Запись лога игры в файл, для повторного воспроизведения боя.

3. Повторное воспроизведение боя из логов, показывая каждое действие ботов в той последовательности, в которой они происходили, что может быть полезно для анализа игр и нахождения ошибок в написанном коде.

4. Система событий, которая позволит ботам реагировать на изменения в игровом мире.

5. Возможность создания пользовательских уровней и сценариев с помощью кода.

Описание реализуемой игры

Суть игры заключается в написании наилучшего алгоритма для танка, который уничтожит противников и останется один на карте. Каждый танк в раунде делает один ход.

Для этого каждый танк имеет ряд функций:

1. Движение в направлении взгляд предполагает то, что танк может двигаться только вперёд, что требует от пользователя внимательности при составлении алгоритма.

2. Для поворота танка используется параметр `direction`, который можно сменить во время игры.

3. Осмотр территории предполагает, что у каждого танка есть ограничение видимости, то есть бот может видеть только часть карты вокруг себя, а не всю сразу.

4. Бот может запустить снаряд, который полетит вперёд по направлению дула танка. Данный функционал требует от алгоритма точности и умения предугадывать движения противника, чтобы успешно поражать цели.

За свой ход танк может сколько угодно поворачиваться и осматривать территорию вокруг себя. Если же бот выстрелил или произвёл движение, его ход оканчивается, и он ожидает остальных.

Стек технологий

Для реализации данного программного продукта используется язык программирования `python`, который является довольно простым языком программирования, что значительно понизит порог вхождения и может быть особенно полезным для начинающих разработчиков.

Для визуальной части программного продукта используется `pygame`, что позволит отображать ход игры в реальном времени на компьютере [1]. Такой клиент может использоваться для локальной игры на персональном компьютере с игровыми ботами для совершенствования алгоритма.

Реализация

Программный продукт сформирован из трёх основных частей: скрипт запуска игры, описания бота и игровая карта.

Игровая карта хранит информацию обо всей карте, на которой происходит бой, а также позволяет ботам получать информацию об окружении, а игрокам увидеть происходящее на поле боя. Она имеет специальный метод, с помощью которого бот узнаёт о противниках в зоне видимости. Зона видимости задаётся в файле настроек игры. Такой метод раз в ход может использовать каждый танк.

Файл описания бота имеет класс `Tank`, который описывает метод перемещения танка, его поворот, а также выстрел танка. Данный класс является родительским классом для каждого бота.

Скрипт для запуска игры реализует игровой цикл, который позволяет каждому боту делать по одному ходу, пока не останется ни одного бота на карте. Также данный скрипт отвечает за графический интерфейс и запись хода игры в логи, что позволит анализировать каждый бой.

На рисунке 1 представлен ход игры двух ботов.



Рис. 1 – Внешний вид игры.

Ниже представлен листинг 1, в котором содержится скрипт для движения, производства выстрела танка, а также получения информации об окружении [2, 3].

Листинг 1 – класс с функционалом бота

class Tank:

def __init__(self, x, y, color, direction, game_map, tank_name):

self.x = x

self.y = y

self.color = color

self.direction = direction

self.game_map = game_map

self.tank_name = tank_name

self.is_alive = True

def pos(self):

return self.x, self.y, self.direction

def move(self):

new_x = self.direction.value[0] * cell_size + self.x

new_y = self.direction.value[1] * cell_size + self.y

if not (new_x < 0 or new_x >= count_cells * cell_size):

self.x = new_x

if not (new_y < 0 or new_y >= count_cells * cell_size):

self.y = new_y

def look_around(self):

return self.game_map.look_around(self.x, self.y)

def Shoot(self):

self.game_map.shoot(self.x, self.y, self.direction)

Данный скрипт используется, как наследуемый или же родительский класс, что позволяет создавать ботов с одинаковыми возможностями, но с уникальной логикой. За счет этого обеспечивается баланс в игре, так как все игроки имеют доступ к одинаковым функциям, но могут реализовать свои стратегии и подходы к игре.

Заключение

Таким образом, данный программный продукт представляет собой уникальный проект, который успешно сочетает в себе элементы обучения программированию и увлекательную игровую механику. Он не только предлагает пользователям возможность насладиться игровым процессом, но и способствует развитию их навыков программирования, позволяя им погружаться в мир кода в интерактивной и доступной форме. Пользователи могут решать различные задачи, которые требуют применения логического мышления и креативного подхода, что делает процесс обучения более увлекательным и менее формальным.

Список литературы

1. Руководство по PyGame [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pythonist.ru/pygame-tutorial/>.
2. *Кольцов Д.М.*, Python. Полное руководство. – СПб.: Издательство Наука и Техника, 2022. – 480 с.
3. *Уэс Маккейн*. Python и анализ данных, М.: ДМК Пресс, 2020. – 540 с.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ — 2.3.3.**

2.3.3.

¹В.Г. Благовещенский, ²П.М. Шкапов, ²И.Г. Благовещенский,
³И.В. Кротов, ³С.А. Мокрушин

¹МИРЭА - Российский технологический университет,
институт искусственного интеллекта,
кафедра промышленной информатики,
Москва, blagov1991@gmail.com,

²Национальный исследовательский университет
«Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»,
факультет «Фундаментальные науки»,
кафедра «Теоретическая механика»,
Москва, spm@bmstu.ru, drbl@bmstu.ru,

³Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
институт промышленной инженерии, информационных технологий и мехатроники,
кафедра автоматизированных систем управления биотехнологическими процессами,
Москва, gor_@bk.ru, mokruschin@list.ru

**АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ПРОЦЕССАМИ
ХРАНЕНИЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В статье описывается исследование, направленное на разработку интеллектуальной системы адаптивного управления нестационарными процессами хранения семян подсолнечника с использованием интеллектуальных технологий. Для управления процессом хранения семян подсолнечника в зернохранилищах была использована шестая версия интегрированной SCADA, а именно система Trace Mode 6.0, являющаяся российской разработкой и содержащая ряд новых технологий проектирования АСУ ТП. Для разработки графического интерфейса операторской станции в системе Trace Mode был создан объектно-ориентированный редактор представления данных, приведенный в данной статье.

Ключевые слова: процессы хранения семян подсолнечника, интеллектуальные технологии, адаптивное управление.

В связи с повышенным интересом в мире к натуральному питанию, потребитель стал в большем объеме включать их в свой рацион [1– 3]. Беспроигрышными ингредиентами, входящими в состав различных пищевых продуктов являются семена подсолнечника, снискавшими любовь и популярность на всем земном шаре [4– 6]. Вкусные, питательные и полезные сами по себе семена подсолнечника, прекрасно сочетаются с множеством других продуктов, благодаря чему получили широкое распространение, например, в кондитерской промышленности (халва, козинаки, шоколадные пралиновые конфеты и др.) [7, 8].

Важнейшей стадией производства любых пищевых продуктов, от которой в значительной мере зависит эффективность последующих этапов, является процесс хранения сырья (например, семян подсолнечника), обеспечивающий необходимое его качество в процессе подготовки к производству [9]. Технологические процессы, протекающие при хранении семян подсолнечника, являются достаточно сложными, со множеством взаимосвязанных между собой параметров, а также с большим числом нелинейных связей. Для управления всеми процессами хранения семян подсолнечника важнейшей задачей является создание

автоматизированной системы мониторинга и контроля хода самого технологического процесса хранения. Т.е. данная система должна собирать на пульт оператора информацию об основных параметрах процесса хранения.

Для решения задачи автоматизированного получения информации о параметрах технологического процесса применяются микроконтроллеры или программируемые логические контроллеры. Принципиальных преимуществ при сравнении двух вариантов не выявлено. Следовательно, если на предприятии уже реализована система сбора информации о ходе технологического процесса (ТП), разумнее использовать ее без изменения. В случае, если система настраивается с нуля, следует воспользоваться программно-техническим комплексом (ПТК) «Ом-мега» контроля и управления технологическим оборудованием и процессами разработанным НПФ «РАКУРС». Комплекс выполняет следующие основные функции.

- Автоматическое управление технологическим оборудованием и производственными процессами по заданному алгоритму.

- Информационное обеспечение работы оператора: аварийная и предупредительная сигнализация, регистрация необходимых параметров, предоставление текущей и архивной информации о состоянии оборудования и параметрах ТП. Визуализация ТП и параметров оборудования в цифровом и графическом виде.

- Ведение архивов параметров и событий. Время хранения значений не менее 14 суток. Время хранения параметров не менее 5 лет.

- Реализация и поддержание отдельного архива.

- Поддержка протоколов обмена информацией с сетями верхнего уровня (уровень АСУ предприятием).

- Ведение календаря и реализация часов реального времени.

- Реализация защиты от несанкционированного доступа к параметрам настройки и сохраняемым данным.

- Диагностика подключенного оборудования и самодиагностика.

Для ввода данных необходимо выбрать интерфейс ввода данных и определиться с автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора. Проведенные нами исследования показали, что в качестве интерфейса можно использовать отраслевой стандарт – SCADA систему Trace Mode 5.0, 6.0 – интегрированный инструментальный пакет для разработки автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора АСУ ТП.

Для управления процессом хранения семян подсолнечника в зернохранилищах была использована шестая версия интегрированной SCADA Trace Mode 6.0, основанная на DCOM-базовой технологии. Все программные интерфейсы этой системы максимально стандартизированы для удобной связи с различными внутренними и внешними компонентами, а также для получения возможности расширять и дополнять эту систему. Для взаимодействия SCADA-системы с базой данных используется стандарт SQL/ODBC. Система Trace Mode 6.0 является российской разработкой и содержит ряд новых технологий проектирования АСУ ТП, выгодно отличающих ее от других популярных SCADA-систем.

SCADA-система Trace Mode 6.0 имеет функции программирования логических контроллеров реального времени (Микро-МРВ), осуществляемых в соответствии с международным стандартом IEC-61131-3. В соответствии с требованиями стандарта, программирование ПЛК осуществляется визуальными, интуитивно понятными инженерам-технологам методами в виде языка функциональных блоков (язык Техно FBD) или на языке инструкций (Техно IL).

Для разработки графического интерфейса операторской станции в системе Trace Mode создан объектно-ориентированный редактор представления данных, показанный на рисунке 1. Данный редактор позволяет создавать мнемосхемы для всех узлов распределенной АСУ ТП хранения семян подсолнечника. Редактор дает возможность создания объемных изображений, а также мнемосхем технологических объектов. Графические изображения создаются в векторном формате. В достаточно больших библиотеках технологических

объектов имеются емкости, теплообменники, электротехнические символы, панели управления, ввода заданий, регуляторов, приборов и т.д. Имеется возможность создания собственных операторских форм ActiveX, используя Visual Basic, Visual C++ и т.д.

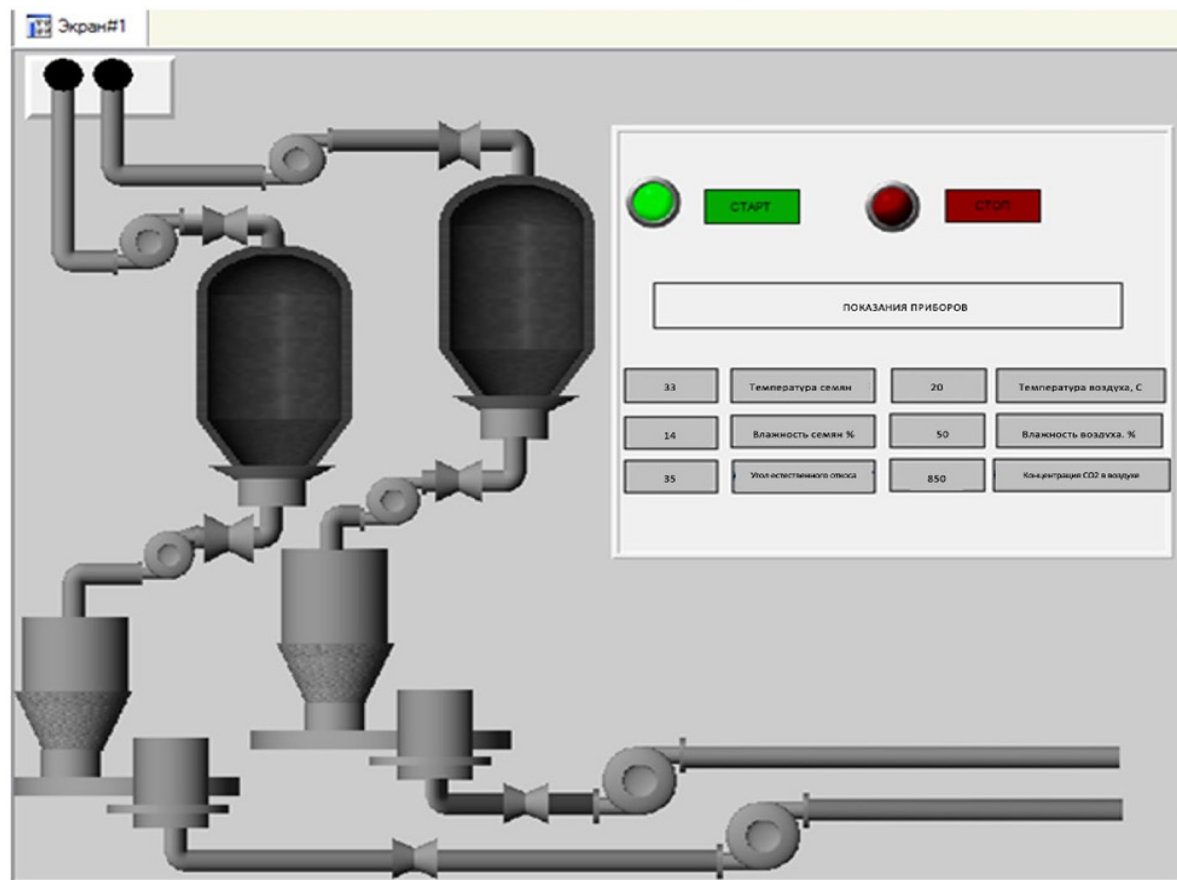


Рис. 1 - Визуализация процесса хранения семян подсолнечника

Trace Mode 6.0 имеет распределенную базу данных реального времени (БДРВ). Поэтому распределенная АСУ ТП, имеющая несколько компьютеров и контроллеров, рассматривается как единая система. Отдельные узлы (ПК или ПЛК) в распределенной АСУ ТП, работающие под управлением Trace Mode 6.0, имеют информацию обо всех остальных узлах системы, и в случае ее модификации, автоматически обновляют соответствующие базы данных на других узлах. При этом адаптивную автоматизированную систему управления процессом хранения семян подсолнечника можно рассматривать как в архитектуре клиент-сервер, так и в виде распределенной системы управления.

В качестве АРМ оператора предлагается использовать промышленные персональные компьютеры, отличающиеся повышенными показателями защиты от вредных воздействий окружающей среды – пыли, влаги и температуры. По запросу формируются и выдаются на экран оператора-технолога сведения о параметрах технологического процесса хранения. На рисунках 2,а,б,в, в качестве примера, представлены графики изменения основных параметров воздуха в зернохранилище (влажности, температуры и содержания CO₂) при хранении семян подсолнечника.

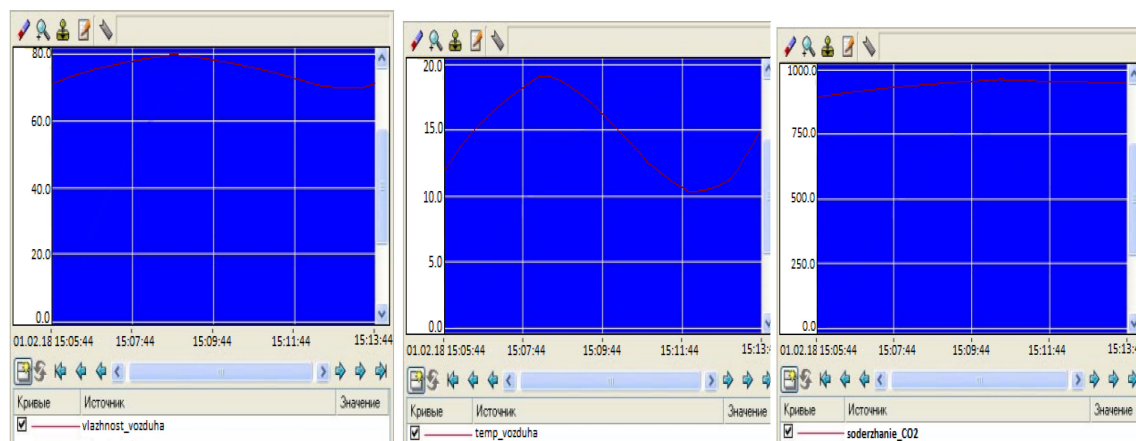


Рис. 2, а,б,в - Графики изменения основных параметров воздуха в зернохранилище (влажности, температуры и содержания CO2) при хранении семян подсолнечника

Для задач хранения данных и реализации расчетов необходим выделенный отдельный сервер. Это может быть как обычный персональный, оснащенный мощным процессором и большим размером памяти (для нормального функционирования нейросетевых пакетов необходимо как минимум 2 Гб. оперативной памяти), так и распределенный многопроцессорный сервер. Выбор зависит от объемов данных, которые предстоит обрабатывать.

Для реализации данной автоматизированной системы адаптивного управления нестационарными процессами хранения семян подсолнечника необходимо использование промышленной сети для передачи данных, связывающей различные датчики, исполнительные механизмы, и промышленные контроллеры.

В процессе хранения семян подсолнечника необходимо внедрить промышленную сеть, в качестве которой могут быть использованы:

ControlNet, Ethernet/IP, AS-i, DeviceNet.

- **ControlNet:** быстродействующая сеть, используемая для передачи информации, обеспечивающая управление в реальном масштабе времени и передачу служебных сообщений для одноранговой связи.

- **Ethernet/IP:** промышленный протокол, то есть Ethernet использует в своей работе Протокол Управления и Информации, хорошо известный в сетях ControlNet и DeviceNet.

- **AS-i:** (Actuators/Sensorsinterface) – интерфейс исполнительных устройств и датчиков, является открытой промышленной сетью нижнего уровня систем автоматизации, которая предназначена для организации связи с исполнительными устройствами.

- **DeviceNet** – является открытым протоколом низкого уровня для промышленной сети CAN, который обеспечивает соединения между простыми промышленными устройства (например, датчиками и исполнительными механизмами) и устройствами более высокого уровня (такими, как ПЛК и ПК).

Предложенная автоматизированная система адаптивного управления нестационарными процессами хранения семян подсолнечника позволит удешевить существующую систему мониторинга, оптимально распределить вычислительные ресурсы между датчиками, реализовать технологию нейросетевой спектральной диагностики оборудования по различным диагностическим параметрам.

Список литературы

1. Яблоков, А.Е. Благовещенский И. Г. Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных: Монография. Курск, -М.:, 2022. 221 с.
2. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Тихонов А.В., Киселев С.В., Крот О.А. Алгоритмизация цифрового проектирования оборудования промышленной линии по производству конфет «Птичье молоко» / В сборнике: научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки Фабрика будущего: Москва, 2023. С. 138-144.
3. Зеленова Е.Н., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Крот О.А., Киселев С.В. Структура компьютерной системы формирования базы знаний / В сборнике: Интеллектуальные автоматизированные управляющие системы в биотехнологических процессах. Сборник докладов всероссийской НП конференции. Москва, 2023. С. 139-146.
4. Благовещенский И.Г., Ребус Н.А. Автоматизированный сбор информации для улучшения моделирования сложных систем в пищевой промышленности / В сборнике: научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки Фабрика будущего: Москва, 2023. С. 164-172.
5. Головин В.В., Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Киселев С.В., Сюдюков А.В. Основные направления разработки информационных компьютерных моделей для цифровизации производства пищевых предприятий. В сборнике: научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки Фабрика будущего: Москва, 2023. С. 199-208.
6. Благовещенская М.М., Благовещенский В.Г., Краснов А.Е., Благовещенский И.Г., Холопов В.А., Попов А.С. Анализ особенностей использования систем искусственного интеллекта а решении задач автоматизации контроля и управления качеством производства кондитерской продукции / В сборнике научных докладов НП конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Петрова: Современные проблемы автоматизации ТП и производств. - Курск, 2023. С. 20-27.
7. Кучумов А.В., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Остахов П.И., Благовещенская М.М. Цифровизация производства пищевых продуктов / В сборнике: РОГОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. сборник докладов научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2023. С. 262-270.

2.3.3.

Л.Н. Бурмин, Ю.А. Степанов

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
институт цифры,
кафедра цифровых технологий,
Кемерово, LNBurmin@mail.ru

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МОДУЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МОНИТОРИНГА

В работе представлены результаты исследования в области отслеживания стабильности серверного состояния программного продукта. Приведен сравнительный анализ существующих решений изложенной проблемы. Были описаны преимущества создания решения, основанного на типовых инструментах контроля качества. Сделаны выводы о дальнейшем возможном улучшении системы.

Ключевые слова: мониторинг серверных компонентов, модульная инфраструктура, информационные системы, качество серверной части, автоматизация тестирования, оповещение.

В современном мире ежедневно создается множество программных продуктов, направленных на удовлетворение растущих потребностей пользователя. Для того, чтобы созданные продукты стабильно функционировали необходимо уделить внимание многим аспектам на разных этапах разработки. Зачастую, множество проблем возникает именно в серверной части информационной системы. Также существует проблема получения сведений об ошибках серверной части при выполнении HTTP-запросов [1].

Одним из актуальных вопросов является предоставление сведений без лишних материалов для оперативного анализа данных об ошибках, поступающих с серверной части, что непосредственно влияет на скорость и качество работы информационной системы. Для менеджеров рациональнее всего получать сведения в удобной программной оболочке для обработки ошибок в формате отчетов с использованием популярных офисных пакетов [2]. В связи с этим возникла проблема не только своевременного оповещения, но и создания комфортной для пользователя среды реагирования на возникающие инциденты. Для решения этих проблем была разработана структура компонентной программной системы, общая схема работы которой представлена на рис.1

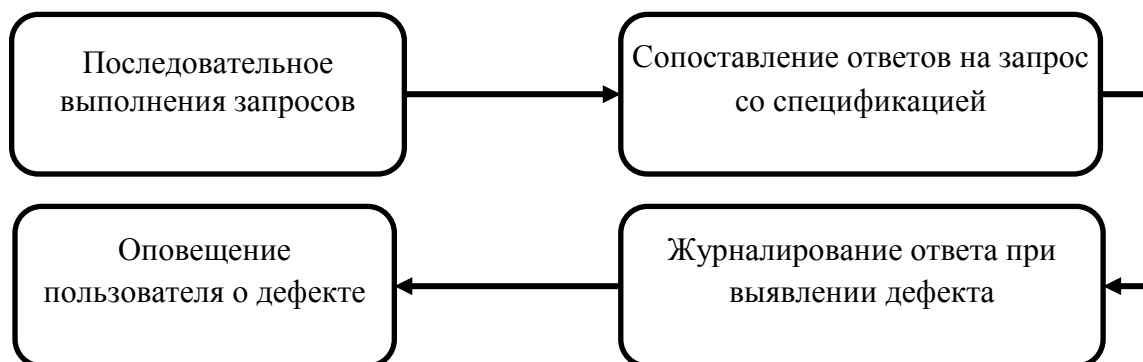


Рис.1 - Общая схема работы системы

В этом случае важно согласовать работу трёх сторон.

1. **Заказчик.** От заказчика будет зависеть, как удобнее будет узнавать о процессах на сервере.

2. **Исполнитель,** задача которого будет визуализировать оповещение и также

интерпретировать формат текста в той или иной системе

3. **Подрядчик**, который разрабатывает серверную часть обособленно. Применяет и разрабатывает решения, которые будут разворачиваться на самом сервере для отправки сообщений.

При согласовании спецификаций возникает ряд организационных и технических проблем. К организационным можно отнести случаи, когда разработчики забывали вносить корректировки в спецификации или попросту сообщить об изменениях, в силу своей чрезмерной загруженности на проекте или другого человеческого фактора. К техническим проблемам можно отнести отсутствие достаточной инфраструктуры для технологизации отслеживания изменений. При отказе серверов и ошибках запросов не происходит оперативного оповещения специалистов. Всё это выливается в имиджевые риски, так как возникает недовольство среди пользователей, обнаруживших проблемы раньше разработчиков, что, в свою очередь, может привести к финансовым убыткам. Заказчик, получая большое количество негативных отзывов от пользователей, теряет доверие к профессионализму специалистов исполнителя.

Варианты решения проблемы.

Для выбора рационального решения были сформулированы критерии сравнительного анализа [1].

1. Ограниченный бюджет.
2. Низкий порог входа в освоение инструментом.
3. Быстрая развертываемость и переносимость.
4. Надежность. Отсутствие неконтролируемых рисков.
5. Стабильность работы и возможность быстрого восстановления.
6. Высокая степень автоматизации (независимости от человека).
7. Оперативно получение сведений через привычные каналы связи.

В процессе проведения исследования данного вопроса, было рассмотрено несколько вариантов, способных устранить эту проблему, и составили таблицу соответствия выделенных нами критериев. В качестве альтернатив рассматривались такие решения как Zabbix, Prometheus, Nagios, WireShark, а также собственное решение на основе уже внедренных в компании привычных технологий. Сравнительный анализ инструментов показал, что приведенные технологии либо узкоспециализированы под мониторинг аппаратных компонент серверной части системы, либо требуют значительной доработки для интеграции с системами оповещения [3]. В связи с этим было принято решение о создании собственного прототипа уже используемых технологий. Для создания этого решения тоже есть несколько вариантов, которые, по существу, свелись между выбором: реализовать небольшое приложение на JavaScript, которое бы выполняло требуемые функции и достаточно легко адаптировалось под любой проект, либо использовать компонентное решение, т.е. создать определенную разработку без использования большого количества программного кода из известных компонентов.

Рассматривая второй вариант более подробно, были сделаны выводы, что использование данного варианта позволит, не имея высокой компетенции, удовлетворить имеющийся запрос [4]. Решение путем компонентной разработки системы использует связь определенного количества веб-сервисов. Причём, как для проверки серверной части системы, так и для оперативного оповещения менеджеров, отвечающих за контроль качества. Среди основных критериев выбора веб-сервисов были следующие.

- Построение тестов для выявления ошибок. Тесты важны для проверки ответа сервера на ожидаемый результат и, если ошибки найдены, способны отправить ошибочный запрос.
- Свободный доступ веб-сервиса. Использование сервисов, которые дают возможность свободно использовать API.
- Возможность построения регулярного оповещения через один из менеджеров.
- Возможность форматирования отправленного оповещения.

По таким критериям были выбраны следующие веб-сервисы.

Postman и **Newman**. Клиент, с помощью которого можно собрать HTTP-запросы всевозможных типов, выстроить логику и последовательность выполнения таких запросов и, что немаловажно, написать тесты для проверок на выявление дефектов;

Google Spreadsheets. Выбор данного сервиса можно обосновать привычным интерфейсом для менеджеров, которые в дальнейшем будут разбираться в ошибках, пришедших с сервера;

Telegram. Мессенджер с API, который будет выполнять роль оповещения заказчика об ошибке в соответствующем чате.

Google Docs для ведения журнала с полным описанием схемы ожидаемого ответа от сервера и его фактически полученного от сервера результата.

Google Scripts для формирования сообщения в зависимости от содержания и её дальнейшей отправки в Telegram с помощью скрипта раз в час.

Docker для экономии аппаратных ресурсов, которые будут использоваться для регулярного запуска системы мониторинга.

GitLab CI/CD для автоматического запуска мониторинга по событию и по расписанию.

Выбранное решение, схема которого представлена на рис.2 соответствует критериям и является достаточно гибким для потенциальной модификации.

Рассмотрим основные шаги развертывания компонентного продукта, реализующего методику инспекции серверной части.

1. Создается коллекция тестов в Postman. Данная программа бесплатная и требует низкого порога вхождения со стороны специалистов.

2. Сохраняются файлы с коллекцией и переменными в формате JSON, а также дополнительный текстовый файл, содержащий ссылку на нашу коллекцию.

3. На виртуальной машине с операционной системой Ubuntu устанавливается Docker.

4. Далее в Docker устанавливается Newman - приложение аналог-Postman, с интерфейсом командной строки.

5. С помощью ссылки на коллекцию осуществляется запуск коллекции для базовой проверки работы коллекции.

6. Инициализируется репозиторий в GitLab с нужными файлами с коллекцией.

7.

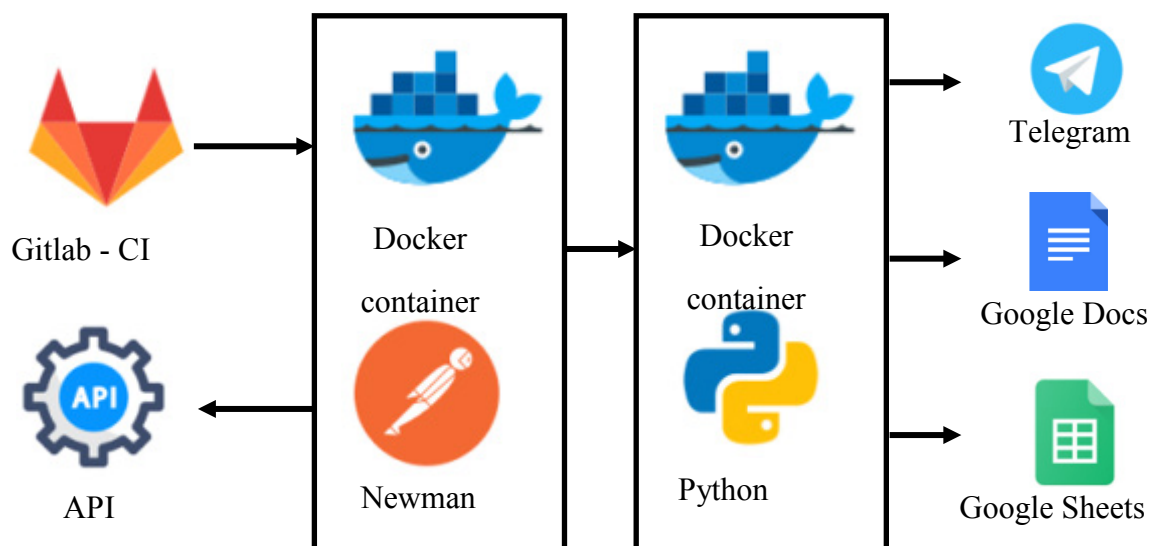


Рис. 2 – Структура системы мониторинга

8. В Gitlab настраиваются триггеры для CI/CD, которые будут отправлять файлы в Newman и запускать их с определённой регулярностью

Так как у проекта заказчика может быть немалое количество запросов, рациональнее всего реализовать их последовательное выполнение с помощью коллекции тестов Postman, в которой как дополнительные промежуточные звенья будут находиться прописанные с определенным форматом запросы к таблице сообщений об ошибках для отправки дефектов в лист с ошибками и создание Google-документа с фактическим ответом от сервера для

полноты картины с дальнейшей отправкой ссылки на этот документ в таблицу сообщений об ошибках. В коллекции находятся глобальные переменные с данными авторизации для POST-запросов, URL запросов, токены авторизации [5].

В коллекции тестов предусмотрено условие для положительных запросов, результат которых не попадет в таблицу сообщений об ошибках, если их статус-код или иные критерии, которые нужны заказчику, не привели к ошибке на стороне сервера. Отправка в таблицу зависит от того, совпал ли ответ от сервера с ожидаемым ответом, т.е. со схемой, которая заранее написана в коллекции и сравнивается с ответом с помощью библиотеки tv4. Алгоритм работы методики мониторинга представлен на рис.3

Для автоматического запуска коллекции тестов без вмешательства человека используется консольная версия Postman – Newman, помещенная в docker-контейнер. Коллекция тестов запускается раз в час, выполняя все свои функции. Данные об ошибках передаются в специальную таблицу в системе Google Sheets. Описание столбцов с указанием содержания представлены в таблице 1. Так как уровень важности и тяжести ошибок может быть абсолютно разным при функционировании информационной системы в компании, работа оповещений может разниться [6].

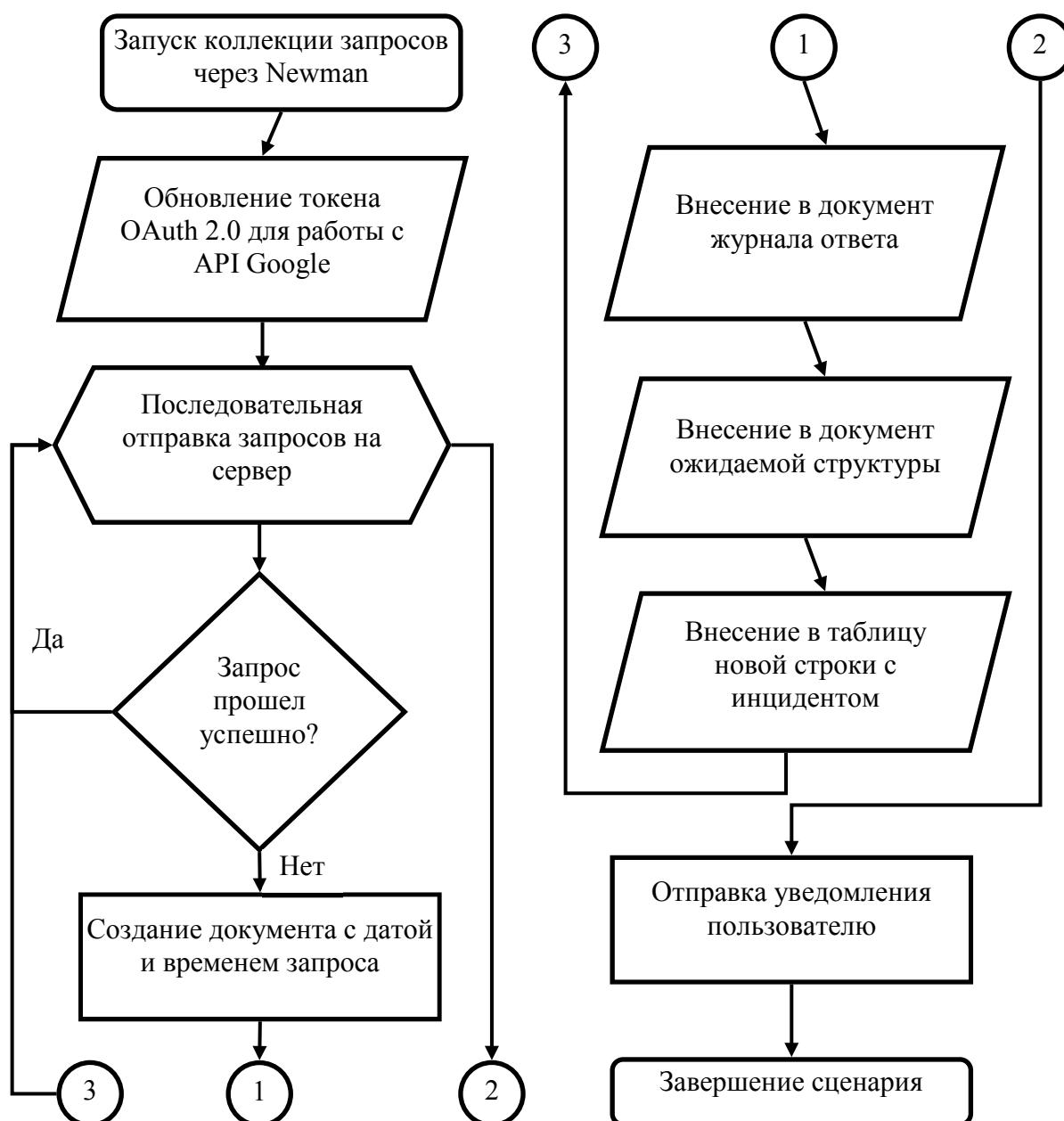


Рис. 3 - Схема работы сценария

После того, как была проведена оценка важности сообщений, можно предложить заказчику указать, с каким интервалом ошибки будут приходить и в какой промежуток времени предпочтительнее их получать. В качестве примера был выбран интервал получения оповещений об ошибках раз в час, интервал настраивается в Google Sheets и реализован с помощью триггеров [7]. После срабатывания триггера в таблице ошибок, скрипт начинает проверять, какие ошибки пришли за последний час, обрабатывает их содержание, формирует сообщение и отправляет в телеграм-чат с ссылкой на ту ячейку, где эта ошибка находится в таблице клиента.

Таблица 1 - Общий перечень столбцов таблицы клиента

Запрос	Описание бизнес-логики
Метод	Используемый метод для запроса, пример: /book/name?id="1234", тип метода, статус.
Адресат	Используемый URL для запроса, в качестве эндпоинта, пример: https://example.com/
Тело запроса	Содержательная часть запроса
Фактический ответ с телом	Ссылка на документ с ответом сервера
Ожидаемый ответ с телом	Ссылка на документ со схемой запроса
Время обнаружения	Время в московском часовом поясе
Дата и время оповещения	Отслеживания жизненного цикла дефекта.
Дата и время исправления	Время в московском часовом поясе
Список ошибок	Ошибки тестов из Postman

Количество отправленных сообщений зависит от того, как много за этот час выявлено ошибок, если же ошибок не было, скрипт отправит сообщение об успешном прохождении проверки. Это позволит убедиться в том, что скрипт в принципе отработывает.

Имеется возможность отправки сообщений об ошибках без интервала, прописав соответствующие запросы в коллекции Postman, тем самым уведомления будут приходить именно в тот момент, когда запросы были выполнены.

Недостатки разработанного решения.

Работа системы зависит от изменений веб-сервисов и их жизненных циклов, если веб-сервисы будут менять свои API, это негативно повлияет на работу системы, как и остановка поддержки сервиса, от чего последует оперативная замена на другой;

Жизненный цикл токена аутентификации OAuth 2.0. ограничивается часом, поэтому в коллекции требуется каждый раз его обновлять с помощью API.

Аккаунт разработчика Google, с помощью которого требуется получить все возможные данные для работы с API может оказаться чувствительной информацией при использовании мониторинга большим числом сотрудников.

Ограничение количества символов в одной ячейке таблицы Google Sheet не позволяет внедрять длинные сообщения, в т.ч. ответы сервера. Это приводит к генерации большого количества Google-документов с фактическими ответами от сервера и схемами ожидаемой структуры.

Выявленные в процессе работы недостатки, тем не менее, не снижают ценности предложенного решения и позволяют полноценно решать поставленных задачи и решить описанную проблему.

Выводы

В результате проделанной работы были получено решение, позволяющее проводить мониторинг работы серверной части проекта, своевременно получать информацию об ошибках. Выявлены основные проблемы взаимодействия различных компонент системы для оперативного анализа данных об ошибках, в целях увеличения скорости и качества работы информационной системы. В будущем планируется развивать данное решение, путем улучшения отдельных компонент и преодоления локализованных проблем.

Список литературы

1. Воробьев Н.А., Бурмин Л.Н., Степанов Ю.А. Сравнительный анализ средств тестирования мобильных приложений // Евразийский Союз Ученых. Технические науки. - 2020. - №75(1). - с. 36-38.
2. Бурмин Л.Н. Степанов Ю.А. Метод оптимизации маршрутов тестирования на основе построения атласов программного обеспечения // Современные тенденции развития науки: сборник тезисов национальной конференции / под общ. ред. С.О. Гаврилова и Д. М. Бородулина; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2018. 350 с.
3. Демин А.А., Карпунин А.А., Ганев Ю.М. Методы верификации и валидации сложных программных систем // Программные продукты и системы. 2014. №4 (108). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-verifikatsii-i-validatsii-slozhnyh-programmnyh-sistem> (дата обращения: 12.05.2021).
4. Лобанова Надежда Михайловна, Дубровин Дмитрий Андреевич Оценка затрат на качество программного обеспечения // Вестник ГУУ. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zatrat-na-kachestvo-programmnogo-obespecheniya> (дата обращения: 12.05.2021).
5. Статистические методы контроля качества продукции : пер. с англ. / Л. Ноулер и др. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 96 с.
6. Управление качеством: Том 1. Основы обеспечения качества / Под общ. ред. В. Н. Азарова – М. : МГИЭМ, 1999 – 326 с. – ISBN 5-230-16284-8.
7. *Capers J.* The Economics of Software Quality / J. Capers. – Boston, 2011. – 624 p. – ISBN 978-0-13-258220-9. 5. Ficalora, J. P. Quality Function Deployment and Six Sigma / J. P. Ficalora, L. Cohen . – 2nd edit. – Prentice Hall, 2009. – 480 с. – ISBN 978-0-13-513835-9

2.3.3.

Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
кафедра Систем автоматизации и управления технологическими процессами,
roman-grr@mail.ru, aprilrain91@yandex.ru

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Автоматическая система пожаротушения является одним из основных средств обеспечения безопасности в зданиях и сооружениях. Эта система предназначена для обнаружения и тушения пожаров, минимизации возможных ущербов и предотвращения угрозы для жизни людей. Ее основные компоненты включают в себя детекторы пожара, автоматические пожарные пожаротушители, системы оповещения о пожаре и управляющие панели.

Ключевые слова: *система пожаротушения, пожар, автоматические системы, системы безопасности, безопасность.*

Автоматическая система пожаротушения является одной из основных составляющих современных систем безопасности. Пожары, возникающие на объектах инфраструктуры, в жилых и коммерческих зданиях, влекут за собой огромные материальные убытки и потери человеческих жизней.

Автоматическая система пожаротушения предлагает непрерывную мониторинговую систему, которая может обнаружить пожарные угрозы еще на ранней стадии и автоматически активировать меры по их тушению. Основными компонентами системы являются:

1. Детекторы и сенсоры:
 - дымовые датчики;
 - тепловые датчики;
2. Система оповещения:
 - звуковые сирены;
 - световые маяки;
3. Система управления и контроля:
 - контроллеры и процессоры;
 - панель управления;
4. Исполнительные устройства:
 - спринклеры;
 - газовые модули тушения;
 - пенные генераторы [3].

Системы оповещения о пожаре предназначены для мгновенного уведомления людей об опасности. Они могут включать в себя звуковые и световые сигналы, а также автоматическое оповещение служб пожарной безопасности. Управляющая панель – это головной мозг системы пожаротушения. С ее помощью осуществляется контроль и координация всех компонентов системы. Она обрабатывает данные от детекторов пожара, принимает решения об активации пожарных пожаротушителей и управляет системой оповещения о пожаре [1].

Детекторы и сенсоры непрерывно осуществляют мониторинг обстановки в контрольной зоне. При обнаружении признаков возгорания датчики посылают сигнал на контроллер. Контроллер анализирует полученные данные, сопоставляя их с заданными пороговыми значениями. В случае подтверждения опасности система управления активирует звуковое и световое оповещение для предупреждения людей на объекте. Далее, в зависимости от типа детектированного происшествия, контроллер посылает команды на соответствующие

исполнительные устройства. Если это пожар, активируются спринклеры, газовые модули или пенные генераторы. Если обнаружено опасное превышение концентрации газа, могут быть включены системы вентиляции для обеспечения притока свежего воздуха и удаления опасного вещества, а также запуск оповещения о необходимости экстренной эвакуации.

Все действия системы записываются и анализируются в реальном времени, позволяя операторам и сервисным инженерам следить за эффективностью работы и выполнять регулярное техобслуживание для поддержания системы в работоспособном состоянии. Такой подход обеспечивает максимальную защиту людей и имущества, минимизируя риски и потенциальные ущербы.

Также стоит отметить, что некоторые автоматические системы пожаротушения имеют дополнительную функцию, такую как управление эвакуацией, оповещение о ЧС и автоматическое затопление помещений инертными газами для предотвращения дальнейшего распространения огня. Они могут быть интегрированы в общие системы безопасности, что позволяет управлять ими централизованно и координировать действия при возникновении пожара [2].

Преимущества использования автоматической системы пожаротушения очевидны. Во-первых, такие системы позволяют предотвратить гибель сотрудников и пожарных, так как они реагируют на пожары намного быстрее, чем человек. Во-вторых, автоматическая система пожаротушения значительно сокращает разрушительные последствия пожара, способствуя сохранению материальных ценностей. Кроме того, автоматическая система пожаротушения способствует экономии воды и электроэнергии, так как она быстро и точно определяет место возгорания, не требуя применения огнетушителя на всю площадь помещения. Это делает такую систему более эффективной и экономичной.

Однако, следует отметить, что автоматическая система пожаротушения является лишь дополнительной мерой пожарной безопасности и не может полностью заменить человека. Регулярное техническое обслуживание системы и проверка работоспособности датчиков являются обязательными для ее эффективной работы.

Вместе с тем, автоматическая система пожаротушения также имеет свои ограничения и недостатки. Во-первых, такая система является дорогостоящей, особенно для крупных зданий и сооружений. Разработка, установка и поддержание такой системы требуют значительных финансовых затрат. Во-вторых, автоматическая система пожаротушения может ложно срабатывать из-за ошибок датчиков или внешних факторов, что может привести к необходимости повторных проверок и отвлечению персонала на ложные тревоги. Кроме того, автоматическая система пожаротушения может иметь ограниченную эффективность в некоторых ситуациях. Например, в случае возгорания труднодоступных мест, таких как вентиляционные шахты или подвалы, система может не сработать своевременно или не оказаться достаточно мощной для тушения пламени. В таких случаях необходимо дополнительно обеспечить пожарную безопасность путем установки дополнительных мер предосторожности, таких как противопожарные двери или системы автоэвакуации [5].

Однако, несмотря на эти ограничения, автоматическая система пожаротушения остается неотъемлемой частью системы пожарной безопасности. В сочетании с другими мерами, такими как обучение персонала, планирование эвакуации и установка пожарных извещателей, она значительно повышает уровень безопасности и защищает жизни и имущество от пожара.

На производственных предприятиях, где используются различные химические вещества и горючие материалы, системы пожаротушения интегрируются с другими системами безопасности. В качестве примера рассмотрим химический завод. В случае утечки веществ, способных вызвать воспламенение система мгновенно идентифицирует опасный участок и запускает автоматические системы тушения, которые используют пенообразующие смеси для подавления огня.

Кроме того, важным выводом является необходимость регулярного обслуживания и проверки автоматической системы пожаротушения. Только поддерживая систему в рабочем состоянии, можно быть уверенным в ее надежности и эффективности. Регулярные проверки должны включать проверку датчиков, их замену в случае необходимости, а также тестирование сигнализации и работы противопожарного оборудования [4].

Основные выводы, к которым можно прийти, рассматривая применение автоматизированных систем пожаротушения и контроля загазованности, включают:

1. Высокий уровень безопасности. Системы позволяют своевременно обнаруживать и реагировать на чрезвычайные ситуации, что существенно снижает риски гибели людей и ущерба имуществу;

2. Автоматизация процессов. Минимизация человеческого фактора позволяет обеспечить точность и оперативность в действиях, что особенно важно в критических ситуациях;

3. Экономическая эффективность. Внедрение и эксплуатация таких систем могут значительно снизить затраты на восстановление после аварий и возгораний благодаря быстрой локализации и тушению очагов, а также предупреждению крупных утечек газа.

Таким образом, автоматизированные системы пожаротушения и контроля загазованности являются неотъемлемой частью современной инфраструктуры, играя ключевую роль в обеспечении безопасности и защищенности как производственных объектов, так и жилых помещений.

Список литературы

1. Аминов В.П. Блокировка акустоэлектрических преобразователей в электронных технических средствах и системах общего применения / В.П. Аминов. - М.: Гелиос АРВ, 2020. – 272 с.
2. Исмаилов Ш.Ю. Автоматические системы и приборы с шаговыми двигателями / Ш.Ю. Исмаилов. - М.: Энергия, 2020. – 136 с.
3. Леонтьева Н.Н. Автоматическое понимание текстов: системы, модели, ресурсы / Н.Н. Леонтьева. - М.: Академия, 2021. – 304 с.
4. Лепешкин О.М. Комплексные средства безопасности и технические средства охранно-пожарной сигнализации / О.М. Лепешкин, В.В. Копытов, А.П. Жук. - М.: Гелиос АРВ, 2023. – 288 с.
5. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. НПБ 110-03. - М.: ДЕАН, 2022. – 861 с.

2.3.3.

К.И. Козлов

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова,
инженерно-технологический институт,
кафедра цифровых технологий и дизайна,
Абакан, kozlov-kirill2002@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ КИБЕРАТАК: АЛГОРИТМЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

В статье рассматривается использование методов машинного обучения для предсказания кибератак. Описываются успешные реализации, такие как проекты DARPA, системы мониторинга, и применение методов анализа поведения пользователей. Также обсуждаются проблемы, с которыми сталкивается машинное обучение в кибербезопасности.

Ключевые слова: *машинное обучение, предсказание кибератак, кибербезопасность.*

В условиях растущего объема данных и увеличивающегося количества инцидентов безопасности для организаций становится ключевым вопросом своевременное выявление и предотвращение цифровых атак. В последние годы методы машинного обучения (МО) стали важным инструментом для анализа и прогнозирования киберугроз.

Машинное обучение (МО) – это направление искусственного интеллекта, который использует методы машинного обучения для анализа данных, нахождения более сложных принципов и прогнозирования данных на основе выданной им информации [1]. В кибербезопасности, МО может использоваться для классификации, кластеризации и регрессии данных по атакам, позволяющим организациям оперативнее устранить угрозы.

Существует множество алгоритмов МО, применяющихся в предсказании кибератак. Ниже перечислены самые основные:

1) **Классификационные алгоритмы.** Алгоритмы классификации относятся к выполняющим преобразование и классификацию информации. Идея их – разделить иерархически информацию на классы. Вот некоторые из наиболее популярных алгоритмов классификации:

- логистическая регрессия (Logistic Regression) – это регрессия, используемая для бинарной классификации, которая предсказывает вероятность принадлежности объекта к одной из двух категорий. По мнению ведущих статистиков, логистическая регрессия все еще является одним из самых популярных способов анализа данных. Применение: обнаружение спама по электронной почте, диагностика заражения, классификация запросов на «вредоносные» и «обычные».

- деревья решений (Decision Trees) – деревья решений строят модели, задавая вопросы о характеристиках данных, которые упрощают Интерпретация результатов. Иерархичность обозначает каждый узел, с одной стороны, он представляет собой условие, а с другой – лист. Лист – это прогноз. Применение: анализ данных о клиентах, классификация документов.

- методы ансамбля (Random Forest, Gradient Boosting) – случайный лес, градиентный бустинг: методы ансамбля объединяют несколько классификаторов для повышения точности и стабильности модели. алгоритмы. С помощью случайного леса можно увеличить точность и устойчивость модели, объединив тысячи деревьев. Применение: детектирование аномалий во внутреннем сетевом трафике; случайный лес может использоваться для обнаружения аномалий в сетевом трафике; случайный лес может использоваться для анализа данных безопасности, позволяя идентифицировать подозрительные и аномальные действия.

2) **Регрессионные модели:** играют ключевую роль среди основных инструментов машинного обучения, созданных для прогнозирования числовых значений, и приобрели широкое распространение в различных сферах, таких как экономика, финансы, наука о данных и прочее. Рассмотрим один из наиболее популярных типов регрессионных моделей и его важнейшие свойства:

– линейная регрессия (Linear Regression) – это тип метода, описывающего связь одной независимой переменной (X) с одной зависимой переменной (Y) с использованием линейной функции. Её уравнение имеет вид $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$, где a – свободный коэффициент, а $b_1, b_2, \dots, b_n$ – это коэффициенты регрессии для всех независимых переменных. Используется для прогнозирования времени ожидания следующей атаки и анализа финансовых потерь.

На рисунке 1 представлено различие между методами классификации и регрессии.

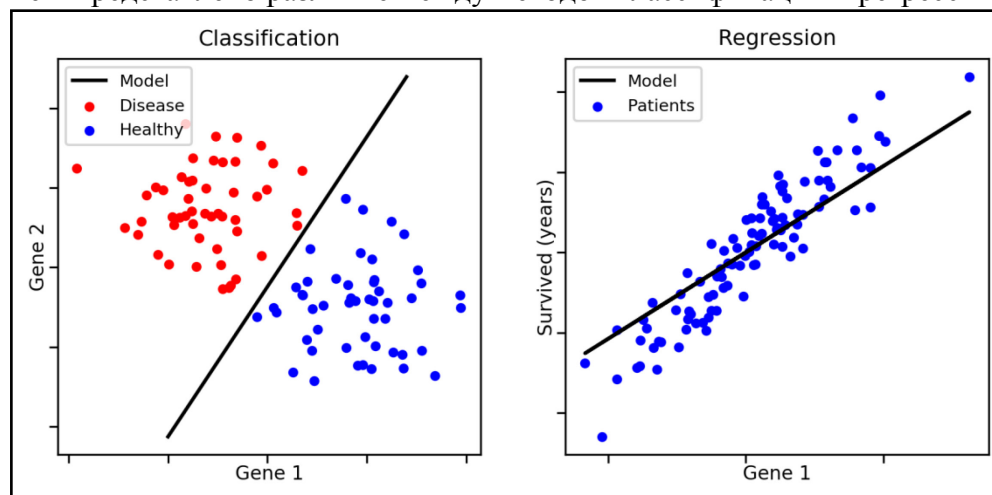


Рис. 1 – Различие между методами классификации и регрессии.

3) **Алгоритмы кластеризации:** улучшают группировку похожих экземпляров данных. Используемые алгоритмы [2]:

– Метод статистики кластеров (К-средние, K-Means): делит данные на K кластеров, минимизируя внутрикластерное расстояние. Применение: довольно популярный и эффективный метод кластеризации, который используется для поиска аномалий в сетевом трафике.

– Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN): группирует точки, находящиеся в плотных областях, а точки находящиеся в разреженных областях обозначает как выбросы. Предполагаемое применение: выделение погрешностей и выбросов среди данных.

На рисунке 2 изображен принцип алгоритма кластеризации.

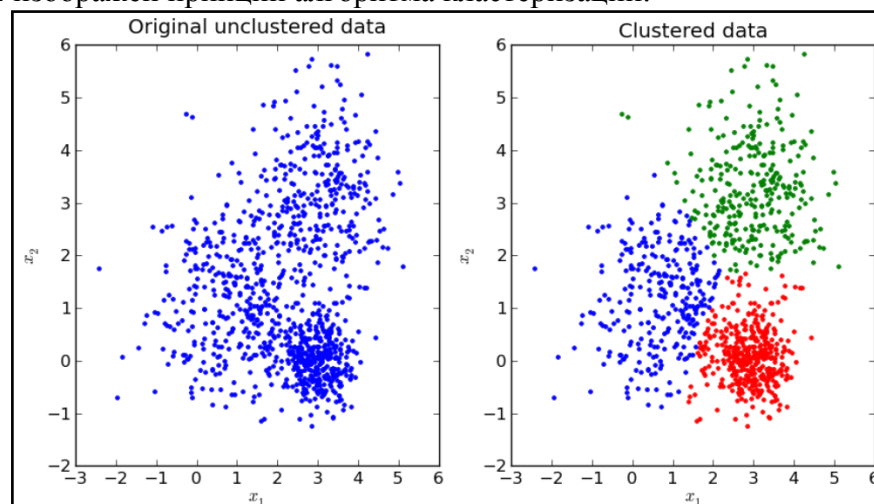


Рис. 2 – Принцип алгоритма кластеризации

4) **Методы глубокого обучения:** при помощи нейросетей находит широкое применение в области кибербезопасности. Для решения данных задач используются следующие методы глубокого обучения [3]:

– сети RNN (рекуррентные нейронные сети) – последовательные. Применяются для обработки данных в последовательности – текстовой информации, временных рядов (временные данные). Применение: используют для анализа различных видов последовательностей, таких как сетевые пакеты, определение временной организации атак.

– сети CNN (сверточные нейронные сети) – нетеряющие. Применяются для задач машинного зрения - распознавание изображений, объектов при изображении. Применение: используют для обработки изображений, можно рассматривать как для объемных данных.

Примеры использования машинного обучения для предсказания кибератак:

1) Набор данных DARPA Intrusion Detection Evaluation: в рамках кампании DARPA кодировался арсенал для экспериментов с программами, и был указан набор данных для экспертизы инструментов по выявлению вторжений. В ходе эксперимента была использована сборка распределенной системы с использованием методов машинного обучения, таких как нейросети и деревья принятия решений, для классификации характеристик событий в сети.

2) Random Forest, используемый для обнаружения DDoS-атак: в исследовании, проведенном для анализа DDoS-атак, алгоритм случайного леса использовался для классификации сетевого трафика. Модель достигла высокой точности, позволяя быстро обнаруживать атаки и минимизировать ущерб.

3) Анализ поведения пользователей с привлечением машинного обучения. Машинное обучение организации используют и для анализа поведения пользователей, в рамках UBA, для обнаружения ненормального поведения сотрудников и внутренних угроз.

4) Многие компании начали устанавливать программное обеспечение для прогнозирования и выявления кибератак с применением нескольких продуктов, включая программы искусственного интеллекта. Это приводит к развитию отдельного класса программ, которые используют в качестве источников данных информацию с различных серверов и приложений в сети, а также данные, приходящие от самого алгоритма искусственного интеллекта, что должно являться необходимым требованием в любой системе управления кибербезопасностью.

Несмотря на преимущества, использование машинного обучения в кибербезопасности сталкивается с несколькими проблемами:

1) В чем же заключается проблема переобучения? Намного выше точность любой модели предсказания на уже имеющихся данных, чем на новых данных.

2) На практике, откуда взять данные? Если на обучающих аномально мало данных, тогда модели могут подавать вполне приемлемые результаты.

3) Вопрос, связанный с приватностью: использование личных данных для создания моделей обучения вызывает вопросы в этических аспектах и защите личной информации.

Использование машинного обучения для прогнозирования кибератак представляет собой направление в области кибербезопасности. Системы машинного обучения обладают способностью обработки массовых данных, и таким образом возможно явное определение опасности. Кроме того, примеры подтверждают работоспособность техники и в реальных условиях. Несмотря на все, максимально эффективное применение методов машинного обучения ждет только в том случае, если есть возможность применять вкупе с другими вызовами – этикой и качеством данных.

Список литературы

1. Указ: «Стратегия развития искусственного интеллекта в Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс] – URL: <http://science-expert.ru/docs/Национальная%20стратегия%20развития%20искусственного%20интеллекта%20на%20период%20до%202030%20года.pdf?ysclid=mlg7yptmx84448802962>.
2. Кластеризация в машинном обучении [Электронный ресурс] – URL: <https://sky.pro/wiki/python/klasterizaciya-v-mashinnom-obuchenii/>.
3. Искусственный интеллект и машинное обучение: текущие тенденции и перспективы [Электронный ресурс] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54695257>.
4. Машинное обучение и его применение в современном мире [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mashinnoe-obuchenie-i-ego-primeneniye-v-sovremennom-mire>.

2.3.3.

К.И. Козлов

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова,
инженерно-технологический институт,
кафедра цифровых технологий и дизайна,
Абакан, kozlov-kirill2002@mail.ru

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

В данной работе рассматривается, что такое облачные вычисления и какие модели бывают. Представлен анализ воздействия облачных вычислений на устойчивость ИТ-инфраструктуры в условиях кризисов, таких как экономические колебания и пандемии. Проведен расчет прибыльности внедрения облачных технологий.

Ключевые слова: *облачные вычисления, облачные технологии, облачные сервисы.*

Из-за своей гибкости, масштабируемости и возможности доступа к информации откуда угодно, можно назвать, что один из ключевых факторов в изменении ИТ-инфраструктуры организаций – это облачные вычисления (Cloud Computing).

Облачные вычисления представляют собой модель предоставления ИТ-ресурсов, включающая хранилище данных, приложения и вычислительные мощности по запросу и по требованию через Интернет [1]. Такие модели позволяют делать конкретные капиталовложения в сравнении с теми, которые относятся к инфраструктуре, и использовать ресурсы по мере необходимости [1]. Моделями облачных вычислений являются:

- MaaS (Monitoring as a Service) – предоставление специализированных услуг безопасности для ИТ-активов организации без издержек на приобретение и обновление оборудования на базе подписки [2];

- CAAS (Communication as a Service) – аренда коммуникационных услуг у единственного провайдера [2].

- IaaS (Infrastructure as a Service): принцип работы основан на виртуализации и абстракции физических ресурсов, что позволяет клиентам получать доступ к необходимой инфраструктуре через Интернет.

- IaaS (Infrastructure as a Service) – предоставление физической инфраструктуры, в том числе железа, шлюзов и серверов, через публичные и приватные сети;

- PaaS (Platform as a Service) – предоставление клиентам готовую платформу разработки, тестирования, развертывания и управления приложениями;

- SaaS (Software-as-a-Service) – развертывания приложения, в котором данные централизованно хранятся и с обработкой, предоставления удаленного доступа, использовании подписки, и провайдер обновляется соответственно.

На рисунке 1 представлены основные модели облачных сервисов.

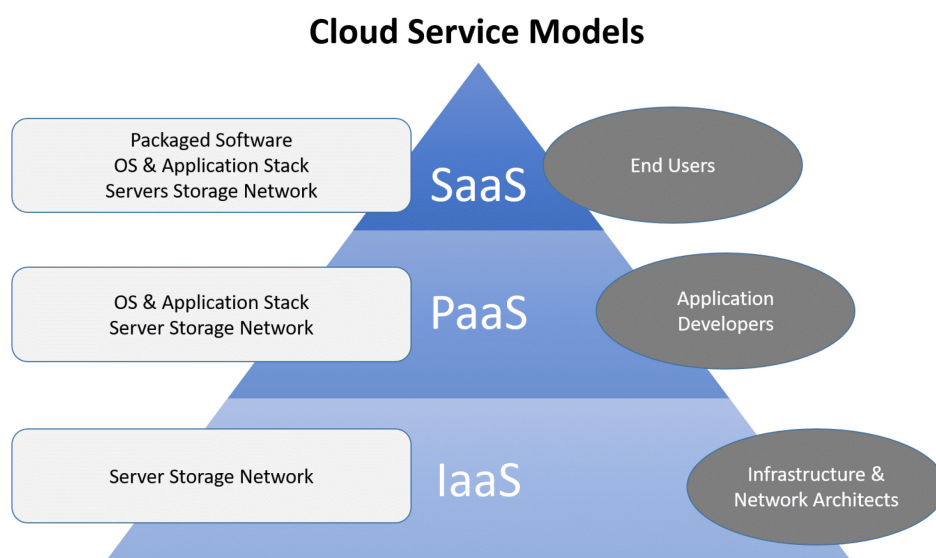


Рис. 1 – Основные модели облачных сервисов

Очень важно помнить, что облачные вычисления – это не просто эффективная технология, способная обеспечивать устойчивость информационной и телекоммуникационной инфраструктуры организаций в условиях кризисов и аварий. Это также и гибкость, масштабируемость, универсальность строящихся на их основе ресурсов, которые помогают быть бизнесу готовым к быстро меняющимся реалиям и оперативно реагировать, если что-то случается. Однако, при всей их эффективности, нельзя забывать об осторожности и о минимизации рисков, входящих в их структуру, как-то – безопасности данных и надежности облачного поставщика. Насколько удачно и слаженно это произойдет, напрямую влияет на мероприятия по уменьшению рисков – а значит и по улучшению обеспечения безопасности данных.

На рисунке 2 представлена модель автомасштабирования.

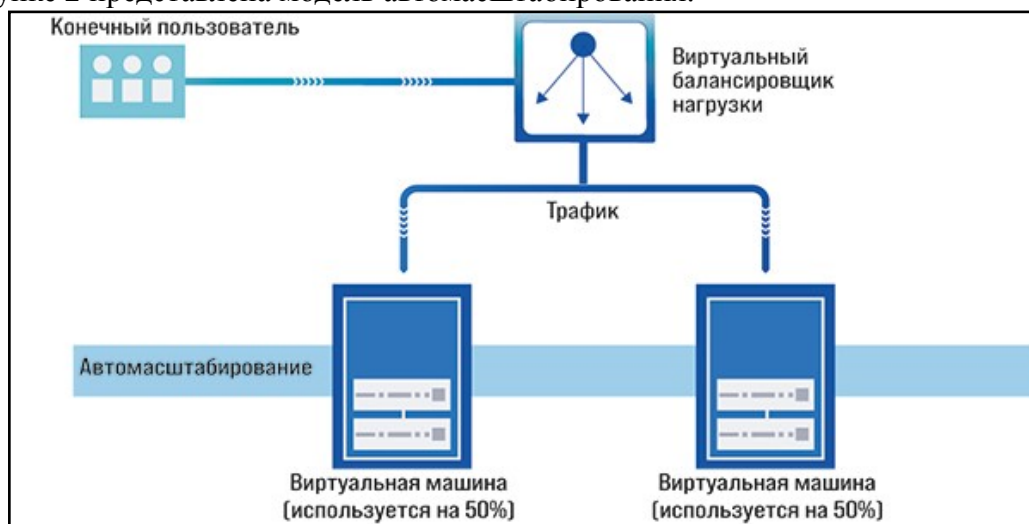


Рис. 2 – Модель автомасштабирования

В условиях кризиса облачные провайдеры предлагают разнообразные инструменты резервного копирования и восстановления данных, что критически важно для успешного ведения бизнеса.

Геораспределенные дата-центры помогают организациям избежать утраты данных и автоматизировать процесс восстановления после сбоев. Кризисные ситуации могут серьезно повлиять на устойчивость ИТ-инфраструктуры компании. Первое, облачные вычисления помогают сократить расходы на закупку и обслуживание оборудования, что крайне важно при сокращении бюджетов. Второе, облачные технологии обеспечивают гибкость и масштабируемость, позволяя компаниям быстрее адаптироваться к изменениям рынка. В ходе финансового кризиса 2008 года многие банки и финансовые учреждения переходили на

облачные платформы для оптимизации затрат и повышения гибкости, это позволило адаптировать процессы к новым требованиям рынка, а вторых ускорить процесс обработки данных. Во время пандемии COVID-19 облачные вычисления стали широко использоваться в медицинских учреждениях для сохранности обработки пациентов, ведения дистанционного приема и обмена информацией.

Кроме того, облачные сервисы обеспечивают высокий уровень надёжности и безопасности данных, что является критически важным фактором в условиях кризиса. Они защищают компании от потерь данных и обеспечивают непрерывность бизнес-процессов. [3]

Преимущества облачных вычислений [4]:

1) Масштабирования. Благодаря возможности быстро наращивать и сокращать объем доступных ресурсов в зависимости от текущих нужд. Потому, в сложный период может смениться всё.

2) Экономия затрат. Благодаря таким методам не только заметно снижаются операционные и капитальные расходы, но и нет необходимости приобретать и содержать собственные сервера, заботиться об их сроках службы и обновлении. А организации используют аренду ресурсов у облачных провайдеров.

3) Доступность и мобильность. Ведь вот неотъемлемое свойство облачных услуг – это доступ к данным и программы из любого места света с подключением к интернету. А это значит, что рабочие могут работать отовсюду, а то исключительно в период больных и стали пользоваться удаленными трудами – важнее некуда.

4) Надежность и безопасность. Сразу облака - это высокая надежность и безопасность. Защита от потерь данных, атак и сбоев, а также соответствие всем международным стандартам безопасности в полном объеме – это область существенно провайдеров. А организация может сосредоточиться на основных задачах своей деятельности, не беспокоясь о защите передачи сведений.

5) Скорость внедрения и обновления. Облака и позволяют быстро внедрить и обновить любое ПО. Использовать самые последние версии приложений и сервисов, без необходимости тратить дни и силы на установку и настройку. А таким образом разработку и внедрение новых продуктов на рынке ускорить.

Расчет прибыльности внедрения облачных вычислений. В работе [5] предложена формула для расчета выгодности использования облачных технологий:

$$t_{\text{облако}} \times (R - F_{\text{облако}}) \geq t_{\text{ЦОД}} \times \left(R - \frac{F_{\text{ЦОД}}}{UT} \right), \quad (1)$$

где $t_{\text{облако}}$ – часы работы пользователей облака; R – доход; $F_{\text{облако}}$ – затраты; $t_{\text{ЦОД}}$ – часы работы ЦОД для пользователей; $F_{\text{ЦОД}}$ – стоимость одного часа ЦОД; UT – средняя нагрузка ЦОД.

В формуле (1) под термином «облако» понимается внешнее облако внешнее (Public Cloud), а под термином «ЦОД» – частное облако частное (Private Cloud).

В формуле (1) левая часть умножает чистый доход за пользовательский час на количество пользовательских часов, что дает ожидаемую прибыль от использования облачных вычислений. В правой части формулы (1) выполняется аналогичный расчет для центра обработки данных с фиксированной пропускной способностью путем учета средней загрузки центра обработки данных, включая неперiodические рабочие нагрузки. В зависимости от того, какая из сторон больше, можно получить более высокую прибыль.

Облачные вычисления – это крайне эффективный механизм, обеспечивающий устойчивость информационно-технической инфраструктуры организаций в условиях кризисов и аварий. Гибкость, масштабируемость и универсальность заложенных в них ресурсов дают возможность бизнесу приспосабливаться под быстро меняющиеся условия и оперативно отвечать на возникшие аварии. Однако при всем при этом необходимо помнить об определенной предосторожности и учете рисков, с которыми навязаны облачные сервисы, а именно безопасности данных и надежности облачных поставщиков. Для положительного исхода зависит от мероприятий по уменьшению рисков, надеюсь и улучшению обеспечения безопасности данных.

Список литературы

1. Что такое машинное обучение? [Электронный ресурс] – URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-machine-learning-platform/>.
2. [John Rittinghouse, James Ransome] Cloud Computing (Bookos org) [Электронный ресурс] – URL: https://www.academia.edu/4052556/_John_Rittinghouse_James_Ransome_Cloud_Computing_Bookos_org_.
3. Методы обеспечения информационной безопасности [Электронный ресурс] – URL: <https://searchinform.ru/analitika-v-oblasti-ib/Issledovaniya-v-oblasti-ib/metody-obespecheniya-informatsionnoj-bezopasnosti/>.
4. Технологии облачных вычислений: преимущества, использование и модели предоставления услуг [Электронный ресурс] – URL: <https://vc.ru/u/2265994-aleksei-andropov/814873-tehnologii-oblachnyh-vychislenii-preimushhestva-ispolzovanie-i-modeli-predostavleniya-uslug>.
5. Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing [Электронный ресурс] – URL: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>.

2.3.3.

В.И. Курир

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ,
институт автоматики и электронного приборостроения,
кафедра электрооборудования,
Казань, kurir_valerian@mail.ru

**ЭКСПЕРТНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ ГЭС**

Представлены известные экспертные диагностические системы (зарубежные и отечественные), обеспечивающие нормальный режим работы гидрогенераторов ГЭС. Кратко описано назначение данных систем и способ функционирования в диагностической системе отдельных составляющих. Представлен эволюционный путь, пройденный экспертными системами. В конце статьи приведены ссылки на новейшие исследовательские работы, посвящённые применению экспертных систем для диагностики гидрогенераторов ГЭС, по праву квалифицируемых как прогностические (постановка диагноза на начальном этапе работы).

Ключевые слова: *системы непрерывного контроля и диагностики ГЭС, экспертные диагностические системы гидрогенераторов.*

Системы непрерывного контроля и диагностики создавались для увеличения срока работы гидрогенераторов (ГГ) за счёт непрерывного мониторинга ряда параметров генераторов, анализа считываемой с датчиков системы информации, диагностирования неисправностей, выдачи рекомендаций техническому персоналу, направленных на корректировку режима и выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Диагностическая система контролирует:

- параметры электрического режима;
- тепловое состояние гидрогенератора как электрической машины и её вспомогательного оборудования;
- вибрации корпусов подшипников;
- время срабатывания исполнительных механизмов при пуске и останове генератора и другие параметры в зависимости от конкретного назначения.

На основании анализа собранной информации диагностируются следующие неисправности:

- частичные разряды в обмотке статора;
- неисправности в системе охлаждения обмоток и сердечника статора;
- неисправности в системе смазки и охлаждения подшипников;
- повышенная вибрация направляющих подшипников, вала турбины, направляющего аппарата.

Зарождение экспертных диагностических систем начиналось с появления ограниченных систем контроля состояния гидрогенератора.

Примерами являются [1]:

1. Универсальная система вибрационного состояния гидроагрегата VIMOS (Швеция).
2. Универсальная вибродиагностическая система MCM (Machine Condition Monitoring), использующая сравнительно недорогую аппаратуру.
3. Система контроля частичных разрядов в обмотке статора PDM (Partial Discharge Monitor).

Экспертные системы гидрогенераторов появились на Западе несколько раньше, чем у нас. Одна из первых диагностических экспертных систем GEMS была создана Институтом электроэнергетики США EPRI в 1980 г. Далее, корпорация NYPA инициирует научно-

исследовательские работы с целью создания экспертной системы для гидрогенераторов. В это время создаются экспертная диагностическая система ACMS (Advances Condition Monitoring System) и соответствующее программное обеспечение, работающее под контролем операционной системы G2. Однако интерфейс между частями системы не был окончательно отработан. Тем не менее ее основные элементы вошли через несколько лет в систему контроля и мониторинга System 1. В последующие несколько лет усилиями New York Power Authority, Iris Power и GE's Bently Network создается экспертная диагностическая система гидрогенераторов HydroX, работающая на базе управляющей компьютерной системы System 1. На рис. 1 приведена структурная схема данной системы, установленной на гидрогенераторах корпорации Bently Nevada.

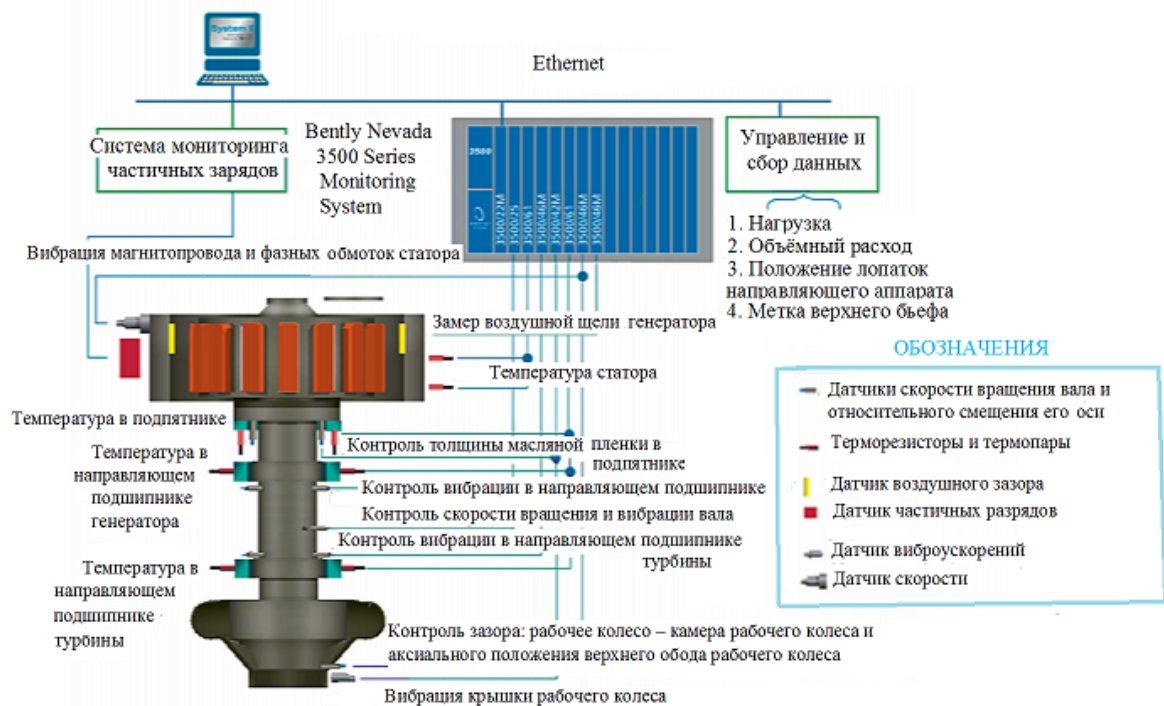


Рис. 1 - Структурная схема взаимосвязи элементов системы мониторинга System 1
System 1 – дистрибутивный программный продукт, основанный на технологии SQL Server (SQL – структурированные запросы данных). Состоит из следующих основных блоков:

1. Система сбора данных с удалённых мест.
2. Система мониторинга.
3. Экспертная база знаний – «HydroX Rulepak».
4. Автоматизированная система внутрисистемного тестирования новых элементов, поступающих в базу знаний (посредством встроенной системы искусственного интеллекта).
5. Система пользовательского интерфейса для технического персонала.

При постановке окончательного диагноза участвуют все отделы экспертной базы знаний. Процесс развития системы проходит в двух направлениях. На верхнем, управляющем уровне едиными приняты объектно-ориентированные языки высокого уровня C++ и Java [2]. В самой базе знаний основной программной конструкцией, облегчающей выдачу конкретного диагноза, является конструкция IF THEN. Наличие данных программных конструкций наиболее удобно для процесса выявления конкретного дефекта. Одной из таких программных систем является австралийская управляющая компьютерная система Level5 Object, входящая в состав экспертной системы.

К наиболее крупным экспертным диагностическим системам следует отнести и экспертную систему контроля и диагностики Hydro Turbine Generator Sets, используемую на ГЭС Gezhouba Hydro Power Plant (KHP) [3]. Одной из отличительных сторон данной системы

является наличие специального программного обеспечения, моделирующего процессы, протекающие в гидрогенераторе – турбине. Это позволяет сравнить соответствующие показатели нормального режима работы оборудования и показания датчиков, указывающие на развитие некоторого дефекта. Все возможные режимы работы гидрогенератора с турбиной (рабочий, переходный, нерабочий) описываются набором структурных элементов с привлечением сетей Петри, позволяющих с достаточной точностью идентифицировать сбои в работе гидрогенератора. В работе [4] представлена диагностическая подсистема упорного подшипника гидравлической турбины ГГ, в основе которой задействована обученная также сеть Петри.

В работе [5] представлен метод диагностики неисправностей в системе гидроэлектростанций, связанных с гидравлическими, механическими и электрическими факторами. Методология, принятая в данной работе, основана на подходе байесовских сетей и экспертной системе. Здесь представлена полная реализованная Байесовская сетевая модель диагностики неисправностей генерирующей системы, которая учитывает всестороннее знание типов вибрационных неисправностей и связанных с ними характеристик неисправностей. По мнению автора, соединение в паре сети Петри и Байесовской сети только усилит вышеупомянутую диагностическую модель.

В работе [6] с целью создания эффективного классификатора отказов и сбоев в работе ГЭС соединили двунаправленную долговременную память (Bi-LSTM) с нейронной схемой (CRF). Долгая краткосрочная память (Long short-term memory – LSTM) – особая разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способная к обучению долговременным зависимостям. CRF (Conditional Random Fields) является более общим случаем Скрытой Марковской Модели (HMM – Hidden Markov Model) и многие принципы, используемые в CRF, унаследованы из принципов HMM. BI-LSTM используется в задачах, требующих последовательного выполнения. Этот тип сети может применяться в моделях классификации текстов, распознавания речи и прогнозирования.

Авторы заявляют, что ими разработан эффективный алгоритм автоматической диагностики (тестировалась работа генератора и повышающего трансформатора), который повышает эффективность диагностики посредством построения путей взаимосвязи между элементами и набором отказов в работе, позволяющих выявить основные неисправности в работе ГЭС.

В работе [7] авторы, при анализе работы гидротурбины гидрогенератора, используют два классификатора неисправностей – метод опорных векторов и специальную искусственную нейронную сеть (ANN), обученную работать в качестве распознавателя образов. Анализировались поля температур упорного подшипника и турбинной опоры. Был сделан вывод, что искусственная нейронная сеть оказалась более эффективной для моделирования системы прогнозирования технического обслуживания в турбинной системе гидроэлектростанции по сравнению с классификатором на основе метода опорных векторов.

В работе [8] представлена платформа ICMMS для гидроагрегата, в частности, ее функция технического обслуживания. Для реализации прогнозирующего технического обслуживания электрогидравлического сервомеханизма гидроагрегата (управляемого контроллером) создана модель идентификации и диагностики на основе искусственной нейронной сети (ANN). Состояние электрогидравлического сервомеханизма контролируется и прогнозируется в режиме реального времени. Неисправности и аварийные ситуации устраняются незамедлительно. Тесты показывают, что предложенная стратегия может гарантировать идеальную производительность.

В работе [9] рассматривается процесс контроля стабильности вибраций гидроагрегата ГЭС. Проводится анализ контрольной карты Хотеллинга при мониторинге вибраций гидроагрегата. Сделан вывод о наличии резких скачков на величину, большую чем $0,7 T_{кр}^2$, свидетельствующую о нарушении стабильности процесса и возможной аварийной ситуации.

В статистике, особенно при проверке гипотез, распределение T в квадрате Хотеллинга (T^2) представляет собой многомерное распределение вероятностей, которое тесно связано с F -

распределением. В статистике t в квадрате Хотеллинга (T^2) является обобщением t -статистики Стьюдента, которая используется при многомерной проверке гипотез. Процесс считается “вышедшим из-под контроля”, когда t^2 значения постоянно превышают контрольные значения.

В данной работе также используется вторая контрольная карта – карта Шухарта. Контрольная карта Шухарта – аналогичный визуальный инструмент, применяемый в управлении производством, график изменения параметров процесса во времени для осуществления статистического контроля стабильности процесса.

Авторами [10] исследуется эффективность применения нейросетевых методов для вибродиагностики гидроагрегата ГЭС. Реализация данной задачи проводилась в пакете MATLAB. Для заданного набора исходных данных наилучшей подобранной конфигурацией оказалась нейронная сеть из трех слоев с 18 нейронами в каждом слое. В качестве функции обучения в ней используется алгоритм Левенберга–Марквардта с методом обратного распространения ошибки. Заявлено, что разработанная методика диагностики исправности гидроагрегата с использованием нейронных сетей обеспечивает повышение на 6,7 % значения F-меры (являющейся наиболее информативным показателем качества бинарной классификации при несбалансированных классах) в рассматриваемой выборке данных.

Авторы [11] применили метод SVM (метод опорных векторов) для диагностики вибрационных неисправностей в гидротурбине генератора. В моделях SVM в качестве входных характеристик выбирается амплитудная энергия вибрации конструкции на сегменте $(0,4 \div 0,5) \times$, $1 \times$, $2 \times$, $3 \times$, $> 3 \times$ сегменте частотного спектра, где $\times$ – частота вращения гидротурбины. Выборочные данные используются для вычисления опорных векторов. На основе опорных векторов можно предсказать тип неисправности гидротурбины. SVM также можно использовать для оценки оставшегося срока службы.

Авторы работы [12] заявляют, что для прогнозирования неисправностей направляющих подшипников турбины гидроэлектростанции использовали долгосрочный алгоритм использования кратковременной памяти (LSTM) при разработке модели.

Авторами [13] предложен свой метод диагноза нарушения в работе гидрогенератора (ГГ). В этой статье предлагается метод динамического моделирования вибрации для ГГ с использованием метода конечных элементов, и далее данные о вибрации в различных состояниях получают с помощью численного моделирования. Затем на основе нелинейных передаточных частотных характеристик (NOFRF), обработанных с использованием методики интегро–степенного ряда Вольтерра, извлекается характеристика неисправности (нарушение в частотном спектре ГГ). Наконец, предложена система диагностики с использованием метода опорных векторов (SVM), которая используется для диагностики ГГ. SVM при сравнении двух анализируемых режимов работы установки отсеивает вариант нормальной режима работы установки от режимов с нарушениями. При дальнейшем попарном применении методики SVM к отсеянным режимам работы ГГ производится выделение каждого из замеченных нарушений в работе ГГ.

В специальной литературе наметилась тенденция создания наиболее эффективных решений для диагностических подсистем ГГ ГЭС, большую часть которых представил автор. Разумеется, что доступ к процессу формирования того или иного отказа в работе ГГ ГЭС имеет и сама экспертная диагностическая система совместно с её базой отказов. Авторы [14] отмечают, что последние достижения в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и методологий машинного обучения рассматриваются как фундаментальные факторы, позволяющие модернизировать текущую работу большинства гидроэлектростанций с точки зрения мониторинга состояния, ранней диагностики и, в конечном итоге, прогнозируемого технического обслуживания.

Список литературы

1. *Алексеев Б.А.* Определение состояния (диагностика) крупных гидрогенераторов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 144 с.

2. *Potter C., Negnevitsky M.* An Expert System for Hydro Electric Generator Scheduling In Tasmania // Journal of Electric & Electronic Engineers, Australia. –2003. V. 22.– № 3 –P. 167 – 171. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/267770170_An_expert_system_application_for_hydro_electric_generator_scheduling_in_Tasmania.
3. *Zhao-Hui Li, Xing-Bin Yang, Shao-Qing Niu and Malik O.P.* Maintenance-Oriented Information Digitalization of Hydro Turbine Generator Sets. // Power & Energy Society. General Meeting. 2009. IEEE (Calgary, AB, Canada 26–30 July 2009). – P. 1–7. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/224598289_Maintenance_Oriented_Information_Digitalization_of_Hydro_Turbine_Generator_Sets.
4. *Melani A.H.A., Silva J.M., de Souza G.F.M., Silva J.R.* Fault diagnosis based on Petri Nets: the case study of a hydropower plant // IFAC-PapersOnLine. – 2016. – V. 49. No.31. – P. 1 – 6. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://sci-hub.ru/10.1016/j.ifacol.2016.12.152>.
5. *Xu B., Li H., Pang W., Chen D., Tian Y., Lei X., Gao X., Wu C., Patelli E.* Bayesian network approach to fault diagnosis of a hydroelectric generation system // Energy Sci Eng. – 2019. – Vol.7. – P.1669–1677. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ese3.383>.
6. *Guo B., Wang Y., Pan W., Sun Y.* Fault diagnosis method for hydro-power // Vibroengineering. 2023. – Vol. 25. – No. 8. – P. 1629 – 1641. – Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/373796292_Fault_diagnosis_method_for_hydro-power_plants_with_Bi-LSTM_knowledge_graph_aided_by_attention_scheme.
7. *Khan N., Hasan L., Afridi Y., Rashid A.* Comparison of Machine Learning Techniques in Prognostic Maintenance of Hydro Power Plant Subsystem //Quest Research Journal. – 2019. – V. 17. – No. 2.– P. 31–37. – Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/367179563_Comparison_of_Machine_Learning_Techniques_in_Prognostic_Maintenance_of_Hydro_Power_Plant_Subsystem.
8. *Fu C., Ye L., Liu Y., Yu R., Jung B., Cheng Y., and Zeng Y.* Predictive Maintenance in Intelligent-Control-Maintenance-Management System for Hydroelectric Generating Unit // IEEE Transactions on Energy Conversion. – 2004. – V. 19. – No. 1. – P. 179 – 186. – Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.sci-hub.ru/10.1109/TEC.2003.816600>.
9. *Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е и др.* Информационно математическая система раннего предупреждения об аварийной ситуации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. – т. 15. – №4 (4). – С. 919 – 923.
10. *Санталов А.А., Клячкин В.Н.* Разработка нейронной сети для оценки исправности гидроагрегата по результатам вибромониторинга // Программные продукты и системы / Software & Systems. – 2020. – Т. 33. – № 4. – С. 629–634.
11. *Yang, C., Tao J., and Yu J.* Fault Diagnosis of a Hydro Turbine Generating set Based on Support Vector Machine // IEEE 2009 WRI Global Congress on Intelligent Systems. 2009. (Xiamen, China, 19.05.2009. – 21.05. 2009). – Washington, DC, United States. – 2009. Vol. 03. – P. 415 – 418. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.sci-hub.ru/10.1109/GCIS.2009.291>.
12. *Afridi, Y.S., Hasan, L., Ullah, R., Ahmad, Z., Kim, J.-M.* LSTM-Based Condition Monitoring and Fault Prognostics of Rolling Element Bearings Using Raw Vibrational Data // Machines.– 2023.– 11. – 531. –12 P. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/machines11050531>.
13. *Xia X., Ni W.* A novel failure analysis and diagnosis method for hydraulic-turbine generator unit // Journal of Vibroengineering. – 2016. – Vol. 18. – No 6. – P. 3568 – 3580. – Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/308833715_A_novel_failure_analysis_and_diagnosis_method_for_hydraulic-turbine_generator_unit.
14. *Betti A., Crisostomi E., Paolinelli G., Piazzzi A., et al.* Condition monitoring and early diagnostics methodologies for hydropower plants // Renewable Energy. – 2021. – V. 171. – P. 246 – 253. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.renene.2021.02.102>.

2.3.3.

¹Е.Н. Леонов канд. техн. наук, ²И.В. Чувочина

¹ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет,
Институт промышленных технологий и инжиниринга,
кафедра электроэнергетики,

²ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет,
Тобольский индустриальный институт (филиал),
кафедра электроэнергетики,

Тюмень, Тобольск, leonoven@tyuiu.ru, chuvochinaiv@tyuiu.ru

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ИНДУСТРИИ 4.0 И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Развитие интеллектуальных технологий Smart Grid в контексте Индустрии 4.0 приводит к изменениям в существующих электрических сетях, однако при этом возникают и определенные риски. В этой статье проведен анализ возможных проблем в интеллектуальных электрических сетях, а также предложены пути их решения.

Ключевые слова: *Интеллектуальные сети, проблемы, системы связи, большие данные, облачные вычисления, безопасность, управление рисками.*

Введение

Системы электроснабжения в Индустрии 4.0 достаточно сложны и объединяют множество взаимосвязанных компонентов, как это рассмотрено в [1]. Разнообразие этих компонентов и постоянно совершенствующиеся интеллектуальные сети привело к возникновению ряда проблем, которые необходимо решить для обеспечения развития надежной, безопасной и масштабируемой сети. В этом исследовании кратко представлены основные проблемы, возникающие при построении интеллектуальных электрических сетей.

1. Проблемы систем связи.

Эти проблемы можно обобщить в виде трех основных вопросов: помехи, необходимость общих стандартов и скорость передачи данных.

1.1. Помехи могут быть вызваны сигналами устройств потребителей, которые мешают работе интеллектуальных счетчиков, а также гармоническими колебаниями в самой сети. Помехи можно устранить с помощью методов идентификации помех и переключения каналов.

1.2. Стандарты коммуникационных протоколов в интеллектуальной сети необходимы для обеспечения основы для совместной работы всех различных компонентов сети. В настоящее время различные организации, такие как IEEE или Американский национальный институт стандартов, прилагают усилия по разработке таких стандартов.

1.3. Скоростью передачи данных можно управлять, выбирая правильный протокол передачи для каждого приложения.

2. Проблемы больших данных.

Большие данные генерируются современными информационными системами в Smart Grid в связи с большим потоком информации с интеллектуальных приборов учета и датчиков. Они требуют значительных объемов вычислительных мощностей для анализа и памяти для хранения этих данных. Ниже приводится ряд проблем, возникающих при этом.

2.1. Обработка информации в реальном времени: интеллектуальные сети являются активно-адаптивными сетями и должны адаптироваться к постоянно меняющимся нагрузкам потребителей. Это требует сбора данных с большого числа интеллектуальных счетчиков в режиме реального времени. Сеть также должна иметь возможность обрабатывать эти данные и выполнять изменения на их основе в режиме, близком к реальному времени. При решении

этой задачи предлагается использовать методы, разработанные для приложений интернета вещей (IoT). Например, использование прогностических алгоритмов для определения уровней данных, которые следует ожидать от интеллектуальных счетчиков и датчиков в следующий момент времени, что поможет соответствующим образом распределить ресурсы обработки данных.

2.2. Разнородность данных: вычислительная сеть получает данные из разных источников и в разных форматах, например, данные о состоянии, данные мониторинга состояния оборудования, уровни энергопотребления, сообщения об ошибках, сообщения идентификации, метаданные и т. д. Эти данные поступают из счетчиков, датчиков, исполнительных механизмов, объектов генерации, устройств умного дома, мобильных приложений и других источников. Также требуется обработка данных из памяти. Это известно как гетерогенность данных, что означает, что сеть должна обрабатывать структурированные, структурированные частично и неструктурированные данные одновременно. Существует несколько методов решения этой проблемы, таких как интеграция данных, слияние данных и разработка стандартизированных программных решений, которые унифицируют форматы данных на разных устройствах.

2.3. Сжатие и визуализация данных: данные, собранные в базе, требуют хранения и также могут выступать в виде ценной аналитической информации, требующей дополнительной обработки. Методы сжатия должны быть эффективными и работать в режиме реального времени. Визуализация может представлять данные в виде понятных графиков и диаграмм. Выбор правильного метода визуализации и представление данных правильным образом – сложный процесс, который необходимо тщательно продумать. Как сжатие, так и визуализация требуют дополнительных исследований и разработки стандартизированных методов, например это представлено в [2].

3. Проблемы облачных вычислений.

Технология облачных вычислений предлагает эффективное решение для обработки данных в интеллектуальной сети, но при работе с этой технологией существуют некоторые проблемы с надежностью, которые следует учитывать.

3.1. Угрозу конфиденциальности: эта проблема безопасности возникает из-за отсутствия последовательной политики в отношении хранения данных. Также в этом контексте следует рассмотреть разнородность международных законов и принципов в отношении данных, хранящихся в разных странах

3.2 Недостаточно проработанные принципы восстановления после сбоев, управления ошибками и низкая скорость передачи данных, что может ставить под угрозу доступность. Также возникают проблемы, связанные со стоимостью (в том числе с энергозатратами), совместимостью и качеством обслуживания.

Как правило, проблемы облачных вычислений решаются путем выбора поставщиков облачных услуг, а также составления договоров гарантирующих соблюдение международных законов и поддержание качества обслуживания.

4. Проблемы безопасности.

Поскольку высокоавтоматизированные электрические системы являются киберфизическими, они уязвимы для кибератак, которые могут повлиять и на физические объекты таких систем, вследствие чего угроза информационной безопасности является значительной. Также имеется ряд экономических и политических угроз жизненно важным объектам энергетики. Существует широкий спектр угроз безопасности сети. В [3] отмечено, что существующие угрозы и атаки можно классифицировать по разным признакам, например, по типу эксплуатируемых устройств подвергшимся атаке (датчики, сетевые устройства, интеллектуальные счетчики и т. д.), уровню архитектуры системы, на которые они нацелены (уровень связи, уровень приложений и т. д.), или на цель безопасности, которую они нарушают (целостность, доступность, конфиденциальность). Некоторые атаки, могут иметь несколько вариаций, например, атака типа «отказ в обслуживании» (DoS) может быть общим термином для доступа к данным и/или выводу из строя элементов на любом

уровне сети.

Ниже приводится краткое обсуждение угроз безопасности для интеллектуальных электрических сетей.

4.1. DoS-атаки: отказ в обслуживании относится к распространенному типу атак, которые приводят к перегрузке системы и делают ее неспособной предоставлять требуемые услуги. Это может быть особенно опасно для интеллектуальной сети так как большое количество операций в ней происходит в режиме реального времени. Управляющие сообщения в системе критичны по времени, и задержка в несколько секунд может поставить под угрозу все системные операции. Расширенные DoS-атаки трудно обнаружить, поскольку они маскируются под обычный трафик или захватывают доверенные источники, из-за чего становится трудно блокировать все атаки. Кроме того, такие атаки могут исходить из разных источников, поэтому один или несколько поставщиков услуг не могут их контролировать. Чтобы уменьшить воздействие таких атак, важна разработка киберустойчивых систем, способных выдерживать множественные атаки. Другим методом, который можно использовать для уменьшения DDoS-атак, является быстрое переключение IP, которое скрывает настоящий IP-адрес службы, так что ее становится сложнее атаковать злоумышленникам.

4.2. Подмена данных: эти атаки происходят, когда злоумышленник изменяет коды и записи базы данных, чтобы нарушить работу системы. Интеллектуальная сеть уязвима для такого рода атак из-за различных устройств, подключенных к ней, которые предоставляют множество точек доступа для злоумышленников. Более того, этот вид атак может иметь широкий спектр последствий для энергосистем, от нарушения реального времени сети до совершения мошенничества путем манипулирования показаниями интеллектуальных счетчиков и тарифами. Атаки с подменой данных трудно обнаружить по своей природе, и лучше предотвратить их, используя интеллектуальные системы безопасности со специальной аутентификацией, чтобы ограничить вероятность этих атак.

4.3. Конфиденциальность: системы Smart Grid собирают ряд данных пользователей, таких как местоположение, платежная информация, потребление энергии и предпочтения. Эта информация может быть использована для отслеживания и причинения вреда пользователям. Даже информация, которая может показаться нерелевантной, может быть использована против клиента. Например, тенденции потребления энергии пользователем могут помочь указать, когда он отсутствует дома. Предпочтения пользователя в виде подключаемых к системе интеллектуальных приборов и датчиков можно использовать в целях рекламы. Поэтому защита пользовательской информации очень важна. Для сохранения конфиденциальности в интеллектуальных сетях можно использовать множество методов, таких как анонимизация данных, маскировка источников, шифрование и агрегация данных с отделением пользователей от данных.

4.4. Внутренние атаки: внутренние угрозы или атаки, совершаемые лицом, имеющим законный доступ к системе, опасны, поскольку традиционные меры безопасности, такие как брандмауэры и пароли, не могут помешать им нанести ущерб. Некоторые методы найма, такие как проверка биографических данных, могут помочь ограничить внутренние угрозы. Существуют также технологические решения, такие как системы обнаружения аномалий, которые могут обнаружить любое нестандартное поведение, или использование аутентифицированного контроля доступа через шлюзовые устройства и программные решения.

Заключение

Технологии интеллектуальных электрических сетей активно развиваются и адаптируются к совместной работе с традиционными системами электроснабжения, дополняя и вытесняя их. Технологии связи и обработки данных также постоянно развиваются и прогрессируют.

Увеличение автоматизации и децентрализации сети станет ключевой областью исследований в будущем. Технология интернета вещей позволяет создавать более микросети, которые позволяют устройствам, интеллектуальным счетчикам и подстанциям

вносить изменения в конфигурацию сети на основе данных пользователей, погодных условий и других прогностических элементов без необходимости человеческого вмешательства или централизованного принятия решений.

Важным аспектом развития интеллектуальных сетей это их надежность. Поскольку сеть зависит от обработки данных в реальном времени и интеграции различных технологий, важно исследовать надежность и безопасность функционирования отдельных компонентов и технологий, а также интеграцию этих технологий в однородную систему, чтобы предоставить рекомендации по наиболее надежным решениям, а также выявлению проблем неисправностей, которые необходимо преодолеть.

Список литературы

1. *Леонов Е.Н.* Компоненты интеллектуальных электрических сетей в Индустрии 4.0 / Е. Н. Леонов, А. П. Пожитков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 4. – С. 153-155.
2. *Литвинов П.В.* Современные технологии обработки данных как фактор цифровой трансформации в энергетике / П. В. Литвинов, С. А. Нестеров // Функционирование и развитие электроэнергетики в эпоху цифровизации : круглый стол Российского международного энергетического форума (РМЭФ 2021), Санкт-Петербург, 21–23 апреля 2021 года. – Москва: Национальный исследовательский университет "МЭИ", 2021. – С. 157-174.
3. *Большев В.Е.* Проблемы кибер-безопасности в интеллектуальных электрических сетях и системах измерения / В. Е. Большев // Агротехника и энергообеспечение. – 2019. – № 1(22). – С. 21-37.

2.3.3.

¹И.В. Макарова, ²А.И. Легаев, ²С.А. Легаева, ¹Д.А. Апарнев¹ООО «Бия-Синтез»,²Бийский технологический институт (филиал)федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
профессионального образования«Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»
(БТИ АлтГТУ),

Бийск, inna-makarova.91@mail.ru

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭКСТРАКТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ОЧИЩЕННОЙ ПОЛИАНИОННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Данная статья посвящена разработке конструкции экстрактора в производстве очищенной полианионной целлюлозы. Получены экспериментальные данные по содержанию основного вещества в полианионной целлюлозе в процессе многоступенчатой экстракции, которые демонстрируют высокую степень очистки (более 99%).

Ключевые слова: *очищенная полианионная целлюлоза, экстрактор, изопропиловый спирт.*

Полианионная целлюлоза (ПАЦ) является разновидностью карбоксиметилцеллюлозы, с повышенной степенью замещения (по карбоксильным группам свыше 95%), получаемая при синтезе целлюлозы с монохлоруксусной кислотой или в присутствии щелочи [1, 2]. Впоследствии образуется технический продукт, содержащий до 20 % примесей [3], что ограничивает в ряде случаев его применение. В зависимости от степени очистки ПАЦ применяется в качестве эмульгатора и стабилизатора пищевой и фармацевтической промышленности [4]. В настоящее время в России отсутствует промышленное производство очищенного ПАЦ пищевого назначения. Внутренний рынок полностью занят продукцией производства КНР, Индии. Наиболее рациональным способом очистки технического ПАЦ является последовательная промывка технического продукта спиртоводными растворами. Основными экстрагентами для удаления примесей являются водные растворы низкомолекулярных спиртов. Для очистки ПАЦ чаще всего применяются изопропиловый и метиловый спирты [5]. Метиловый спирт не используется из-за его опасных токсических свойств.

На основе проведенных экспериментов по исследованию кинетики экстракции примесей из технической Na-КМЦ [5, 6], равновесия в системе Na-КМЦ–примеси–водный раствор спирта и ступенчатой очистки Na-КМЦ, [7, 8] был выбран метод экстракционной очистки ПАЦ по трех и четырех стадийной схеме в режиме противотока рисунок 1.

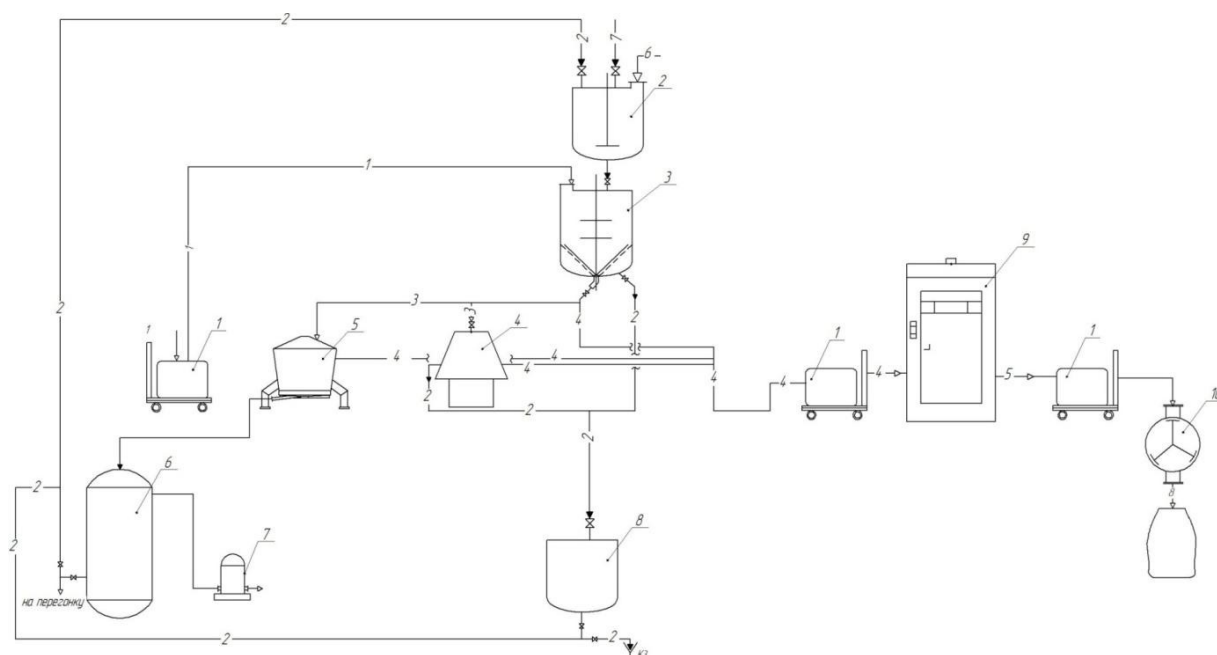


Рис. 1 – Технологическая схема

опытно-промышленного участка получения очищенной Na-КМЦ

- 1 – кара, 2 – реактор, 3 – аппарат промывной, 4 – центрифуга, 5 – вакуум-воронка,
6 – вакуум-сборник, 7 – вакуумный насос, 8 – сборник,
9 – сушильный шкаф, 10 – протирачный барабан

Целью работы является разработка экстрактора на стадии очистки ПАЦ с содержанием основного вещества не менее 98%.

Разработка экстрактора для получения очищенной полианионной целлюлозы является важным этапом в процессе её производства, так как от этого зависит не только качество конечного продукта, но и эффективность самого технологического процесса. Экстрактор должен обеспечивать высококачественное удаление побочных продуктов, таких как хлорид натрия и гликолят натрия, с минимальными затратами времени и ресурсов.

Конструкция экстрактора должна обеспечивать полный контакт между ПАЦ и экстрагентом в качестве, которого был применен изопропиловый спирт. Основным требованиям к конструкционным материалам взаимодействующих с продуктом это устойчивость к воздействию щелочных растворов низкомолекулярных спиртов при различных температурах. Экстрактор должен быть прост в обслуживании.

Для достижения указанных выше требований разработан экстрактор, который представляет собой емкостной аппарат с перемешивающим устройством объемом 1,5 м³, с эллиптическим днищем и крышкой выполненный из стали 12X18H10T. Внешний вид экстрактора изображен на рисунке 2.



Рис. 2 – Внешний вид экстрактора

Аппарат снабжен многоярусным перемешивающим устройством, скорость вращения которого регулируется приводом. На крышке аппарата расположены необходимые штуцера для проведения технологического процесса и установлены контрольно-измерительные приборы. Загрузка компонентов происходит через специальный узел, который также установлен на крышке экстрактора. В нижней части аппарата, установлена сетка, изготовленная из стали 12Х18Н10Т, выполняющая роль ложного днища, которое позволяет сцеживать отработанный экстрагент после проведения экстракции без потери ПАЦ. Конструкция ложного днища и перемешивающих устройств изображена на рисунке 3.



Рис. 3 – Изображение внутреннего устройства экстрактора

Для облегчения выгрузки массы из аппарата внизу вала установлено перемешивающее устройство лопастного типа, конструкция которого в точности повторяет контур ложного днища. Полное опорожнение аппарата осуществляется через сливной штуцер.

На установке были проведены наработки опытных партий продукции. Значение содержания основного вещества при различном числе ступеней экстракции приведено в таблице 1. Во время проведения процесса экстракции проводился отбор проб экстрагента, которые подвергались кондуктометрическому методу определения массовой доли примесей, и тем самым определялось количество оставшихся примесей в ПАЦ. Процесс отделения

экстрагента от продукта (ПАЦ) осуществлялся подачей на центрифугу с последующим возвращением в аппарат ПАЦ и повторными стадиями экстракции. Циклы экстракции продолжались до тех пор, пока не достигалось заданное содержание основного вещества в ПАЦ.

Анализ полученного образца ПАЦ проводился согласно стандартной методике, изложенной в ГОСТ 16932-93. Эксперименты выполнялись при температуре $22 \pm 2^\circ\text{C}$.

Таблица 1 – Содержание основного вещества в ПАЦ

Коэффициент удержания K_d	Число ступеней	Содержание основного вещества, %
2	5	99,31
	4	97,73
	3	96,18
	2	91,83

Предложенная конструкция экстрактора обладает всеми необходимыми характеристиками для получения очищенной ПАЦ.

Список литературы

1. Бытенский, В.Я. Производство эфиров целлюлозы [Текст] / В.Я. Бытенский, Е.П. Кузнецова. – Л.: Химия, 1974. – 208 с.
2. Способ получения полианионной целлюлозы [Текст]: Пат № 2272811РФ: МПК C08B11/12 / В.а. Бондарь, М.И. Ильин, Н.В. Смирнова; патентообладатель: ЗАО «ПОЛИЦЕЛЛ» - дочернее общество ОАО «Полимерсинтез» заявка: 2004126992/04 от 09.09.2004, опубл. 27.03.2006.
3. Наджимутдинов, Ш.Н. Состав карбоксиметилцеллюлозы в процессе очистки [Текст] / Ш. Н. Наджимутдинов, Г.Ш. Мухитдинова, А.А. Сарымсаков // Узбекский химический журнал. – 1988. – № 1. – С. 36-40.
4. Байклз Н. Целлюлоза и её производные [Текст]: в 2 т. / Под ред. Н. Байклза, Л. Сегала. Пер. с англ. под ред. проф. З.А. Роговина. – М.: Мир, 1974. – Т.2. – 510 с.
5. Макарова И.В. Исследование процесса очистки технической Na-КМЦ методом экстракции [Текст] / И.В. Макарова // 2ndInternationalConference «Technicalsciences: modernissuesanddevelopmentprospects». – Sheffield, UK: B&MPublishingUSA, SanFrancisco, California, 2014. – С. 94 – 97.
6. Макарова И.В. Исследование кинетики растворения основных примесей в производстве натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы [Текст] / И.В. Макарова, А.И. Легаев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – № 3. – С. 37-40.
7. Макарова И.В. Математическое описание ступенчатой экстракции примесей технической Na-КМЦ [Текст] / И.В. Макарова, Легаев А.И.// Научно-технический вестник Поволжья – 2016. – № 2. – С.34-36.
8. Шипина О.Т. Исследование процесса очистки технической натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы / О.Т. Шипина, О.К. Нугманов, Г.Р. Стрелкова, А.В. Косточко // Эфиры целлюлозы и крахмала: синтез, свойства, применение: материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. ЗАО «Полицелл». – Владимир: Издательство «Посад» ЛР, 2003. – С. 68–71.

2.3.3.

К.В. Марусич канд. техн. наук, Е.А. Сарсынбаев

Оренбургский государственный университет,
Аэрокосмический институт,
кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов
Оренбург, mkv82@mail.ru

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МОДУЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В данной статье рассматривается разработка модуля термообработки машиностроительных изделий. В результате проектирования был разработан компоновочный проект модуля и алгоритм его работы. Дополнительно выполнен инженерный анализ температурного поля и термодформационного состояния печи.

Ключевые слова: печь, модуль, компоновка, термообработка.

В последнее время в связи с введёнными европейскими странами санкций против Российской Федерации привело к скачку импортозамещения практически во всех отраслях промышленности, включая рынок, связанный с производством печей для термообработки машиностроительных изделий [1].

В процессе термической обработки происходит изменение структурного и фазового состояния материала с целью приобретения на различных этапах жизненного цикла изделием новых свойств и качеств. Поэтому при проектировании печи необходимо в первую очередь учитывать особенности изделия (материал и его габаритные размеры), серийность производства и, конечно же, сам метод термической обработки.

В период с сентября 2022 г. по май 2024 г. в Оренбургском государственном университете в рамках выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (профиль: Технология автоматизированного машиностроения) проводилась разработка проекта модуля термообработки машиностроительных изделий [2]. На рис. 1 представлены основные этапы, которые необходимо выполнить в процессе проектирования.

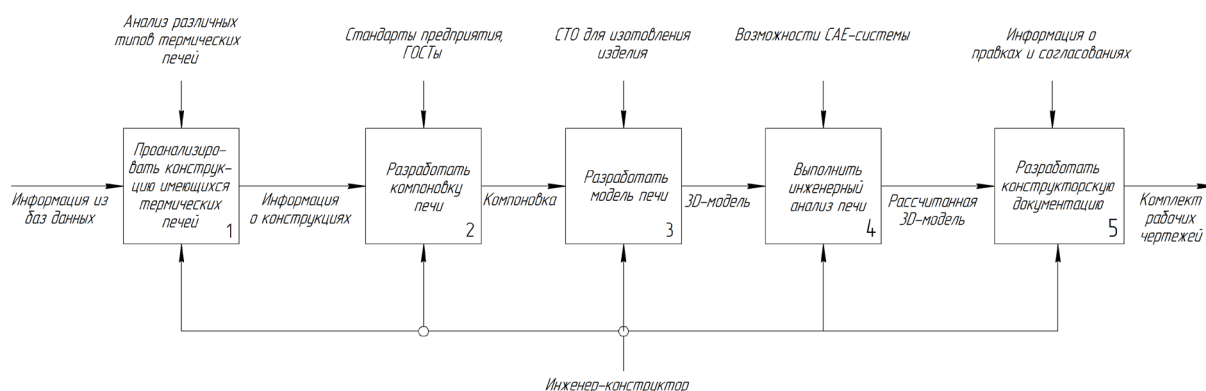


Рис. 1 – Этапы проектирования модуля термообработки

На начальном этапе были проанализированы различные варианты конструкций печей для термической обработки изделий. После чего на основании проведенного анализа (с учётом достоинств и недостатков) был разработан компоновочный проект модуля термообработки.

На рис. 2 представлен модуль термообработки. Сам модуль включает в себя следующие основные элементы: термоконстантная камера 1, печь 2 и конвейер 3 для перемещения изделий внутри модуля. Изделия для термообработки поступают к модулю на паллетах 8 с помощью транспортного конвейера 4, который перемещает их с предыдущей операции технологического процесса изготовления изделия.

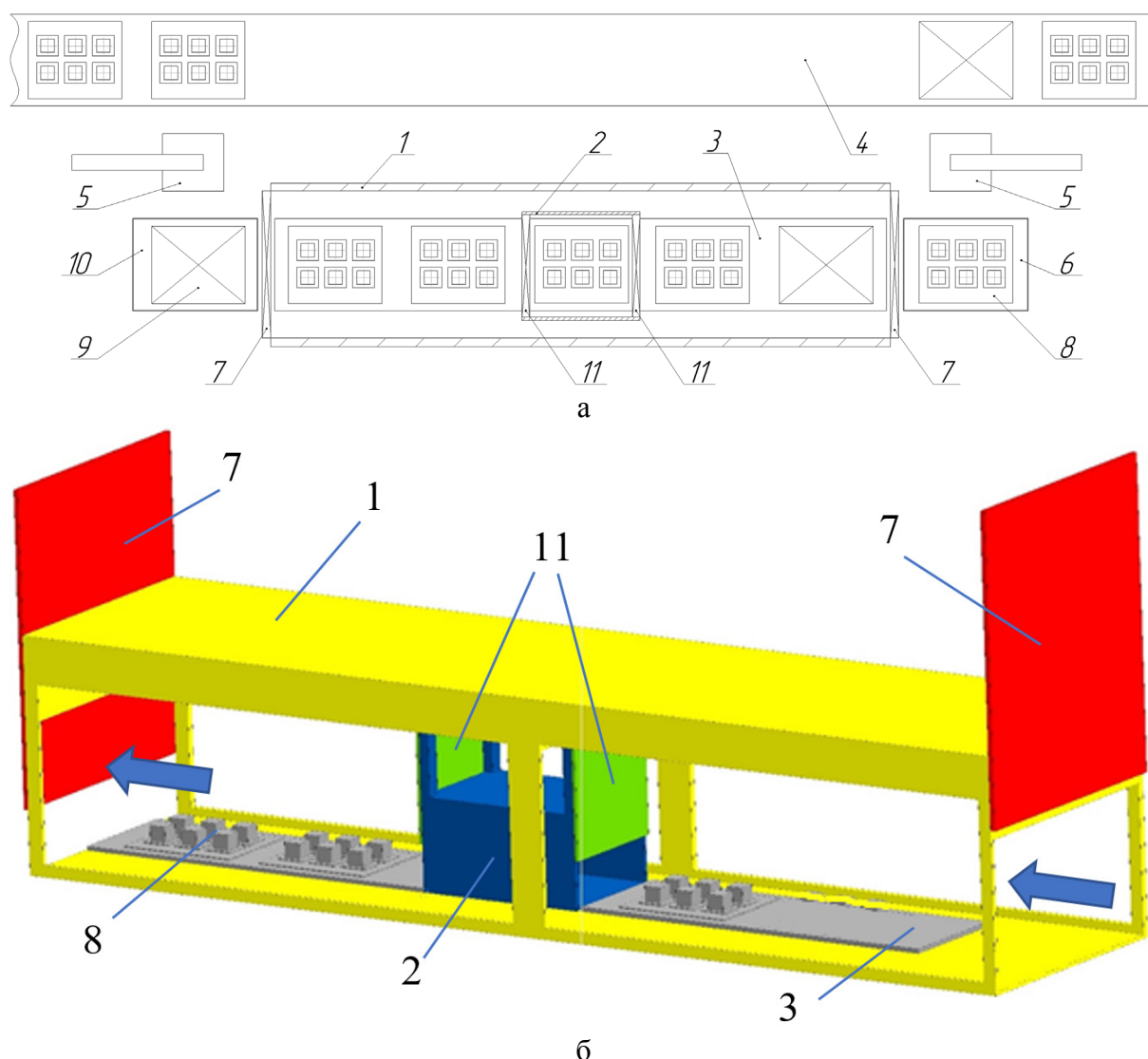


Рис. 2 – Модуль термообработки: а – компоновка; б – 3D-модель

1 – камера термоконстантная; 2 – печь; 3 – конвейер; 4 – транспортный конвейер;
 5 – коллаборативные роботы; 6 – зона загрузки; 7 – двери модуля термообработки;
 8 – паллета с изделиями; 9 – свободное место под паллету;
 10 – зона разгрузки; 11 – двери печи

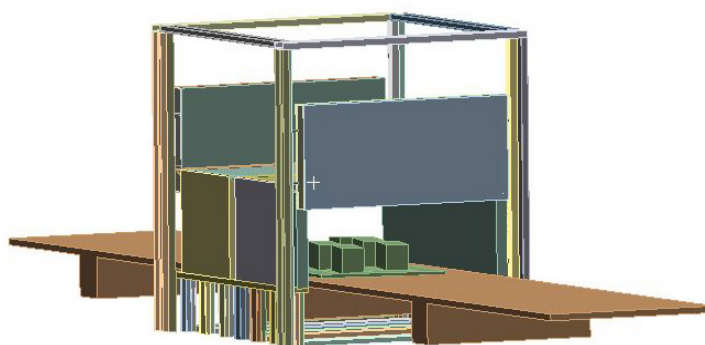
С транспортного конвейера 4 паллета с изделиями 8 с помощью коллаборативного робота 5 перемещается в зону загрузки 6 модуля термообработки. В это же время из зоны разгрузки 10 осуществляется перемещение паллеты с изделиями после термической обработки с помощью коллаборативного робота 5 на транспортный конвейер 4, который перемещает их на следующую операцию технологического процесса изготовления изделия.

После того как паллета с изделиями 8 установлена в зоне загрузки 6 открываются двери модуля термообработки 7. Далее происходит одновременно загрузка паллеты с изделиями на конвейер 3 и выгрузка паллеты с изделиями после термической обработки с конвейера 3 в зону разгрузки 10. Затем двери модуля термообработки 7 закрываются и внутри создаются условия необходимые для открытия печи 2. Одновременно с созданием этих условий происходит процесс загрузки-разгрузки изделий коллаборативным роботом с транспортного конвейера, описанный выше.

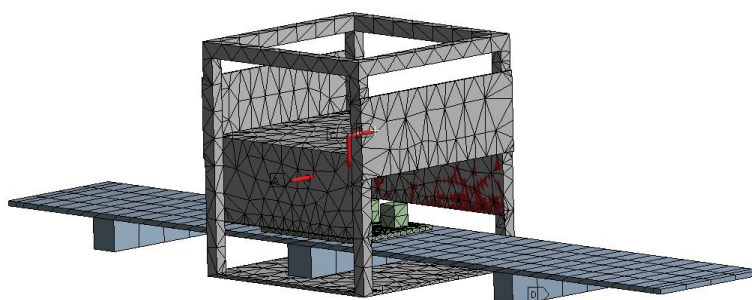
После создания необходимых условий открываются двери печи 11 и конвейер 3 перемещает паллеты с изделиями 8 на одну позицию вперёд. В результате в печь 2 поступает новая паллета с изделиями, а из неё перемещается паллета с изделиями после термообработки. Затем двери печи 11 закрываются и внутри создаются условия окружающей

среды (температура, давление и т.д.) необходимые для процесса термической обработки изделий. Во время этого процесса двери модуля термообработки 7 открываются и происходит процесс загрузки-разгрузки модуля. Далее алгоритм работы модуля термообработки повторяется.

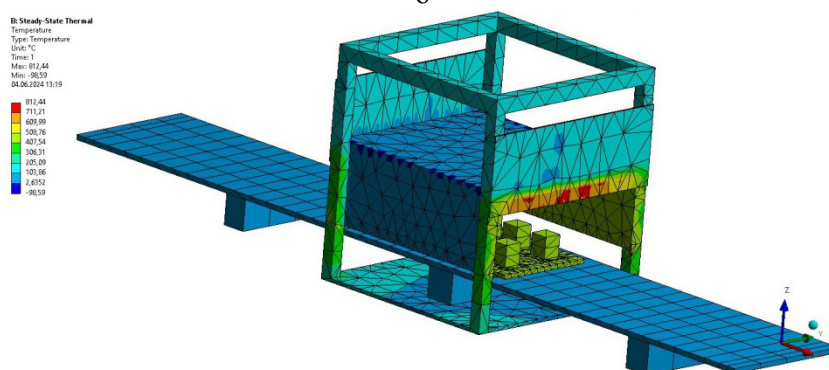
Дополнительно для того, чтобы спрогнозировать поведение разработанного модуля термообработки в реальных условиях работы был выполнен инженерный анализ печи на основе метода конечных элементов в САЕ-системе [3]. Для этого геометрическая модель печи предварительно была упрощена (удалены мелкие компоненты, априорно не способные существенно повлиять на результаты расчёта) и на её основе была построена соответствующая конечно-элементная модель. Инженерный анализ проводился для определения температурного поля и термдеформационного состояния. На рис. 3 представлены модели и результаты инженерного анализа в САЕ-системе «ANSYS Workbench».



а



б



в

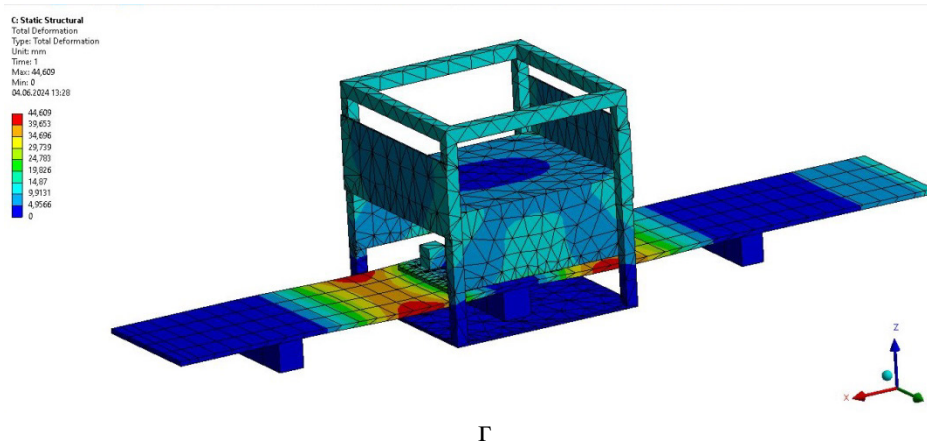


Рис. 3 – Инженерный анализ печи модуля термообработки
а – геометрическая модель; б – конечно-элементная модель;
в – температурное поле; г – термдеформационное состояние

На основе предложенного модуля планируется разрабатывать автоматизированные участки и линии, которые будут востребованы в процессе термической обработки машиностроительных изделий. Его преимуществом является модульность, которая позволяет его встраивать в технологический процесс изготовления изделия без внесения сложных конструктивных изменений.

Список литературы

1. Кононов В.А. Проблема импортозамещения в металлургии и огнеупорной отрасли // Новые огнеупоры. – 2023. – № 1. – С. 58-63.
2. Марусич К.В. Проект компоновки модуля термообработки / К. В. Марусич, Е. А. Сарсынбаев // Компьютерная интеграция производства и ИПИИ-технологии : материалы XI Всерос. Конф. (Оренбург, 16 нояб. 2023 г.). – Оренбург: ОГУ, 2023. – С. 461-464.
3. Polyakov A.N. More efficient use of CAE systems in machine tool design [Электронный ресурс] / A. N. Polyakov, S. V. Kamenev // Russian Engineering Research, 2010. – Volume 30, Issue 1. – P. 67-71.

2.3.3.

С.В. Прытков канд. техн. наук, М.В. Абрамов, И.И. Гордин, И.А. Котлов

Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева,
Институт электроники и светотехники,
кафедра светотехники
Саранск, mihael.abramov.54@mail.ru

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ БОРЬБЫ С УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ
НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ**

В данной статье рассмотрена разработанная в Институте электроники и светотехники ФГБОУ ВО "МГУ им. Н.П. Огарёва" методика проектирования облучательных установок, предназначенных для борьбы с ультрафиолетовой недостаточностью у жителей Севера и Заполярья, а также у лиц, работающих в помещениях, лишенных естественного освещения. Описан разработанный способ определения пространственного распределения силы эритемного излучения, созданный аппаратно-программный комплекс, позволяющий осуществлять данные измерения. Также описана методика автоматизированного проектирования облучательной установки в программе DIALux. Разработанная методика расчета и проектирования позволяет существенно уменьшить время, затрачиваемое на проектирование облучательных установок и обеспечить более точное их соответствие требуемым нормам, безопасность эксплуатации и повышение эффективности.

Ключевые слова: эритемная облученность, график облучения, программное обеспечение, УФ излучение, пространственное распределение силы эритемного излучения, энергетическая освещённость.

В современных условиях облучательная техника получила очень широкое развитие и применяется во многих сферах человеческой деятельности: облучение растений, сушка лакокрасочных покрытий, животноводство, лечение болезней, компенсация ультрафиолетовой недостаточности. Более подробно в данной статье будет рассмотрен последний аспект. На данный момент в нашей стране существуют стандарты, регламентирующие требования к облучательным установкам, которые необходимы для компенсации ультрафиолетовой недостаточности, но не существует методик для осуществления расчета данных облучательных установок. Для решения этой проблемы в стенах Института электроники и светотехники ФГБОУ ВО "МГУ им. Н.П. Огарёва" была разработана методика проектирования облучательных установок, предназначенных для борьбы с ультрафиолетовой недостаточностью у жителей Севера и Заполярья, а также у лиц, работающих в помещениях, лишенных естественного освещения, основанная на применении систем автоматизированного проектирования и спектрогониорадиометрических измерениях.

Разработанная методика состоит из следующих этапов: измерение пространственного распределения силы эритемного излучения эритемного облучателя с помощью спектрогониорадиометра [1], формирование IES-файла пространственного распределения силы эритемного излучения, проектирование облучательной установки в программе DIALux 4.13 на основе полученного IES-файла, определение графика безопасного излучения исходя из требуемой дозы эритемного облучения.

Для измерения пространственного распределения силы эритемного излучения применяется спектрогониорадиометр собственной конструкции. Данный спектрогониорадиометрический комплекс состоит из двух оптических цифровых датчиков

«ТКА-ДОЦ» для диапазонов излучения УФ-А, УФ-В, спектрорадиометра OceanOptics SR2, предназначенного для получения спектрального распределения излучения исследуемого источника, автоматизированного гониометра, шаговых двигателей, необходимых для изменения положения облучательного прибора или источника излучения в экваториальных и меридиональных плоскостях, измерителя электрической мощности GPM-78213, источника питания ASR-72100R и ноутбука под управлением операционной системы Linux. В качестве контроллера для управления двигателями была использована плата Arduino Nano на базе процессора ATmega168 [2, 3].

Измеритель электрической мощности GPM-78213 и источник питания ASR-72100R имеют цифровое управление. Благодаря данной функции электрические параметры, такие как: сила тока, напряжение, задаются с помощью специально разработанной программы с графическим интерфейсом. Также данная программа позволяет производить установку пределов измерений, дистанционный запуск и запись полученных характеристик в файл. Помимо управления этими приборами программное обеспечение позволяет осуществлять запуск измерений. После запуска этой команды гониометр осуществляет поворот исследуемого объекта на заданный угол в той или иной плоскости, радиометрическая головка фиксирует значение облученности в заданной области, а спектрорадиометр снимает спектральное распределение излучения в данном направлении. Для получения пространственного распределения силы эритемного излучения необходимо произвести два цикла измерений с головками, чувствительными в диапазонах УФ-А, УФ-В.

Преобразование энергетических величин в эритемные производится с помощью полученного спектрального распределения излучения исследуемого объекта и состоит из следующих этапов:

1. Полученное относительное спектральное распределение излучения разделяется на две области УФ-А и УФ-В.

2. Находится интенсивность относительного спектрального распределения излучения в области УФ-А $S_{отн}$.

3. Определяется область спектра перекрытия излучения источника (облучателя) и спектра действия эритемы в области УФ-А $S_{эр}$.

4. Преобразование энергетической освещенности в составляющую эритемной облученности в области УФ-А производится по формуле:

$$E_{A\text{ эр}}(\theta, \varphi) = E_A(\theta, \varphi) \cdot \frac{S_{эр}}{S_{отн}}, \#(1)$$

где $E_A(\theta, \varphi)$ – сигнал радиометрической головки в данном направлении

5. Аналогичная последовательность производится для диапазона излучения УФ-В.

6. Итоговая эритемная облученность определяется суммированием двух полученных значений в областях УФ-А и УФ-В.

7. Определение эритемной силы излучения производится на основе закона квадрата расстояния.

8. На основании полученного массива данных эритемных сил излучения производится создание IES-файла, необходимого для дальнейшего проектирования.

Зависимости относительной эритемной эффективности от длины волны в диапазонах УФ-А и УФ-В представлены на рис. 1 и 2.

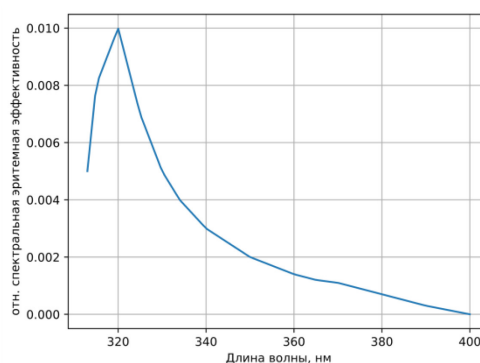


Рис. 1 – Зависимость относительной эритемной эффективности от длины волны в диапазоне УФ-А

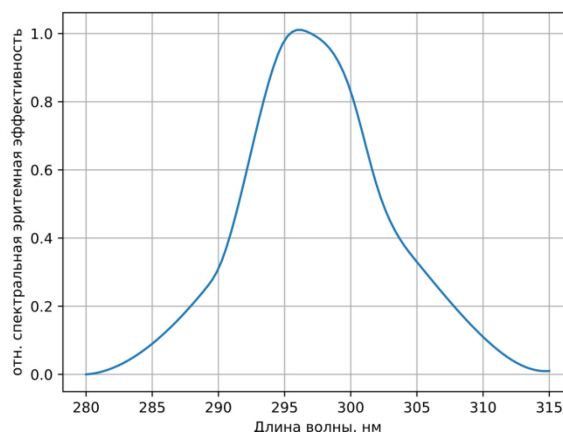


Рис. 2 – Зависимость относительной эритемной эффективности от длины волны в диапазоне УФ-В

Далее полученный IES-файл помещается в программу DIALux 4.13, создается модель требуемого помещения и производится светотехнический расчет, аналогичный по своей сути расчету осветительной установки. На основе полученного значения эритемной облученности на требуемой поверхности и необходимой дозы рассчитывается время нахождения в помещении для компенсации ультрафиолетовой недостаточности и обеспечения безопасности пребывания в помещении.

В результате данной работы была получена комплексная методика проектирования облучательных установок для компенсации ультрафиолетовой недостаточности, включающая в себя все необходимые этапы: начиная от нахождения пространственного распределения эритемной силы излучения и заканчивая определением времени нахождения в облучаемом помещении. Данная методика позволит обеспечить повышение качества проектируемых облучательных установок, предназначенных для компенсации ультрафиолетовой недостаточности, увеличить эффективность их проектирования путем снижения финансовых и временных затрат за счет применения систем автоматизированного проектирования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке внутривузовского научного гранта в области гуманитарных, естественных и инженерно-технических наук ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»

Список литературы

1. Прытков С.В., Аириатов А.А., Абрамов М.В., Тертычный М.С., Филеткин В.В. Разработка спектрометрической установки для измерения оптических характеристик ультрафиолетовых источников излучения // Естественные и технические науки. – 2024 – №7. – С. 140-143.
2. Прытков С.В., Абрамов М.В., Тертычный М.С. Разработка радиометрической установки для измерения оптических и электрических характеристик источников уф-излучения. // LI Огарёвские чтения: материалы Всероссийской с междунар. участием науч. конференции. В 3-х частях. Том Часть 1. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2023. – С. 100-104.
3. Абрамов М.В., Тертычный М.С., Прытков С.В. Разработка уф- гониорадиометра для измерения оптических и электрических характеристик эритемных ламп // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IX Национальной научно-практической конференции – Казань: КГЭУ, 2024. – С. 690-692.

2.3.3.

Л.А. Симонова д-р техн. наук, О.Ю. Бочаров

Набережночелнинский институт (филиал)
ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,
кафедра «Автоматизации и управления»

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ
ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ
НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

В статье рассматривается применение систем предиктивной аналитики на основе нейронных сетей для управления технологическим процессом. Основное внимание уделено задаче прогнозирования качества продукции на производственных линиях с использованием многослойного перцептрона (MLP). В рамках исследования проведены эксперименты с обучением нейронной сети на данных, приближенных к реальным условиям производства стеклопластиковых труб. Авторы подробно анализируют влияние объема обучающей выборки и параметров сети на точность прогнозирования и проблему переобучения.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, нейронные сети, прогнозирование качества, переобучение.

В современном производстве применение систем предиктивной аналитики необходимо для эффективного управления технологическим процессом, обеспечения высокого качества, т. к. их применение позволяет осуществлять оптимизацию производственных параметров на основе базы прецедентов. Система предиктивной аналитики технологического процесса решает задачу прогнозирования состояния объекта в следующий момент времени и внесения корректировок в технологический процесс для предотвращения негативного результата выпуска некачественной продукции.

В системе управления современным технологическим процессом производства труб из полимерных композиционных материалов (ПКМ) необходимо предусмотреть в модуль предиктивной аналитики прогнозирование результатов на основе нейронной сети, которая показала хороший результат в задачах подобного класса [1].

Для обоснования выбора проведены эксперименты на данных, приближенных к реальным, результаты которых представлены в данной статье.

Оптимальной работы нейронная сеть достигает после обучения на определенном объеме данных. При превышении этого объема начинается процесс переобучения нейросети, когда начинается запоминание специфических деталей в данных, не являющиеся зависимостями [2]. В связи с этим потребуется определить границы параметров обучения.

Для эксперимента были взяты данные первого этапа технологического процесса изготовления стеклопластиковых труб: концентрация первого компонента, концентрация второго компонента, обороты мешалки, время смешивания и температура. Числовые значения каждого из данных параметров были записаны в определенный момент времени и для группы значений записан результат технологического процесса, который и является прогнозируемой величиной. Концентрация компонента А лежит в диапазоне от 45 до 55%, концентрация компонента Б также от 45 до 55% так, чтобы в сумме образовывалось 100%. Обороты мешалки при перемешивании компонентов выражены диапазоном от 725 до 1025 об/мин, время от 3 до 5 минут и температура до 45 до 55°C. Значения результата берутся по результатам выходного контроля на последнем этапе технологического процесса. Расположенные на нём автоматизированные установки проверяют наружные дефекты, удлинение и герметичность трубы. В случае нахождения дефектов на одной из трёх операций набору значений технологических параметров присваивается значение результата 1 – для дефекта, выявленного на установке для гидравлического разрыва,

2 – на установке гидравлического растяжения или 3 – на установке контроля наружных дефектов. Если дефекты не обнаружены, то набору значений ТП присваивается значение 0.

Рассматриваемая нейронная сеть выполнена на основе архитектуры многослойного перцептрона (MLP), входным слоем которого являются 5 признаков (параметров технологического процесса). Первый скрытый слой состоит из 64 нейронов с функцией активации ReLU. Данная функция активации является набирает популярность [3] при проектировании ИНС и показала хороший результат в обучении на первом слое. Второй скрытый слой содержит 32 нейрона и использует функцию активации – гиперболический тангенс. Эта функция активации является одной из предпочтительных для скрытых слоёв. Так как рассматриваемая задача представляет собой задачу многоклассовой классификации, то в выходном слое используется функция активации «sparse categorical crossentropy», что позволяет выдавать вероятность принадлежности к одному из четырёх классов (0, 1, 2, 3) [4]. Нейронная сеть в результате своей работы выдаёт вероятность принадлежности к определённому классу, но для наглядности выводится класс, у которого максимальная вероятность.

Оптимальные параметры нейронной сети для обучения были получены на небольшом объёме данных с выводом всех основных метрик. На данном этапе нейронная сеть не запоминает результат обучения и обучается заново при каждом запуске, что необходимо для проведения эксперимента. Ключевыми метриками являются: тренировочная точность, валидационная точность, тренировочные потери, валидационные потери, объём обучающей выборки, количество поколений и объём валидационной выборки. Обучение на небольшом объёме позволит настроить архитектуру НС и проверить влияние настроек (оптимизатор, активации и т. д.) на её поведение. Поведение системы анализируется на основании кривых обучения.

Для визуализации процесса обучения были созданы графики метрик. Первый график (слева) отражает потери после каждого поколения обучения для тренировочной и валидационной выборок. Второй график отражает точность обучения для тренировочной и валидационной выборок.

Для проведения эксперимента были сгенерированы данные, близкие к параметрам технологического процесса и обучена нейронная сеть. Для начала были сгенерированы 50 строк данных. Помимо встроенной в систему валидации, по результатам которой построены графики, дополнительно была проведена ещё одна валидация на основе нахождения объёма ошибочно спрогнозированных результатов. Была сгенерирована, отличная от обучающей, выборка данных в количестве 50 строк. По окончании обучения нейросеть спрогнозировала результат для этой выборки. Для удобства подсчётов строка, где результаты расходятся, подсвечивается красным. На рисунке 1 показан пример реализации дополнительной валидации.

На малом объёме данных было выявлено, что оптимальной валидационной выборкой является 10% - при данном значении тренировочный и валидационный графики максимально близко расположены и друг друга повторяют. Среди нескольких оптимизаторов (SGD, RMSprop и Adam) был выбран Adam при его применении получались максимально равномерные графики и требовалось минимальное количество поколений.

Результаты прогнозирования						
concentration_A	concentration_B	rpm	time	temperature	result_column	predicted_result
45.22902752	54.77097248	955.8143164	2.673185213	36.09370761	2.0	2.0
60.94863236	39.05136764	696.727559	4.235629818	69.90589097	3.0	3.0
53.65852569	46.34147431	903.8898966	5.059994259	37.09758812	0.0	0.0
48.89472846	51.10527154	996.2897515	3.697490045	24.63938173	2.0	2.0
50.01690903	49.98309097	1219.750873	4.299765098	44.18253292	0.0	0.0
52.45770513	47.54229487	886.3069255	3.979782048	41.22907574	1.0	0.0
51.75427843	48.24572157	830.137764	3.449217315	50.26101781	1.0	1.0
49.09794836	50.90205164	772.3678736	4.155215901	64.03053101	0.0	0.0
48.28882661	51.71117339	1123.419222	3.822094777	59.61706523	2.0	2.0

Рис. 1 - Окно вывода результатов дополнительной валидации

На рисунке 1 показан фрагмент таблицы с валидационными данными, для которых, обученная на определённом объёме данных, нейросеть выдает прогноз. Каждый столбец представляет собой набор данных одного технологического параметра в определенный момент времени. Столбец «result_column» содержит реальные результаты технологического процесса, а столбец «predicted_result» - спрогнозированные. Суть дополнительной валидации сводится к подсчёту количества расхождений при прогнозировании.

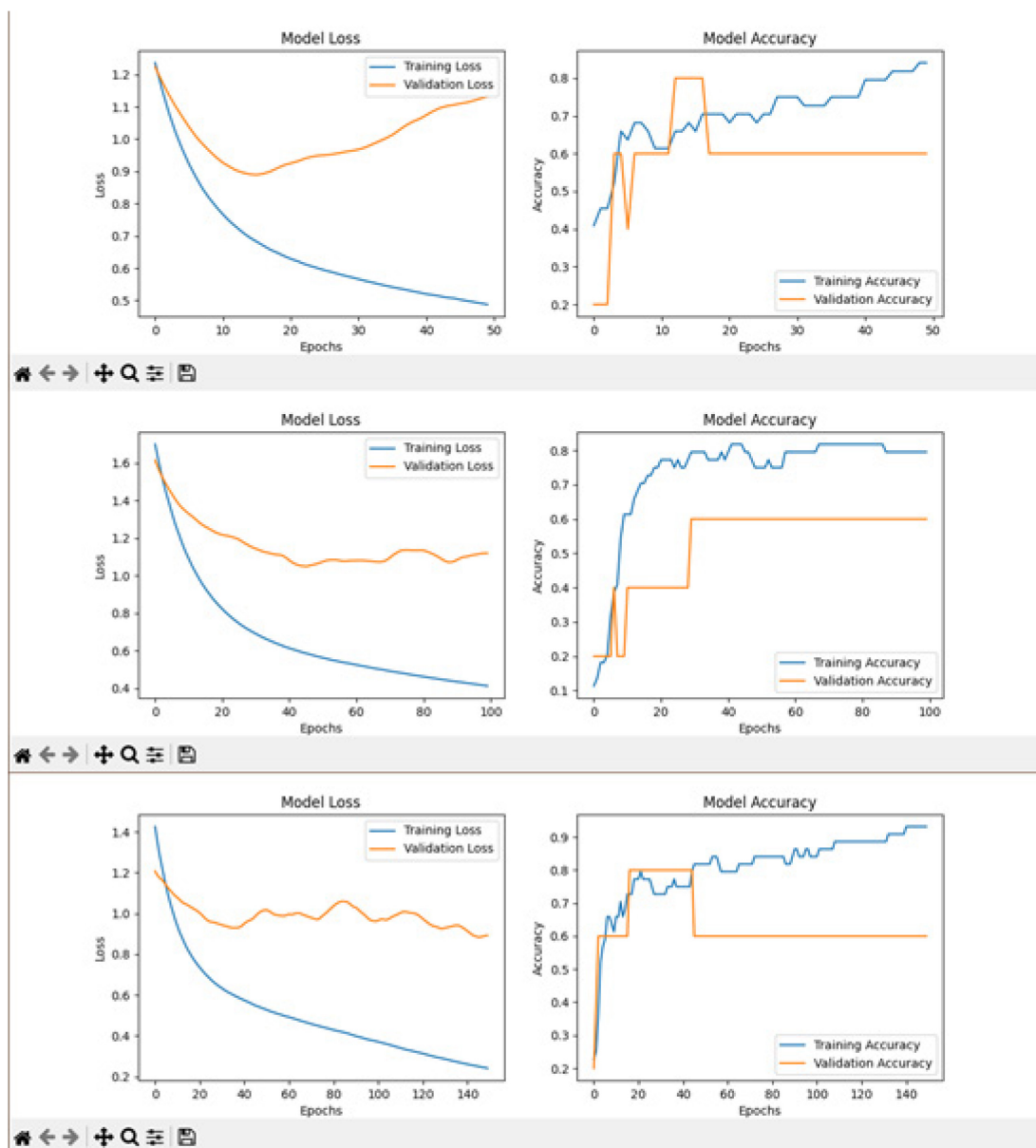


Рис. 2 - Результат обучения нейронной сети у 50, 100 и 150 поколений при обучении на 50 строках данных

При увеличении количества поколений качественные метрики также увеличиваются (рисунок 2). Из рисунка видно, что данный объём обучающей выборки недостаточен для обучения ИНС, поскольку метрики далеки от целевых. Метрика точности должна стремиться к 1, а потери к 0.

Результат дополнительной валидации подтверждает недообученность ИНС: 14 расхождений из 50 при 50 поколениях, 15 из 50 при 100 поколениях и 13 из 50 при 150 поколениях.

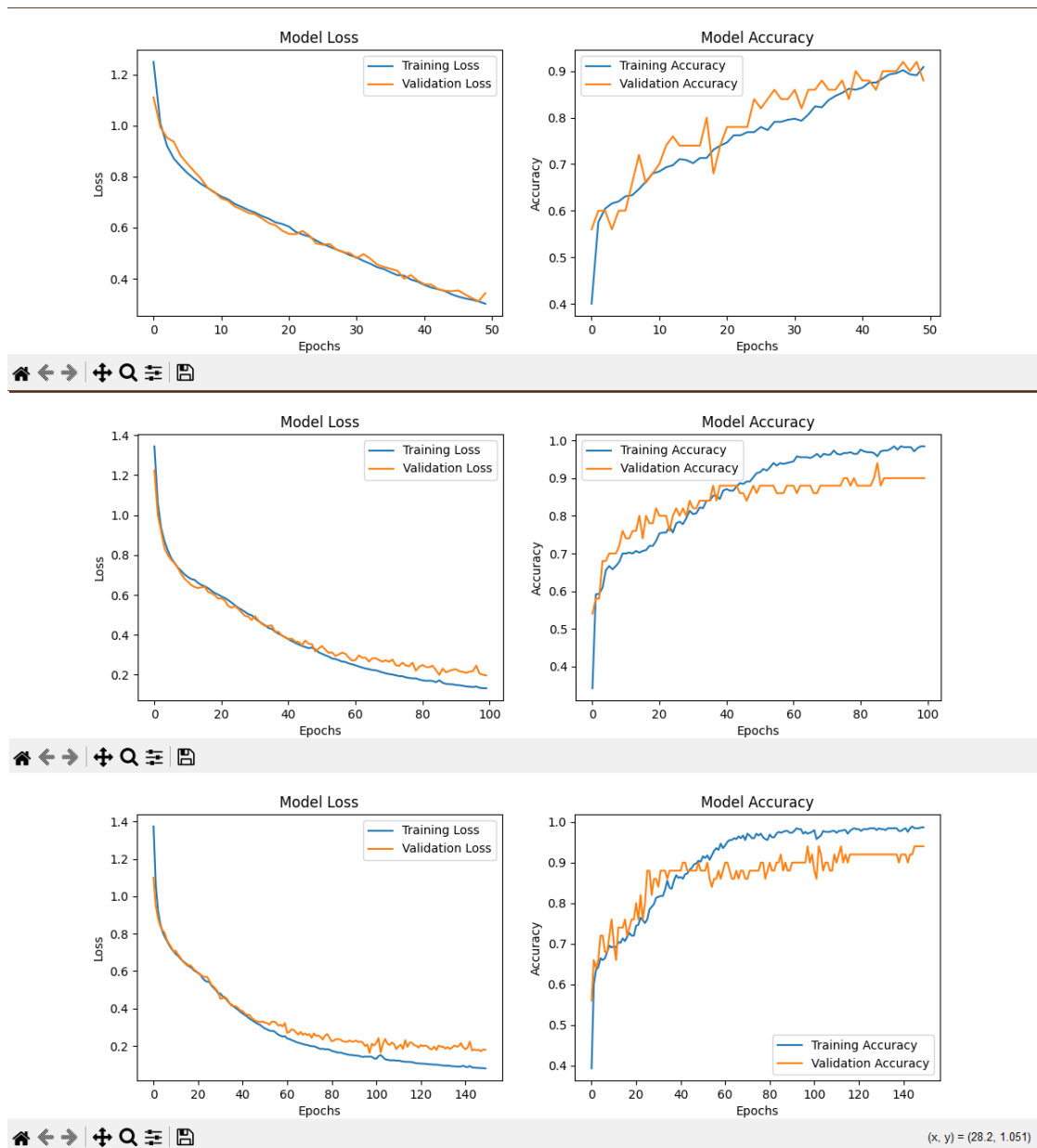


Рис. 3 - Результат обучения нейронной сети у 50, 100 и 150 поколений при обучении на 500 строках данных

При увеличении объёма обучающей выборки качественные показатели заметно увеличились даже при 50 поколениях (рисунок 3). Дополнительная валидация подтверждает улучшение при увеличении объёма обучающей выборки и показывает результат в 2 несоответствия из 50 при всех трёх количествах поколений. На результаты, которые уже можно было бы применять в реальной системе, удалось выйти только при объёме обучающей выборки в 1000 строк данных. Таким образом объём обучающей выборки, выраженный в количестве строк для данной задачи, должен составлять:

$$V = 200 \times p, \text{ где } p - \text{ количество параметров.}$$

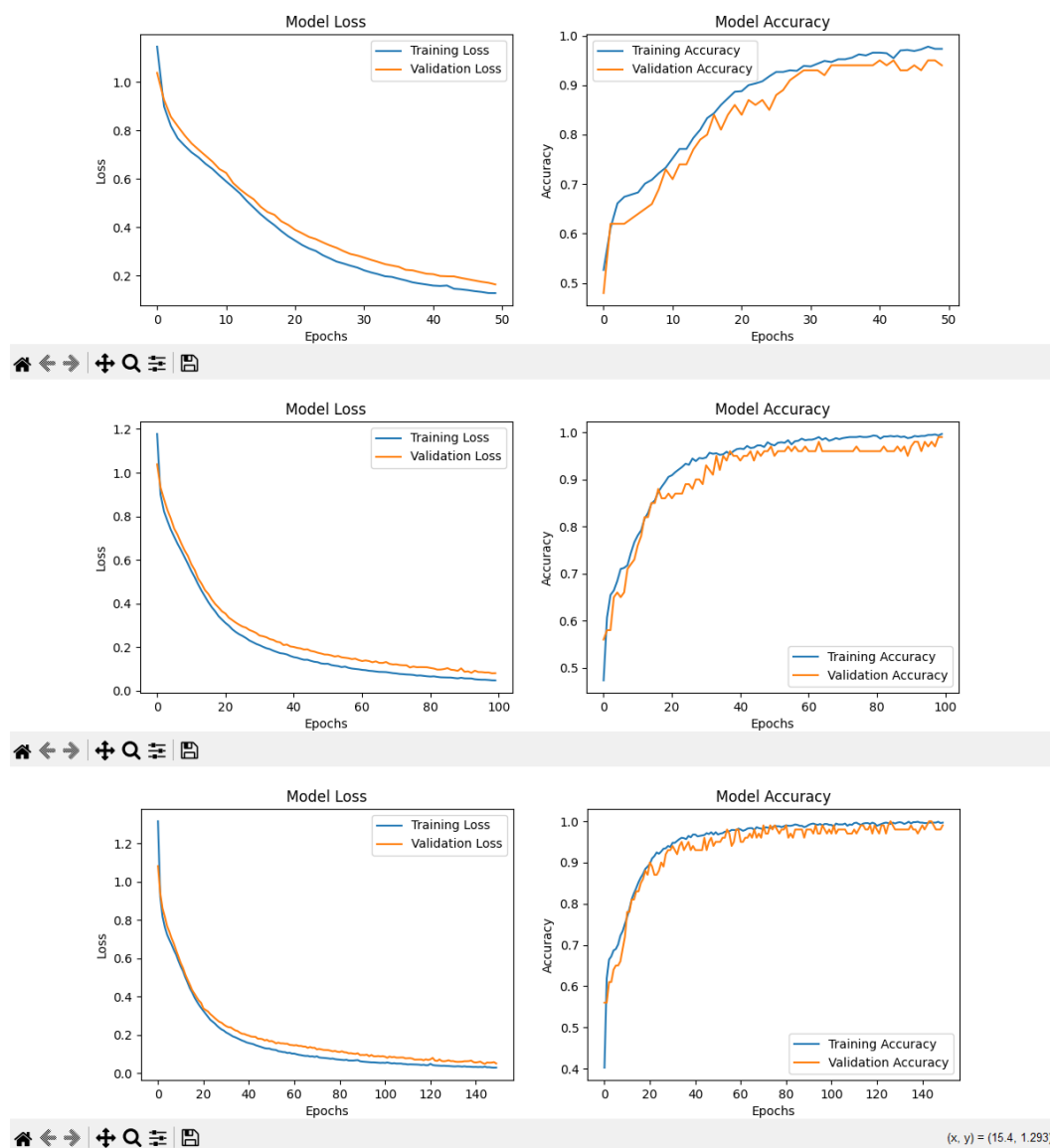


Рис. 4 - Результат обучения нейронной сети у 50, 100 и 150 поколений при обучении на 1000 строках данных

На рисунке 4 показаны метрики при рассматриваемом количестве поколений. При максимальном количестве поколений точность приближается к 1, а потери к 0. Дополнительная валидация показала результат 1 из 50 для 50 поколений и 0 из 50 для 100 и 150.

Увеличение количества поколений в совокупности с увеличением объёма обучающей выборки улучшает показатели нейронной сети. Несмотря на то, что количества поколений, рассмотренные в данном эксперименте, не привели к переобучению, эффект переобучения отрицательно сказывается на работе системы в целом и необходимо его исключить. Сделать это возможно при помощи применения алгоритма ранней остановки обучения, позволяющий следить за показателем валидационных потерь, и как только данный показатель перестаёт улучшаться на протяжении заданного (обычно около 10 в простых задачах) количества поколений, то обучение прекращается, а модель запоминает веса.

Вывод: Эксперименты показали хорошие результаты применения ИНС в модуле прогнозирования показателей качества технологического процесса в составе интеллектуальной надстройки системы управления.

Список литературы

1. *Симонова Л.А., Бочаров О.Ю.* Выбор метода искусственного интеллекта для решения задач модуля прогнозирования состояния технологического объекта // *Современные наука и практика: закономерности, прорывной характер, возможности и перспективы* г. Санкт-Петербург 28-29 июня 2024. СПб.: Изд-во СПбЦСА, 2024.
2. *Бадика Е.М., Марченков З.В.* ПРОБЛЕМА ПЕРЕОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ. СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ПЕРЕОБУЧЕНИЯ / Е.М. Бадика, З.В. Марченков [Текст] // *ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ. Сборник научных статей по материалам VI Международной научно-практической конференции.* Уфа), 2021. — Уфа: Научно-издательский центр "Вестник науки, 2021. — С. 236-243.
3. *Соснин А.С., Сулова И.А.* Функции активации нейросети: СИГМОИДА, ЛИНЕЙНАЯ, СТУПЕНЧАТАЯ, RELU, TANH / А. С. Соснин, И. А. Сулова // *Наука. Информатизация. Технологии. Образование : материалы XII международной научно-практической конференции*, г. Екатеринбург, 25 февраля - 1 марта 2019 г. - Екатеринбург : Издательство РГПУ, 2019. - С. 237-246.
4. Выбор слоя активации в нейронных сетях: как правильно выбрать для вашей задачи / [Электронный ресурс] // *Habr* : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/727506/> (дата обращения: 25.09.2024).

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ — МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ — 2.3.5.

2.3.5.

А.А. Акинин

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова,
инженерно-технологический институт,
кафедра программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем,
Абакан, alexakin2002@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ

В работе представлены результаты анализа применения больших языковых моделей для диагностики. Были рассмотрены сложности, которые могут возникнуть при разработке, а также возможные варианты применения.

Ключевые слова: *большие языковые модели, машинное обучение, медицинское диагностирование, нейронные сети.*

В настоящее время большие языковые модели используются все чаще и все в большем количестве сфер жизнедеятельности. За последнее время разработки в области искусственного интеллекта активно ведутся в сфере больших языковых моделей (БЯМ). Эти модели способны генерировать и анализировать текстовые данные с высокой глубиной и точностью. На рисунке 1 представлена общая схема алгоритма работы с БЯМ [1].

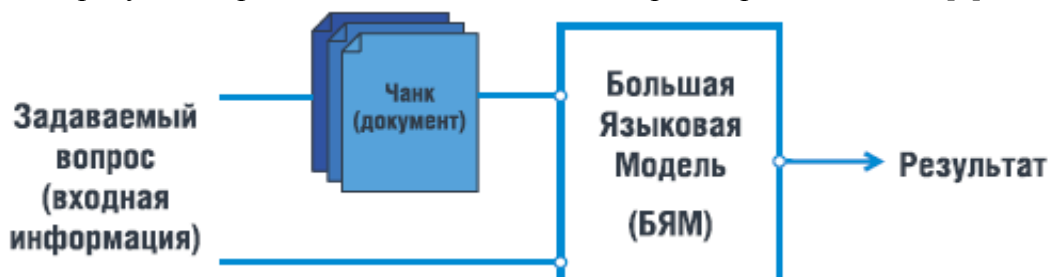


Рис. 1 – Общая схема работы с нейронной сетью, основанной на БЯМ

На данный момент достаточно хорошо развиты БЯМ общего назначения, которые способны генерировать, отвечая почти на все вопросы достаточно точно. Проблема заключается в том, что если задавать сложные узконаправленные вопросы, то нейронная сеть, скорее всего, ответит либо общими формулировками без должной конкретики, либо не ответит правильно вовсе. Поэтому именно сейчас активно ведутся разработки узконаправленных БЯМ, которых обучают на строго определенных данных, чтобы добиться максимальной точности [2]. Особенно, если вести исследования в сфере медицинской диагностики, то ошибочные ответы ИИ, как минимум, могут не оказать хоть какого-либо влияния на процесс протекания болезни, а, как максимум, привести к летальному исходу из-за неверной рекомендации.

Существует некоторый ряд проблем, которые возникают при разработке БЯМ для медицинской диагностики. Стоит начать с того, что требуется огромное количество данных, а также качественная предобработка, чтобы максимизировать точность. Для того, чтобы нейронная сеть работала стабильно и качественно необходимо располагать большим объемом данных разного типа. Это могут быть как текстовая информация, например медицинские записи, научные публикации в области медицины, симптоматика заболеваний, протоколы лечения или же информация о тех или иных лекарствах, так и разного рода снимки такие, как

рентгенография, магнитно-резонансная томография, электрография и прочее. Необходимо, чтобы нейронная сеть учитывала всю эту информацию в полном объеме и давала рекомендации, курс лечения и любую другую информацию без ошибок. К сожалению, даже этого может не хватить, так как при обработке информации могут возникнуть проблемы с личными особенностями пациента, которую необходимо сохранять анонимной, проблемы с самими данными как шум и разного рода несоответствия, возникающие из-за ошибок врачей, либо эти данные могут быть устаревшими, также данных по определенным параметрам может просто не хватать, например если заболевание встречается очень редко. Это все может привести к неправильному диагностическому выводу, что нельзя допускать. Чтобы минимизировать ошибки в рамках данной проблемы, необходимо проводить сложную и тщательную предобработку данных [3].

Требуется также учесть проблему архитектурных и вычислительных ресурсов. Существует несколько уже работающих примеров диагностических БЯМ, например BioGPT от Microsoft, DOOG-E от GenHealth.ai или же Med-PaLM 2 от Google Search. На данный момент эти модели уже показывают достаточно хорошие результаты, но при проведении тестирований на основе международных экзаменов, проводимых для профильных врачей, к сожалению, пока что модели показывают достаточно плохие результаты в плане точности диагностирования, поэтому применяются эти модели лишь в некоторых организациях для достаточно простых задач. Проблематика заключается в том, что даже уже имеющиеся модели требуют очень много времени и ресурсов, для реализации лишь настоящего функционала [4]. Чтобы повысить точность работы и подробность выводимого результата, требуется сильно большее количество данных и значительно больше времени, поэтому необходимы либо разработка новых алгоритмов, которые позволяют снизить ресурсозатратность, либо изобретение новых технологий, которые позволят значительно ускорить процесс обучения, либо же оба этих фактора вместе.

К вопросу о том, что необходимо предоставлять информацию в полном объеме, стоит упомянуть проблему интерпретации и объяснимости результата. БЯМ должна выдавать прозрачное и объяснимое решение с прикреплением того, по какой логике она пришла к решению. Это необходимо для того, чтобы врач мог доверять системе, а также мог удостовериться в правильности получаемого результата работы программы. Требуется добавить разные методы интерпретации выводимого результата, с возможностью вывода разного рода визуализации данных.

Процесс обучения является одним из основных этапов при разработке нейронной сети. Поэтому необходимо проводить обучение правильным образом, используя разные методы и алгоритмы регуляризации процесса обучения. Если не учесть этот фактор, то может произойти переобучение из-за несбалансированного набора данных для обучения. Особенно это стоит учесть, если работа нейросети нацелена на работу с большим количеством диагнозов, которые она может прогнозировать.

Медицинская диагностика – это область, связанная с высокой степенью ответственности, поэтому необходимо строго соблюдать этические и правовые аспекты. Требуется, чтобы пациенты понимали, каким образом используется их информация, требуется обеспечить защиту персональных данных пациентов. Одним из нерешенных моментов остается факт юридической ответственности. На данный момент нет полноценных законов, которые будут регламентировать, кто будет нести ответственность при ошибке работы нейросети: разработчик, врач или организация.

Стоит не забывать о том, что для подтверждения точности также требуется проводить оценку и тестирование качества работы БЯМ. Требуется создать необходимое количество метрик точности, а также иметь разные наборы для обучения. С привлечением к разработке специалистов предметной области можно будет достичь максимальной точности при выводе результатов диагностирования [5].

Проблематика достаточно широка, поэтому реализация таких моделей с высокой точностью в ближайшее время не достижима. В недалеком будущем, возможно, будут

разработаны модели, которые могут применяться в узких областях диагностирования. К сожалению, это не будут комплексные решения, которые в полной мере заменят квалифицированного специалиста, но их можно будет использовать в качестве помощника по поддержке принятия решений. Для этого так или иначе потребуются огромные объемы разной информации, чтобы программа, например, могла в полной мере анализировать медицинские записи и симптомы пациента. Также с помощью такого программного решения возможно генерировать отчеты и разного рода выписки, так как это является более простой задачей и использование нейронной сети в рамках этой цели можно назвать достижимым результатом. К более сложным задачам по использованию БЯМ для диагностирования стоит отнести прогнозирование на основе полученных результатов анализов или же снимков, например, рентгенографии. Такая задача требует вывод максимально точного результата, чтобы наиболее быстрым и правильным образом провести лечение пациента. В рамках возможного применения БЯМ можно упомянуть также удаленные консультации с помощью умных чат-ботов. Это позволит оперативно и автоматизировано помогать пациентам принять те или иные меры по скорейшему выздоровлению. С помощью чат-бота можно проанализировать начальную симптоматику и передать эту информацию врачу, ибо так процесс работы с пациентами будет протекать значительно быстрее, чем это происходит при обычном приеме. Также подобная система может помогать врачам составлять те или иные медицинские отчеты во время приема пациента. С теоретической точки зрения можно рассмотреть вариант использования в качестве обучения новых медицинских сотрудников. БЯМ может генерировать виртуальных пациентов, с которыми придется вести диалог для выяснения того, какие у него симптомы, какой на основе этой информации ставить диагноз. Также с этой точки зрения можно рассмотреть один важный момент. Врачи, к сожалению, могут допускать те или иные ошибки, банально по причине человеческого фактора. Программа, если она идеально настроена, может работать максимально точно и она не будет совершать ошибки из-за человеческого фактора [6].

Подводя итоги, можно сказать, что использование больших языковых моделей в сфере медицинского диагностирования является очень перспективным направлением, которое поможет улучшить процесс лечения разного рода патологий и сможет снизить риск смертности, но, к сожалению, в полной мере на данный момент использование подобных нейронных сетей невозможно, по причине недостаточного факта развития самой технологии. В будущем, когда будет возможность обрабатывать большие объемы данных значительно быстрее, возможно, языковые модели такого рода будут использоваться на постоянной основе.

Список литературы

1. *Yang R., Tan T.F., Lu W., et al.* Large language models in health care: development, applications, and challenges. *Health Care Science*. 2023; 2(4): 255-263.
2. Применение больших языковых моделей в медицине [Электронный ресурс] Webiomed – URL: <https://webiomed.ru/blog/primenenie-bolshikh-iazykovykh-modelei-v-meditsine/>
3. *Thirunavukarasu A.J., Ting D.S.J., Elangovan K., et al.* Large language models in medicine. *Nat Med*. 2023; 29: 1930-1940.
4. Доктор GPT. Большие языковые модели в медицине [Электронный ресурс] arcsinus – URL: <https://www.arcsinus.ru/blog/llm-in-medicine>
5. *Singhal K., Aziz S., Tu T., et al.* Large language models encode clinical knowledge. *Nature*. 2023; 620: 172-180.
6. Большие языковые модели: готовы ли они к работе? [Электронный ресурс] МедВедомости – URL: <https://www.medvedomosti.media/news /bolshie-yazykovye-modeli-gotovy-li-oni-k-rabote/>

2.3.5.

Е.И. Бубченко

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова,
инженерно-технологический институт,
кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем,
Абакан, ebubchenko@mail.ru

СТРУКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПРЕДИКТОРОВ В МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ

В работе представлены результаты изучения нейросетевых предикторов в случае их использования внутри медицинских прогнозирующих систем. Проведен анализ оптимального количества предикторов для создания базовой системы прогнозирования. Представлена теоретическая нейронная сеть на основе выбранных предикторов.

Ключевые слова: *нейросеть, предикторы, система прогнозирования, патология, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз.*

Рост современных технологических разработок открывает все больше возможностей для применения нейронных сетей в самых различных сферах. 30 лет назад нейросеть несколько дней вычисляла ответ, который человеческий мозг был способен выдать за 100-200мс [1], сейчас же они способны не только сравниться, но и опередить человеческие способности. Исследования в медицинской области также имеют высокий приоритет, так как напрямую влияют на повышение качества и продолжительности жизни. Нейросетевые решения, которые в ближайшее время могут быть открыты, в дальнейшем способны обеспечить технологический скачок в направлении медицинских систем.

Основная идея медицинских систем на базе нейронных сетей строится на обучении системы искусственного интеллекта с помощью больших объемов данных, вместо попытки алгоритмизировать каждый из возможных вариантов течения болезни у разных людей. Возможность создавать данные системы обуславливается не только повышением вычислительных мощностей, но и значительной цифровизацией огромного количества данных, что позволяет использовать их для обучения.

Предикторами в случае использования их в области искусственного интеллекта являются подаваемые на вход данными. Таким образом, предикторами являются большое количество факторов риска, на основе которых нейросеть способна делать свой прогноз.

Использование нейросетей в медицинских системах также дает преимущество за счет возможности включать множество переменных, так как это позволяет может позволить обратить внимание на неочевидные переменные, которые до этого не были учтены вследствие предвзятого представления о важных предикторах [2].

Часть исследователей пришли к выводам о том, что медицинская система прогнозирования способна выдавать более точный результат, если работает внутри структуры, часть которой использовалась при обучении. Использование этих знаний позволяет повышать эффективность предикторов путем ограничения области работы системы в рамках конкретных популяций [3]. Несмотря на то, что этот метод позволит получать более точный прогноз, это значительно снижает масштабируемость продукта. Эта проблема решается путем постоянного дополнительного обучения системы на новых популяциях, и дальнейшее его включение в новые области. Однако, темп роста, как и надежность результатов, может встать под вопрос.

Существует возможность обучения системы на предикторах, позволяющих определять сразу несколько возможных патологий. Однако, чем больше патологий теоретически можно предугадывать, тем меньше общих параметров у них остается. Результатом такого решения может стать полная неспособность системы предугадывать теоретические патологии, или

снижение точности прогноза. При этом использование идентичных предикторов для различных болезней способно работать в случае крайне большого объема данных для обучения, или значительного отличия в значениях предикторов.

Выбор предикторов в первую очередь зависит от целевой функции системы. При составлении системы прогнозирования болезней системы кровообращения важно конкретизировать возможную патологию, так как именно от искомой болезни зависят возможные предикторы. В качестве примера используется теоретическая нейронная сеть по прогнозированию заболеванием пациента ишемической болезнью сердца в течении ближайших пяти лет.

В случае использования таких вводных данных, одним из важнейших параметров для сбора является наличие у пациента атеросклероза, так как его наличие чаще всего является причиной развития ИБС, также этот показатель отражает уже диагностированное заболевание, что позволяет проводить более точную верификацию лабораторных данных. В дальнейшем в качестве предикторов могут использоваться индекс массы тела и показатели холестерина пациента. Анализ крови на холестерин позволяет определить липидный профиль, что дает новые данные для анализа. Параметры холестерина измеряются в ммоль/л. Первым параметром являются показатели общего холестерина, компонента структуры всех клеточных мембран человека. Этот параметр имеет высокую зависимость с возрастом пациента, так как при разных возрастных показателях меняется возможное отклонение от нормы, в следствие чего возраст добавляется в список обязательных параметров. Триглицериды являются простыми жирами, которые поступают в организм вместе с растительной и животной пищей. Повышенный уровень данного параметра является следствием неправильного питания, ожирения, наличие заболевания печени и других диагнозов, в число которых входит и наличие атеросклероза. Липопротеиды высокой плотности (ЛПВП) участвуют в транспортировке холестерина из периферических тканей в печень, что изменяет индекс атерогенности, описанный ниже. Липопротеиды низкой плотности (ЛПНП) являются основным переносчиком холестерина в человеческом организме, что влияет на развитие атеросклероза прямым образом, в следствии этого считается, что его характеристика влияет на развитие атеросклероза выше, чем значения общего анализа холестерина [4]. Пограничные и желательные значения липидного профиля указаны в таблице.

Перечисленные выше параметры липидного профиля позволяют рассчитать индекс атерогенности. При превышении диапазона допустимых значений риск развития атеросклероза значительно вырастает, что в свою очередь влияет на появление ИБС.

Таблица – Общие показатели липидного профиля

Показатель	Уровень липидов (ммоль/л)		
	Желательный	Пограничный	Патологический
Общий холестерин	Менее 5,26	5,26-6,5	Более 6,5
Триглицериды	Менее 2,0	2,0-2,5	Более 2,5
ЛПНП	Менее 3,5	4,5-4,5	Более 4,5
ЛПВП	Более 1,0	0,9-1,0	Менее 0,9
Индекс атерогенности	Менее 5,0	5,0-6,0	Более 6,0

Таким образом, теоретически структура системы прогнозирования ишемической болезни сердца может выглядеть следующим образом: архитектура многослойного перцептрона, первым слоем которого будут являться предикторы в виде показателя индекса массы тела, и анализов на холестерин, в число которых входят значения триглицеридов, общего холестерина, ЛПВП, ЛПНП, и индекса атерогенности. В дальнейшем путем использования передачи данных в некоторое количество скрытых слоев методом прямого распространения, а также с помощью обратного распространения ошибки и расчета его среднеквадратичного отклонения, происходит обучение потенциальной нейронной сети [5]. Небольшое количество предикторов позволяет минимизировать потенциальные анализы, которые необходимо сделать пациентом перед использованием прогнозирующей системы. Однако, в

случае её создания, количество пациентов, необходимое для обучения, повышается. В таком случае наибольшей точностью данных можно считать клинические анализы, полученные в ходе обследования пациентов конкретной больницы. В таком случае страдает масштабируемость, ведь такие факторы, как специализированные аппараты учреждения, могут значительно отвести результаты прогноза, из-за чего система, вероятно, будет эффективна только в учреждении, где проводился сбор данных. Помимо этого, получение результатов анализов из одного учреждения уже является трудоемкой задачей, так как количество согласившихся анонимно передать свои анализы пациентов может не удовлетворять количественным характеристикам, необходимым для полноценного обучения. Исходя из этого, способ ограничения выборки возможных данных одной организацией с большой долей вероятности не подойдет для создания системы прогнозирования. Эта проблема может быть решена путем использования открытых источников, значительный объем которых способен покрыть требования к обучению, в таком случае необходимо увеличить объем фильтрации и очистки данных от шумов.

Использование описанных ранее предикторов позволяет создать удовлетворительную систему прогнозирования на основе архитектуры многослойного перцептрона системой обучения прямого распространения, количество оптимальных скрытых слоев будет зависеть от объема данных. Большим преимуществом этой системы будет необходимость прохождения пациентами только базового анализа на холестерин и замер весовых показателей.

Список литературы

1. Саймон Хайкин, Нейронные сети: полный курс, 2 издание. Пер. с англ. – Издательский дом «Вильямс», 2006, С. 31
2. Швец Д.А., Карасёв А.Ю., Смоляков М.В., Поветкин С.В., Вишневский В.И., Нейросетевой анализ предикторов летального риска у больных после перенесенного острого коронарного синдрома // Российский кардиологический журнал – 2020; № 3 С. 36-45.
3. Бойцов С.А., Демкина А.Е., Ощепкова Е.В., Долгушева Ю.А., Достижения и проблемы практической кардиологии в России на современном этапе // Кардиология – 2019, № 3 С. 53-59.
4. Анализ крови на холестерин - липидный профиль [Электронный ресурс] клиника доктис – URL: <https://www.doctis.ru/medicina/7-pokazatelei-rassifrovivaem-analiz-krovi-na-lipidnii-profil>
5. Акинин А.А., Бубченко Е.И., Сравнение моделей нейросетей для прогнозирования заболеваний на основе медицинских данных // Научно-технический вестник Поволжья – 2023, № 12 С.579–581

2.3.5.

¹Н.И. Прыгунов, ²Е.М. Кузьмин

Сибирский федеральный университет,
Саяно-шушенский филиал СФУ, кафедра фундаментальной подготовки,
Черемушки,
ХГУ им. Н.Ф. Катанова,
кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем
prygunoff.nikita@yandex.ru

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ VR ПРИЛОЖЕНИЙ

В работе рассмотрены этапы разработки VR приложений на примере приложения «Виртуальный мир профессий: инженер-горняк», включая современные методы и подходы для создания интерактивных и реалистичных виртуальных сред. Приведены описания ключевых этапов, указаны преимущества и особенности различных подходов, применимых для решения конкретных задач в сфере VR.

Ключевые слова: *VR, виртуальная реальность, этапы разработки, интерактивные приложения, современные технологии.*

Введение

Разработка VR приложений является очень молодой сферой деятельности, но с каждым годом набирает всё больший вес в научных исследованиях и индустрии развлечений. Основная причина этого заключается в том, что разработка VR-приложений позволяет создать максимально реалистичный и интерактивный пользовательский опыт, но при этом требует междисциплинарных подходов, объединяющих в себе компьютерную графику, программирование и UX-дизайн [1]. В процессе создания VR приложений важно разбить данный процесс на этапы для более продуктивной и качественной разработки и создания приложения. VR-технологии активно используются в образовании, медицине, архитектуре, промышленности и других передовых областях. При этом, каждый этап разработки имеет свои особенности и требует применения определённых методов и инструментов.

В данной статье рассматриваются этапы разработки VR-приложений, а также современные подходы и методы, которые позволяют повысить интерактивность и реализм виртуальных миров.

Концептуальное проектирование

На данном этапе определяется цель будущего VR приложения, создается концепт и разрабатываются сценарии взаимодействия с пользователями.

Так, например, для нашего приложения целью является помощь в выборе профессии для детей школьного возраста. Взаимодействие с пользователем состоит в том, что пользователю будет необходимо выполнять типичные задачи, связанные с горнодобывающей промышленностью [3, 4].

При концептуальном проектировании используются такие методы как:

- **Сторителлинг** – метод, который погружает пользователя в историю и делает пользовательский опыт более захватывающим и эмоциональным. В контексте VR помогает создать максимально захватывающий и интерактивный нарратив, удерживает интерес пользователя, делая его частью виртуального мира. При правильном построении создает иллюзию полного присутствия и влияния пользователя на виртуальный мир.

- **Метод создания сценариев (Storyboarding)** – метод, в котором создаются визуальные сценарии, с помощью которых проектируются основные действия и события в приложении. Сценарии помогают понять логику взаимодействия пользователя с приложением и определить какой путь он пройдет в виртуальном пространстве. Метод позволяет

определить, насколько пользователю будет удобно перемещаться между различными частями виртуальной среды и выполнять различные задачи.

Создание прототипа

На этапе создания прототипа концепция будущего приложения утверждена, и на её основе создается интерактивный прототип, который позволяет проверить основные функции, механики и взаимодействие в VR среде [2].

Для приложения «БМП: инженер-нефтяник» был создан прототип с помощью Unity, в котором были отражены основные функции, такие как перемещение, взаимодействие с объектами посредством VR технологий.



Рис. 1 – Прототип приложения

На данном этапе применяются следующие методы и инструменты:

- Инструменты быстрого прототипирования, такие как Unity, Unreal Engine и др. Позволяют быстро создать прототип будущего VR приложения за счёт готовых компонентов для VR, такие как шаблоны движений, манипуляторы для VR-контроллеров и встроенные инструменты визуализации.
- Тестирование с участием реальных пользователей – помогает определить, насколько понятна и интуитивна навигация реального пользователя в приложении, а также выявить источники дискомфорта или сложности во взаимодействии с виртуальной средой.
- Методы быстрой итерации – процесс, при котором на основе обратной связи от пользователей и выявленных проблем выпускаются обновленные прототипы. Метод позволяет выявить и устранить проблемы на раннем этапе разработки, во избежание затрат на доработку на более поздних этапах.

Моделирование и разработка контента

Создаются 3D-модели, текстуры, анимации и звуки, которые будут использоваться в приложении.

Важно создать контент, который будет максимально реалистичным, но при этом не нагружать систему.

Для нашего приложения были созданы 3D-модели, одна из которых представляет собой телегу с бочкой на ней.



Рис. 2 – 3D-модель для приложения «ВМП: инженер-горняк»

Применяются такие технологии, как:

- 3D-редакторы: Blender, 3ds Max, Maya и пр. Позволяют создать сложные трехмерные модели, текстуры и материалы.
- Оптимизация полигональности и текстур. Необходимо для того, чтобы VR приложение работало плавно и стабильно на различных устройствах.
- Звуковое сопровождение – создание объемного и реалистичного звука, для полного погружения пользователя в VR.

Программирование и интеграция

На данном этапе разработки создаются программные компоненты, которые отвечают за функционал VR приложения, включая взаимодействие с объектами, управление и внутренние процессы приложения.

Рассматривая пример нашего приложения, был написан программный код для перемещения пользователя с помощью VR контроллеров, реализована возможность поднимать и использовать окружающие предметы.

Подходы, наиболее часто использующиеся на этапе программирования и интеграции:

- Объектно-ориентированное программирование (ООП) – методология разработки, которая организует код посредством объектов, представленных сущностями, их состояниями и поведением. Помогает создать гибкую архитектуру приложения, в которой код возможно многократно использовать и расширять без значительных изменений.
- Событийно-ориентированное программирование (СОП) – подход, при котором логика приложения строится на основе событий, которые могут быть вызваны пользователем, или изменениями в виртуальной среде. Обеспечивает реактивное поведение системы, что повышает гибкость и адаптивность VR приложения.

Выводы

Статья рассматривает ключевые этапы разработки VR приложений. Рассматриваются современные методы и подходы для создания интерактивных и реалистичных виртуальных сред, их основные преимущества и особенности.

Список литературы

1. Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженев А.В., Богатырев В.А. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности // Санкт-Петербург. – 2018.
2. Маккеффри М. Unreal Engine VR для разработчиков // Бомбора Москва. – 2019.
3. Асланов Р.Э., Осипов В.С., Яковлев Д.А. Статистический анализ результативности интерактивного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – с. 300 – 303.
4. Замулин И.С., Осипов В.С., Прокопьева Е.П., Яковлев Д.А. Оценка эффективности использования VR-технологий в обучении // Образование и общество. – 2024. – №3. – с. 20 – 30.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ — 2.3.5.

2.3.5.

И.И. Анохин

Университет ИТМО,
факультет ПИиКТ,
igr.anokhin@gmail.com

РАСПОЗНАВАНИЕ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ В РЕЗЮМЕ С ПОМОЩЬЮ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

В работе представлен метод распознавания именованных сущностей с использованием больших языковых моделей. Предложенный подход позволяет повысить качество распознавания сущностей в не структурированном тексте. Для оценки качества распознавания было проведено сравнение результатов работы больших языковых моделей с другими методами распознавания именованных сущностей на корпусе из резюме.

Ключевые слова: Распознавание именованных сущностей, большие языковые модели, машинное обучение, обработка естественного языка.

Распознавание именованных сущностей (NER) является одной из ключевых задач в области обработки естественного языка (NLP). Цель NER — идентификация и классификация элементов в не структурированном тексте, таких как имена людей, организации, местоположения и другие категории.[1] Это позволяет структурировать текстовые данные и извлекать из них полезную информацию для дальнейшего анализа. Пример распознавания именованных сущностей в тексте представлен на Рисунке 1:

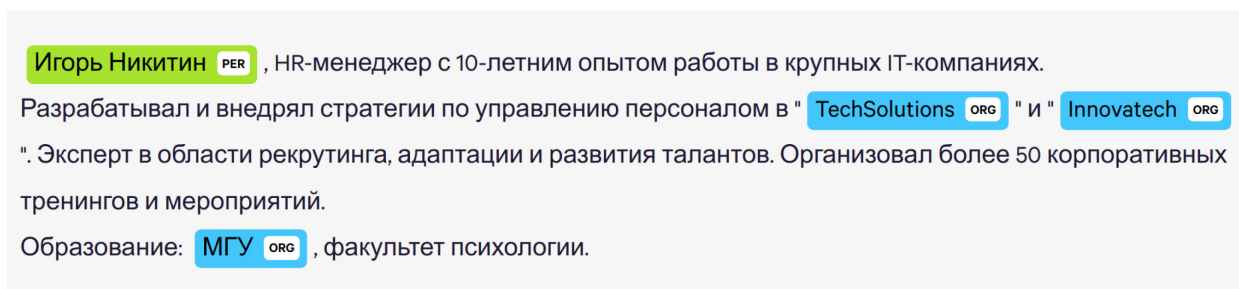


Рис. 1 - Распознавание именованных сущностей в тексте

Методы NER могут быть разделены на три основные категории: подходы на основе правил, подходы на основе машинного обучения и гибридные методы. Системы на основе правил используют лингвистические шаблоны и словари для идентификации сущностей [2]. Методы машинного обучения тренируются на аннотированных данных для выявления и классификации именованных сущностей. Гибридные подходы сочетают в себе оба эти метода для достижения лучших результатов.

При разборе методов, использующих машинное обучение, используются классические модели [3]. С появлением больших языковых моделей (LLM), таких как BERT, GPT и их вариаций, возможности для решения задач NER значительно расширились. Эти модели, обученные на больших корпусах текстов, способны учитывать широкий контекст и тонкости языка, что улучшает качество распознавания. Важной особенностью таких моделей является возможность решать разные задачи с помощью одной модели. Таким образом, большая языковая модель способна обрабатывать не структурированный текст.

Цель данной статьи — анализ возможностей больших языковых моделей для повышения качества решения задачи распознавания именованных сущностей.

Основным отличием больших языковых моделей является их способность к трансферному обучению, то есть применению знаний, полученных на одних задачах, для решения других, схожих задач. В последние годы было разработано несколько значимых больших языковых моделей, каждая из которых внесла вклад в развитие области искусственного интеллекта и обработки естественного языка:

1. BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) — модель, разработанная Google, способная обрабатывать естественный язык бидирекционально, что позволяет ей лучше понимать контекст слов в предложении. Представителем данной модели является продукт Gemini.

2. GPT (Generative Pre-trained Transformer) — серия моделей от OpenAI, ориентированных на генерацию текста. GPT-3, последняя версия, известна своей способностью к созданию высококачественного текста, близкого к человеческому письму. Представителем этой модели является продукт ChatGPT.

3. NeONKA (NEural Omnimodal Network with Knowledge-Awareness) - разработанная компанией Сбер архитектура, которая базируется на модели ruGPT и является расширением GPT архитектуры. Представителем этой модели является продукт Гига Чат.

В рамках исследования проводилось тестирование больших языковых моделей в режиме “нулевого шота” (Zero-shot Learning), поскольку это является одним из самых эффективных вариантов тестирования гипотез [4]. В данном случае модель используется без дополнительного обучения на задаче NER или с минимальным количеством примеров. Это позволяет быстро применять модели к новым задачам, но может уступать в точности дообученным моделям. Нулевой шот был выбран, чтобы получить базовые измерения производительности моделей. В случае дообучения моделей качество распознаваний может как увеличиться, так и уменьшиться, вследствие несбалансированного набора данных.

Для сравнения качества работы больших языковых моделей были выбраны популярные в сообществе инструменты распознавания именованных сущностей [5]:

1. SpaCy (30 000 оценок) - международный инструмент для решения задач обработки естественного языка.

2. Natasha (1 200 оценок) - решение для обработки естественного языка, направленное на работу с русскоязычными текстами.

Для оценки качества проводилось два набора тестов. Первый набор состоял из синтетических данных, представляющих краткое резюме разработчика, дизайнера, рекрутера. Набор был создан для тестирования корректности настройки инструментов. Настройками больших языковых моделей является правильно подобранный запрос, который позволяет настроить модель так, чтобы получать от неё информацию в структурированном виде. Используемые запросы к моделям представлены в Таблице 1.

Таблица 1 - Шаблоны запросов к большим языковым моделям

Большая языковая модель	Шаблон запроса
ChatGPT	На основе представленного резюме, пожалуйста, выдели основную информацию, используя NER. Необходимо получить 3 категории: персоны, локации, организации. Не используй какой-либо сторонний код. Ответ предоставь в формате Python словаря, где ключами будут являться категории. А значением ключей список найденных сущностей этой категории.
Gemini	На основе представленного резюме, пожалуйста, выдели основную информацию, используя NER. Необходимо получить 3 категории: персоны, локации, организации. Не используй какой-либо сторонний код. Ответ предоставь в формате Python словаря, где ключами будут являться категории. А значением ключей список найденных сущностей этой категории.
Гига Чат	На основе представленного резюме, пожалуйста, выдели основную информацию, используя NER. Необходимо получить 3 категории: персоны, локации, организации. Предоставь конечный ответ в формате JSON словаря, где ключами будут являться категории. А значением ключей список найденных сущностей этой категории.

Так как SpaCy и Natash поддерживают распознавание только 3-х типов именованных сущностей, большие языковые модели распознавали такие же типы: персоны, локации, организации. В рамках синтетического набора все решения показали одинаковое качество, правильно определив существующие сущности.

Вторым этапом тестирования был корпус реальных резюме, полученных с сайта HH.ru. Все резюме представляли русскоязычный слабо структурированный текст. Слабая структуризация является следствием особенностей сайта, в котором уже создан шаблон для заполнения данных. Чтобы нивелировать этот факт, запросы к большим языковым моделям не изменялись и не перестраивались под формат резюме. Для демонстрации качества распознавания и работы инструментов был проведен сравнительный анализ алгоритмов, указанный в Таблице 2:

Таблица 2 - Сравнительная таблица качества распознавания именованных сущностей

Решение	Персоны	Локации	Организации
Natasha	Найдено больше сущностей, чем нужно. Должности идентифицированы как персоны	Найдены не все сущности. Глаголы определяются как локации.	Найдено больше сущностей, чем есть. Организациями были помечены термины, такие как Python
SpaCy	Найдено больше сущностей, чем нужно. Должности идентифицированы как персоны	Найдены не все сущности. Названия компаний определяются, как локации	Найдено больше сущностей, чем есть. Должности, такие как “разработчик”, были помечены организациями

ChatGPT 4	Найдены все сущности	Найдены все сущности	Найдены все сущности
Gemini	Найдены все сущности	Найдены все сущности	Найдены все сущности. Наиболее точно определил организации.
Гига Чат	Найдено больше сущностей, чем есть. Разделил имя и фамилию, что дало 2 сущности вместо одной	Найдены все сущности	Найдены все сущности. Идентифицирует организации по сайтам

В Natasha и SpaCy включали нерелевантные сущности в список локаций, такие как "Проживает" и "Гражданство", что указывает на переоценку. Также решения совершали ошибки при определении персон: Natasha идентифицирует общие существительные и должностные обозначения как имена персон, SpaCy включает действия и общие термины в качестве имен персон. В список организаций Natasha включила список должностей, что не соответствует категории. SpaCy включил в список локаций такие технологии, как Python, что является ошибочным.

Среди больших языковых моделей ChatGPT показывает наилучшее понимание контекста и точность в идентификации и категоризации сущностей. Представлены ключевые сущности без лишних включений. Gemini, корректно идентифицирует имя, хотя и в немного измененной форме, меняя местами имя и фамилию. С остальными сущностями он справился так же. Как и ChatGPT. Гига Чат предоставляет разделенное имя в категории персон, что может быть как преимуществом, так и недостатком в зависимости от контекста использования данных. Организации Гига Чат идентифицирует по веб-сайтам, что является уникальным подходом и может быть особенно полезным в некоторых контекстах.

Проведенное тестирование позволило подтвердить гипотезу, что большие языковые модели имеют потенциал к использованию в задачах распознавания именованных сущностей. Несмотря на более медленную скорость работы, они показывают более высокую точность, по сравнению с другими инструментами. Кроме точности, важно отметить возможность расширять категории именованных сущностей для поиска. В рамках классических инструментов распознавания сущностей пришлось бы переучивать модель заново. В то же время, стоит отметить, что недостатками больших языковых моделей являются высокие требования к ресурсам для использования моделей, сложность интерпретации конечного результата, а также риск предвзятости такой модели, т.к. результаты её работы сильно зависят от набора данных, на котором она была обучена.

Список литературы

1. Nadeau D, Sekine S. A survey of named entity recognition and classification. *Linguisticae Investigationes*. 2007;30(1):3–26.
2. Zhou X, Zhang X, Hu X. MaxMatcher: Biological concept extraction using approximate dictionary lookup. In: *Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence*. Springer; 2006. p. 1145–1149.
3. Маслова М.А., Дмитриев А.С., Холкин Д.О. МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ // ИВД. 2021. №7 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-raspoznavaniya-imenovannyh-suschnostey-v-russkom-yazyke> (дата обращения: 09.10.2024).
4. Waad Alhoshan, Alessio Ferrari, Liping Zhao, Zero-shot learning for requirements classification: An exploratory study, *Information and Software Technology*, Volume 159, 2023, 107202, ISSN 0950-5849]
5. Каспранская А.И., Сметанина О.Н. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ТЕКСТОВ ОДНОЙ ТЕМАТИКЕ // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 8 – С. 58-64

2.3.5.

А.О. Батанов, Н.М. Тюшкевич, С.А. Лашков

МИРЭА – Российский технологический университет,
Институт информационных технологий, кафедра инструментального
и прикладного программного обеспечения,
Москва, lashkov@mirea.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ МАСШТАБИРОВАНИЯ В ОБЛАЧНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

В работе рассмотрено применение технологий искусственного интеллекта для автоматизации процессов масштабирования в облачных экспертных системах. Описаны методы машинного, глубокого и реинфорсментного обучения для прогнозирования и адаптации к изменениям нагрузки. Приведены примеры использования ИИ в компаниях, таких как Amazon, Сбербанк, Netflix, Яндекс и Google, демонстрирующие улучшение производительности и снижение затрат.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, автоматическое масштабирование, облачные экспертные системы, машинное обучение, глубокое обучение, реинфорсментное обучение.*

Введение

С увеличением объемов данных и усложнением задач, решаемых экспертными системами, растет необходимость в гибкости и масштабируемости, которые предоставляют облачные технологии.

Облачные технологии предоставляют необходимую гибкость и масштабируемость для решения данной проблемы. Однако управление ресурсами в облачных системах требует постоянного мониторинга и корректировки. В качестве инструмента для автоматизации этих процессов, можно использовать искусственный интеллект. Это позволит улучшить производительность и снизить операционные затраты. Рассмотрим подробнее, как искусственный интеллект может быть использован для автоматизации процессов масштабирования.

Автоматизация масштабирования с помощью ИИ

Искусственный интеллект [1] способен анализировать текущую и историческую нагрузку на систему, определяя оптимальные моменты для масштабирования. Используя алгоритмы машинного обучения и прогнозирования, ИИ может предсказывать изменения в паттернах использования и заранее подготавливать систему к увеличению или снижению нагрузки.

Машинное обучение [2] применяется для анализа больших объемов данных, выявления паттернов и предсказания будущих потребностей. Например, алгоритмы кластеризации могут группировать схожие типы запросов и предсказывать их частоту, что позволяет эффективно распределять ресурсы.

Глубокое обучение [2] используется для более сложных задач анализа данных, таких как распознавание аномалий и предсказание долгосрочных трендов. Например, нейронные сети могут обучаться на исторических данных о загрузке системы и предсказывать пики активности.

Реинфорсментное обучение [3] обеспечивает динамическое адаптивное масштабирование за счет обучения на основе обратной связи от системы. Данный алгоритм может принимать решения о масштабировании на основе текущих данных о производительности и загрузке, оптимизируя использование ресурсов.

Примеры использования ИИ для предсказания потребностей в ресурсах и автоматического масштабирования

Amazon Web Services используют ИИ для автоматического масштабирования своих облачных сервисов. Системы AWS мониторят метрики производительности и нагрузки в реальном времени, используя машинное обучение для предсказания потребностей в ресурсах. Когда система определяет, что нагрузка увеличивается, она автоматически добавляет новые серверы для обработки дополнительных запросов. Это позволяет избежать простоев и обеспечивает высокую доступность сервисов. AWS также используют алгоритмы глубокого обучения для анализа логов и обнаружения аномалий, что помогает предсказывать и предотвращать потенциальные проблемы в инфраструктуре.

Сбербанк активно использует машинное обучение для оптимизации своих ИТ-ресурсов и улучшения клиентского опыта. Например, банк применяет алгоритмы машинного обучения для анализа данных о транзакциях и поведении клиентов, чтобы предсказывать потребности в банковских услугах и персонализировать предложения. Это позволяет эффективно управлять серверными ресурсами, увеличивая их мощность в периоды пикового спроса, таких как выплаты зарплат или праздничные дни.

Netflix использует глубокое обучение для предсказания потребностей в ресурсах. Анализируя исторические данные о поведении пользователей и нагрузке на серверы, нейронные сети предсказывают пики трафика, такие как выход новых сезонов популярных шоу. Это позволяет Netflix заранее масштабировать свою инфраструктуру, обеспечивая бесперебойный доступ к контенту для миллионов пользователей. Дополнительно, Netflix применяет реинфорсментное обучение для оптимизации распределения контента по своим серверам, что улучшает качество стриминга и снижает задержки.

Яндекс применяет глубокое обучение для улучшения качества своих поисковых и рекомендательных систем. В частности, нейронные сети используются для анализа поведения пользователей и предсказания их интересов, что позволяет предоставлять более релевантные поисковые результаты и персонализированные рекомендации. Кроме того, Яндекс использует глубокое обучение для распознавания аномалий в трафике своих сервисов, что помогает предотвратить возможные сбои и масштабировать ресурсы в реальном времени для поддержания стабильной работы системы.

Google Cloud Platform применяет реинфорсментное обучение для оптимизации использования ресурсов. Алгоритмы RL обучаются на данных о производительности приложений и принимают решения о масштабировании в реальном времени. Это позволяет GCP эффективно управлять ресурсами, минимизируя затраты и поддерживая высокий уровень производительности. GCP также используют машинное обучение для предсказания потребностей в охлаждении и энергопотреблении своих дата-центров, что помогает значительно снизить эксплуатационные расходы.

Преимущества и вызовы

Применение ИИ для автоматизации масштабирования в облачных экспертных системах имеет множество преимуществ, включая улучшение производительности, снижение затрат и повышение надежности систем. Однако, существуют и определенные вызовы. Один из них — это сложность разработки и внедрения ИИ-алгоритмов, которые требуют значительных вычислительных ресурсов и экспертизы. Еще одной проблемой является обеспечение безопасности и конфиденциальности данных, используемых для обучения ИИ. Кроме того, важно учитывать возможность ошибок в моделях ИИ.

Рассмотрим ошибки, которые могут возникнуть в моделях ИИ:

1. Уязвимости данных – атаки на данные и утечки данных. Данные, которые используются для обучения ИИ, могут быть уязвимы к атаке типа Adversarial attack (внедрение шума). При такой атаке ИИ-модель может выдавать абсолютно неправильные результаты. Так же конфиденциальные данные, которые используются для обучения ИИ, могут быть подвержены утечкам, что может крайне негативно сказаться на сохранности важных данных и может привести к юридическим проблемам.

2. Переобучение модели – проблема переобучения модели может происходить, когда модель слишком точно подстраивается под данные обучения, которые включают в себя шумы и выбросы.

3. Недообучение модели – проблема недообучения модели может происходить, когда модель слишком плохо подстраивается под данные обучения и не включает в обработку основные зависимости.

4. Ложноположительные предсказания – модель может ошибочно предсказать необходимость масштабирования, в тот момент, когда в этом нет никакой необходимости. Данная ошибка может привести к напрасной трате средств и ресурсов.

5. Ложноотрицательные предсказания – модель может ошибочно предсказать отсутствие необходимости масштабирования, в тот момент, когда в этом есть острая необходимость. Данная ошибка может привести к недостаточному использованию средств и ресурсов.

Заключение. Искусственный интеллект предоставляет мощные инструменты для автоматизации масштабирования в облачных экспертных системах. Использование машинного обучения, глубокого обучения и реинфорсментного обучения позволяет предсказывать потребности в ресурсах и динамически адаптировать инфраструктуру к изменяющимся условиям. Это не только улучшает производительность систем, но и снижает операционные затраты, обеспечивая высокую доступность и надежность сервисов. С развитием технологий ИИ возможности для оптимизации облачных экспертных систем будут только расти, открывая новые горизонты для автоматизации и управления. В то же время, необходимо продолжать работать над устранением вызовов и рисков, связанных с использованием ИИ, чтобы обеспечить максимальную эффективность и безопасность этих технологий.

Список литературы

1. Шрамко Е.С., Пахомов А.А., Гаев Л.В. Эволюция искусственного интеллекта: от машинного обучения к глубокому обучению // Кооперация науки и общества - путь к модернизации и инновационному развитию. – 2024. – С. 63-65.
2. Чаткин В.В. Различия между искусственным интеллектом, машинным обучением и глубоким обучением // Конкурентоспособность территорий. – 2019. – С. 185-187.
3. Жиленков А.А., Силкин А.А., Серебряков М.Ю., Колесова С.В. Сравнительный анализ систем глубокого обучения с подкреплением и систем обучения с учителем // Известия тульского государственного университета. Технические науки. - 2022 – №10. – С. 109-112.

2.3.5.

М.А. Вишняков, И.Р. Сылкин, Ю.В. Царев

Ярославский государственный технический университет,
Институт цифровых систем,
кафедра информационных систем и технологий,
Ярославль, tsarevyv@ystu.ru

СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ ДО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСА НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

В статье рассматривается возможность применения данных дистанционного зондирования Земли для определения расстояния до источника загрязнения атмосферы. Адаптирована методика Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова для определения параметров источников выброса по данным спутникового мониторинга. Разработано облачное приложение в среде Google Earth Engine, позволяющее реализовать методику ГГО им. А.И. Воейкова при оценке расстояния до источника выброса в атмосферу и выполнен факторный анализ метеоусловий, при которых происходит поступление загрязнителя в атмосферу, позволяющий выявить значимые факторы.

Ключевые слова: *факторный анализ, метеопараметры, методика ГГО им. А.И. Воейкова.*

Интерес к использованию методов дистанционного зондирования, в основном спутниковых, в исследованиях различных авторов сосредоточен на попытках классификации различных типов данных. В зависимости от коллектива исследователей решение данной проблемы отличается оригинальностью подхода. В статье [1] уделяется значительное внимание к извлечению потенциально «скрытой» внутрипиксельной информации из многоспектральных наборов данных. С использованием иерархической классификация изображения авторами были выделены пять различных классов поверхности земли: суша, солончаки, вода, облака и приливно-отливные отмели. Для класса приливно-отливные отмели был использован факторный анализ для определения минимального количества независимых факторов, необходимых для объяснения наблюдаемого изменения сигнала, полученного спутником. Три фактора составили в общей сложности 82% вариации в семи каналах спутника Landsat. Отмечается, что такой подход может оказаться полезным для применения спутниковых данных с целью мониторинга долгосрочных изменений физических и биологических характеристик.

В работе [2] авторы отмечают, что точная оценка запасов поверхностных вод (TWS) и понимание факторов влияющих на них имеют решающее значение для управления водными ресурсами. Авторы использовали модель нейронной сети с долговременной краткосрочной памятью (LSTM) для моделирования TWS в бассейне реки Чжуцзян с 2003 по 2020 год, используя данные об осадках, температуре, стоке, эвапотранспирации и индексе листовой поверхности (LAI). С помощью факторного анализа исследователи выявили относительную важность каждого фактора. Результаты показали, что осадки оказали наиболее значительное влияние на TWS. Эвапотранспирация, сток, температура и LAI также играли важную роль, причем между этими факторами наблюдались интерактивные эффекты.

Исследовательская группа [3] использовала оптическую толщину аэрозоля (AOD), определенную датчиками MODIS на спутнике Aqua и Himawari-8 (H8) и сравнивала с результатами наземных измерений загрязнения воздуха аэрозолем. Оба спутника показали схожие результаты для среднегодовых, средних значений за сухой сезон и почасовых

данных. Н8 показал себя лучше, чем Aqua для влажного сезона и средних значений за месяц. Результаты обоих спутников снижались при увеличении относительной влажности и уменьшении видимости. Н8 показал себя лучше при высокой относительной влажности, низкой видимости, что отражает преимущество геостационарного спутника в оценке распределения загрязнения аэрозолями атмосферного воздуха.

Решение задачи определения расстояния до источника выброса с использованием методики ГГО им. А.И. Воейкова [4] является одним из подходов при мониторинге атмосферных загрязнений и оценке параметров выбросов. На начальном этапе нами было разработано облачное приложение для анализа данных дистанционного зондирования с использованием платформы Google Earth Engine [5]. Метод работы программного обеспечения основан на итеративном анализе последовательностей дней с одинаковым направлением ветра в месяце, учитывая данные о скорости, температуре и максимальной концентрации оксида азота. В качестве объекта исследования были использованы наборы геопространственных данных содержания диоксида азота в атмосферном воздухе спутника Sentinel-5P, предоставляемые в рамках программы Copernicus [6, 7]. Нами был выбран район исследования - Костромская ГРЭС [8], занимающая в России третье место по установленной мощности.

Разработанное нами в среде Google Earth Engine веб-приложение [9] способно определять максимальную концентрацию оксида азота и осуществлять анализ источников выброса вредных веществ как в автоматизированном, так и в ручном режимах. Ручной режим предоставляет пользователю возможность выбрать интересующую область на карте, определить временной диапазон и запустить анализ, который сопровождается визуализацией результатов. Облачное приложение было разработано на языке JavaScript и позволяло, используя соответствующие методы обрабатывать и визуализировать данные, расположенные в облаке.

Обработка данных, полученных моделированием в среде Google Earth Engine, проводилась в среде Statgraphics. Учитывались факторы моделирования распределения оксида азота в атмосферном воздухе при антропогенном загрязнении от Костромской ГРЭС: скорость ветра (м/с), температура приземного слоя воздуха ($^{\circ}\text{C}$), направление ветра (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW), максимальная концентрация оксида азота (по данным спутника Sentinel-5P), мг/м^3 . Фактор направления ветра категориальный, а факторы скорость ветра, температура, концентрация оксида азота - количественные числовые. В исследовании представлен анализ пяти дата-сетов с данными с июня по август в промежутке с 2019 – 2023 год.

Анализ ANOVA для гео-данных показал, что расчетная модель статистически значима для уровня значимости 5%. Статистика R-квадрат показывает, что подобранная модель объясняет 66,4% изменчивости для относительной погрешности определения расстояния до источника выброса. Статистика Дурбина-Ватсона (DW) имеет значение 1,45, что указывает на то, что автокорреляция, скорее всего, незначительна.

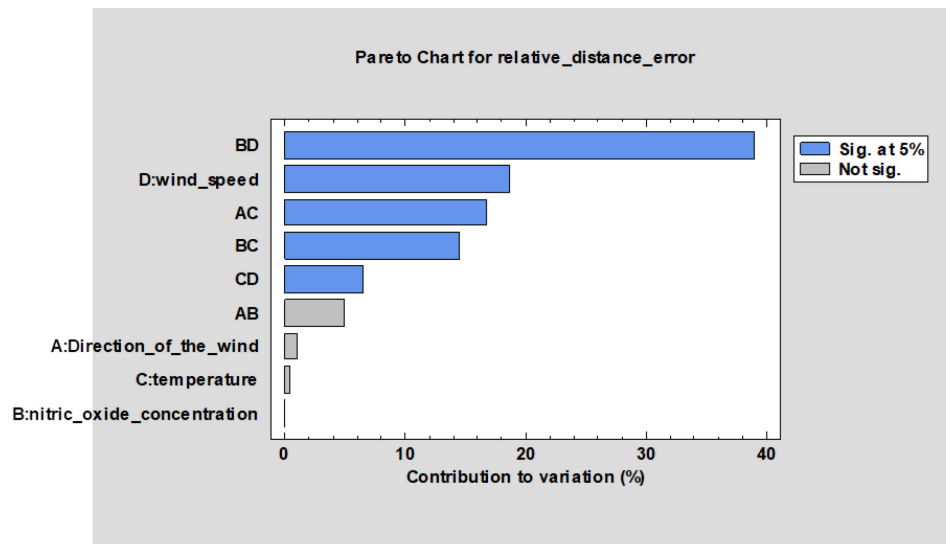


Рис. 1 – Карта Парето учета вклада факторов эксперимента в относительную погрешность определения расстояния до источника выброса

Факторы: А- направление ветра (Direction_of_the_wind); В- концентрация диоксида азота (nitric_oxide_concentration, мг/м^2); С- температура приземного слоя воздуха (temperature, $^{\circ}\text{C}$); D- скорость ветра (wind_speed, м/с).

Анализ эффектов (рис. 1) дополнительно разделяет изменчивость, объясняемую моделью, на отдельные части для каждого из факторов. Была проверена статистическая значимость каждого фактора. Факторы: взаимодействие направления ветра и концентрации оксида азота; направление ветра; температура; концентрация оксида азота не являются значимыми на уровне 5%, поэтому их можно исключить из рассмотрения.

График поверхности изолиний относительной погрешности определения расстояния до источника выброса для факторов скорость ветра и концентрация оксида азота представлен на рисунке 2. В согласии с графиком минимальные погрешности определения расстояния находятся в интервале скорости ветра 2,8 – 3,5 м/с и концентрации 0,000144 – 0,000146 мг/м^2 .

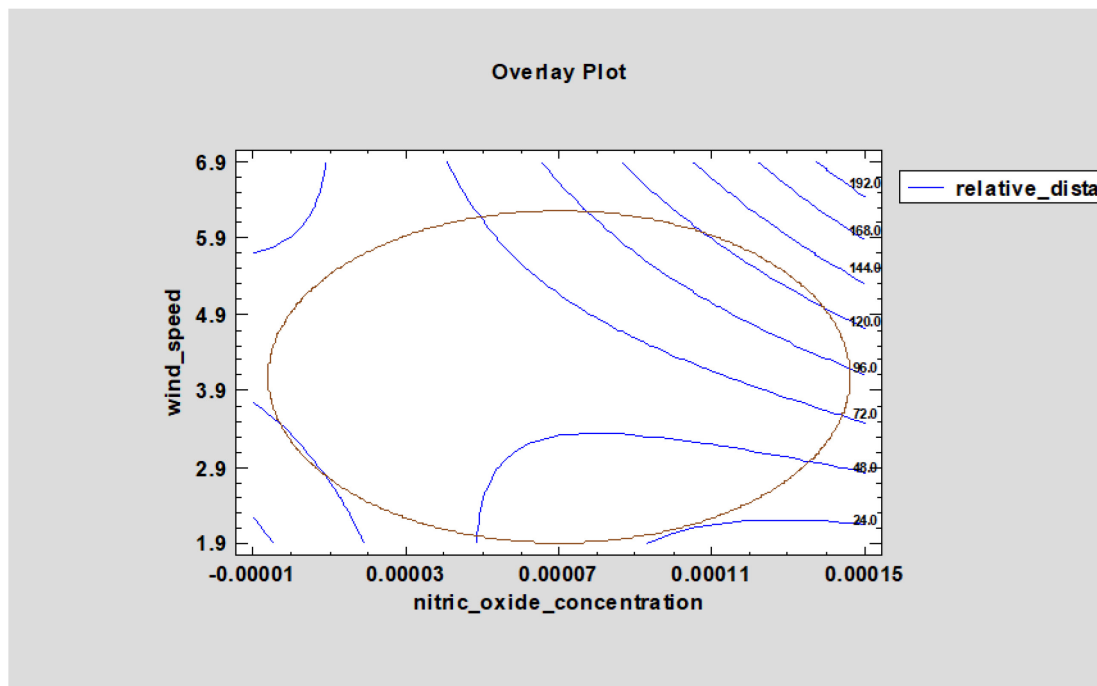


Рис. 2 – График поверхности изолиний относительной погрешности (%) определения расстояния до источника выброса для управляющих факторов: скорость ветра (wind_speed, м/с) и концентрация оксида азота (nitric_oxide_concentration, мг/м^2)

Таким образом, в ходе проведения факторного анализа пятилетних данных оценки вклада факторов направления ветра, скорости ветра, температуры приземного воздуха, концентрации оксида азота в оценку расстояния до источника выброса по методике ГГО им. А.И. Воейкова установлено, что выбранная модель является статистически значимой на уровне значимости 5%. Это свидетельствует о том, что модель достаточно адекватна для объяснения изменчивости данных. Анализ эффектов показал, что такие факторы как направление и скорость ветра влияют на погрешность определения расстояния до источника выброса по методике ГГО им. А.И. Воейкова, а такие факторы как температура приземного воздуха и концентрация оксида азота не являются значимыми при оценке относительной погрешности определения расстояния до источника. Анализ пятилетнего периода позволил более глубоко понять факторы, влияющие на погрешность оценки расстояния до источника выброса, и предоставляет ценные сведения для дальнейших исследований или практического применения.

Список литературы

1. Doerffer R., Murphy D. Factor analysis and classification of remotely sensed data for monitoring tidal flats. *Helgolander Meeresunters* 43, 275–293 (1989). <https://doi.org/10.1007/BF02365889>
2. Huang H., Feng G., Cao Y., Feng G., Dai Z., Tian P., Wei J., Cai X. Simulation and Driving Factor Analysis of Satellite-Observed Terrestrial Water Storage Anomaly in the Pearl River Basin Using Deep Learning. *Remote Sens.* 2023, 15, 3983. <https://doi.org/10.3390/rs15163983>.
3. Li T., Deng X., Chen J., Xu J., Shen J. Comparison and Impact Factor Analysis of Ground PM2.5 Retrieved by Aqua and Himawari-8 Satellite Products in Guangdong, China. *Aerosol Air Qual. Res.* 23. 2023, 220290. <https://doi.org/10.4209/aaqr.220290>
4. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Приказ N 273 от 6 июня 2017 года Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе- URL: <https://docs.cntd.ru/document/456074826>. (дата обращения: 01.10.2024)
5. Google Earth Engine. A planetary-scale platform for Earth science data & analysis. - URL: <https://earthengine.google.com/> (дата обращения: 01.10.2024)
6. Sentinel-5P – URL: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-5p> (дата обращения: 01.10.2024).
7. Copernicus. Europe's eyes on earth. Looking at our planet and its environment for the benefit of Europe's citizens – URL: <https://www.copernicus.eu/en> (дата обращения: 01.10.2024).
8. Костромская ГРЭС - URL: <https://irao-generation.ru/stations/kostromag> (дата обращения: 01.10.2024)
9. Царев Ю.В., Сылкин И.Р. Использование облачного приложения для оценки мощности промышленного выброса в атмосферу по данным спутника Sentinel-5P // Южно-Сибирский научный вестник. – 2024. – № 3(55). – С. 135–139. – URL: http://s-sibsb.ru/images/articles/2024/3/S-SibSB_Issue_55-135-139.pdf.

2.3.5.

**С.Ю. Луканов, Г.А. Хришкевич, М.А. Горелов,
О.Ю. Тимошевская канд. техн. наук, В.А. Лондигов канд. техн. наук.**

Псковский государственный университет,
Передовая инженерная школа гибридных технологий в станкостроении Союзного
государства, образовательный департамент,
отделение информационно-коммуникационных технологий
Псков, lukanovysergey@gmail.com, georggalileo21@mail.ru, mishhard@yandex.ru,
olga.tim777@yandex.ru, redcat60@mail.ru

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

В данной статье рассмотрено применение генеративных нейронных сетей, семантической сегментации изображения и глубокое обучение с подкреплением для решения задач эффективного покрытия целевой зоны разведки с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Рассмотрен метод создания обобщенной модели многоагентного управления БПЛА. Представлены результаты обучения с помощью алгоритмов РОСА (posthumous credit assignment) и PPO (proximal policy optimization), а также авторский подход к обучению, позволяющий автоматизировать мониторинг местности при уменьшенных затратах ресурсов.

Ключевые слова: Глубокое обучение с подкреплением, беспилотный летательный аппарат, многоагентное управление, машинное обучение, семантическая сегментация, синтетические данные.

Введение

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к технологиям БПЛА и их применению для мониторинга и анализа территорий. Одной из ключевых задач в этой области является максимальное покрытие исследуемой территории за минимальное время. Эффективное управление группой БПЛА требует разработки продвинутых алгоритмов, способных учитывать динамически изменяющиеся условия и взаимодействие между агентами. Развитие генеративных нейронных сетей, семантической сегментации изображения и глубокое обучение с подкреплением позволяют решать комплексные проблемы анализа и управления. Разработка автономных агентов, которые могут взаимодействовать друг с другом для достижения поставленной цели является одной из ключевых областей исследования искусственного интеллекта и машинного обучения. Основной целью представленной статьи является рассмотрение метода создания обобщенной модели многоагентного управления группой БПЛА для эффективного покрытия целевой зоны разведки. В данной статье рассматриваются современные подходы к решению этой задачи с использованием глубокого обучения с подкреплением и представлены результаты разработки авторской модели управления.

Глубокое обучение с подкреплением

Стандартный процесс глубокого обучения с подкреплением включает в себя агента, представляющего собой параметризованную стратегию, принимающую на вход наблюдения и выдающую на выходе распределение по действиям, принимаемыми агентом; среду, с которой он взаимодействует; состояние, в котором находится.

В данной работе разработка среды и обучение агента осуществлено на платформе Unity. Она позволяет быстро и гибко настраивать среды и агентов, включает в себя пакет Unity ML Agents, который содержит реализации алгоритмов PPO, SAC, MA-POCA [1].

Для обучения агентов были выбраны алгоритмы PPO и MA-POCA. Алгоритм SAC был исключен из рассмотрения ввиду значительно более длительного времени обучения по сравнению с другими методами, а также отсутствия превосходящих результатов на тестируемых нами средах.

PPO (Proximal Policy Optimization) – безмодельный, обучающий по стратегии градиентный алгоритм, оптимизирующий суррогатную функцию и использующий идею ограничения изменения стратегии через отсечение в целевой функции. Уравнения для обновления весов стратегии (1-3):

$$\theta_{k+1} = \arg \max_{\theta} E_{s,a \sim \pi_{\theta_k}} [L(s, a, \theta_k, \theta)] \quad (1)$$

$$L(s, a, \theta_k, \theta) = \min \left(\frac{\pi_{\theta}(a|s)}{\pi_{\theta_k}(a|s)} A^{\pi_{\theta_k}}(s, a), g(\epsilon, A^{\pi_{\theta_k}}(s, a)) \right), \quad (2)$$

$$g(\epsilon, A) = \begin{cases} (1 + \epsilon)A & A \geq 0 \\ (1 - \epsilon)A & A < 0. \end{cases} \quad (3)$$

Где θ – веса стратегии, k – шаг обновления, π – стратегия, A – функция преимущества, s – состояние, a – действие.

Функция преимущества оценивает ценность состояния, в котором находится агент, с учетом базового значения. Таким образом, распределение по действиям смещается в сторону тех, ценность которых выше среднего. Отсечение способствует более стабильному обучению, предотвращая слишком сильные изменения стратегии за одно обновление.

Алгоритм PPO обладает рядом свойств, обеспечивающих стабильность и эффективность обучения. Данный метод хорошо зарекомендовал себя на широком круге задач с непрерывными и дискретными пространствами действий [2, 3].

MA-POCA (Multi-Agent POsthumous Credit Assignment) является новой архитектурой алгоритма СОМА (Counterfactual Multi-Agent). В нем используется механизм внимания для кодировки совместного вектора наблюдений, что позволяет варьировать количество кооперирующих агентов. В MA-POCA используется централизованный критик, децентрализованные акторы и контрфактическая базисная линия, как в СОМА. Центральной идеей данной базисной линии является оценка вклада агента в общее вознаграждение, путем вычисления Q-ценности состояния агентов, в котором исключено действие, предпринятое агентом [4]. Это позволяет получать многоагентные стратегии, учитывающие фактор кооперации между агентами.

В данном алгоритме функция ценности имеет следующий вид (4):

$$V_{\phi}(RSA(g_i(o_t^i)_{1 \leq i \leq k_t})) \quad (4)$$

данная функция обучается с помощью TD(λ) (5):

$$J(\phi) = (V_{\phi}(RSA(g_i(o_t^i)_{1 \leq i \leq k_t})) - y^{(\lambda)})^2 \quad (5)$$

функция преимущества для агента j (6):

$$Adv_j = y^{(\lambda)} - Q_{\psi}(RSA(g_j(o_t^j), f_i(o_t^i, a_t^i)_{1 \leq i \leq k_t, i \neq j})) \quad (6)$$

где RSA - остаточный блок-механизма внимания, ϕ - параметры функции ценности V , $g_i(o_t^i)_{1 \leq i \leq k_t}$ - наблюдения активных агентов, $y^{(\lambda)}$ - взвешенный возврат, ψ - параметры функции Q .

Генерация спутниковых снимков и их сегментация

Для машинного обучения требуется большой объем обучающих данных. Для обучения сверточных сетей и моделей управления, работающих с изображениями, целесообразно использовать синтетические данные [5]. Для генерации набора спутниковых снимков рек используется генеративно-состязательная сеть StyleGAN2. Модель была дообучена на состоящей из спутниковых снимков рек специально подготовленной обучающей выборке.

После генерации изображений применяется модель сегментации, чтобы автоматически выделить и классифицировать водоёмы на снимках, такие как реки, озера, болота и т. д. Это позволяет автоматизировать процесс анализа и интерпретации спутниковых снимков. Для этого используется алгоритм семантической сегментации k-Means, чтобы создать маску

карты местности [6][7]. Он относится к группе неконтролируемых алгоритмов обучения и способен находить закономерности внутри немаркированного набора данных.

Для задачи кластеризации используется универсальная функция для любого числа измерений, в основе которой лежат различные метрики расстояний, такие как Евклидово расстояние, Манхэттенское расстояние, расстояние Чебышева.

Евклидово и Манхэттенское расстояния оказались наиболее подходящими для выполнения поставленной задачи сегментации. Для оценки результатов кластеризации k -средних, используется коэффициент силуэта [8]. Данный показатель помогает оценить, насколько точки внутри одного кластера более близки друг к другу, чем к точкам в других кластерах, и насколько хорошо кластеры разделены друг от друга (5):

$$s_i = \frac{b_i - a_i}{\max(a_i, b_i)} \quad (7)$$

где a_i — среднее расстояние между образцом и всеми другими точками того же класса, b_i — среднее расстояние между образцом и всеми другими точками в следующем ближайшем кластере.

Обучение агентов

Для ускорения вычислительных процессов и упрощения обучения целесообразно снижать размер входного изображения в соответствии с размерами снимков, производимых БПЛА при разведке местности. В качестве визуального кодировщика в авторской реализации использована простая двухслойная сверточная сеть. Далее сигнал проходит через полносвязную нейронную сеть, выходами которой являются значения управления, указывающие направление дальнейшего движения. Обобщенная схема обучения агентов представлена на рисунке 1.

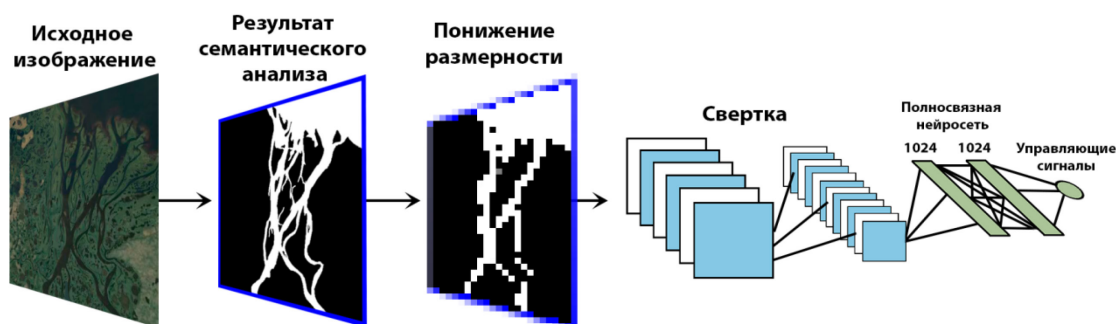


Рис. 1 - Схема обучения агентов

В авторской реализации на вход подаются два изображения с сенсоров: первый сенсор статичен и отображает всю маску местности, второй передвигается вместе с проекцией агента и отображает ближайшее окружение вокруг него. Этот приём позволяет снизить вычислительную нагрузку, обеспечивая агенту общий обзор местности с сохранением детализированного восприятия объектов в непосредственной близости для более точной работы. Также на вход дополнительно подаются нормализованные значения текущего относительного положения агента и вектора скорости.

Функция вознаграждения имеет следующий вид

$$R = 0.01 * q - 0.05 \quad (8)$$

где q — площадь исследованной на шаге t области. Таким образом, агент получает штраф за выход за границы и передвижение по нецелевой области.

Обучение многоагентного взаимодействия происходило в двух вариантах: конкурирующие агенты РРО и кооперирующие агенты РОСА. В конкурентной обстановке каждый агент обучается обособленно от группы и стремится максимизировать личную награду, в обученной модели достигается минимаксное равновесие. В кооперативной обстановке агенты должны кооперировать и вносить вклад в достижение общей цели, здесь больший фокус идет на скорость покрытия целевой площади через координацию агентов.

Результаты обучения

В обоих случаях было достигнуто схождение к оптимальным решениям, результирующий график для конкурентного обучения представлен на рисунке 2, для кооперативного – на рисунке 3.

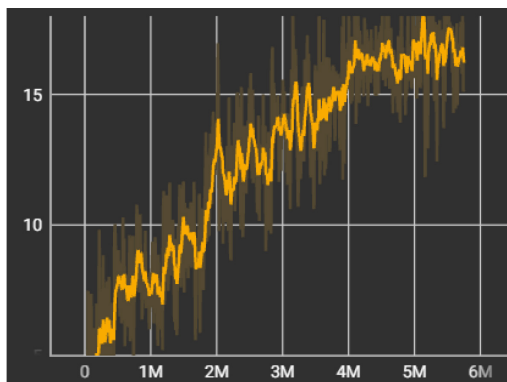


Рис. 2 - Результаты конкурентного обучения

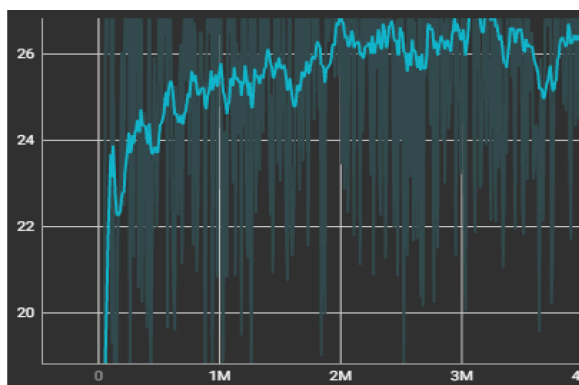


Рис. 3 - Результаты кооперативного обучения

Обучение на большом наборе сгенерированных карт позволяет добиться создания обобщенной стратегии управления агентами. Для проверки работоспособности полученной модели были использованы как карты, использовавшиеся при обучении, так и ранее не виденные агентом. В качестве оценки эффективности подсчитывается пройденная за время t целевая площадь A . Результаты по некоторым картам приведены на рисунке 4, где верхняя пунктирная линия показывает общую целевую площадь на заданной карте. Голубым графиком представлены результаты для конкурентного обучения, оранжевым — для кооперативного. В разработанных средах эпизод завершается при покрытии 95%.

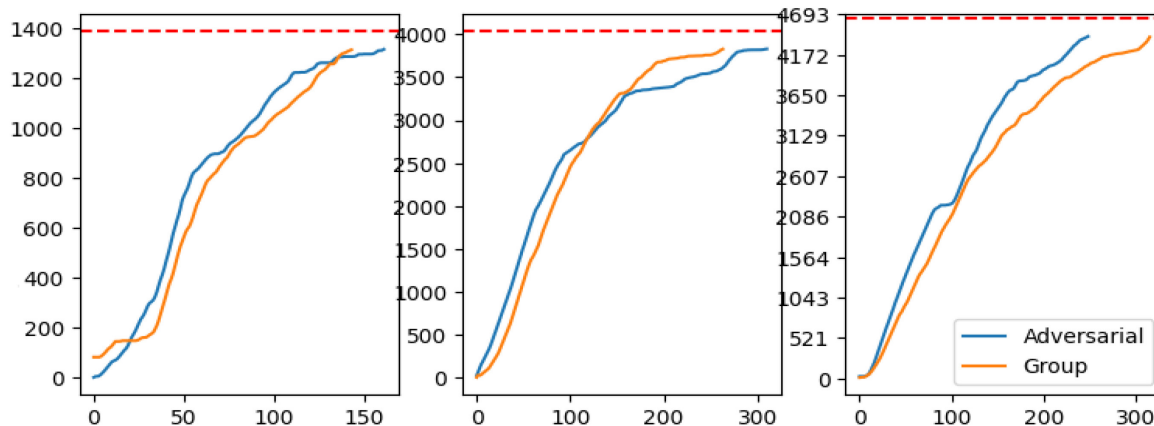


Рис. 4 - Графики эффективности сканирования целевой территории

Реализация максимального покрытия территории

Практическая реализация рассмотренного подхода даст возможность эффективно распределять БПЛА в воздухе. Описанный алгоритм позволяет реализовать задачу уменьшения использования ресурсов при максимальном исследуемом пространстве. Результаты его применения позволяют выполнять мониторинг местности при наименьших временных затратах. Дополнительным расширением авторского подхода может стать интеграция в модель управления дополнительных задач, таких как поиск конкретных участков местности.

Заключение

Рассмотренные в статье алгоритмы РРО и МА-РОСА демонстрируют высокую эффективность в задачах многоагентного обучения и управления БПЛА. Алгоритмы позволяют решать задачи как конкурентного, так и кооперативного взаимодействия, что открывает широкие возможности для их применения в различных сценариях, связанных с мониторингом местности. Применение генеративно-состязательных сетей и методов семантической сегментации, таких как k-Means, обеспечивает высокую точность и автоматизацию обработки спутниковых снимков, что является важным элементом для улучшения работы БПЛА и повышения качества обучения.

Практическая реализация предложенного подхода позволяет достигать значительных результатов в области управления группами БПЛА. Это делает данный подход перспективным для использования в реальных условиях, требующих автоматического управления и принятия решений в динамически - изменяющейся среде.

Список литературы

1. *Juliani A., Berges V.-P., Teng E. [et al.] / Unity: A General Platform for Intelligent Agents // Machine Learning. – 2020. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1809.02627>.*
2. *Schulman J., Wolski F., Dhariwal P. [et al.] / Proximal Policy Optimization Algorithms // Machine Learning. – 2017. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.06347>.*
3. *Andrychowicz M., Raichuk A., Stańczyk P. [et al.] / What Matters In On-Policy Reinforcement Learning? A Large-Scale Empirical Study // Machine Learning. – 2020. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.05990>.*
4. *Cohen A., Teng E., Berges V.-P. [et al.] / On the Use and Misuse of Absorbing States in Multi-agent Reinforcement Learning // Machine Learning. – 2021. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.05992>.*
5. *Nikolenko S.I. Synthetic Data for Deep Learning // Machine Learning. – 2020. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1909.11512>.*
6. *Alsabti K., Ranka S., Singh V. An efficient k-means clustering algorithm. – 1997.*
7. *Rozanov A. Semantic Segmentation of Remote Sensing Imagery using k-Means // Towards Data Science.*
8. *Dawson-Howe K. A practical introduction to computer vision with openCV. – John Wiley & Sons, 2014.*

2.3.5.

З.С. Сейдаметова, С.В. Сейдаметов, С. Сейдаметова

ГБОУВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»,
кафедра прикладной информатики
Симферополь, pi@kipu-rc.ru, lydesi24@gmail.com

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОБЛАЧНЫХ МИКРОСЕРВИСНЫХ СИСТЕМ

Микросервисная архитектура стала ключевым подходом при разработке современных облачных систем. В статье рассматриваются инструменты, которые используются для создания, управления и разворачивания микросервисов. Проанализированы возможности специализированных инструментов для контейнеризации, оркестрации, управления сервисной сеткой и мониторинга систем.

Ключевые слова: микросервисы, облачные системы, Docker, Kubernetes, Istio, DevOps.

Современные облачные системы требуют гибкости, масштабируемости и надежности, что делает микросервисную архитектуру особенно актуальной для разработки приложений. В случаях, когда требуется быстрое масштабирование или внесение изменений, традиционные монолитные архитектуры не справляются с нагрузкой. Подход в виде микросервисов позволяет разрабатывать приложения в виде набора независимых, автономных сервисов, которые могут быть развернуты и масштабированы независимо друг от друга. Однако разработка и управление микросервисными системами представляют собой сложную задачу, требующую специализированных инструментов и подходов.

В статьях [1], [2], [3] анализируются и обсуждаются ключевые принципы и подходы к разработке микросервисных систем, включая модульность, независимость разворачивания и масштабируемость. В статьях [4], [5] подчеркивается важность управления конфигурацией в микросервисных системах, а также предлагают использование широкого спектра инструментов и практик для внедрения микросервисной архитектуры.

Целью статьи является анализ и сравнение специализированных инструментов для разработки облачных микросервисных систем, а также оценка их влияния на процесс разработки и эксплуатации.

Внедрение микросервисной архитектуры значительно увеличивает производительность и устойчивость систем. Микросервисы позволяют предприятиям быстрее реагировать на изменения рынка, улучшать качество и скорость выпуска новых функций, а также снижать затраты на разработку и обслуживание приложений. Для контейнеризации и управления микросервисами используются Docker и Kubernetes. Эти инструменты предоставляют эффективные средства для управления жизненным циклом приложений, их разворачиванием и масштабированием. Однако внедрение микросервисов часто сталкивается с рядом проблем: (1) сетевая задержка – взаимодействие между микросервисами происходит через сеть, что может привести к увеличению задержек и снижению производительности; (2) управление состоянием – микросервисы часто должны сохранять состояние между запросами, для этого необходимо использовать распределенные системы хранения данных (высокие нагрузки и консистентность данных); (3) координация взаимодействий – для обеспечения согласованной работы микросервисов требуется механизм координации их взаимодействий (управление транзакциями, обработка ошибок и обеспечение целостности данных); (4) мониторинг и логирование – сложные распределенные системы требуют продвинутых инструментов для мониторинга и логирования (для сбора и анализа данных о работе каждого микросервиса); (5) безопасность – обеспечение безопасности в микросервисных архитектурах является сложной задачей (защита данных при передаче и от различных видов атак, управление доступом к сервисам); (6) оркестрация и автоматизация –

для эффективного управления микросервисами требуется использование инструментов оркестрации и автоматизации (автоматическое развертывание, масштабирование и обновление сервисов); (7) управление конфигурацией – в микросервисных системах важно управлять конфигурацией каждого отдельного сервиса, а также всей системы в целом. Решение этих проблем требует использования специализированных инструментов, таких как Docker для контейнеризации, Kubernetes для оркестрации, Istio для управления сервисной сеткой и Prometheus для мониторинга. В таблице 1 представлены инструменты микросервисной архитектуры (Docker, Kubernetes, Istio, Prometheus, Jenkins, Helm).

Docker представляет собой платформу для контейнеризации приложений, а также стандартизированный формат упаковки приложений и их зависимостей, что упрощает процесс развертывания и масштабирования. Преимуществами использования этой платформы является возможность изолирования приложений и их зависимостей, что обеспечивает консистентность среды выполнения. Контейнеры могут быть легко развернуты и масштабированы на любой платформе, поддерживающей Docker. Важным инструментом для управления кластерами Docker-контейнеров, обеспечивающим высокую доступность и масштабируемость приложений является Kubernetes, система для автоматизации развертывания, масштабирования и управления контейнеризированными приложениями. Kubernetes автоматически масштабирует приложения в зависимости от нагрузки, распределяет нагрузку между контейнерами и обеспечивает отказоустойчивость, а также поддерживает интеграцию с основными облачными платформами. Для эффективного использования Kubernetes требуется глубокое понимание его концепций и механизмов.

Таблица 1 - Инструменты микросервисной архитектуры

Инструменты	Характеристики
Docker	Платформа для контейнеризации приложений, позволяет изолировать и управлять микросервисами. <i>Преимущества:</i> изоляция приложений; легкость развертывания; поддержка DevOps процессов. <i>Недостатки:</i> ограниченная поддержка Windows; потенциальные проблемы с безопасностью.
Kubernetes	Система для автоматизации развертывания, масштабирования, управления контейнеризированными приложениями. <i>Преимущества:</i> автоматическое масштабирование; высокая доступность; интеграция с облачными провайдерами. <i>Недостатки:</i> сложность конфигурации; необходимость глубокого понимания механизмов.
Istio	Платформа для управления сервисной сеткой, предоставляет инструменты для балансировки нагрузки, аутентификации, мониторинга и других задач. <i>Преимущества:</i> улучшенное управление трафиком; обеспечение безопасности; обширные возможности мониторинга. <i>Недостатки:</i> сложность внедрения; производственные расходы.
Prometheus	Система мониторинга и оповещения с открытым исходным кодом, которая предназначена для сбора и анализа метрик. <i>Преимущества:</i> сбор метрик в реальном времени; высокая масштабируемость; легкость интеграции. <i>Недостатки:</i> ограниченные возможности графического интерфейса; потребность в дополнительных инструментах визуализации.
Jenkins	Система непрерывной интеграции и доставки, которая автоматизирует процессы разработки и развертывания. <i>Преимущества:</i> широкая поддержка плагинов; простота настройки; интеграция с инструментами DevOps. <i>Недостатки:</i> устаревший пользовательский интерфейс; потребность в постоянном обслуживании.
Helm	Инструмент для управления Kubernetes-приложениями. <i>Преимущества:</i> упрощенное управление; повторяемость; масштабируемость. <i>Недостатки:</i> сложность шаблонов; обслуживание репозитория.

Платформа для управления сервисной сеткой Istio предоставляет инструменты для балансировки нагрузки, аутентификации, мониторинга и других задач. Платформа Istio добавляет уровень абстракции, что упрощает управление микросервисами. Istio позволяет управлять трафиком между сервисами, обеспечивая балансировку нагрузки и маршрутизацию, также предоставляет инструменты для аутентификации и шифрования трафика между сервисами. Istio интегрируется с системами мониторинга, такими как Prometheus, предоставляя детализированные метрики и логи.

Для сбора и анализа метрик можно использовать систему мониторинга и оповещения с открытым исходным кодом Prometheus. Prometheus широко используется для мониторинга микросервисных архитектур, поскольку обладает высокой масштабируемостью и гибкостью. Prometheus собирает метрики с минимальными задержками, что позволяет быстро реагировать на изменения состояния системы, поддерживает масштабирование для работы с большими объемами данных, легко интегрируется с различными системами мониторинга и алертинга.

Инструмент, который автоматизирует процессы разработки и развертывания, Jenkins – это система непрерывной интеграции и доставки. Jenkins используется в DevOps для автоматизации сборки, тестирования и развертывания приложений. Jenkins поддерживает множество плагинов, которые расширяют его функциональность, легко настраивается и интегрируется с другими инструментами DevOps (напр., Git, Maven, и Docker). Интерфейс Jenkins выглядит устаревшим и неудобным для новых пользователей, а также требует регулярного обслуживания и обновления для обеспечения безопасности и производительности.

Для управления Kubernetes-приложениями имеется инструмент Helm, позволяющий описывать, хранить, версионировать и распространять Kubernetes-приложения. Helm значительно упрощает управление сложными Kubernetes-приложениями.

Таким образом, выбор подходящих инструментов и их грамотная интеграция могут существенно повлиять на успех проекта, обеспечивая высокое качество и оперативность доставки программного обеспечения в условиях быстро меняющихся требований бизнеса.

Список литературы

1. Сейдаметов С.В., Сейдаметова С., Кадырова Э.А. Миграция от монолитов к микросервисам и их интеграция в облачные системы // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета, №2(84), 2024. – С. 204-209.
2. Бондаренко А.С., Королев Д.В. Исследование эффективности использования мультиагентных моделей в современных микросервисных архитектурах // International Journal of Open Information Technologies. №8(12), 2024. – С. 48-55.
3. Dinh-Tuan H., Mora-Martinez M., Beierle F., Garzon S.R. Development frameworks for microservice-based applications: Evaluation and comparison // Proc. of the European Symposium on Software Engineering. 2020. – P. 12-20.
4. Raj P., Vanga S., Chaudhary A. Cloud-Native Computing: How to Design, Develop, and Secure Microservices and Event-Driven Applications. – NY: Wiley-IEEE Press, 2022. – 352 p.
5. Москалева Ю.П., Сейдаметова З.С. Применение BLOC для повышения производительности Flutter приложения при обновлении данных списка // Научно-технический вестник Поволжья. – №12, 2023. – С. 443-446.

**АННОТАЦИИ
ABSTRACTS**

В.С. Минкин, А.В. Репина, Т.Ю. Старостина, Р.Х. Шагимуллин
**ОТВЕРЖДЕНИЕ ПОЛИСУЛЬФИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ
ПРОМЫШЛЕННЫМИ ВУЛКАНИЗУЮЩИМИ АГЕНТАМИ**

Ключевые слова: полисульфидные олигомеры,
ЯМР-спектроскопия.

Рассмотрено влияние промышленных вулканизующих агентов на процессы отверждения полисульфидных олигомеров. Установлено влияние состава вулканизующих агентов на комплекс свойств и температурное поведение получаемых композиций. Показана эффективность использования диоксида свинца в составе вулканизующих паст.

А.М. Болотов
**ОПТИМИЗАЦИЯ УДЕЛЬНОЙ МАССОВОЙ
ЭНЕРГОЕМКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАХОВИКОВ
КОЛЬЦЕВОГО ТИПА**

Ключевые слова: композиционный маховик, удельная массовая энергоемкость, метод Хука – Дживса.

В статье сформулирована задача нахождения оптимальной зависимости угла намотки от радиуса композиционного маховика кольцевого типа, которая обеспечивает его максимальное значение удельной массовой энергоемкости. Обоснован выбор ограничений в задаче. Приведены результаты расчета для наиболее распространенных композиционных материалов. Показано, что предлагаемый прием изготовления маховиков может существенно повысить его энергоемкость.

Е.В. Гусев, З.Л. Марюшина, А.А. Пронкин
**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ
ОГРАНИЧЕНИЙ НА ВЕС, ГАБАРИТЫ И СТОИМОСТЬ**

Ключевые слова: надежность, оптимальное резервирование, теория надежности, надежность системы, резервирование системы.

В статье рассмотрен вопрос разработки математической модели и алгоритма решения задачи оптимального резервирования для системы из n последовательно соединенных элементов с учетом ограничений по весу, габаритам и стоимости. Результаты могут быть использованы в расчетах при проектировании или эксплуатации сложных систем, где необходимо определить оптимальное количество запасного оборудования, учитывая ограничения по бюджету или другим параметрам, таким как вес или габариты.

Ю.И. Фёдоров, А.М. Осипова, В.В. Овчинникова
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ УРОВНЯ
ЗАГРУЖЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ЗАПРОСАМИ К ЕЁ РЕСУРСАМ С ИСТОЧНИКОМ-СТОКОМ**

Ключевые слова: математическая динамическая модель, информационная система, отказоустойчивость.

В работе изучается авторская математическая модель информационного процесса динамики уровня загрузки информационной системы запросами к её ресурсам с источником-стоком. Модель представлена задачей с начальным условием для неоднородного логистического дифференциального уравнения со стационарным свободным членом, рассматриваемым как параметр моделируемого процесса. Найдено аналитическое соотношение для количества запросов к ресурсам системы к текущему моменту времени, на основе которого произведена оценка уровня загрузки информационной системы.

А.П. Буйносов, Н.Г. Фетисова
**АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПЯТЕН КОНТАКТА ПАРЫ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»**

Ключевые слова: подвижной состав, колесо, рельс, параметры,

V.S. Minkin, A.V. Repina, T.Y. Starostina, R.H. Shagimullin
**CURING OF POLYSULFIDE OLIGOMERS WITH
INDUSTRIAL VULCANIZING AGENTS**

Keywords: polysulfide oligomers, NMR-spectroscopy.

The influence of industrial vulcanizing agents on the curing processes of polysulfide oligomers is considered. The influence of the composition of vulcanizing agents on the complex of properties and temperature behavior of the resulting compositions has been established. The effectiveness of the use of lead dioxide in the composition of vulcanizing pastes is shown.

A.M. Bolotov
**OPTIMIZATION OF THE SPECIFIC MASS ENERGY
CONSUMPTION OF COMPOSITE FLYWHEELS OF THE
RING TYPE**

Keywords: composite flywheel, specific mass energy intensity, Hook-Jeeves method.

The article formulates the problem of finding the optimal dependence of the winding angle on the radius of a composite flywheel of the ring type, which ensures its maximum value of specific mass energy consumption. The choice of constraints in the problem is justified. The calculation results for the most common composite materials are presented. It is shown that the proposed method of manufacturing flywheels can significantly increase its energy intensity.

E.V. Gusev, Z.L. Maryushina, A.A. Pronkin
**OPTIMIZATION OF SYSTEM REDUNDANCY WITH
CONSTRAINTS ON WEIGHT, DIMENSIONS AND
COST**

Keywords: reliability, optimal redundancy, reliability theory, system reliability, system redundancy.

The article considers the development of a mathematical model and algorithm for solving the problem of optimal redundancy for a system of n series-connected elements, taking into account restrictions on weight, dimensions, and cost. The results can be used in calculations when designing or operating complex systems where it is necessary to determine the optimal amount of spare equipment, taking into account budget restrictions or other parameters, such as weight or dimensions.

Yu.I. Fedorov, A.M. Osipova, V.V. Ovchinnikova
**A MATHEMATICAL MODEL OF THE DYNAMICS OF
THE LEVEL OF WORKLOAD OF AN INFORMATION
SYSTEM WITH REQUESTS TO ITS RESOURCES WITH
A SOURCE-DRAIN**

Keywords: mathematical dynamic model, information system, fault tolerance.

The paper studies the author's mathematical model of the information process of the dynamics of the level of workload of an information system with requests to its resources with a source-drain. The model is represented by a problem with an initial condition for an inhomogeneous logistic differential equation with a stationary free term, considered as a parameter of the modeled process. An analytical ratio has been found for the number of requests to the system resources to the current time period, on the basis of which an assessment of the information system load level has been made.

A.P. Buinosov, N.G. Fetisova
**ANALYSIS OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF
CONTACT SPOTS OF A PAIR OF WHEEL-RAILS**

Keywords: rolling stock, wheel, rail, parameters, geometry,

геометрия, контакт, пятно, анализ

В статье приведена разработанная авторами методика определения геометрических параметров пятен при контакте рельса и колеса железнодорожного подвижного состава.

А.В. Волков, Н.А. Звягинцев,
А.Ф. Курмаева, Е.О. Шеянова
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ
ОБНАРУЖЕНИЯ ДИПФЕЙКОВ

Ключевые слова: нечеткая логика, информационная безопасность, информационная атака, MatLab.

В статье рассматривается применение нечеткой логики для обнаружения дипфейков, при этом особое внимание уделяется визуальным артефактам влияющих на вероятность подделки. Для проверки гипотезы зависимости или независимости категориальных переменных между входными и выходными ЛП используется статистический анализ хи-квадрат Пирсона. Исследование показало, неравномерное распределение показателей входных и выходной ЛП. Таким образом, применение нечеткой логики с использованием комплексного учета визуальных артефактов повышает точность выявления фальсифицированного контента, особенно при выраженных отклонениях.

А.В. Волков, И.П. Карьгин, Л.П. Канаева,
Д.В. Селяев, Н.А. Чагрин, А.В. Марченко
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Ключевые слова: нечеткая логика, нейронная сеть, печатная плата, изготовление, технологический процесс, качество.

В данной статье представлена модель анализа параметров качества изготовления печатных плат с применением нейро-нечеткой системы вывода. Рассмотрено применение нечеткой логики на этапе подготовки к производству, включая проверку оборудования, соблюдение технологических правил и контроль за параметрами производства. Использование нечеткой логики позволило выявить потенциальные проблемы на раннем этапе производства, что позволило обеспечить более эффективное управление качеством процесса изготовления печатных плат и минимизировать риск ошибки человеческого фактора. Для автоматизации процесса анализа качества изготовления печатных плат была использована нейронная сеть. Данный инструмент обработки данных и обучения на основе имеющихся образцов способствует ускорению и улучшению процесса анализа качества, что приводит к повышению эффективности производства печатных плат.

А.В. Волков, Д.В. Селяев,
Н.А. Звягинцев, Е.О. Шеянова
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ
ПАРОЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ НА УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ
ИС НА ОСНОВЕ Т-КРИТЕРИЯ ВИЛКОКСОНА

Ключевые слова: пароль, информационная безопасность, статистический анализ, Т-критерий Вилкоксона.

Статья посвящена оценке влияния изменения политики паролей на уровень безопасности системы с использованием статистического анализа на основе Т-критерия Вилкоксона. Несмотря на наличие более продвинутых методов аутентификации, таких как многофакторная аутентификация, пароли остаются основным средством защиты информации. В исследовании анализировались инциденты, связанные с безопасностью, до и после внедрения более строгих требований к паролям, включая их длину, сложность и частоту смены. Статистический анализ показал значительное снижение числа инцидентов после изменения политики, что подтверждает важность балансировки требований к паролям для повышения безопасности без ущерба для удобства пользователей.

contact, spot, analysis.

The article presents a methodology developed by the authors for determining the geometric parameters of spots during contact between a rail and a wheel of a railway rolling stock.

A.V. Volkov, N.A. Zvyagintsev,
A.F. Kurmayeva, E.O. Sheyanova
APPLICATION OF FUZZY LOGIC METHODS FOR
DETECTING DEEPFAKES

Keywords: fuzzy logic, information security, information attack, MatLab.

The article discusses the use of fuzzy logic to detect deepfakes, with special attention being paid to visual artifacts that affect the likelihood of forgery. Pearson's chi-squared statistical analysis is used to test the hypothesis of dependence or independence of categorical variables between input and output LP. The study showed an uneven distribution of indicators of input and output LP. Thus, the use of fuzzy logic using integrated accounting of visual artifacts increases the accuracy of detecting falsified content, especially with pronounced deviations.

A.V. Volkov, I.P. Kargin, L.P. Kanaeva,
D.V. Selyaev, N.A. Chagrin, A.V. Marchenko
ANALYSIS OF PCB MANUFACTURING QUALITY
PARAMETERS USING FUZZY LOGIC

Keywords: fuzzy logic, neural network, printed circuit board, manufacturing, technological process, quality.

This article presents a model for analyzing the quality parameters of printed circuit board manufacturing using a neuro-fuzzy output system. The application of fuzzy logic at the stage of preparation for production, including equipment inspection, compliance with technological rules and control over production parameters, is considered. The use of fuzzy logic made it possible to identify potential problems at an early stage of production, which allowed for more effective quality management of the PCB manufacturing process and minimized the risk of human error. A neural network was used to automate the process of analyzing the quality of PCB manufacturing. This data processing and training tool based on available samples helps to accelerate and improve the quality analysis process, which leads to increased efficiency in the production of printed circuit boards.

A.V. Volkov, D.V. Selyaev,
N.A. Zvyagintsev, E.O. Sheyanova
STATISTICAL ANALYSIS OF THE ASSESSMENT OF
THE IMPACT OF PASSWORD POLICY ON THE LEVEL
OF IP SECURITY BASED ON THE WILCOXON T-TEST
Keywords: password, information security, statistical analysis, Wilcoxon T-test.

The article is devoted to assessing the impact of password policy changes on the security level of the system using statistical analysis based on the Wilcoxon T-test. Despite the availability of more advanced authentication methods, such as multi-factor authentication, passwords remain the main means of protecting information. The study analyzed security-related incidents before and after the introduction of stricter password requirements, including their length, complexity, and frequency of change. Statistical analysis showed a significant decrease in the number of incidents after the policy change, which confirms the importance of balancing password requirements to improve security without compromising user convenience.

А.Ю. Ксенофонтов, М.А. Иванова,
И.В. Гоголева, Т.И. Васильева
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕФЕРИРОВАНИЕ ТЕКСТОВ
ЮРИДИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ МЕТОДОМ
АБСТРАКТИВНОЙ СУММАРИЗАЦИИ. ЧАСТЬ 1

Ключевые слова: автоматическое реферирование, юридические документы, метод абстрактивной суммаризации, ruBERT-base, ruGPT3-medium.

Работа посвящена применению метода абстрактивной суммаризации при автоматическом реферировании юридической документации. Подробно рассматривались языковые модели ruBERT-base и ruGPT3-medium. Выполнен сравнительный анализ поэтапной работы этих моделей. Для исполнения выбрана среда разработки Jupyter Notebook на языке программирования Python.

Е.М. Кузьмин, В.С. Осипов, Н. И. Прыгунов
РАЗРАБОТКА VR СИМУЛЯТОРА ИНЖЕНЕРА-
ЭНЕРГЕТИКА

Ключевые слова: VR-технологии, популяризация, инженерные профессии, ученые, энергетическая отрасль.

В работе рассмотрены вопросы такие как важность профессии инженер-энергетик, почему низкий процент молодежи в данной отрасли, а также как VR-симулятор может повлиять на будущее профессии. Приведены данные о среднем возрасте сотрудников энергетической сферы. Описаны концепция, актуальность и уникальность VR-симулятора, а также перспективы развития проекта.

Т.С. Миронов, Д.А. Андреев,
Л.В. Мотайленко, В.А. Лондинов, А.П. Карасёв
АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ
ТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ

Ключевые слова: алгоритм, стратегия, вычисление, сделка.

В работе предлагается архитектура системы для тестирования торговых стратегий, которая позволяет ускорить вычисления за счет применения графических процессоров. Исследование проводится в контексте автоматических торговых систем, совершающих десятки тысяч сделок в день. Рассматриваются основные этапы тестирования стратегий и обосновывается целесообразность переноса соответствующих вычислений на графический процессор. Проводится тестирование производительности предложенной архитектуры и сравнение с системой, использующей только центральный процессор.

А.А. Панфилов
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА
РАСХОД ТОПЛИВА АВТОБЕТОНОНАСОСА

Ключевые слова: нормирование расхода топлива, автобетононасос, температура окружающей среды, коэффициенты корректирования.

В статье установлены закономерности влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива автобетононасоса при разном количестве секций распределительной мачты в развернутом положении. Предложена методика по совершенствованию системы нормирования расхода топлива для автобетононасоса.

А.А. Панфилов
ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА
ПОТОК ОТКАЗОВ ТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ДРСУ

Ключевые слова: сезонные условия эксплуатации, тракторная техника, параметр потока отказа, коэффициент неравномерности.

В работе рассматриваются сезонные колебания изменения интенсивности эксплуатации и параметра потока отказов тракторной техники дорожно-ремонтных предприятий.

A.Yu. Ksenofontov, M.A. Ivanova,
I.V. Gogoleva, T.I. Vasilyeva
AUTOMATIC SUMMARY OF LEGAL
DOCUMENTATION TEXTS BY THE METHOD
OF ABSTRACTIVE SUMMARIZATION. PART 1

Keywords: automatic abstracting, legal documents, abstract summarization method, ruBERT-base, ruGPT3-medium.

The work is devoted to the application of the abstract summation method in automatic abstracting of legal documentation. The language models ruBERT-base and ruGPT3-medium were considered in detail. A comparative analysis of the step-by-step operation of these models was performed. The Jupyter Notebook development environment in the Python programming language was selected for execution.

E.M. Kuzmin, V.S. Osipov, N. I. Prygunov
DEVELOPMENT OF A VR SIMULATOR FOR AN
ENERGY ENGINEER

Keywords: VR technologies, popularization, engineering professions, scientists, energy industry.

The paper examines issues such as the importance of the profession of an energy engineer, why the low percentage of young people in this industry, as well as how a VR simulator can affect the future of the profession. The data on the average age of employees in the energy sector are presented. The concept, relevance and uniqueness of the VR simulator, as well as the prospects for the development of the project are described.

T.S. Mironov, D.A. Andreev,
L.V. Motaylenko, V.A. Londikov, A.P. Karasev
SYSTEM ARCHITECTURE FOR TESTING TRADING
STRATEGIES USING GRAPHICS PROCESSORS

Keywords: algorithm, strategy, calculation, trade.

The paper proposes a system architecture for testing trading strategies, which allows you to speed up calculations through the use of graphics processors. The study is conducted in the context of automated trading systems that make tens of thousands of trades per day. The main stages of testing strategies are considered and the feasibility of transferring the corresponding calculations to the graphics processor is substantiated. The performance of the proposed architecture is tested and compared with a system using only a central processor.

A.A. Panfilov
INFLUENCE OF AMBIENT AIR TEMPERATURE ON
FUEL CONSUMPTION OF A CONCRETE PUMP TRUCK
Keywords: fuel consumption rationing, concrete pump truck, ambient temperature, correction factors.

The article establishes the regularities of influence of ambient air temperature on fuel consumption of a concrete pump at different number of sections of the distribution mast in the deployed position. The methodology for improvement of fuel consumption rationing system for concrete pump is offered.

A.A. Panfilov
INFLUENCE OF SEASONAL OPERATING
CONDITIONS ON THE FLOW OF DRSU TRACTOR
EQUIPMENT FAILURES.

Keywords: seasonal operating conditions, tractor equipment, failure flow parameter, non-uniformity coefficient.

The paper discusses seasonal fluctuations in the change in the intensity of operation and the parameter of the flow of failures of tractor equipment of road repair enterprises.

Разработаны коэффициенты сезонной неравномерности поступления тракторной техники на посты текущего ремонта.

Coefficients of seasonal unevenness of arrival of tractor equipment at current repair posts have been developed.

К.М. Пичхадзе, А.А. Поляков
ОБЗОР ИСПЫТАНИЙ ПЕНЕТРАТОРОВ ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

Ключевые слова: пентратор, схема испытаний, внедрение в грунт, космический аппарат.

В работе рассматриваются испытания пентраторов для исследования небесных тел. Приводятся результаты натурных испытаний пентраторов при внедрении в грунты-аналоги небесных тел. Особое внимание уделяется новым решениям и технологиям в космической технике.

K.M. Pichkhadze, A.A. Polyakov
REVIEW OF TESTS OF GENERATORS FOR THE
STUDY OF CELESTIAL BODIES

Keywords: penetrator, test scheme, ground penetration, spacecraft.

The paper considers the tests of penetrators for the study of celestial bodies. The results of full-scale tests of penetrators when embedded in soil analogues of celestial bodies are presented. Special attention is paid to new solutions and technologies in space technology.

И.Д. Ратманова, Л.М. Зонин
ТЕХНОЛОГИЯ ВЕДЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
БАЛАНСОВ РЕГИОНА

Ключевые слова: топливно-энергетический баланс региона, унифицированный подход к формированию ТЭБ, калькулятор формирования системы топливно-энергетических балансов.

В работе представлена технология формирования системы топливно-энергетических балансов на основе поэтапной агрегации показателей по видам энергетических ресурсов и форме их происхождения (использования). Разработанный сервис позволяет корректно сформировать сводный баланс в полуматематическом режиме с корректным использованием единиц измерения показателей и минимизацией статистических отклонений на уровне обнородуктовых балансов.

I.D. Ratmanova, L.M. Zonin
TECHNOLOGY FOR MAINTAINING FUEL AND
ENERGY BALANCES IN THE REGION

Keywords: fuel and energy balance of the region, unified approach to the formation of fuel and energy systems, calculator for the formation of a system of fuel and energy balances.

The paper presents the technology of forming a system of fuel and energy balances based on a phased aggregation of indicators by types of energy resources and the form of their origin (use). The developed service allows you to correctly generate a consolidated balance sheet in semi-automatic mode with the correct use of units of measurement of indicators and minimizing statistical deviations at the level of product balances.

Е.В. Спиридонова, А.Д. Степанов
ПРОГНОЗ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ АТОМНОЙ МАССЫ
ЭЛЕМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: машинное обучение, прогноз свойств, модель структура-свойство, относительная атомная масса элементов.

В работе представлены результаты применения моделей Random Forest и градиентного бустинга XGBoost для обучения с учителем – базы данных химических элементов, построенной в СУБД SQLite. Отклонения от предсказанных значений изучаемых элементов Co, Ni, Cu составили не более 1,5 %. Кросс-валидация для прогноза элементов с номером от 119 до 121 составила 99,8 %. Ограничением моделей является применимость полученных данных только к изотопам элементов с минимальным набором нейтронов.

E.V. Spiridonova, A.D. Stepanov
PREDICTION OF THE RELATIVE ATOMIC MASS OF
ELEMENTS USING MACHINE LEARNING METHODS

Keywords: machine learning, prediction of properties, structure-property model, relative atomic mass.

The paper presents the results of the application of Random Forest models and XGBoost gradient boosting for teacher-based learning - a database of chemical elements built in the SQLite DBMS. Deviations from the predicted values of the studied elements Co, Ni, Cu amounted to no more than 1.5%. The cross-validation for the prediction of elements numbered 119 to 121 was 99.8%. The limitation of the models is the applicability of the data obtained only to isotopes of elements with a minimum set of neutrons.

Н.Г. Фетисова, А.П. Буйносов
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ НА ПЯТНАХ
КОНТАКТА В СИСТЕМЕ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»

Ключевые слова: подвижной состав, колесо, рельс, контакт, пятно, сила трения, определение.

В статье приведена разработанная авторами методика определения силы трения на пятнах контакта рельса и колесной пары железнодорожного подвижного состава.

N.G. Fetisova, A.P. Buinosov
DETERMINATION OF FRICTION FORCE AT
CONTACT SPOTS IN THE WHEEL-RAIL SYSTEM

Keywords: rolling stock, wheel, rail, contact, spot, friction force, definition.

The article presents a method developed by the authors for determining the friction force on the contact patches of a rail and a wheel pair of a railway rolling stock.

Д.А. Хвостов, В.Э. Шейн
РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРЫ С ЭЛЕМЕНТОМ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА PYTHON

Ключевые слова: игры, программирование, алгоритмы, библиотека pygame.

В статье представлены результаты реализации игры с элементом программирования на Python. Также в статье подчеркивается важность игрового программирования как эффективного инструмента для обучения основам программирования. Это делает процесс более доступным и интересным для начинающих разработчиков.

D.A. Khvostov, V.E. Sheyn
IMPLEMENTATION OF A GAME WITH A PYTHON
PROGRAMMING ELEMENT

Keywords: games, programming, algorithms, pygame library.

The article presents the results of the implementation of a game with a Python programming element. The article also highlights the importance of game programming as an effective tool for learning the basics of programming. This makes the process more accessible and interesting for novice developers.

В.Г. Благовещенский, П.М. Шкапов,
И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов, С.А. Мокрушин
АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ
ПРОЦЕССАМИ ХРАНЕНИЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА
ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: процессы хранения семян подсолнечника, интеллектуальные технологии, адаптивное управление.

В статье описывается исследование, направленное на разработку интеллектуальной системы адаптивного управления нестационарными процессами хранения семян подсолнечника с использованием интеллектуальных технологий. Для управления процессом хранения семян подсолнечника в зернохранилищах была использована шестая версия интегрированной SCADA, а именно система Trace Mode 6.0, являющаяся российской разработкой и содержащая ряд новых технологий проектирования АСУ ТП. Для разработки графического интерфейса операторской станции в системе Trace Mode был создан объектно-ориентированный редактор представления данных, приведенный в данной статье.

Л.Н. Бурмин, Ю.А. Степанов
МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ
МОДУЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МОНИТОРИНГА.

Ключевые слова: мониторинг серверных компонентов, модульная инфраструктура, информационные системы, качество серверной части, автоматизация тестирования, оповещение.

В работе представлены результаты исследования в области отслеживания стабильности серверного состояния программного продукта. Приведен сравнительный анализ существующих решений изложенной проблемы. Были описаны преимущества создания решения, основанного на типовых инструментах контроля качества. Сделаны выводы о дальнейшем возможном улучшении системы.

Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Ключевые слова: система пожаротушения, пожар, автоматические системы, системы безопасности, безопасность.

Автоматическая система пожаротушения является одним из основных средств обеспечения безопасности в зданиях и сооружениях. Эта система предназначена для обнаружения и тушения пожаров, минимизации возможных ущербов и предотвращения угрозы для жизни людей. Ее основные компоненты включают в себя детекторы пожара, автоматические пожарные пожаротушители, системы оповещения о пожаре и управляющие панели.

К.И. Козлов
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ
ПРЕДСКАЗАНИЯ КИБЕРАТАК: АЛГОРИТМЫ И
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

Ключевые слова: машинное обучение, предсказание кибератак, кибербезопасность.

В статье рассматривается использование методов машинного обучения для предсказания кибератак. Описываются успешные реализации, такие как проекты DARPA, системы мониторинга, и применение методов анализа поведения пользователей. Также обсуждаются проблемы, с которыми сталкивается машинное обучение в кибербезопасности.

К.И. Козлов
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА
УСТОЙЧИВОСТЬ IT-ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ
КРИЗИСА

Ключевые слова: облачные вычисления, облачные технологии, облачные сервисы.

V.G. Blagoveshchensky, P.M. Shkapov,
I.G. Blagoveshchensky, I.V. Krotov, S.A. Mokrushin
ADAPTIVE CONTROL OF TRANSIENT SUNFLOWER
SEED STORAGE PROCESSES BASED ON THE USE OF
INTELLIGENT TECHNOLOGIES

Keywords: sunflower seed storage processes, intelligent technologies, adaptive control.

The article describes a study aimed at developing an intelligent adaptive control system for non-stationary sunflower seed storage processes using intelligent technologies. To control the sunflower seed storage process in grain storage facilities, the sixth version of the integrated SCADA was used, namely the Trace Mode 6.0 system, which is a Russian development and contains a number of new technologies for designing automated process control systems. To develop a graphical interface for the operator station in the Trace Mode system, an object-oriented data presentation editor was created, which is presented in this article.

L.N. Burmin, Yu.A. Stepanov
THE METHOD FOR QUALITY CONTROL OF THE
SERVER-SIDE OF AN INFORMATION SYSTEM BASED
ON A MODULAR MONITORING INFRASTRUCTURE.

Keywords: server component monitoring, modular infrastructure, information systems, server-side quality, test automation, alerting.

The paper presents the results of a study in the field of monitoring the stability of the server state of a software product. A comparative analysis of existing solutions to the problem is presented. The advantages of developing a solution based on standard quality control tools are described. Conclusions about possible further improvements to the system are made.

R.R. Galyamov, A.Yu. Sharifullina
AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEM

Keywords: fire extinguishing system, fire, automatic systems, security systems, safety, security.

Automatic fire extinguishing system is one of the main means of ensuring safety in buildings and structures. This system is designed to detect and extinguish fires, minimize possible damages and prevent threat to human life. Its main components include fire detectors, automatic fire extinguishers, fire warning systems and control panels.

K.I. Kozlov
USING MACHINE LEARNING TO PREDICT CYBER
ATTACKS: ALGORITHMS AND PRACTICAL
EXAMPLES

Keywords: machine learning, prediction of cyber attacks, cybersecurity.

The article discusses the use of machine learning methods to predict cyber attacks. Successful implementations such as DARPA projects, monitoring systems, and the use of user behavior analysis methods are described. The problems faced by machine learning in cybersecurity are also discussed.

K.I. Kozlov
CLOUD COMPUTING AND ITS IMPACT ON THE
SUSTAINABILITY OF IT INFRASTRUCTURE IN A
CRISIS

Keywords: cloud computing, cloud technologies, cloud services.

В данной работе рассматривается, что такое облачные вычисления и какие модели бывают. Представлен анализ воздействия облачных вычислений на устойчивость ИТ-инфраструктуры в условиях кризисов, таких как экономические колебания и пандемии. Проведен расчет прибыльности внедрения облачных технологий.

В.И. Курир

ЭКСПЕРТНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ ГЭС

Ключевые слова: системы непрерывного контроля и диагностики ГЭС, экспертные диагностические системы гидрогенераторов.

Представлены известные экспертные диагностические системы (зарубежные и отечественные), обеспечивающие нормальный режим работы гидрогенераторов ГЭС. Кратко описано назначение данных систем и способ функционирования в диагностической системе отдельных составляющих. Представлен эволюционный путь, пройденный экспертными системами. В конце статьи приведены ссылки на новейшие исследовательские работы, посвященные применению экспертных систем для диагностики гидрогенераторов ГЭС, по праву квалифицируемых как прогностические (постановка диагноза на начальном этапе работы).

Е.Н. Леонов, И.В. Чувочина

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ИНДУСТРИИ 4.0 И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Ключевые слова: Интеллектуальные сети, проблемы, системы связи, большие данные, облачные вычисления, безопасность, управление рисками.

Развитие интеллектуальных технологий Smart Grid в контексте Индустрии 4.0 приводит к изменениям в существующих электрических сетях, однако при этом возникают и определенные риски. В этой статье проведен анализ возможных проблем в интеллектуальных электрических сетях, а также предложены пути их решения.

И.В. Макарова, А.И. Легаев, С.А. Легаева, Д.А. Апарнев РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭКСТРАКТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ОЧИЩЕННОЙ ПОЛИАНИОННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Ключевые слова: очищенная полианионная целлюлоза, экстрактор, изопропиловый спирт.

Данная статья посвящена разработке конструкции экстрактора в производстве очищенной полианионной целлюлозы. Получены экспериментальные данные по содержанию основного вещества в полианионной целлюлозе в процессе многоступенчатой экстракции, которые демонстрируют высокую степень очистки (более 99%).

К.В. Марусич, Е.А. Сарсынбаев

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МОДУЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ключевые слова: печь, модуль, компоновка, термообработка.

В данной статье рассматривается разработка модуля термообработки машиностроительных изделий. В результате проектирования был разработан компоновочный проект модуля и алгоритм его работы. Дополнительно выполнен инженерный анализ температурного поля и термомеханического состояния печи.

С.В. Прытков, М.В. Абрамов, И.И. Гордин, И.А. Котлов РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ БОРЬБЫ С УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

Ключевые слова: эритемная облученность, график облучения, программное обеспечение, УФ излучение, пространственное

This paper examines what cloud computing is and what models there are. The analysis of the impact of cloud computing on the sustainability of IT infrastructure in crisis conditions, such as economic fluctuations and pandemics, is presented. The profitability of the implementation of cloud technologies has been calculated.

V.I. Kurir

EXPERT DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC SYSTEMS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS

Keywords: continuous monitoring and diagnostic systems for hydroelectric power plants, expert diagnostic systems for hydrogenerators.

The well-known expert diagnostic systems (foreign and domestic) that ensure the normal operation of hydroelectric power plants are presented. The purpose of these systems and the way of functioning of the individual components in the diagnostic system are briefly described. The evolutionary path traversed by expert systems is presented. At the end of the article, links are provided to the latest research papers on the use of expert systems for the diagnosis of hydroelectric power plants, rightfully qualified as prognostic (diagnosis at the initial stage of work).

E.N. Leonov, I.V. Chuvochina

PROBLEMS OF SMART GRID TECHNOLOGY IN INDUSTRY 4.0 AND THEIR SOLUTIONS

Keywords: Smart grids, problems, communication systems, big data, cloud computing, security, risk management.

The development of Smart Grid technologies in the context of Industry 4.0 leads to changes in existing power grids, but it also brings certain risks. This article analyzes possible problems in smart grids and suggests solutions.

I.V. Makarova, A.I. Legaev, S.A. Legaeva, D.A. Aparnev DEVELOPMENT OF THE EXTRACTOR DESIGN IN THE PRODUCTION OF PURIFIED POLYANION CELLULOSE

Keywords: purified polyanionic cellulose, extractor, isopropyl alcohol.

This article is devoted to the development of the extractor design in the production of purified polyanion cellulose. Experimental data on the content of the main substance in polyanion cellulose in the process of multistage extraction have been obtained, which demonstrate a high degree of purification (more than 99%).

K.V. Marusich, Y.A. Sarsenbaev

DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF THE HEAT TREATMENT MODULE FOR MACHINE-BUILDING PRODUCTS

Keywords: furnace, module, layout, heat treatment.

This article discusses the development of a heat treatment module for machine-building products. As a result of the design, the layout design of the module and the algorithm of its operation were developed. Additionally, an engineering analysis of the temperature field and the thermal deformation state of the furnace was performed.

S.V. Prytkov, M.V. Abramov, I.I. Gordin, I.A. Kotlov DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATION AND DESIGN OF IRRADIATION UNITS USED TO COMBAT ULTRAVIOLET DEFICIENCY

Keywords: erythematous irradiance, irradiation schedule, software, UV radiation, spatial distribution of erythematous

распределение силы эритемного излучения, энергетическая освещённость.

В данной статье рассмотрена разработанная в Институте электроники и светотехники ФГБОУ ВО "МГУ им. Н.П. Огарёва" методика проектирования облучательных установок, предназначенных для борьбы с ультрафиолетовой недостаточностью у жителей Севера и Заполярья, а также у лиц, работающих в помещениях, лишенных естественного освещения. Описан разработанный способ определения пространственного распределения силы эритемного излучения, созданный аппаратно-программный комплекс, позволяющий осуществлять данные измерения. Также описана методика автоматизированного проектирования облучательной установки в программе DIALux. Разработанная методика расчета и проектирования позволяет существенно уменьшить время, затрачиваемое на проектирование облучательных установок и обеспечить более точное их соответствие требуемым нормам, безопасность эксплуатации и повышение эффективности.

Л.А. Симонова, О.Ю. Бочаров

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, нейронные сети, прогнозирование качества, переобучение.

В статье рассматривается применение систем предиктивной аналитики на основе нейронных сетей для управления технологическим процессом. Основное внимание уделено задаче прогнозирования качества продукции на производственных линиях с использованием многослойного перцептрона (MLP). В рамках исследования проведены эксперименты с обучением нейронной сети на данных, приближенных к реальным условиям производства стеклопластиковых труб. Авторы подробно анализируют влияние объема обучающей выборки и параметров сети на точность прогнозирования и проблему переобучения.

А.А. Акинин

ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ

Ключевые слова: большие языковые модели, машинное обучение, медицинское диагностирование, нейронные сети.

В работе представлены результаты анализа применения больших языковых моделей для диагностики. Были рассмотрены сложности, которые могут возникнуть при разработке, а также возможные варианты применения.

Е.И. Бубченко

СТРУКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПРЕДИКТОРОВ В МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ

Ключевые слова: нейросеть, предикторы, система прогнозирования, патология, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз.

В работе представлены результаты изучения нейросетевых предикторов в случае их использования внутри медицинских прогнозирующих систем. Проведен анализ оптимального количества предикторов для создания базовой системы прогнозирования. Представлена теоретическая нейронная сеть на основе выбранных предикторов.

Н.И. Прыгунов, Е.М. Кузьмин

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ VR ПРИЛОЖЕНИЙ

Ключевые слова: VR, виртуальная реальность, этапы разработки, интерактивные приложения, современные технологии.

В работе рассмотрены этапы разработки VR приложений на примере приложения «Виртуальный мир профессий: инженер-горняк», включая современные методы и подходы для создания интерактивных и реалистичных виртуальных сред. Приведены описания ключевых этапов, указаны преимущества и особенности различных подходов, применимых для решения конкретных задач в сфере VR.

radiation strength, irradiance.

This article discusses the methodology for designing irradiation units developed at the Institute of Electronics and Lighting Engineering of National Research Ogarev Mordovia State University to combat ultraviolet deficiency in residents of the North and the Arctic, as well as in people working in rooms without natural space. The article describes the developed method for determining the spatial distribution of erythemal radiation strength, the created hardware and software complex that allows for these measurements. It also describes the methodology for automated design of an irradiation unit in the DIALux program. The developed calculation and design methodology allows for a significant reduction in the time spent on designing irradiation units and ensures their more accurate compliance with the required standards, operational safety, and increased efficiency.

L.A. Simonova, O.Y. Bocharov

APPLICATION OF PREDICTIVE ANALYTICS SYSTEM IN PROCESS CONTROL BASED ON NEURAL NETWORKS.

Keywords: Predictive analytics, neural networks, quality prediction, retraining.

The article deals with the application of predictive analytics systems based on neural networks for process control. The main attention is paid to the task of product quality prediction on production lines using multilayer perceptron (MLP). The research includes experiments with neural network training on data approximating real conditions of fiberglass pipes production. The authors analyze in detail the influence of the training sample size and network parameters on the prediction accuracy and the overtraining problem.

A.A. Akinin

APPLICATION OF LARGE LANGUAGE MODELS FOR DIAGNOSTICS

Keywords: large language models, machine learning, medical diagnostics, neural networks.

The results of the work present an analysis of the use of large language models for diagnostics. The difficulties that may arise during development, as well as possible application options are considered.

E.I. Bubchenko

STRUCTURES OF NEURAL NETWORK PREDICTORS IN MEDICAL SYSTEMS

Keywords: neural network, predictors, forecasting system, pathology, coronary heart disease, atherosclerosis.

The paper presents the results of studying neural network predictors in the case of their use within medical predictive systems. An analysis of the optimal number of predictors to create a basic forecasting system was carried out. A theoretical neural network based on selected predictors is presented.

N.I. Prygunov, E.M. Kuzmin

STAGES OF VR APPLICATION DEVELOPMENT

Keywords: VR, virtual reality, development stages, interactive applications, modern technologies.

The paper examines the stages of VR application development, including modern methods and approaches for creating interactive and realistic virtual environments. The descriptions of the key stages are given, the advantages and features of various approaches applicable to solving specific tasks in the field of VR are indicated.

И.И. Анохин

РАСПОЗНАВАНИЕ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ В РЕЗЮМЕ С ПОМОЩЬЮ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Ключевые слова: Распознавание именованных сущностей, большие языковые модели, машинное обучение, обработка естественного языка.

В работе представлен метод распознавания именованных сущностей с использованием больших языковых моделей. Предложенный подход позволяет повысить качество распознавания сущностей в не структурированном тексте. Для оценки качества распознавания было проведено сравнение результатов работы больших языковых моделей с другими методами распознавания именованных сущностей на корпусе из резюме.

А.О. Батанов, Н.М. Тюшкевич, С.А. Лашков
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ МАСШТАБИРОВАНИЯ В ОБЛАЧНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматическое масштабирование, облачные экспертные системы, машинное обучение, глубокое обучение, реинфорсментное обучение.

В работе рассмотрено применение технологий искусственного интеллекта для автоматизации процессов масштабирования в облачных экспертных системах. Описаны методы машинного, глубокого и реинфорсментного обучения для прогнозирования и адаптации к изменениям нагрузки. Приведены примеры использования ИИ в компаниях, таких как Amazon, Сбербанк, Netflix, Яндекс и Google, демонстрирующие улучшение производительности и снижение затрат.

М.А. Вишняков, И.Р. Сылкин, Ю.В. Царев
СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ ДО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСА НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

Ключевые слова: факторный анализ, метеопараметры, методика ГГО им. А.И. Воейкова.

В статье рассматривается возможность применения данных дистанционного зондирования Земли для определения расстояния до источника загрязнения атмосферы. Адаптирована методика Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова для определения параметров источников выброса по данным спутникового мониторинга. Разработано облачное приложение в среде Google Earth Engine, позволяющее реализовать методику ГГО им. А.И. Воейкова при оценке расстояния до источника выброса в атмосферу и выполнении факторный анализ метеоусловий, при которых происходит поступление загрязнителя в атмосферу, позволяющий выявить значимые факторы.

С.Ю. Луканов, Г.А. Хришкевич,
М.А. Горелов, О.Ю. Тимошевская, В.А. Лондигов
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Ключевые слова: Глубокое обучение с подкреплением, беспилотный летательный аппарат, многоагентное управление, машинное обучение, семантическая сегментация, синтетические данные.

В данной статье рассмотрено применение генеративных нейронных сетей, семантической сегментации изображения и глубокое обучение с подкреплением для решения задач эффективного покрытия целевой зоны разведки с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Рассмотрен метод создания обобщенной модели многоагентного управления БПЛА. Представлены результаты обучения с помощью алгоритмов POCA (posthumous credit assignment) и PPO (proximal policy optimization), а также авторский подход к обучению, позволяющий автоматизировать мониторинг местности при уменьшенных затратах ресурсов.

I.I. Anokhin

NAMED ENTITY RECOGNITION IN RESUMES USING LARGE LANGUAGE MODELS

Keywords: Named entity recognition, large language models, machine learning, natural language processing. This paper presents a method for named entity recognition using large language models. The proposed approach enhances the quality of entity recognition in unstructured text. To assess the performance of entity recognition, the results of large language models were compared with other named entity recognition methods on a resume corpus.

A.O. Batanov, N.M. Tyushkevich, S.A. Lashkov
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES TO IMPROVE SCALING PROCESSES IN CLOUD-BASED EXPERT SYSTEMS

Keywords: artificial intelligence, automatic scaling, cloud-based expert systems, machine learning, deep learning, reinforcement learning.

This paper examines the application of artificial intelligence technologies to automate scaling processes in cloud-based expert systems. It describes methods of machine learning, deep learning, and reinforcement learning for predicting and adapting to changes in load. Examples of AI use in companies such as Amazon, Sberbank, Netflix, Yandex, and Google are provided, demonstrating performance improvements and cost reductions.

M.A. Vishnyakov, I.R. Sylkin, Yu.V. Tsarev
SATELLITE TECHNOLOGIES FOR ESTIMATION OF DISTANCE TO EMISSION SOURCE BASED ON FACTOR ANALYSIS

Keywords: factor analysis, meteorological parameters, methods of the MGS named A.I. Voeikov.

The article considers the possibility of using Earth remote sensing data to determine the distance to the source of atmospheric pollution. The methodology of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov for determining the parameters of emission sources based on satellite monitoring data is adapted. A cloud application in the Google Earth Engine environment has been developed, which allows implementing the methodology of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov when assessing the distance to the source of emission into the atmosphere, and a factor analysis of meteorological conditions under which the pollutant enters the atmosphere is performed, allowing to identify significant factors.

M.I. Gorelov, S.Yu. Lukanov,
G.A. Khrishkevich, O.Yu. Timoshevskaya, V.A. Londikov
CONTROL MODEL DEVELOPMENT OF A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES USING DEEP REINFORCEMENT LEARNING

Keywords: Deep reinforcement learning, unmanned aerial vehicle, multi-agent control, machine learning, semantic segmentation, synthetic data.

This article examines the application of generative neural networks, image semantic segmentation, and deep reinforcement learning to address the problem of efficient target area coverage in reconnaissance missions using unmanned aerial vehicles (UAVs). A method for creating a generalized multi-agent control model for UAVs is discussed. The results of training using POCA and PPO algorithms are presented, along with an original approach that enables automated terrain monitoring with reduced resource expenditure.

З.С. Сейдаметова, С.В. Сейдаметов, С. Сейдаметова
ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОБЛАЧНЫХ
МИКРОСЕРВИСНЫХ СИСТЕМ

Ключевые слова: микросервисы, облачные системы, Docker, Kubernetes, Istio, DevOps.

Микросервисная архитектура стала ключевым подходом при разработке современных облачных систем. В статье рассматриваются инструменты, которые используются для создания, управления и разворачивания микросервисов. Проанализированы возможности специализированных инструментов для контейнеризации, оркестрации, управления сервисной сеткой и мониторинга систем.

Z.S. Seidametova, S.V. Seidametov, S. Seidametova
TOOLS FOR DEVELOPING CLOUD-BASED
MICROSERVICE SYSTEMS

Keywords: microservices, cloud systems, Docker, Kubernetes, Istio, DevOps.

Microservice architecture has become a key approach in the development of modern cloud systems. This paper reviews the tools used for creating, managing, and deploying microservices. The capabilities of specialized tools for containerization, orchestration, service mesh management, and system monitoring are analyzed.

Публичный лицензионный договор-оферта о правах на статью

Редакция журнала «Научно-технический вестник Поволжья» предлагает Вам присылать свои статьи для публикации на страницах журнала, а также на сайте Научной электронной библиотеки (НЭБ). Предоставление Автором своего произведения является полным и безоговорочным акцептом, т.е. данный договор считается заключенным с соблюдением письменной формы. Присылая для публикации произведение, Автор также предоставляет Редакции журнала права на использование произведения и гарантирует, что он обладает достаточным объемом прав на передаваемое произведение. Также Автор предоставляет редакции журнала право переуступить на договорных условиях частично или полностью полученные по настоящему Договору права третьим лицам без выплаты Автору вознаграждения. Все авторские права регулируются в соответствии с действующим законодательством России.

Договор публичной оферты по обработке персональных данных

В процессе осуществления выпуска журнала "Научно-технический вестник Поволжья", ООО "Рашин Сайнс" осуществляется обработка персональных данных, предоставленных авторами статей в рамках сообщения своих регистрационных данных для осуществления публикации в журнале (имя, фамилия, отчество, адрес автора, контактный телефон и e-mail приводятся в регистрационной форме, заполняемой авторами при отправке статьи в журнал). Обработка осуществляется редакцией журнала для целей надлежащей отправки журнала автору и возможности связи с автором лиц, заинтересованных в результатах труда автора статьи. Под обработкой персональных данных в контексте настоящего согласия понимаются действия редакции по сбору, систематизации, накоплению, хранению, использованию, распространению, уничтожению персональных данных, а также действия по их дальнейшей обработке с помощью автоматизированных систем управления базами данных, и иных программных средств, используемых редакцией журнала. Настоящее согласие автора на обработку персональных данных является бессрочным и может быть отозвано в любой момент путем отказа автора от получения журнала и дальнейшей обработки его персональных данных.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
ПОВОЛЖЬЯ

№11 2024

Направления:

- 1.2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (технические науки)**
- 2.3.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА
ИНФОРМАЦИИ (технические науки)**
- 2.3.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ (технические науки)**
- 2.3.5. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
СЕТЕЙ (физико-математические науки)**
- 2.3.5. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
СЕТЕЙ (технические науки)**
- 2.3.6. МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ,
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
(физико-математические науки)**

www.ntvprrt.ru

Реестровая запись от 08.05.2019 серия ПИ № ФС 77 -75732
Подписано в печать 30.11.2024 Формат А4. Печать цифровая.
Дата выхода в свет 30.11.2024
11,2 усл.печ.л. 13,4 уч.изд.л. Тираж 500 экз. Заказ 7061.

Учредитель: ООО "Рашин Сайнс":
420111, г. Казань, ул. Университетская, 22, помещение 23.
Адрес редакции, издательства, типографии – ООО "Рашин Сайнс":
420111, г. Казань, ул. Университетская, 22, помещение 23.
Цена свободная.

© Рашин Сайнс
тел. (843) 216-30-35
Отпечатано с готового оригинал-макета
ООО «Рашин Сайнс»